ÁNGEL BONET

EL TSUNAMI TECNOLÓGICO

(¡Y CÓMO SURFEARLO!)

ROBÓTICA, INTELIGENCIA ARTIFICIAL, NANOTECNOLOGÍA, INTERNET DE LAS COSAS…

¿ESTÁS PREPARAD@ PARA LA DISRUPCIÓN TECNOLÓGICA?

DEUSTO

Índice

Portada

Sinopsis

Portadilla

Dedicatoria

Introducción. Historia de un sofá

De la Revolución Industrial a la Disrupción Tecnológica

Qué son y cómo nos afectan las tecnologías disruptivas (TD)

1. Robótica

2. Internet de las cosas (IoT)

3. Inteligencia artificial (IA)

4. Conectividad móvil

5. La nube

6. Vehículo autónomo

7. Biotecnología

8. Nanotecnología

9. Impresión 3D

La empresa del siglo XXI: los retos que plantea la Disrupción Tecnológica

Los consumidores en el nuevo entorno

Epílogo. Un mensaje optimista para acabar

Créditos

Gracias por adquirir este eBook

Visita **Planetadelibros.com** y descubre una
nueva forma de disfrutar de la lectura

¡Regístrate y accede a contenidos exclusivos!

Primeros capítulos

Fragmentos de próximas publicaciones
Clubs de lectura con los autores
Concursos, sorteos y promociones
Participa en presentaciones de libros

PlanetadeLibros

Comparte tu opinión en la ficha del libro
y en nuestras redes sociales:

Explora **Descubre** **Comparte**

Sinopsis

Después de la revolución industrial, ha llegado la revolución tecnológica. Tecnologías disruptivas como el “internet de las cosas”, la robótica, la inteligencia artificial, la conectividad móvil, el clouding, los vehículos autónomos, la biotecnología, la nanotecnología y la impresión 3D han entrado ya en nuestras vidas: en nuestras casas, negocios, trabajos, relaciones… Jamás en la historia reciente, hemos vivido una transformación de la sociedad y la economía con tanto impacto y en tan poco tiempo. La transformación digital, social y tecnológica ha venido para cambiar todo el sistema productivo, hábitos de consumo, la formación y en consecuencia todos los negocios y sectores.

Gestionar una empresa solo en términos económicos, es la ante sala del fracaso, en este nuevo entorno, las nuevas tecnologías exponenciales y el impacto de nuestra cadena de valor en la sociedad, se van a convertir en ejes estratégicos de nuestra viabilidad como empresarios, emprendedores y ejecutivos.

Y es sólo el principio. Este auténtico tsunami tecnológico lo cambiará todo en los próximos años. ¿Estás preparado/a para surfearlo o dejarás que te arrastre?

El tsunami tecnológico

(¡Y cómo surfearlo!)

ÁNGEL BONET

EDICIONES DEUSTO

Para mis tres mosqueteros,

Pablo, Álvaro y Mauro.

¡Que seáis los protagonistas de un nuevo futuro!

Introducción

Historia de un sofá

Tendría unos diez años. Era por la tarde, después del colegio. Estaba tranquilamente sentado en el sofá del salón, en casa. No recuerdo qué estaba haciendo, supongo que tomando la merienda, entretenido con un cómic o simplemente pensando en mis cosas, es decir, en las cosas que piensa un chaval de diez años. Entonces llamaron a la puerta. Era algo habitual, así que no hice caso y seguí con lo mío, pero al cabo de un momento entraron en el comedor unos señores. Me dijeron que tenía que levantarme porque se iban a llevar el sofá. Atemorizado, me levanté y miré cómo lo cargaban y se lo llevaban. Nos acababan de embargar los muebles. Mi padre se había arruinado.

Antes de eso, mi padre trabajaba en una tienda de muebles, pero su espíritu emprendedor, que había heredado de mi abuelo y que luego heredé yo, le empujó a no quedarse quieto. Siempre tenía ideas nuevas y proyectos que poner en marcha, así que en la década de los setenta creó en Barcelona una cadena de tiendas de muebles a la que llamó Hipermueble. En aquel momento ya hablaba de sinergias, de la posibilidad de negociar precios con los proveedores, de ofrecer productos más asequibles gracias al volumen… La idea era buena, como se ha demostrado luego gracias al enorme éxito de IKEA, pero se adelantó a su época y resultó una empresa fallida.

Así que aquella tarde, ironías de la vida, nos embargaron los muebles porque mi padre había fracasado al intentar crear una cadena de tiendas de muebles. Y no quedó ahí la cosa: unas semanas más tarde nos embargaron la

casa entera. Nos echaron del sistema y durante un tiempo tuvo que mantenernos mi abuelo.

Aquella experiencia me marcó. Estaba en pleno aprendizaje, tratando de ubicarme, y vino la realidad y me dio un bofetón que nunca ha dejado de doler. En cierta forma, no he dejado de preguntarme desde entonces cómo es posible que un día cualquiera, mientras estás tranquilamente en el sofá merendando o jugando, puedan venir a tu casa y quitártelo todo. Una respuesta a esa pregunta es que la gente humilde no tiene derecho al fracaso. Tanto mi padre como mi abuelo eran personas emprendedoras, con muchas ideas para mejorar su entorno, pero tenían un hándicap casi insalvable en aquella sociedad: eran de clase social humilde. No es lo mismo poner en marcha un proyecto con un colchón financiero detrás y una sociedad que te respalda, que hacerlo poniendo en juego tu sofá y tu casa. No es lo mismo nacer en Guinardó que en Pedralbes, en Vallecas que en El Viso. Si formas parte de la mayoritaria masa trabajadora, el fracaso no está permitido y, por supuesto, no tienes derecho a una segunda oportunidad.

Heredé de mi padre y mi abuelo el impulso hacia el emprendimiento, hacia las ideas innovadoras; la misma necesidad de poner en marcha iniciativas que mejoraran no sólo nuestra situación familiar, sino la de todos aquellos que estaban alrededor: la gente del barrio, de la ciudad y de la sociedad en general. En mi caso, he conseguido encaminar ese impulso de forma más exitosa: me licencié en Dirección y Administración de Empresas y después de varias experiencia creé Daemon Quest, la primera firma de consultoría en España especializada en Customer Strategy & Intelligence, una empresa que acabó contando con una plantilla de 200 personas, con una facturación de 20 millones de euros y oficinas en Madrid, Barcelona, Lisboa, México y Miami. Después la compañía se incorporó a la estructura de Deloitte y actualmente soy Chief Sales & Marketing Op. de Minsait, que forma parte de Indra, multinacional española de consultoría y tecnología con presencia en más de 100 países. ¿Por qué me ha ido mejor? ¿Soy acaso más listo que mi padre o más hábil que mi abuelo? No, rotundamente no. Lo que ha cambiado ha sido el entorno.

El entorno social determina en gran medida las oportunidades de los individuos, y mi entorno es muy diferente al de mi padre y mi abuelo. ¿Qué ha cambiado? Algo fundamental: la socialización de la tecnología. El mundo de hoy, al menos el mundo desarrollado, ofrece grandes oportunidades a las

personas emprendedoras gracias a la tecnología y a la generalización del conocimiento y de la información. El objetivo de este libro es precisamente transmitir a los emprendedores, empresarios, ejecutivos, empleados y ciudadanos en general que tienen delante una gran oportunidad.

También quiero animar, a partir de mi vivencia y experiencia, a la acción, a estar atentos y aprovechar esta gran oportunidad. Porque hoy prácticamente cualquiera puede aspirar a cambiar el estado de las cosas y a mejorar su estatus. Una sola persona, de cualquier edad y de cualquier barrio, por humilde que sea, puede iniciar en internet una reivindicación y reunir una masa crítica suficiente como para obligar a una administración pública a cambiar una medida determinada. Cualquier joven, del barrio del Guinardó o de cualquier otro, puede tener una idea brillante y poner en marcha un proyecto con el que cambiar todo un sector, hacerse millonario y cambiar la vida de millones de personas. Esto era mucho más complicado hace treinta años.

Aquel niño al que un día echaron del sofá y de su casa creció con la inquietud de saber qué había pasado y cómo evitar que se repitiera la historia. Por eso se interesó desde muy joven por la innovación y la tecnología, que le abrieron las puertas a un mundo nuevo. Fundó una empresa de éxito y posteriormente creó una fundación, UnLtd Spain, para impulsar proyectos empresariales que contribuyan a mejorar nuestro mundo, a hacerlo más humano, más habitable y más sostenible.

Nuestro entorno ha cambiado radicalmente en las últimas décadas y lo hará todavía más en las dos o tres siguientes. El tsunami tecnológico ya está aquí y nos abre a un mundo de infinitas posibilidades, pero también de riesgos y amenazas. Si lo ignoramos, nos arrastrará; si lo surfeamos, puede ser una enorme oportunidad para todos, como individuos, como ciudadanos y, en conjunto, como humanidad.

Me gustaría transmitirte en las siguientes páginas mi inquietud y mi visión ante este futuro que está a la vuelta de la esquina. Y animarte a la acción, porque el riesgo de no hacer algo es tan alto como la oportunidad de hacerlo. Y porque vivimos un momento privilegiado, único. Un momento de grandes retos y de grandes oportunidades.

De la Revolución Industrial a la Disrupción Tecnológica

Stanley Kubrick recurrió en 1968, en *2001: una odisea en el espacio,* a la elipsis más larga de la historia del cine para describir el proceso evolutivo de la humanidad. Seguro que recuerdas aquella escena en la que un mono, después de matar a un rival empuñando un hueso, lo lanza excitado al aire y éste se transforma en un ingenio espacial que surca el espacio. ¡Cuatro millones de años en sólo unos segundos!

Los herederos de aquellos monos perfeccionaron sus herramientas y con el tiempo, además de cazar, aprendieron a cultivar. Así fue como se produjo, hará unos 10.000 años (mil arriba, mil abajo), la primera gran revolución de la humanidad. Aquellos hombres y mujeres empezaron a practicar la agricultura y la ganadería, por lo que se hicieron sedentarios y empezaron a fundar poblaciones y, posteriormente, civilizaciones.

Esa etapa, conocida como Neolítico, y sus progresos marcaron los siglos venideros, en los que se siguió cultivando la tierra, recogiendo las cosechas, transportando los alimentos y manteniendo un comercio muy limitado entre poblaciones limítrofes. Eran sociedades eminentemente agrícolas y ganaderas, normalmente sometidas a un poder feudal transmitido por línea familiar.

Hay que esperar hasta la Revolución Industrial para encontrar un nuevo cambio realmente transformador del modelo económico y social. El cambio, que arrancó en la segunda mitad del siglo XVIII en Gran Bretaña y se extendió durante las siguientes décadas hasta buena parte de Europa occidental y Estados Unidos, supuso el paso de una economía rural y agrícola a una

economía urbana e industrial.

La Revolución Industrial trajo consigo el mayor conjunto de transformaciones económicas, sociales y tecnológicas de la historia de la humanidad desde el Neolítico, modificando de una manera u otra todos los aspectos de la vida cotidiana de las personas. La producción, tanto la agrícola como la de la naciente industria, se multiplicó a partir de 1800, y con ella la renta per cápita se multiplicó como no lo había hecho nunca en la historia. Se inició una transición que acabaría con siglos de una mano de obra basada en el trabajo manual y el uso de la tracción animal, que fueron sustituidos por maquinaria para la fabricación industrial y el transporte de mercancías y pasajeros. La introducción de la máquina de vapor de James Watt en las distintas industrias fue el paso definitivo en el éxito de esta revolución, pues su uso significó un aumento espectacular de la capacidad de producción. Más tarde, el desarrollo de los barcos y ferrocarriles a vapor, así como del motor de combustión interna y de la energía eléctrica en la segunda mitad del siglo XIX, supusieron un progreso tecnológico sin precedentes.

La Revolución Industrial tuvo consecuencias a varios niveles:

- demográfico: movimientos de población de zonas rurales a urbanas;
- económico: desarrollo del capitalismo;
- social: nacimiento de nuevos grupos o clases sociales, con grandes desequilibrios entre la burguesía y el proletariado; aparición del comunismo, el socialismo y el anarquismo; y
- ambientales: grave deterioro del medio ambiente, tanto de la tierra como del mar y del aire, y a la larga el cambio climático.

No te explicaré aquí en detalle la Revolución Industrial, que supongo estudiaste en su momento (y, si no, ahí tienes la siempre socorrida Wikipedia). Lo importante para el tema que nos ocupa es que desde entonces no se ha producido una revolución de igual magnitud, que represente un punto de inflexión en la historia de la humanidad, que modifique todos los aspectos de la vida cotidiana y a tan gran escala. Según Robert Lucas, Premio Nobel de Economía en 1995, «por primera vez en la historia, el nivel de vida de las masas y la gente común experimentó un crecimiento sostenido. […] No hay

nada remotamente parecido a este comportamiento de la economía en ningún momento del pasado».

Pues bien, después del Neolítico y de la Revolución Industrial, estamos ahora ante la tercera gran revolución de la humanidad: la Disrupción Tecnológica. No se trata de una exageración ni de una estrategia de marketing para llamar tu atención: es un hecho, como podrás comprobar en las siguientes páginas. La coincidencia en el tiempo (y la interrelación) de una serie de tecnologías como el internet de las cosas, la nube, la robótica, la conectividad móvil, etcétera, nos sitúa ante el mayor cambio económico y social no ya de las últimas décadas, sino de los últimos siglos. Cuando estas tecnologías, que en buena medida ya existen y están disponibles, se extiendan al grueso de la población mundial (y ya lo están haciendo), cambiará radicalmente nuestra forma de trabajar, de hacer negocios, de comprar, de relacionarnos, etc. Cambiarán nuestras casas, nuestras empresas, nuestras ciudades… ¡Todo! ¡TO-DO!

Me puedo imaginar lo que sentirían nuestros antepasados por primera vez frente a un barco de vapor o un tren: primero estupor y seguidamente inquietud y expectación ante los cambios que podía traer aquel «artefacto». Esa misma sensación de asombro es la que tenemos desde hace unos años frente a innovaciones tan *break through* como internet o el *smartphone*. (al menos los que tenemos cierta edad, por encima de cuarenta). Pues bien, esto no es nada comparado con lo que nos viene (¡y ya está llegando!): robots, inteligencia artificial, biotecnología, vehículos autónomos, casas y ciudades inteligentes… Esta conjunción de nuevas tecnologías va a cambiar nuestras vidas para siempre. Lo de la máquina de vapor va a parecer una minucia al lado de lo que se nos viene encima.

Con esto te quiero decir que la Disrupción Tecnológica no es una moda pasajera ni un fenómeno trivial. Es una verdadera revolución. Y ha venido para quedarse. Así que, si todavía no lo has hecho, ¡ponte las pilas! En especial si eres empresario o ejecutivo, tanto de una gran empresa como de una pyme, pero también si eres empleado/a de cualquier sector. O ciudadano sin más. Todo está cambiando a una gran velocidad. Aunque nos resistamos, nada volverá a ser como antes. Ni siquiera la velocidad de los cambios, que será mucho mayor: mientras la Revolución Industrial ha tardado dos siglos en transformar nuestro planeta, la Disrupción Tecnológica lo va a hacer en tan sólo dos o tres décadas. Y será general, ya que no habrá ciudad, comunidad,

sector o empresa que no se vea afectado.

En algunos casos, como la popularización de los vehículos autónomos en las ciudades, aventuro que el gran cambio se va a producir antes de una década. Tener un asistente personal en forma de robot puede tardar un poco más, pero no más de 20 años. Y poder sustituir prácticamente cualquier órgano del cuerpo, más o menos lo mismo. Me puedo equivocar en alguna de estas predicciones, así como de las que haré en las próximas páginas, pero apuesto a que no mucho. Espero que dentro de un tiempo podamos comparar y ver el nivel de acierto o error.

En cualquier caso, lo que está claro es que esta nueva revolución impulsada por las tecnologías disruptivas está ya provocando cambios de paradigma que afectan a todos los niveles y sectores de la sociedad. Aquí tienes algunas muestras cuando menos sorprendentes:

- El mayor medio de comunicación del mundo hoy en día no crea contenidos. Se llama Facebook.
- La moneda más valiosa, el bitcoin, no existe físicamente.
- La mayor empresa hotelera del mundo no tiene hoteles: Airbnb.
- La mayor compañía de taxis no tiene vehículos: Uber.
- La mayor tienda del mundo no tiene locales: Alibaba.com.
- Etcétera.

Todo esto ya nos está afectando y hay que gestionarlo en el día a día, pero también es necesario lanzar una mirada prospectiva a 20-30 años vista. Aquí tienes algunas predicciones para ir abriendo boca:

- Se calcula que en 2050 seremos 10.000 millones de habitantes en el planeta y que el 70 por ciento viviremos en ciudades «inteligentes» donde los procesos serán muy diferentes a los que conocemos hoy día. Las *smart cities* aplicarán las nuevas tecnologías a la recogida de residuos, el transporte, las soluciones habitacionales, el abastecimiento, etc.
- El 50 por ciento de los actuales puestos de trabajo desaparecerán en los próximos 30 años por diferentes motivos, principalmente la

popularización de la robótica.

- En 2017 existían 5.600 millones de máquinas conectadas; en 2020 serán más de 50.000 millones.
- Además de los beneficios en términos de comodidad y seguridad, el internet de las cosas puede aportar un gran ahorro energético: en España se estima que podría ser del 23 por ciento anual, lo que representaría unos 5.500 millones de euros.
- Aparecerán de la nada grandes empresas multinacionales del ámbito tecnológico que, como sucede ahora con Google o Facebook, alcanzarán una valoración bursátil desorbitada en muy poco tiempo.

A todo esto, claro, hay que añadir los movimientos sociales que generarán estos cambios. Si aparece una compañía como Airbnb, los hoteleros no se quedan quietos; si aparece Uber, los taxistas tampoco. Y si una empresa de robótica destruye millones de empleos en un minuto, los empleados que se queden sin trabajo tampoco estarán muy contentos. Habrá que ver si la tecnología fomenta la igualdad o la desigualdad, la mejora de la democracia o el aumento del populismo.

Las tecnologías disruptivas representan una gran oportunidad y a la vez un gran reto. Nos obligan a adaptarnos, a cambiar, tanto a nivel individual como colectivo. Y a hacerlo rápido. Las grandes compañías tecnológicas como Microsoft, Amazon, Google o Apple están totalmente orientadas a acelerar esta transformación. Con sus sistemas de inteligencia artificial tendrán todavía más poder del que tienen ahora, lo que planteará un importante debate ético en un futuro inmediato. Cuentan con grandes equipos de innovación y mucho dinero, tanto propio como de *venture capital*. O sea, tienen el talento, el dinero y un campo abonado.

Son precisamente las grandes corporaciones las que están asumiendo la mayor parte de la inversión en I+D, enfocada principalmente a tres ámbitos: *clouding* (nube), internet de las cosas (IoT) y movilidad. Estas son justamente tres de las grandes tecnologías disruptivas que analizaremos en el libro. Estados Unidos, China e India van a la cabeza, con la Unión Europea un poco rezagada. En España, la inversión en conocimiento es claramente insuficiente: las empresas españolas invierten 6.000 millones de euros al año en I+D, menos del 1,19 por ciento de nuestro PIB, cuando la media europea está por

encima de los 11.500 millones de euros, el 2,02 por ciento del PIB (el 2,4 por ciento en los países de la OCDE).

La Disrupción Tecnológica no ha hecho más que empezar y hay que pertrecharse con todo lo necesario para surfearla. Una vez más, sobrevivirán los que mejor y más rápidamente sepan adaptarse al nuevo entorno. Tal y como estableció hace siglo y medio Charles Darwin: «Las especies que sobreviven no son las más fuertes, ni las más rápidas, ni las más inteligentes, sino aquellas que se adaptan mejor al cambio».

Algunos ya lo están haciendo. ¿A qué esperas para seguir leyendo?

Qué son y cómo nos afectan las tecnologías disruptivas (TD)

En ocasiones abusamos del concepto «disruptivo». Se ha incorporado de golpe a nuestro vocabulario y, como suele ocurrir con las modas, ahora está omnipresente. Sin embargo, es la que describe de forma más gráfica y clara la idea a la que me refiero aquí, así que voy a seguir utilizándolo, aunque en ocasiones también hablaré de «tecnologías exponenciales», en el sentido de que tienen un potencial de crecimiento e implantación «exponencial». Esto quiere decir que irrumpen y muy rápidamente, en una curva de crecimiento prácticamente vertical, multiplican sus magnitudes (la facturación, el número de unidades o de usuarios, la capacidad de computación, etc.), pasando de una penetración en el mercado muy baja a una muy alta. Esto genera, por un lado, un cambio en los hábitos de consumo y en la forma de vida de los consumidores, y por otro lado transforma, transgrede y modifica todo un sector (o varios a la vez).

El Diccionario de la Real Academia Española de la Lengua define «disrupción» de una manera muy simple: «Rotura o interrupción brusca». Una tecnología es disruptiva cuando sus efectos cambian por completo nuestra forma de vivir de manera muy rápida y radical. La presencia ya hoy en nuestras vidas de tecnologías disruptivas está provocando una «rotura brusca» del mundo tal y como lo conocíamos hasta ahora. Basta recordar lo que comentábamos en el capítulo anterior: ¿quién podía imaginar hace tan sólo una década, por ejemplo, que la mayor empresa hotelera del mundo no tendría hoteles?

Si buscamos una definición un poco más detallada, podemos recurrir a la

que hace la consultora McKinsey Global Institute en su informe titulado, precisamente, *Disruptive technologies: Advances that will transform life, business and the global economy.* Dice así: «Son aquellas innovaciones que transforman la vida, los negocios y la economía global». No se trata de simples evoluciones, sino de cambios de paradigma. No se trata, por ejemplo, de inventar un coche mejor que el anterior, sino de reinventar la idea de movilidad. Por ejemplo, en un futuro próximo los coches serán eléctricos, autónomos (sin conductor) y seremos en general más partidarios de pagar por su uso que de tenerlos en propiedad (lo veremos con detalle más adelante, en el capítulo titulado «Vehículos autónomos»).

Las compañías deben estar especialmente atentas a aquellas tecnologías que afectan o pueden afectar a su sector o a su ámbito de actuación. De su capacidad y rapidez para adaptarse dependerá su subsistencia, por lo que deben buscar nuevas formas de producir, nuevas formas de gestionar y nuevas formas de llegar y satisfacer a sus clientes, actuales y potenciales. Los líderes de las compañías tienen que estar preparados para saber cuándo, dónde y cómo ejecutar los cambios y preparar sus organizaciones para actuar de forma ágil y rápida. Una gran responsabilidad que requiere de líderes vigilantes, conocedores del entorno, sin miedo a tomar decisiones y con capacidad para adaptarse a los cambios. ¡Una tarea nada fácil!

Como tampoco es nada fácil la toma de decisiones por parte de los gobiernos respecto a la introducción de medidas que faciliten la adopción de las tecnologías disruptivas y eliminen los obstáculos que entorpezcan su despliegue. Esta toma de decisiones es mucho más lenta que en el caso de las compañías, lo que en algún momento puede ser un lastre para que un país adopte una determinada tecnología. Dada esta situación, los países requieren también de líderes ágiles y visionarios capaces de empujar en el camino adecuado, con la velocidad adecuada y soltando todo el lastre que pueda dificultar la marcha.

También las personas, en tanto que ciudadanos y trabajadores, debemos estar atentos a la expansión de estas nuevas tecnologías y a sus múltiples efectos en todos los ámbitos. Los que ya están en el mercado laboral, para reciclarse y no quedarse fuera; y los que están a punto de incorporarse, para acertar en los estudios y prepararse adecuadamente. Cada día nacen nuevas profesiones relacionadas con los usos y aplicaciones de la tecnología, y esta tendencia no hará más que aumentar. Según el Foro de Davos, el 65 por

ciento de los que hoy son niños trabajará en profesiones que no existen o apenas empiezan a adivinarse. Profesiones como controlador aéreo de drones, conductor de nanorobots, ingeniero de *smart factory*, etc. Algo parecido explica el Observatorio para el Empleo en la Era Digital: el 80 por ciento de los jóvenes españoles que ahora tienen entre 20 y 30 años ejercerá profesiones de reciente creación o que ni siquiera se han creado todavía. O sea, 4 de cada 5. Ahí queda eso.

Si tuviera que hacer un resumen de lo que las tecnologías disruptivas van a suponer para la humanidad, me aventuraría a decir que van a contribuir a crear un mundo mejor. Tal vez peque de optimista, como el visionario Peter Diamandis, autor de *Abundancia*, pero creo que gracias a la tecnología vamos a acabar con el hambre y la pobreza, entre otras lacras seculares. Y puede que incluso con la enfermedad, al menos tal como la entendemos ahora (hay quien vaticina incluso «la muerte de la muerte» para dentro de apenas unas décadas: yo no me atrevo a tanto). También creo que disminuirá la desigualdad, mejorará el medio ambiente, etc.

¿Cuáles son estas tecnologías disruptivas, las que lo están cambiando todo y lo cambiarán todavía más en el futuro? No resulta fácil hacer una clasificación exhaustiva y cerrada, pues unas tecnologías beben de otras y se interrelacionan. Además, están en constante, rápida y orgánica evolución, de modo que lo que hoy conocemos como internet de las cosas mañana puede recibir un nombre distinto o abarcar un nuevo ámbito. Resulta necesario, no obstante, una primera clasificación que nos permita, al menos, tener una idea de cuáles son los ámbitos más afectados y analizarlos.

La lista que encontrarás a continuación incluye una serie de tecnologías con un elemento en común: que son exponenciales:

1. Robótica.
2. Internet de las cosas (IoT).
3. Inteligencia artificial.
4. Conectividad móvil.
5. La nube.
6. Vehículo autónomo.
7. Biotecnología
8. Nanotecnología

9. Impresión 3D.

En los siguientes capítulos veremos en detalle cada una de ellas, así como mi visión de cómo pueden transformar en los próximos años o décadas el entorno empresarial y social.

¡Bienvenido al presente, bienvenido al futuro!

1

Robótica

Breve descripción

La robótica sigue despertando interés y reservas al mismo tiempo. Sigue fascinando, a pesar de que la literatura y el cine han profetizado en ocasiones mundos dominados por los robots. Desde que en 1927 la falsa María de *Metrópolis* se presentara como un robot con malas intenciones y se convirtiera en un icono mundialmente reconocible, el cine nos ha presentado todo tipo de robots: buenos, malos, sexuales, graciosos, tontorrones, listos o asesinos. Desde el simpático dúo formado por R2-D2 y C-3PO de *Star Wars* hasta el gracioso Número 5 de la saga *Cortocircuito*, pasando por el enamoradizo barrendero Wall-E y su enamorada Eva, los guerreros T800 de *Terminator* y T1000 de *Terminator 2*, la inteligente y sexual Ava de *Ex-Machine*, el niño robot protagonista de *Inteligencia Artificial*, etc. Se han popularizado tanto que muchos investigadores y científicos se inspiran en ellos para concebir los robots del presente y del futuro.

Los robots están entre nosotros desde hace tiempo, aunque no seamos muy conscientes de ello. Y es que un robot, para ser considerado como tal, no tiene por qué tener brazos y piernas. Un robot es simplemente una máquina informatizada que hace cosas, dicho de forma sencilla y llana.

Los robots, atendiendo a esta definición, están ya totalmente integrados en nuestra sociedad. Pensemos por un momento en la cantidad de máquinas que nos rodean y nos facilitan la vida. Sin ir más lejos, ahora estoy utilizando una

para escribir estas palabras: un ordenador, que no es otra cosa que un pequeño robot que me facilita (y mucho) una tarea como la de escribir.

Precisamente la historia de la informática y de los ordenadores puede servirnos para entender la velocidad de desarrollo que puede tener una tecnología, así como para hacernos una idea de lo que va a ocurrir en los próximos años con la robótica. Desde los primeros ordenadores de los años sesenta, que tenían el tamaño de una habitación, hasta el portátil moderno del año 2000 sólo pasaron 40 años.

Si tenemos en cuenta que hoy la tecnología acelera vertiginosamente los procesos, ¿qué nos puede traer la robótica dentro de 20 o 30 años? Sólo hay que atender a eventos como el campeonato de robots inteligentes que se celebra en Estados Unidos (<www.robotchallenge.org>) para apreciar a qué nivel se encuentra ya la industria. Empresas como Kuka, Baxter, Roomba, Intel Robots, Matternet o Jibo, por citar sólo algunas, están liderando esta revolución tecnológica, que transformará nuestras vidas mucho más que el propio ordenador.

Descripción detallada y ejemplos

Aunque tardaremos mucho en ver un mundo en que los seres humanos y los androides caminen por las calles juntos, como en las películas o en los dibujos animados, las tecnologías de la información y la robótica se están fusionando gradualmente y se están integrando en nuestra vida de manera natural. Me atrevo a aventurar que en sólo diez años un porcentaje significativo de personas tendrá un robot de forma humanoide en casa igual que ahora tienen ciertos electrodomésticos sofisticados. De hecho, ya se están fabricando los primeros robots domésticos de compañía, de los que te hablaré a continuación (Neo, Pepeer, etc.). La interacción a nivel oral con ellos es muy real, muy auténtica, y ya bastante cercana a la que podríamos tener con una persona.

Los grandes fabricantes están muy interesados en este sector porque ven en el robot doméstico un negocio muy lucrativo. Podrá adoptar diferentes formas, pero en definitiva será una especie de mayordomo inteligente conectado con todos los dispositivos y utilidades de nuestra *smart home* que con una sencilla orden limpiará la casa, hará llamadas, enviará correos,

activará o desactivará la alarma, hará la compra a distancia, nos dará conversación, verá una película con nosotros, jugará con los niños, etc. O que incluso nos cocinará la cena. De hecho, ya hay brazos robotizados integrados en cocinas que hacen platos básicos.

Actualmente muchas compañías, sobre todo asiáticas, están diseñando la próxima generación de robots para que *miren*, *sientan* y *actúen* de manera más humana. Diferentes avances permitirán a los robots interactuar de forma natural en nuestro entorno: cabello de aspecto realista, piel con sensores integrados, ojos artificiales que se mueven y parpadean, movimientos torácicos leves que simulan la respiración, músculos para cambiar las expresiones faciales, etc. Estos serán los atributos de los robots socialmente aceptables del futuro.

Es muy probable que nuestro primer robot sea un *cyberpet*, o sea, un robot mascota. Las cybermascotas tienen el potencial de ser útiles de muchas maneras: para ofrecer compañía, para recordar a las personas mayores que deben tomar su medicación, para avisar a los servicios médicos si tienen algún problema, para ayudar a seguir teniendo interacción con el entorno, etc. En Japón, las mascotas robóticas están siendo ya utilizadas y gozan de gran aceptación.

El robot humanoide de compañía o robot doméstico también irrumpirá muy fuerte y muy rápido. Con el envejecimiento del planeta y el poco tiempo que tenemos, tener un robot en nuestro hogar que, entre otras muchas funciones, acompañe y cuide a nuestros seres queridos (personas mayores, niños) tendrá mucho valor.

Pero vayamos por partes. Antes de ver cómo incidirá la robótica en nuestras vidas, veamos los diferentes tipos de robots.

a) El robot industrial.

b) El robot militar.

c) El robot doméstico.

d) El robot pareja.

e) El robot-persona (cíborg).

a) El robot industrial

Existen ciertas dificultades a la hora de establecer una definición formal de lo que es un robot industrial, ya que se trata de una tecnología en constante cambio. La definición más comúnmente aceptada es la de la Asociación de Industrias Robóticas (RIA), según la cual «un robot industrial es un manipulador multifuncional reprogramable capaz de mover materias, piezas, herramientas o dispositivos especiales, según trayectorias variables programadas para realizar tareas diversas».

Esta definición, aunque ligeramente modificada, ha sido también adoptada por la Organización Internacional de Estándares (ISO) que define el robot industrial como un «manipulador multifuncional reprogramable con varios grados de libertad, capaz de manipular materias, piezas, herramientas o dispositivos especiales según trayectorias variables programadas para realizar tareas diversas». Se incluye en esta definición la necesidad de que el robot tenga varios grados de libertad.

Una definición más completa es la establecida por la Asociación Francesa de Normalización (AFNOR), que define primero el manipulador y, basándose en dicha definición, al robot:

> Manipulador: mecanismo formado generalmente por elementos en serie, articulados entre sí, destinado al agarre y desplazamiento de objetos. Es multifuncional y puede ser gobernado directamente por un operador humano o mediante un dispositivo lógico.
>
> Robot: manipulador automático servo-controlado, reprogramable, polivalente, capaz de posicionar y orientar piezas, útiles o dispositivos especiales, siguiendo trayectorias variables reprogramables para la ejecución de tareas variadas. Normalmente tiene la forma de uno o varios brazos terminados en una muñeca. Su unidad de control incluye un dispositivo de memoria y ocasionalmente de percepción del entorno. Normalmente se usa para realizar una tarea de manera cíclica, pudiéndose adaptar a otra sin cambios permanentes en su material.

La Federación Internacional de Robótica (IFR) distingue entre robot industrial de manipulación y otros robots. El primero es «una máquina de manipulación automática, reprogramable y multifuncional con tres o más ejes que pueden posicionar y orientar materias, piezas, herramientas o dispositivos especiales para la ejecución de trabajos diversos en las diferentes etapas de la producción industrial, ya sea en una posición fija o en movimiento».

Si bien es cierto que hay variedad de definiciones, también lo es que todas coinciden en la aceptación del robot industrial como un brazo mecánico con capacidad de manipulación y que incorpora un control más o menos complejo. Un sistema robotizado, en cambio, es un concepto más amplio. Engloba todos aquellos dispositivos que realizan tareas de forma automática en sustitución de un ser humano y que pueden incorporar o no a uno o varios robots, siendo esto último lo más frecuente.

Los robots industriales se pueden, a su vez, clasificar en:

- Manipuladores: sistemas mecánicos multifuncionales, con un sencillo sistema de control, que permite gobernar el movimiento de sus elementos, de forma manual, cuando el operario controla directamente la tarea del manipulador; de secuencia fija, cuando se repite, de forma invariable, el proceso de trabajo preparado previamente; y de secuencia variable, cuando se pueden alterar algunas características de los ciclos de trabajo.
- Robots de repetición y aprendizaje: manipuladores que se limitan a repetir una secuencia de movimientos, previamente ejecutada por un operador humano, haciendo uso de un controlador manual o un dispositivo auxiliar. En este tipo de robots, el operario en la fase de enseñanza se vale de una pistola de programación con diversos pulsadores o teclas, o bien, de *joystic*, o bien utiliza un maniquí, o a veces, desplaza directamente la mano del robot. Los robots de aprendizaje son los más conocidos, hoy día, en los ambientes industriales y el tipo de programación que incorporan, recibe el nombre de «gestual».
- Robots con control por computador: son manipuladores o sistemas mecánicos multifuncionales, controlados por un computador, que habitualmente suele ser un microordenador. En este tipo de robots, el programador no necesita mover realmente el elemento de la máquina, cuando la prepara para realizar un trabajo. El control por computador dispone de un lenguaje específico, compuesto por varias instrucciones adaptadas al robot, con las que se puede confeccionar un programa de aplicación utilizando sólo el terminal del computador, no el brazo. A esta programación se le denomina textual y se crea sin la intervención del manipulador. Las grandes ventajas que ofrecen este tipo de robots hacen que se vayan imponiendo en el mercado rápidamente, lo que exige la

preparación urgente de personal cualificado, capaz de desarrollar programas similares a los de tipo informático.

- Robots inteligentes: son similares a los del grupo anterior, pero, además, son capaces de relacionarse con el mundo que les rodea a través de sensores y tomar decisiones en tiempo real (autoprogramable). De momento, son muy poco conocidos en el mercado y se encuentran en fase experimental, en la que se esfuerzan los grupos investigadores por potenciarles y hacerles más efectivos, al mismo tiempo que más asequibles. La visión artificial, el sonido de máquina y la inteligencia artificial, son las ciencias que más están estudiando para su aplicación en los robots inteligentes.
- Micro-robots: con fines educacionales, de entretenimiento o investigación, existen numerosos robots de formación o micro-robots a un precio muy asequible cuya estructura y funcionamiento son similares a los de aplicación industrial.

b) El robot militar

El mundo de la guerra se está robotizando a marchas forzadas. Dentro de un tiempo será raro ver a un soldado en un campo de batalla. Los avances en este sentido se están produciendo a gran velocidad gracias a que la inversión en este sector es enorme. Algo que, más allá de los usos militares, seguro que acabará beneficiándonos en otros ámbitos.

Por ejemplo, internet, hoy de uso común por miles de millones de ciudadanos, nació como un proyecto militar. Igual que muchas de las innovaciones y materiales que hoy utilizamos en nuestra vida diaria, que partieron de proyectos militares en los que los gobiernos siguen invirtiendo miles de millones de dólares y que, hoy por hoy, sigue siendo la avanzadilla de la investigación y de la robótica.

La seguridad ha sido siempre y sigue siendo una prioridad para los países y, por tanto, la investigación y mejora de nuevas armas, cada vez más sofisticadas, y mecanismos de defensa sigue captando cantidades ingentes de dinero. Gracias a esta inversión, hoy se están investigando y mejorando robots que, si bien en un principio tendrán un uso militar, también proporcionarán un

conocimiento y una tecnología que se trasladará después al uso general, aportando grandes mejoras en todos los niveles de la sociedad.

El ámbito de la robótica militar, como es lógico, está rodeado de cierto secretismo para no dar pistas al «enemigo». De todos modos, existe documentación sobre algunas de las máquinas militares que hoy día se están desarrollando. La siguiente lista nos permitirá hacernos una idea de por dónde van los tiros (y perdone el lector la ironía):

SPOT

Desarrollado por Estados Unidos, se trata de un robot cuadrúpedo que permite ir de avanzadilla de los ejércitos en tareas de reconocimiento del terreno y despejando el camino a los militares.

LS3

También desarrollado por Estados Unidos y similar al anterior, incorpora además tareas de transporte de material, facilitando el avance de los soldados al librarles de uno de los principales problemas: el peso que tienen que desplazar.

LYNX-BP

Rusia también ha desarrollado ingenios parecidos a los anteriores que, al igual que los proyectos estadounidenses, se desplazan a cuatro «patas». Este robot, además de realizar tareas de reconocimiento, incorpora una ametralladora y cohetes antiaéreos que le permiten entrar en combate.

MAARS (MODULAR ADVANCED ARMED ROBOTIC SYSTEM)

Este proyecto, desarrollado por Estados Unidos, simula un pequeño tanque y ha sido especialmente creado para ayudar en labores de reconocimiento, vigilancia y combate. Está equipado con ametralladora, cohete y sistema de detección de disparos, además de cámara de visión nocturna, sensores de movimiento y hasta altavoces. Este robot ya está siendo utilizado por el ejército estadounidense.

ALROBOT

Se trata de un tanque robótico diseñado para el ejército iraquí. Cuenta con ametralladora, cohete y cámara de visión térmica, y puede controlarse desde una distancia de un kilómetro. Está diseñado para actuaciones de combate y apoyo a las tropas y actualmente se está probando en el desierto de Irak.

URAN-9

Desarrollado en Rusia para proporcionar fuego de apoyo y tareas de reconocimiento, está equipado con un cañón automático, ametralladora y misiles guiados antitanque. Cuenta con un equipamiento de reconocimiento láser y sistemas para detectar objetivos. Puede destruir unidades enemigas a una distancia de 8 kilómetros.

PROTECTOR

Pasamos a los ingenios marinos. Desarrollado por Estados Unidos, se trata de una pequeña embarcación que funciona como un dron marino. Ha sido concebido para tareas de defensa de otras embarcaciones o instalaciones portuarias.

BEAR (BATTLEFIELD EXTRACTION ASSIST ROBOTS)

Desarrollado por el ejército estadounidense para rescatar heridos del campo de batalla. Es capaz de manipular con precisión, por lo que también está indicado para el transporte de material peligroso.

PETMAN

Humanoide desarrollado por Estados Unidos para probar los trajes de protección química. Puede realizar movimientos muy similares a los humanos y reproducir situaciones de calor, sudoración, etc., que permiten un análisis completo de los equipamientos.

AVATAR

Desarrollado por Rusia, se controla de forma remota y reproduce los movimientos de su operador. Fue diseñado para realizar tareas militares que pudieran resultar peligrosas para los soldados. Fue presentado por el presidente Putin circulando en quad por un circuito y realizando cinco disparos en los que consiguió acertar en el blanco en todas las ocasiones. El desarrollo de Avatar ha dado lugar a Fedor, un proyecto más avanzado que puede desplazarse por sí mismo y realizar múltiples tareas, como manipular herramientas e incluso conducir un vehículo.

La industria armamentística está poniendo buena parte de su foco actual en los ingenios no tripulados, capaces de asumir las misiones más peligrosas, complicadas y pesadas no sólo por tierra y mar, sino también por aire. Los ingenios voladores no tripulados son hoy vitales en las acciones de reconocimiento y, en algunos casos, de combate. Muchos de los bombardeos selectivos realizados en el conflicto sirio se han hecho de forma remota gracias a drones e ingenios no tripulados. Los drones, que ya tienen numerosas aplicaciones y tendrán muchas más en el futuro (como veremos en el apartado dedicado a los vehículos autónomos), también se usan en el ámbito militar para misiones de vigilancia, espionaje, etc.

No podemos zanjar el apartado relativo a la robótica militar sin hablar de DARPA, la agencia estadounidense creada en 1958 para promover y financiar iniciativas e investigaciones capaces de mejorar la capacidad militar del Departamento de Defensa estadounidense. A la DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) se debe precisamente el germen de lo que ahora conocemos como internet. Es independiente de otras agencias más convencionales de I+D y reporta directamente al consejo del Departamento de Defensa. Tiene alrededor de 240 trabajadores, los cuales manejan un presupuesto de unos 3.000 millones de dólares anuales. «La propuesta de DARPA es imaginar qué capacidades pudiera desear un comandante militar en el futuro, y acelerar estas capacidades de forma concreta a través de demostraciones tecnológicas. Esto no sólo proporciona opciones al comandante, sino que también cambia la mentalidad acerca de lo que es tecnológicamente posible hoy día», declara la agencia en su propia web, lo

que da idea del catalizador que DARPA supone para la investigación y la robótica en Estados Unidos Y, consecuentemente, para el mundo.

Sólo por apuntar algunos ejemplos de avances auspiciados por DARPA podemos mencionar ACTUV, proyecto para construir un buque de guerra antisubmarino; Boomerang (Mobile Shooter Detection System), sistema acústico desarrollado por BBN Technologies para detectar francotiradores en vehículos de combate militar; ArcLight (Missile), sistema de envío de armas con la capacidad de atacar objetivos casi en cualquier parte del mundo, basado en el misil SM-3; o Combat Zones That See, que «rastrea todo lo visible» en una ciudad con un sistema masivo de cámaras y procesado de imagen posterior.

Mención especial merece el X-37b, un transbordador espacial robotizado sin tripulación y de pequeño tamaño fabricado por Boeing, que fue puesto en órbita en abril de 2010 utilizando un cohete de grandes dimensiones Atlas V para realizar experimentos científicos secretos. El proyecto fue puesto en marcha por la NASA en 1999 y después pasó a la Fuerza Aérea de Estados Unidos. Tiene unas dimensiones de sólo 8,2 metros de largo por 4,5 metros de ancho, dispone de un sistema de autodestrucción, cuenta con una bodega para alojar diferentes cargas y puede volar a una altura de entre 200 y 900 km, con aterrizaje sin tripulación y en modo automático.

La lista de proyectos es inagotable: un robot táctico energéticamente autónomo, un vehículo hipersónico para vuelos estratosféricos sin piloto a una velocidad seis veces la del sonido (Mach 6), un exoesqueleto humano alimentado por baterías, un artefacto de alta velocidad de gran alcance basado en un ala oblicua, un programa capaz de identificar patrones EEG de palabras y capaz de transmitirlos para comunicaciones encubiertas, un vehículo terrestre armado capaz de pasar a vehículo aéreo, prototipos de trajes antibalísticos… y un largo etcétera que parece sacado de algún metraje de ciencia-ficción militar de Hollywood y capaz de hacer las delicias de los *frikis* del tema militar.

c) El robot doméstico

Nuestras casas se han ido llenando en las últimas décadas de artilugios más o

menos automatizados que nos ayudan a vivir mejor, con más comodidad y seguridad. Es difícil, y cada vez lo será más, establecer una línea divisoria entre electrodoméstico y robot. Nuestra *smart TV* ya es capaz de hacernos propuestas según nuestros gustos, y la Thermomix selecciona y propone las recetas que más nos gustan o más nos convienen para mantener la salud. A esto le podemos sumar todos los automatismos que convierten una casa en domótica (aspiradora autónoma, la climatización, sistemas de seguridad…). De hecho, la casa domótica no es más que un conjunto de artefactos conectados y conocedores de nuestros gustos o hábitos.

De todos modos, para ser más precisos, al hablar de robots domésticos me refiero a aquellos expresamente creados como tales y con funciones de asistencia, entretenimiento y compañía. Hay muchos ya, y constantemente se presentan novedades en las numerosas ferias de robótica que se celebran. Alexa de Amazon, Google Home, Jibo, Pepper y Buddy son algunos de los más conocidos. Este tipo de robots, que físicamente no tienen todavía forma antropomórfica, permiten acceder fácilmente al catálogo de entretenimiento que tenemos en casa: música, películas, videojuegos, etc. Además, incorpora tareas de vigilancia cuando los dueños no están en el domicilio.

Especialmente útiles están resultando algunos robots domésticos para situaciones sociales complicadas, sobre todo relacionadas con personas mayores que viven solas o que padecen enfermedades que requieren de vigilancia. En estos casos, el robot realiza una labor de acompañamiento muy especial con la persona mayor, a la que puede recordarle la necesidad de realizar tareas cotidianas como la higiene o tareas intelectuales que la ayuden a seguir manteniendo la mente ejercitada y en forma. Este tipo de robots se ocupan de recordar la medicación que la persona debe tomar, pueden realizar tareas de control de tensión o diagnóstico concreto en función de las necesidades del paciente, alertar a los servicios médicos en caso de detección de problemas o a la policía cuando haya algún contratiempo de seguridad, etcétera.

Echando un vistazo a la situación actual de la industria, empresas como SoftBank Robotics están desarrollando un catálogo de robots con dos líneas de actuación muy definidas: los negocios y la formación. De esta compañía han salido simpáticos humanoides como Nao, Peppers o Romeo, que merecen que nos detengamos, aunque sea brevemente, para conocer sus posibilidades.

NAO

Este pequeño humanoide (58 cm de altura) fue el primer robot lanzado por SoftBank Robotics en 2006. En constante evolución, NAO se encuentra en estos momentos en su 5ª versión, y ha vendido ya unos 10.000 ejemplares en todo el mundo. NAO es un robot interactivo diseñado como compañero y utilizado ya en muchos proyectos de atención asistencial.

En Francia, por ejemplo, NAO ha sido utilizado en un centro especializado de la asociación Autistes sans Frontières para mejorar la interacción con los niños que padecen autismo. La experiencia ha demostrado que NAO y Lucas (uno de los niños autistas que participaron en el proyecto) forjaron un vínculo especial gracias a la actitud siempre positiva de NAO. Desde su encuentro, Lucas es un niño más tranquilo y su contacto con los adultos se ha hecho mucho más fácil.

NAO también fue seleccionado para proveer los servicios de recepción y conserjería en un hotel, donde da la bienvenida a los huéspedes y les proporciona información en varios idiomas.

PEPPER

Pepper es un humanoide bondadoso, entrañable y sorprendente, diseñado para ser un auténtico compañero del día a día. Es el primer robot humanoide capaz de reconocer las principales emociones humanas y, lo que es más importante, adaptar su comportamiento al estado emocional de su interlocutor.

Interactivo, autónomo, agradable y simpático, Pepper es mucho más que un robot: es un auténtico compañero humanoide creado para comunicarse de manera natural e intuitiva a través de los movimientos de su cuerpo y de su voz. Pepper aprende, a partir de la interacción, sobre los gustos, los hábitos y el carácter de su dueño.

ROMEO

El tercer miembro de la familia creada por SoftBank Robotics se llama Romeo y está especialmente diseñado para explorar e investigar en la asistencia a las personas mayores y a aquellas que están perdiendo su

autonomía. Mide 1,40 metros, una altura que responde a la necesidad de abrir puertas, subir escaleras y alcanzar objetos que se encuentren sobre la mesa.

El proyecto Romeo se inició en 2009 y buscaba no sólo crear un robot asistencial para las personas dependientes, sino también una plataforma de software e interfaces que permitieran una comunicación adecuada hombre-máquina y que sentara las bases de la industria robótica del futuro. Ante una población cada vez más envejecida, este tipo de soluciones tecnológicas resultan de gran ayuda, ya que permiten a las personas mantener su independencia y facilitan que puedan vivir solas durante mucho más tiempo. De ahí que esta línea de trabajo sea una de las que mayor mercado tendrán en las próximas décadas.

El Gobierno de Japón ya ha puesto en marcha medidas para aumentar la aceptación de los robots «cuidadores» por parte de las personas mayores, según publicaba *The Guardian* recientemente. El país asiático tiene la mayor esperanza de vida del planeta, y va en aumento, lo que hará, según los cálculos del Gobierno, que les falten 370.000 cuidadores en 2025. Para solucionar este *gap* de personal de enfermería y asistencia social han decidido promover entre la comunidad la aceptación de la tecnología, en concreto de los robots. Los desarrolladores, por su parte, están trabajando en dispositivos robóticos sencillos que ayuden a los mayores dependientes a salir de la cama y ponerse en la silla de ruedas o a ducharse, entre otras cosas, o incluso que puedan prever cuándo necesitarán ir al baño.

Junto al ámbito asistencial, la robótica doméstica tiene un frente importante en las cibermascotas. Desde el clásico Tamagochi, muchas han sido las propuestas de mascotas cibernéticas que han aparecido en el mercado, que ahora apuesta más por perritos y gatitos capaces de reconocer a sus dueños, simular alegría cuando los ven y establecer una relación afectiva sin los problemas derivados de una mascota de carne y hueso. Genibo, Paro, Aibo, Zoomer Interactive Puppy… Las opciones ya son muy diversas, compartiendo todas ellas una serie de rasgos comunes: una fisonomía *friendly* y una capacidad de aprendizaje similar a la de los cachorros de verdad.

También hay mezclas entre cybermascotas y robots de compañía. Precisamente uno de los anteriores, la foca robot Paro, une las dos vertientes, la asistencial y la de mascota doméstica. Comercializada en España con el nombre de Nuka por la empresa de robótica social Adele Robots, busca

aplicar las técnicas de interacción animal con distintos colectivos de personas (mayores, con síntomas de demencia, con discapacidades, niños hospitalizados, etc.) en centros de día, residencias y hospitales. El simple hecho de acariciar a Nuka se ha demostrado como una interesante terapia de relajación para los enfermos.

d) El robot pareja

Poco a poco estamos metiendo a los robots en nuestra casa, en nuestro trabajo, en nuestras guerras… ¡Y no tardaremos en meterlos en nuestra cama!

Aunque nos pueda parecer un hecho lejano, las tecnologías cada vez están más presentes en el negocio del sexo, que mueve más de 15.000 millones de dólares al año. Los expertos aseguran que la transformación en este sector no tardará en producirse y será sorprendente. Como muestra un botón: algunos estudios publicados recientemente aventuran que en 2050 las relaciones con robots superarán las relaciones entre humanos.

Los primeros robots sexuales ya existen. El proyecto Realbatix, creado por Matt McMullen, ya ha vendido más de 5.000 muñecas a tamaño real animadas con inteligencia artificial con el objetivo de conseguir que el sexo con ellas sea lo más realista posible. Las robots sexuales cuestan entre 5.000 y 10.000 dólares y los clientes pueden personalizarlas eligiendo el tipo de cuerpo, el tono de la piel, el color del pelo y de los ojos, etc.

Según publicaba recientemente *The New York Times*, McMullen, que no es nuevo en este mercado, ya que lleva en el negocio de las muñecas eróticas desde 1996, quiere ir más allá. Recientemente ha puesto en marcha un proyecto que quiere que los robots tengan la capacidad de hablar con sus propietarios de manera romántica. «Va a ser una experiencia nueva, increíble, que nadie ha tenido antes», explicó al mencionado diario. «Queremos que nuestros robots mantengan una relación más allá de la física».

Esto puede acaban dando lugar a la creación de robots como pareja «estable», no sólo como pareja sexual. Sorprende, e incluso asusta un poco, pensar que uno podrá ir a una tienda (o conectarse a internet) y decir: «Quiero una pareja así y así. ¿Cuánto cuesta?».

Además, no deja de tener cierta lógica que si ya un porcentaje importante de personas buscan su pareja ideal a través de medios digitales (sobre todo aplicaciones de contactos), ¿por qué no «diseñar» directamente esa pareja ideal? Lo cierto es que no queda tanto para eso. La tecnología está casi disponible. Cuando su precio caiga, que calculo que será dentro de 10-15 años, un porcentaje significativo de la población, principalmente hombres solteros, tendrá en casa una pareja robot, ya sea para relacionarse sexualmente o incluso afectivamente.

e) El robot-persona (Cíborg)

La disrupción tecnológica, como estamos viendo, introducirá robots en nuestra casa y hasta en nuestra cama, pero todavía hay un ámbito más íntimo: ¡nuestro propio cuerpo!

Estamos hablando del «hombre/mujer máquina», una revolución maravillosa para personas que tienen problemas físicos muy relevantes. Hoy en día ya es una realidad que una persona parapléjica de cintura para abajo pueda andar. Es muy caro, pero es posible. Hay exoesqueletos, algo así como unas piernas robotizadas, que te permiten ponerte de pie y andar sincronizadamente. Eso se podrá aplicar pronto a otras partes del cuerpo, por ejemplo una mano conectada mediante sensores al brazo que podremos mover con la mente. Esto está evolucionando a una velocidad brutal. Pronto será normal ver a personas que tendrán una parte del cuerpo robotizada. O sea, a personas cíborg.

Un cíborg, según el diccionario, es un «ser formado por materia viva y dispositivos electrónicos». Es, por tanto, la fusión de materia orgánica con dispositivos cibernéticos, normalmente para mejorar las capacidades de la parte orgánica.

El término fue acuñado por Manfred E. Clynes y Nathan S. Kline en 1960 para referirse a un ser humano mejorado que podría sobrevivir en entornos extraterrestres. Diseñador de instrumentación fisiológica y de sistemas de procesamiento de datos, Clynes era el director científico del laboratorio de simulación dinámica del Rockland State Hospital, en Nueva York. El término apareció por primera vez en forma impresa en *The New York Times* por

aquellas fechas para explicar que «un cíborg es esencialmente un sistema hombre-máquina en el cual los mecanismos de control de la porción humana son modificados externamente por medicamentos o dispositivos de regulación para que el ser pueda vivir en un entorno diferente al normal».

En cierto modo, ya podemos decir que hay muchas personas que podrían encuadrarse dentro de la definición de cíborg. Una persona a la que se le haya implantado un marcapasos podría considerarse un cíborg, igual que aquellos que tengan algún implante coclear, que permite que un sordo oiga a través de un micrófono externo conectado a su nervio auditivo.

En el ámbito de la medicina, se habla de dos tipos de cíborg: los de restauración y los de mejora. Las tecnologías de restauración se encargan de restaurar funciones perdidas en órganos y extremidades. No hay ninguna mejora de las facultades originales, simplemente un recambio que permite a la persona mantener un nivel de vida similar. Esto ocurre con algunas ortopedias de brazos o piernas, que incluyen movimiento gestionado directamente con los nervios del paciente. Por el contrario, el cíborg de mejora sigue el principio del rendimiento óptimo.

Para ver ambas líneas diferenciadas podemos utilizar el ejemplo de los exoesqueletos. Estos esqueletos robotizados pueden servir para ayudar a personas con problemas de movilidad a recuperar su independencia y volver a andar o realizar cualquier tipo de movimiento con sus extremidades. Pero los exoesqueletos también pueden servir para aumentar la capacidad de carga y trabajo en empleados que tengan que desplazar cargas. En esta segunda línea de trabajo, el robot permite aumentar las capacidades humanas para hacernos más fuertes, más rápidos, más resistentes o más inteligentes.

Lo mismo se da en un rango amplio de prótesis. Un ojo robótico puede servir para devolver la vista a una persona invidente, pero también para ampliar sus capacidades añadiendo, por ejemplo, visión nocturna, visión térmica y muchas otras habilidades que superan las capacidades humanas. Un oído robótico puede hacer recuperar la audición a los sordos, pero al mismo tiempo puede ampliar las capacidades para conseguir reconocer sonidos en frecuencias no perceptibles para el ser humano.

Cómo afectará la robótica a las personas

El hecho de tener un robot en nuestro hogar e interactuando con nuestros seres queridos hará que se genere una relación afectiva muy fuerte entre hombre y máquina. El cine, como siempre, se ha adelantado a lo que puede pasar. Por ejemplo, en *El hombre bicentenario*, el robot interpretado por Robin Williams, Andrew, desarrolla sensibilidad, emociones y afectos humanos, pero no sólo eso: ¡también deseos de libertad! Y por parte de la familia propietaria, sentimientos tan fuertes que el padre lo acaba queriendo como a un hijo y una de las hijas se enamora de él. Ahí es nada.

No es nada aventurado decir que muchas personas tendrán, dentro de 20 o 30 años, un «amigo» robot o incluso una pareja robot. Esto va a cambiar el paradigma de las relaciones. Serán robots con un *look and feel* muy realista, con un grado de sofisticación muy alto. No se extenderán tan a corto plazo como el robot doméstico, pero sin duda acabaremos viendo personas que se enamoran profundamente de su pareja robot, así como relaciones «formales» entre personas y robots.

Tiene su lógica: si estás con alguien que te da cariño, que te escucha y aparentemente te entiende, puedes acabar olvidándote de que esa persona es un robot, o incluso aceptarlo como normal. Aunque seguro que no será tan sencillo y que surgirán cuestiones éticas. Cuando uno ve películas sobre robots como *Ex Machina* o *Un amigo para Frank*, se da cuenta de que la relación entre robots y seres humanos puede ser muy beneficiosa, pero también muy conflictiva. El científico David Levy explicó recientemente en una conferencia: «En los próximas diez años será perfectamente creíble que una persona desee tener a un robot como cónyuge, uno que sea paciente, amable, cariñoso, confiado y respetuoso. Y que no se queje».

El consumidor podrá elegir exactamente los rasgos de su pareja, como explicábamos antes. Puede parecer frívolo, pero se podrán elegir tanto las características físicas de la pareja (esa persona soñada) como las psicológicas, hombre o mujer, con medidas perfectas y con la ventaja de que no envejecerá. A medida que pasen los años se asemejarán aún más al cuerpo humano y habrá más gente que se animará a probar. De momento, los creadores de autómatas sexuales, que es el campo que de entrada parece más lucrativo y que antes se impondrá, cuidan hasta el más mínimo detalle para que no les falte de nada: pestañas, pelo natural, rasgos casi humanos, piel fabricada con

material TPE (caucho termoplástico muy parecido a la silicona médica), órganos sexuales capaces de reproducir la temperatura que tienen los órganos de las personas, flexibilidad suficiente para poder realizar la mayoría de posturas del Kamasutra, etc. No es de extrañar que ya haya un científico chino que ha pedido casarse con un robot.

Eso sí, por perfectos que sean, el tema de los sentimientos seguirá siendo la asignatura pendiente. Al menos, de momento. La mente de la mayoría de los robots está basada en la inteligencia artificial. Cuentan con una mente muy inteligente hablando en términos de análisis estadísticos y matemáticos. Esto les permite dar respuestas y simular cualquier tipo de sentimiento humano… pero siempre serán simulaciones, no sentimientos reales.

De cualquier forma, se abre un nuevo frente sobre el que se hablará mucho en los próximos años y al que habrá que adaptarse y adaptar nuestra sociedad. Algunas instituciones ya empiezan a tomar cartas en el asunto de las relaciones persona-máquina, lo que da una idea de que no es algo tan lejano. La Comisión Europea, por ejemplo, ha creado *The Onlife Manifesto. Being Human in a Hyperconnected Era* (<https://ec.europa.eu/digital-single-market/sites/digital-agenda/files/Manifesto.pdf>), que entre otras cosas quiere establecer un marco para el modelo de relación entre las personas y las máquinas.

También el cíborg planteará en los próximos años un intenso debate ético sobre los límites entre ser humano y robot. El desarrollo de la nanotecnología, como veremos en el capítulo dedicado a esta tecnología disruptiva, permitirá mejorar la especie y crear seres humanos superiores en capacidades. Esto despertará un debate que se antoja intenso en los próximos años. La idea de un superhombre despierta susceptibilidades y plantea muchas incógnitas: ¿hasta dónde podemos llegar?

Volvemos de nuevo la vista al cine como visionario de todas estas situaciones. En películas como la mencionada *Ex Machina*, la mítica *Robocop* o la más reciente *Ghost in the Shell*, el recambio de piezas humanas por robóticas es llevado al extremo de implantar el cerebro humano en un cuerpo totalmente robotizado. Además de las reservas éticas que pueda plantear el concepto, debe tenerse en cuenta el riesgo de utilizar al ser humano como arma por parte de los ejércitos o para fines ilegales en el caso de grupos terroristas, narcotraficantes, mafiosos, etc.

En todos estos casos, tiendo a confiar en el ser humano. A lo largo de la historia, y a pesar de todas las atrocidades realizadas, la humanidad ha seguido siempre un camino positivo en la utilización del desarrollo para mejorar la calidad de vida de nuestra especie. Es cierto que los retos son muchos, pero estoy seguro de que sabremos encontrar la forma de utilizar esta tecnología de la forma más satisfactoria para todos los seres humanos.

Cómo afectará la robótica a las empresas

No se me ocurre un solo sector donde no haya robots en el futuro.

Habrá robots médicos, por ejemplo. Hoy en día la tercera causa de muerte en Estados Unidos es el error médico. ¿Imaginas la cantidad de personas que no se morirían si el médico fuera un robot? Si pudiéramos meter en un sistema toda la información de todos los casos clínicos del mundo y que un robot (equipado con un sistema de inteligencia artificial, claro) analizara tus síntomas, tendríamos un diagnóstico perfecto.

También habrá robots abogados. El abogado estudia y analiza, y en base a eso predice. Eso lo hacen mucho mejor (y más rápido) las máquinas. El problema ahora es que no está digitalizada toda la jurisprudencia, pero el día que lo esté, ¿para qué querré un abogado? Le explicaré al sistema (o al robot con acceso al sistema) mi caso o el tema que quiero resolver y me iré directamente a un juzgado.

Otra profesión afectada por la combinación de robótica e inteligencia artificial es la de vendedor. A veces decimos, de forma idealizada, que tal persona es un artista de la venta, pero al final la venta es un proceso matemático. El mejor vendedor del mundo es la persona más ordenada del mundo. Si el vendedor analiza la información y hace el discurso comercial adecuado, en el momento adecuado y a la persona adecuada, la venta sucede.

Visto esto, me preocupa que la mayoría de profesiones que estudian nuestros hijos no van a existir en un futuro cercano, porque las van a hacer entes o sistemas. Nuestros hijos se están formando en un sistema educativo que no «machea» con lo que viene. Estudian profesiones que no existirán y no estudian profesiones que ya se intuye o se ve que sí existirán. Por ejemplo, ya hay una deficiencia de ingenieros en robótica. También se crearán nuevos

perfiles derivados de la evolución tecnológica. Se calcula que la mitad de las profesiones que ejercerán los niños que están ahora en la escuela todavía no se han creado. Esto, bien aprovechado, puede ser una enorme oportunidad. El pensamiento creativo e intuitivo, por ejemplo, creará valor en lo que se ha dado en llamar la «economía de la imaginación»: diseñadores de moda para impresión 3D, diseñadores de órganos, diseñadores de experiencias virtuales, arquitectos de realidad aumentada, etc. También en el campo de la terapia genética y la neuroingeniería, entre otros, se darán grandes oportunidades.

Existe, por tanto, un enorme desequilibrio, provocado por el tsunami tecnológico, entre los conocimientos que promueve la educación y las habilidades o capacidades que se demandan. Un desequilibrio que será aún mayor a medida que dejemos pasar el tiempo sin hacer nada. Por eso, me parece importante hacer un llamamiento a la sociedad para que tome conciencia del mundo hacia el que va, de lo que va a necesitar y lo que no va a necesitar este mundo. Porque las predicciones que hago en este libro se van a cumplir en su mayor parte. Puedo equivocarme en el cuándo, pero no mucho en el qué.

A nivel empresarial también hay que hacer una revisión. Ante este panorama, tenemos que analizar nuestro negocio y ver si tendrá sentido dentro de 5, 10 o 20 años. Si mi empresa da un servicio de conductores de camiones, pues tengo un problema, porque los camiones de aquí a 5-6 años van a ir en su mayoría sin conductor. Nissan ya ha sacado el camión sin conductor. Y con cero accidentes. Si no me reciclo, voy a desaparecer, como les pasará a muchas personas en el sector de la movilidad.

Si nuestro valor es la capacidad de analizar información y dar respuesta a una pregunta concreta, ¡cuidado! Eso lo hacen las máquinas, con más rapidez y mayor fiabilidad. Consultoras que ahora tienen miles de trabajadores seguramente tendrán sólo unas decenas y mucha tecnología. Hay que analizar cómo va a cambiar nuestro sector. En el caso de la robótica, serán numerosos y sorprendentes, como hemos podido ver. De hecho, ya se están produciendo. Los robots utilizados en las fábricas están consiguiendo crear productos de mayor calidad, en menos tiempo y con un ahorro de costes muy importante. Esto ya está provocando una sustitución de empleos no cualificados, especialmente en cadenas de montaje industriales. También es cierto que este trasvase está creando nuevos trabajos en los sectores de soporte lógico y desarrollo de sensores, en la instalación y mantenimiento de robots, en la

conversión de fábricas antiguas y en el diseño de fábricas nuevas, etc.

En este punto se debe hacer especial hincapié en la necesidad de abordar los problemas de tipo social, económicos e incluso políticos, que puede generar una mala orientación de la robotización de la industria. Es vital que se realice una planificación de los recursos humanos, tecnológicos y financieros de manera inteligente para evitar consecuencias dramáticas para un amplio porcentaje de la sociedad. Nuestra sociedad debe enfrentarse a la tarea de volver a formar a los trabajadores que pierden su empleo debido a la automatización y enseñarles nuevas capacidades para que puedan tener un puesto de trabajo en las industrias del siglo XXI.

De hecho, con la robotización está sucediendo algo parecido a lo que pasó en la Revolución Industrial con la máquina de vapor: el trabajo que hacían 1.000 personas podían hacerlo de pronto sólo 100. Ahora somos capaces de prever en gran medida el impacto de la robotización, por lo que ya estamos tardando en tomar medidas. Hay estudios que dicen que casi la mitad de los empleos actuales serán perfectamente realizables por robots en los próximos 15-20 años. No sólo los más mecánicos, sino también algunos considerados creativos. Otros estudios hablan incluso del 60 por ciento. En cualquier caso, la destrucción de empleos será exponencial. Desde repartidores, chóferes, mecánicos o trabajadores del campo a doctores, abogados, empleados de banca, recepcionistas de hoteles, dependientes, etc. Estas profesiones serán realizadas por robots en un alto porcentaje de los casos.

Con la robotización del sector industrial, que irá a más, y del sector servicios se va a generar un paro estructural mundial del 30-40 por ciento. No habrá trabajo para todos, así de claro. Esto, si no se toman medidas, puede dar lugar a conflictos sociales graves. El modelo social y el reparto de la riqueza se tendrán que replantear, porque si seguimos como ahora será insostenible. Hoy en día la tendencia es a una polarización cada vez mayor entre ricos y pobres, o sea, que unos pocos ricos cada vez acumulen más riqueza en detrimento de una masa de personas cada vez más pobre. No se me ocurre otra solución que garantizar que aquellos que obtengan unos rendimientos espectaculares gracias a la revolución tecnológica tengan la obligación de devolver una parte para reequilibrar la sociedad. Si no lo hacemos así, el auge de los populismos y los disturbios serán el pan nuestro de cada día. ¿Qué hace la gente cuando no tiene trabajo ni dinero? Pues rebelarse, como es normal.

Siempre que hablo en público sobre el impacto de la robótica en nuestra sociedad en los próximos años la reacción es de cierta incredulidad. Ya estoy acostumbrado. El ser humano tiende a ignorar aquello que suponga un cambio del *statu quo*, aunque a la larga le pueda generar grandes beneficios. Cuando en el 2000 empecé a hablar del impacto del *big data* y el *analytics* en las empresas y de la irrupción del P2P en muchos sectores (ya habían aparecido Uber y Airbnb) todo el mundo me miraba con incredulidad y algunos incluso con desprecio. Casi dos décadas después, no hay una compañía en el mundo que no vea como estratégico el *big data* y el *analytics*. Y, como apuntaba en los capítulos iniciales, Uber es la mayor empresa de taxis del mundo (sin tener un solo vehículo) y Airbnb la mayor empresa hotelera (sin tener ni un hotel).

En lo que respecta a la robótica, llevo ya algún tiempo tratando de trasladar un mensaje de transformación disruptiva del mercado laboral y del modelo de relación persona-máquina. La gente tiende a identificar al robot con el típico humanoide de película y se resiste a creer que algún día puedan sustituirnos, pero el cambio ya ha empezado.

Simplemente analizando nuestro día a día podemos comprobar hasta qué punto estamos ya inmersos en la robotización. Y no sólo en el sector industrial. Un caso muy evidente es el de los *call centers* gestionados por *bots* (aféresis de «robots»), programas informáticos que imitan el comportamiento de un ser humano. En sitios de chat *online* algunos *bots* logran que el ciberinterlocutor crea que chatea con una persona real. Pueden llegar incluso a ofertarle un producto o servicio y, lo más importante, almacenan todo lo aprendido sobre sus gustos y preferencias.

La aerolínea KLM ya recibe confirmaciones de vuelo, emite recordatorios y atiende a los clientes a través de Facebook Messenger. El marketplace de ropa Spring dispone de un *personal shopper* virtual. Uber permite pedir un coche en Estados Unidos con tan sólo enviar el emoticono correspondiente. Y la cadena CNN informa de las últimas noticias según los temas que interesen al usuario, que conoce por su previa interacción con él. Tal es el impacto de los *bots* en el comercio *online* que varios miembros del Congreso de Estados Unidos quieren crear la Bots Act, un conjunto de medidas destinadas a evitar mala praxis y castigar a los especuladores que utilizan *bots* para conseguir elevadas ganancias. Esta medida trata de atajar situaciones como la compra masiva de entradas a grandes espectáculos a través de *bots* para después

proceder a su reventa con la consiguiente ganancia. Un práctica, por cierto, al alcance de cualquier persona, pues podemos adquirir nuestro propio *bot* en páginas como <aiobot.com>,<ticketbots.net> o incluso eBay.

¿Todavía dudas de que tenemos que empezar a prepararnos para la disrupción robótica?

Para saber más sobre robótica

Cada tecnología de las que te hablo aquí podría dar para uno o varios libros, pero como mi objetivo es ser lo más didáctico posible, después de la explicación y análisis de cada una te ofreceré recursos y referencias por si quieres ampliar la información: las principales universidades y centros de investigación, los congresos o encuentros que se celebran a nivel mundial sobre la materia, las principales empresas de cada sector, asociaciones, otros libros, blogs especializados, etc. No es una lista exhaustiva, pero estaré encantado de ampliarla con tus aportaciones. Además, en la web del libro, <eltsunamitecnologico.com> encontrarás una lista más actualizada. Y en mi web personal, <www.angelbonet.com>, numerosos artículos sobre la Disrupción Tecnológica.

UNIVERSIDADES

- Universidad de California de Santa Cruz (<https://www.soe.ucsc.edu/departments/computer-engineering/undergraduate/bs-robotics-engineering>)
- Princeton University (<http://www.princeton.edu/ris/>)
- Universidad de Málaga (<http://www.uma.es/grado-en-ingenieria-electronica-robotica-y-mecatronica/info/9857/plan-de-estudios-electronica-robotica-y-mecatronica/>)
- SDU (<https://www.sdu.dk/en/uddannelse/kandidat/robotteknologi>)
- Succeed with Plymouth University (<https://www.plymouth.ac.uk/research/robotics-neural-systems>)

CENTROS DE INVESTIGACIÓN

- Consejo Superior de Investigaciones Científicas – Centro de Automática y Robótica (<http://www.csic.es/centros-de-investigacion1/-/centro/605393?_centres_WAR_centresportlet_gsa_index=false>)
- Eu-Robotics (<https://www.eu-robotics.net/>)
- Robotics Research Center (<http://robotics.iiit.ac.in/>)
- The Robotics Society of Japan (<https://www.rsj.or.jp/en/rij/>)

CONGRESOS

- Global Robot Expo (<https://www.globalrobotexpo.com/es>)
- Robomática (<http://www.robomatica.es/>)
- Scientific Federation (<http://scientificfederation.com/robotics-artificial-intelligence-2018/index.php>)
- EU Robotics Forum (<http://www.eu-robotics.net/robotics_forum/>)
- Robotics and Automation (<https://www.roboticsandautomation.co.uk/>)
- Singapore International Robo Expo (<https://www.sire.com.sg/ehome/sire2018/singapore-international-robo-expo>)
- International Conference on Robotics and Automation (<https://icra2018.org/>)
- Global Innovation Forum (<http:// www.giflondon.com/ ?gclid=EAIaIQobChMIkdrLqIGI2gIVRbcbCh0E3QNbEAMYASAAEgLf

OTRAS FUENTES

- Robot industrial: <http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0204/ctrl_rob/robotica/industria
- Robot militar: <https://www.youtube.com/watch?v=4Sj8JaI8Doo>
- Robot militar: <https://www.darpa.mil/>
- Robot pareja: <http://www.abc.es/recreo/abci-robots-futuro-relaciones-sexuales-201702051817_noticia.html>
- Robot pareja: <https://www.theguardian.com/technology/2017/apr/27/race-to-build-world-first-sex-robot>
- Robot doméstico: <https://www.ald.softbankrobotics.com/en/robots/nao>

- Cíborg: <https://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%ADborg>
- Cíborg: <http://www.exoesqueleto.com.es/iquestcoacutemo-funciona-un-exoesqueleto.html>
- Cíborg: <http://www.elmundo.es/ciencia-y-salud/ciencia/2017/06/19/59148a7e22601d951b8b460a.html>
- Trabajos del futuro: <https:// singularityhub.com/ 2018/01/ 29/these- are-the- most- exciting- industries-and-jobs- of-the-future/ v#sm.0002t5orunojdkp100j2da98afm6x>
- Science Museum (<https://www.sciencemuseum.org.uk/what-was-on/robots>)

LIBROS

- *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies* / Erik Brynjolfsson y Andrew McAfee / Norton.
- *Rise of the Robots: Technology and the Threat of a Jobless Future* / Martin Ford / Basic Books.
- *Robotics: Everything You Need to Know About Robotics from Beginner to Expert* / Peter McKinnon / Createspace Independent Publishing Platform.
- *Robotics: Discover The Robotic Innovations Of The Future - An Introductory Guide to Robotics* / Dr. Kevin Klein / Createspace Independent Publishing Platform.
- *Robot Programming: A Guide to Controlling Autonomous Robots* / Cameron Hughes y Tracey Hughes / Que Publishing (Pearson).

2

Internet de las cosas (IoT)

Breve descripción

El internet de las cosas o Internet of Things (IoT) es una de las tecnologías más disruptivas y que ya están contribuyendo a cambiar nuestro mundo. Y digo están porque el proceso de introducción y la adopción por parte de la sociedad están siendo muy rápidos. Pero empecemos por el principio: ¿a qué nos referimos con este concepto?

Dicho de forma sencilla, el IoT es la conexión entre el mundo físico y el mundo digital, o dicho de otra forma, la digitalización del mundo físico. Se trata de «sensorizar» el mundo físico para obtener una información que, una vez analizada, permita la toma de decisiones de forma autónoma. Como a mí me gusta decir, es un ejército de diminutos robots (semiconductores y sensores) conectados a través de internet y capaces de recoger información, analizarla y tomar decisiones por su cuenta para hacernos la vida más fácil.

Cualquier cosa física es conectable, controlable y programable. Por eso, el IoT nos lleva a un mundo cada vez más automatizado e inteligente, un mundo donde el entorno de las personas se adaptará a sus gustos y necesidades. Esto abre todo un mundo de posibilidades, de nuevos servicios y nuevas maneras de interactuar con los objetos.

Descripción detallada y ejemplos

El IoT nos va a permitir tener una relación totalmente distinta con el mundo físico que nos rodea y poder actuar sobre él para adaptarlo a nuestras necesidades. Afectará a la vida humana en todos los planos posibles, como veremos a continuación, y tendrá un impacto brutal en el ámbito económico. El mencionado estudio de McKinsey prevé un impacto económico de este nuevo mercado en 2025 de entre 4 y 11 billones de dólares, lo que puede dar una ligera idea de las consecuencias revolucionarias de la aplicación de esta tecnología.

Cuando uno analiza los *players* que están invirtiendo en esta nueva industria, ve claramente que el cambio se va a producir rápido y de forma disruptiva: IBM, INTEL, Google, Indra, Oracle, SalesForce, Microsoft, GE, Cisco, Ericsson, Bosh… La lista es interminable. Están todas las grandes compañías de *hardware*, *software*, *devices* y telecomunicaciones.

Microsoft, por ejemplo, tiene una casa «demo» que visité recientemente. En ella tratan de reproducir algo así como la casa del futuro (de un futuro no muy lejano). Se trata de un ente inteligente que interactúa constantemente con sus moradores, que pueden consultar o pedir casi cualquier cosa con el simple uso de la voz. Además, el sistema doméstico «aprende» de nuestros usos para adelantarse y proporcionarnos un nivel de confort altísimo. Para ello, la casa estará absolutamente sensorizada. Nos advertirá de que las plantas necesitan riego; nos comprará los ingredientes de un plato que queramos cocinar y nos dará instrucciones precisas sobre cómo cocinarlo, incluso nos corregirá si lo hacemos mal, pues la casa estará llena de cámaras; nos permitirá interactuar mediante grandes pantallas con seres queridos que no vivan con nosotros con una calidad de imagen y de sonido asombrosa y con la posibilidad de ver y sentir lo que están viviendo casi como si estuvieras con ellos; etc.

La tecnología nos hará la vida en el hogar muy confortable: no tendremos que pensar mucho en las tareas domésticas porque ya estarán programadas o serán sugeridas por un sistema domótico inteligente. Eso, además, nos dará cierta sensación de que «siempre hay alguien ahí», de que no estamos solos, de que siempre estamos acompañados. Esto tiene una parte buena (menos soledad y menos enfermedades relacionadas con la depresión, la ansiedad, etc.), pero a la vez da que pensar sobre la imposibilidad de disfrutar de cierta privacidad, a menos que podamos disponer de un sistema de *switch off*, de

apagado.

El IoT y las nuevas tecnologías emergentes también cambiarán la experiencia de comprar (*smart store*). Pasará como en la casa: todo estará sensorizado y el sistema se adelantará a nuestros deseos mediante una experiencia omnicanal en un espacio físico. Toda la experiencia de compra física estará conectada con el mundo digital. A nuestro paso por una tienda recibiremos ofertas personalizadas, incluso precios personalizados. Todo estará automatizado y habrá mucha robótica, con lo cual se reducirá el personal. También habrá elementos de experiencia «guau», como espejos en los que podremos ver cómo nos queda la ropa sin necesidad de probárnosla. Comprar será más fácil y cómodo, sensorialmente más atractivo y con una gran personalización en el punto de venta.

El IoT incorpora dos aspectos importantes: por un lado, la necesidad de sensorizar los diferentes elementos que constituyen nuestro mundo físico, dotarlo de aparatos (*advices*) que recojan toda la información que pueda generar ese elemento; y, por otro, dotar al proceso de la inteligencia necesaria en forma de algoritmos que ayuden a analizar, sacar conclusiones y actuar en consecuencia. La capacidad actual de acumular información de forma barata y sin apenas ocupar espacio y de procesarla a velocidades nunca imaginadas hace el resto.

Pero más allá de los desarrollos tecnológicos y la creación de este nuevo mercado, el IoT va a cambiar radicalmente la manera en la que vivimos y nos relacionamos con nuestro entorno. La conexión hombre-máquina será incremental, hasta el punto de que estoy convencido de que llegará un futuro no muy lejano en que el nivel de sincronía será tan grande que la separación entre los dos mundos será muy fina.

El IoT va a cambiar nuestra relación con todo aquello que sea digitalizable. Para hacernos una idea de lo que puede suponer este cambio, tomemos como ejemplo la evolución de un objeto tan cotidiano como el teléfono. Nació a finales del siglo XIX como posibilidad de comunicación analógica, uniendo dos puntos a través de un cable de cobre, y durante cerca de cien años apenas ha evolucionado. Sin embargo, con la digitalización de este dispositivo todo ha cambiado: ahora podemos compartir a través del teléfono (cada vez más pequeño como aparato pero con pantallas más grandes) no sólo la voz, sino también y sobre todo datos.

Hoy día el teléfono móvil es fundamental en nuestra cotidianidad. Está conectado plenamente al mundo digital y nos permite, en casi cualquier sitio y en cualquier momento, acceder a toda la información que podamos imaginar. El móvil ya no conecta a una persona con otra para poder hablar a distancia, sino que conecta a la persona con un mundo infinito de posibilidades de información, de comunicación y de actuación. Hoy día, el móvil nos permite, a través de aplicaciones, no sólo informarnos, escuchar música o hacer una transferencia de dinero, sino establecer a distancia la temperatura a la que queremos encontrarnos nuestra casa cuando lleguemos del trabajo, conectar con nuestra báscula de baño y tener un análisis pormenorizado del resultado de los esfuerzos que estamos haciendo con la dieta, tener un gráfico de nuestra actividad física y hacernos un plan de entrenamiento que nos permita estar en forma, etc. Todo ello es gracias a la conexión entre el mundo físico y el mundo digital. Y es que nuestra relación con los objetos cotidianos irá cambiando a medida que los sensoricemos y digitalicemos.

Según un reciente estudio de JP Morgan sobre el impacto que tendrá el IoT en todos los sectores, estos serían algunos de los campos de aplicación:

- Tiendas y centros comerciales: creación de ecosistemas digitales que atraen a los clientes y mejoran la cadena de suministro.
- Ocio: mejora de la satisfacción del cliente y del control de costes.
- Casa: mayor eficiencia energética y seguridad.
- Transporte: monitorización y eficiencia de los equipos de transporte de mercancías.
- Automoción: coches conectados.
- Minería: monitorización de equipos y automatización de la minería.
- Fabricación: control de procesos.
- Servicios públicos: mejor gestión de los recursos.
- Agricultura: recomendaciones en tiempo real para los agricultores, mejores cosechas, agricultura «de precisión».
- Seguros: fijación más precisa de las primas en función de los usos.
- Salud: personalización del diagnóstico y el tratamiento mediante la monitorización de los pacientes.
- Farmacia: reducción de los costes de los ensayos clínicos.

BI Intelligence ha elaborado un informe exhaustivo y detallado sobre el internet de las cosas que nos ofrece, entre otros, un dato que nos puede ayudar a entender el grado de disrupción de esta tecnología: los dispositivos conectados a internet se triplicarán de aquí a 2020 (o sea, pasado mañana), pasando de 10.000 millones de dispositivos a 34.000 millones. De ellos, unos 10.000 estarán relacionados con la informática tradicional (*smartphones*, tabletas, *smartwatches*, etc.) y otros 24.000 serán nuevos aparatos de nuestro día a día que pasarán también a estar interconectados.

En definitiva, el IoT supondrá que vamos a interactuar con los objetos de manera inteligente en los hogares, en las calles, en la oficina, en el centro comercial, en los coches, etc. Con un *smartphone* vamos a poder gestionar prácticamente cualquier objeto de nuestro entorno.

Cómo afectará el IoT a las personas

El IoT transformará nuestro hogar (*smart home*), nuestra forma de vivir en comunidad (*smart city*) y nuestra forma de fabricar (*smart industry*). Veamos primero cómo nos afectará como personas y posteriormente veremos cómo afectará a las empresas.

Smart Home

A principios de la década de 2000 ya se hablaba de casas inteligentes. De hecho, en 2003 el Departamento de Comercio e Industria del Reino Unido propuso la siguiente definición de *smart home*: «Una vivienda que incorpora una red de comunicaciones que conecta los principales electrodomésticos y servicios, a los que se puede acceder remotamente para su control o supervisión».

Lo que por entonces era una idea incipiente, hoy ya empieza a ser una realidad que en pocos años formará parte de nuestra cotidianidad. Ya no es ciencia-ficción, por ejemplo, volver a casa del trabajo, abrir la puerta y que inmediatamente se encienda la luz. Este simple gesto cotidiano incorpora los dos grandes ámbitos en los que se está desarrollando el IoT en relación con

nuestro hogar: por un lado, los aspectos relacionados con la seguridad; por otro, las medidas dirigidas a conseguir la máxima eficiencia en el uso de la energía.

Todavía accedemos a nuestras viviendas a través de una llave, pero cada vez más se van incorporando mecanismos de seguridad relacionados con el reconocimiento de la persona, pasando previamente por sistemas cifrados o con capacidad para advertir de la presencia de una llave (que puede ser nuestro propio móvil) y proceder a permitir el acceso. Esto ocurre ya en muchos vehículos, que son capaces de detectar la presencia de una persona con la llave y abrirse cuando esta persona se encuentra a una distancia concreta. Esto ya es IoT: una nueva forma de relacionarnos con un objeto mediante su digitalización con sensores.

La seguridad de nuestra vivienda es el ámbito de la *smart home* que más rápidamente se está desarrollando debido a que la ciudadanía está pidiendo soluciones y está dispuesta a pagar por ellas. Nuestras viviendas se están equipando poco a poco con cámaras de seguridad que permiten en cualquier momento acceder a imágenes en tiempo real y detectar cualquier intento no autorizado de acceder al interior. Las empresas de seguridad se ocupan de sensorizar todas las partes de posible acceso a la vivienda, como pueden ser puertas y ventanas, para su conexión a través de internet con sistemas conectados con el cliente y, por supuesto, con las fuerzas de seguridad.

El otro gran ámbito de desarrollo de la digitalización dentro de la vivienda tiene que ver con el consumo de energía, es decir, con hacer nuestra vivienda lo más sostenible posible. Que las luces detecten la presencia de las personas y se enciendan y apaguen a medida que se desplazan por la vivienda supone no sólo una comodidad, sino también un gran ahorro de energía. Para una familia con tres niños, como es mi caso, que se apaguen las luces de una habitación cuando no haya nadie en ella supone al final del año un ahorro brutal. Es cierto que hay que sensorizar toda la casa, pero esta instalación cada vez es más barata y, en consecuencia, se extenderá a más hogares. Ahora puedes instalar a precios razonables sensores en cada habitación de tu casa, los cuales, conectados a un sistema informático inteligente, van aprendiendo según tus hábitos y van regulando la luz y la temperatura para que pagues lo menos posible en la factura de la luz o del gas.

Muchos nuevos hogares se están construyendo con el cableado adicional y

los controles necesarios para ejecutar sistemas avanzados de domótica. Obviamente, la adaptación de una propiedad ya existente para que sea «inteligente» tiene un coste mayor debido a la instalación de los cables de enrutamiento y la colocación de sensores en los lugares apropiados.

Cuando hablamos de «casas inteligentes» hablamos también de «electrodomésticos inteligentes», o sea, capaces de entender cuándo deben atender las necesidades de la persona. En breve nuestro frigorífico será capaz de detectar cuándo hace falta un alimento y encargarlo al supermercado de turno para el próximo envío. También será capaz de detectar cuándo está a punto de caducar un alimento determinado y avisar (las neveras que no tengan este sistema se dejarán de vender, igual que empieza a pasar con los televisores que no son *smart TV*). Toda esta información será más accesible gracias al cambio del código de barras actual, que simplemente informa, por la tecnología RFID, que será capaz de generar una señal que indique cuándo es necesario sustituir un alimento que ya se ha terminado. Un envase con este tipo de tecnología podrá «informar», por ejemplo, de que ha sido depositado en el cubo de la basura, lo que hará que el sistema inmediatamente envíe un pedido a nuestro proveedor habitual. Cuando los sensores RFID sean tan baratos como el plástico, se pondrán en todas partes. Convertirán algo cotidiano y tedioso en algo prácticamente automático.

Será posible, por ejemplo, montar un sistema inteligente y automático de abastecimiento de alimentos. No sólo no tendremos que hacer la lista de la compra, sino que ni siquiera tendremos que ir a comprar. Eso ya se podría hacer hoy, pues la tecnología existe, el problema es que todavía es cara. Pero el coste de la tecnología baja entre un 50 y un 80 por ciento cada dos o tres años. Cuando el coste de aplicar la tecnología RFID sea suficientemente bajo, estará en todos los envases y ofrecerá una trazabilidad total. Llevado al extremo, si se produjera una alarma alimentaria podríamos saber en qué neveras de todo el mundo están los productos defectuosos vendidos.

Por cierto, Amazon también ya ha sacado un sensor, el Dash Button, con una peculiaridad sorprendente: te permite pedir un producto antes de que se acabe con sólo pulsar un botón. Puedes configurarlo para asociar el dispositivo con el producto que quieras, por ejemplo con el detergente de la ropa. Cuando está a punto de terminarse, simplemente debes pulsar el botón del dispositivo y el pedido se realiza automáticamente y te lo llevan a casa. El Dash Button se controla a través del móvil con la aplicación de Amazon y

funciona en cualquier sitio con wifi. Es en cierta forma la antesala del RFID.

La gama de dispositivos y tecnologías para convertir un hogar en un *smart home* es cada día mayor. Esto ha llevado inevitablemente a problemas de compatibilidad y a un movimiento para estandarizar las tecnologías y los protocolos de automatización del hogar. En Europa, Installation Bus o Instabus se está convirtiendo en un protocolo reconocido de tecnología doméstica inteligente para la comunicación digital entre dispositivos. Se compone de una línea de *bus* de dos hilos que se instala junto con el cableado eléctrico normal. Las líneas Instabus conectan aparatos a un sistema de comunicación descentralizado y funcionan como una línea telefónica sobre la que se pueden controlar aparatos. La European Installation Bus Association es parte de Konnex, una asociación que tiene como objetivo estandarizar las redes domésticas y de construcción en Europa.

La digitalización de los hogares hace tiempo que ha empezado y poco a poco va alcanzando mayores cotas sin que suponga una alteración negativa de nuestro día a día, sino más bien al contrario. La televisión, por ejemplo, está hoy totalmente digitalizada y conectada con internet. Esto nos permite acceder a una oferta ingente de productos audiovisuales y a información de todo tipo. Además, permite conocer exactamente cuáles son los gustos y los hábitos de los consumidores y así poder adaptar al máximo la oferta a la demanda. Nuestra televisión recoge información de cuándo vemos la televisión, qué es lo que vemos y durante cuánto tiempo lo vemos. Esta información es muy valiosa para aquellas empresas que quieren mostrarnos sus productos y también para un cliente con poco tiempo que agradece que la publicidad, en caso de haberla, se ajuste a sus gustos y necesidades y no a hábitos generales que poco tienen que ver con él y con su vida.

El móvil, una vez más, aparece en nuestra vida cotidiana como eje centralizador de la actividad de nuestra vivienda «inteligente». A través del móvil podemos gestionar las cámaras de seguridad y recibir las alertas en caso de cualquier problema casero. A través del móvil podemos ver y gestionar los contenidos que queremos ver en la televisión. Podemos controlar la iluminación, el sistema de riego, las persianas y algunos electrodomésticos. Y esto es sólo el principio de un camino que nos llevará a una gestión inteligente y predictiva del hogar, que cambiará radicalmente nuestros hábitos y nuestra forma de relacionarnos con nuestra vivienda, especialmente en lo relacionado al uso de la energía, el consumo y el entretenimiento.

El mundo del IoT abarca también todo lo que suponga conectar nuestro cuerpo a *devices* que nos controlen parámetros de salud. En un futuro, esos parámetros podrán ir directamente al médico de cabecera. Si todavía no se hace es por el coste y por una cuestión cultural, pero hoy en día ya es posible monitorear un animal doméstico, una persona mayor con Alzheimer o un niño para que no se pierdan, o para que el móvil te avise con un sonido si salen de un perímetro establecido.

El campo de la telemedicina también va a eclosionar en los próximos años. El envejecimiento de la población, con una esperanza de vida cada vez mayor, y de los costes sanitarios va a hacer que personas con un problema de movilidad puedan ser monitoreadas en su propia casa e incluso atendidas a distancia por su médico. Algunas empresas privadas de salud ya ofrecen servicios de atención a distancia por videoconferencia. Si a esto añadimos la colocación en la persona de una serie de sensores, tendremos una nueva forma de atender a pacientes que puede ser tan efectiva como, en algunos casos, controvertida (por la disminución del factor humano). En cualquier caso, se están realizando ya muchos programas piloto y estoy convencido de que a diez años vista muchas personas con problemas de movilidad serán atendidas a distancia y en su propia casa. Sólo habrá un contacto físico cuando sea ultraimprescindible.

Smart City

La sensorización también va a permitir conectar el mundo físico de nuestra ciudad con el mundo digital. Las posibilidades son, de nuevo, infinitas. Algunas ya están en marcha y van encaminadas a conseguir, como en los hogares, ciudades más sostenibles energéticamente, más seguras y más cómodas para las personas que las habitan.

Si somos capaces de conectar lo que pasa en una ciudad a internet y a eso le ponemos «inteligencia», podemos saber exactamente el tráfico que hay en cada calle en cada momento y que los semáforos autorregulen su duración en función de ese tráfico. Eso ayudaría enormemente a reducir la congestión y, en consecuencia, se ahorraría combustible y se reduciría la contaminación (eso mientras tengamos coches con motores de combustión: más adelante

hablaremos de los vehículos eléctricos autónomos). Y de esta forma, podremos mejorar el tráfico en una ciudad ¡sin necesidad de intervención humana! Sólo con sensores, internet e inteligencia artificial. Lo mismo es de aplicación cuando hay un accidente en una calle: los sensores lo detectan y automáticamente desvían el tráfico por otras calles para evitar atascos sin esperar a que llegue la policía. Esto permitiría que los agentes pudieran dedicarse a otras tareas a las que actualmente pueden dedicar menos atención, como por ejemplo las relacionadas con la seguridad.

Por otra parte, toda esa información del tráfico estará conectada con nuestros coches inteligentes, que directamente tomarán rutas alternativas y menos congestionadas. Pero de los vehículos autónomos hablaremos largo y tendido más adelante, en el capítulo 6.

Por lo que respecta al ahorro energético, los sensores pueden servir también para detectar cuándo llueve y con qué intensidad y cortar o activar el riego automático en parques, jardines, rotondas, etc. También, por el mismo sistema, se puede aprovechar la digitalización para conseguir la máxima eficiencia en el alumbrado.

Como ocurre con la casa inteligente, en el caso de las ciudades inteligentes también se están produciendo ya cambios. Hoy día, la mayoría de los aparcamientos de los grandes centros comerciales están sensorizados, de modo que cualquier persona que quiera acceder a ellos puede conocer exactamente cuántas plazas libres hay y dónde están concretamente. Pasar del ámbito privado de un centro comercial a un ámbito público de la ciudad no debe resultar excesivamente complicado, y los resultados sobre el tráfico serán extraordinarios.

La digitalización de los espacios públicos de las ciudades ha dado lugar a nuevos ámbitos de negocio, sobre todo relacionados con el transporte y el turismo. Empresas como MyTaxi han conseguido a través de una simple aplicación una gran eficiencia en la gestión del transporte público de las ciudades, ahorros de tiempo para los clientes y facilidades de pago a través del móvil. Uber sería otro ejemplo de cómo la digitalización puede contribuir a la economía circular y al pago por uso frente a la posesión material, una tendencia hacia la que los nuevos clientes se sienten más atraídos por simple comodidad (ya no necesitamos tener un coche en propiedad, simplemente pagar por uso cuando lo necesitemos: lo veremos en detalle cuando hablemos

de los vehículos autónomos). Empresas de vehículos eléctricos como Emov o Car2Go, o de alquiler de motos como Cooltra, Yugo o Muving, permiten, también a través de una aplicación el uso y pago de un transporte cómodo por la ciudad, que se puede coger en cualquier calle de la ciudad y aparcar en cualquier otra sin mayores complicaciones.

Todo objeto es sensorizable. Un ejemplo sin abandonar el tema de la movilidad: se pueden instalar microchips sensorizados en los cascos de moto que tras un número determinado de golpes ya preven una posible fisura y la posibilidad de una lesión en la cabeza, por lo que emiten una señal que te dice: «Cambia el casco». O sea, están prediciendo lo que puede ocurrir en función de la recogida y análisis automático de datos. Gracias a la sensorización, el uso y la experiencia permiten proyectar posibles problemas y evitarlos. Y como este ejemplo hay mil: el límite es la imaginación.

El concepto de *smart city* es muy amplio, pues además de aspectos relacionados con la movilidad abarca otros relacionados con el desarrollo urbano sostenible. Por eso, se podría precisar que las ciudades inteligentes son entramados urbanos que utilizan las tecnologías disponibles para desarrollar el bienestar de sus ciudadanos con el máximo respeto al medio que los rodea, alcanzando un punto de equilibrio llamado sostenibilidad.

Según los estudios más recientes, se prevé que en el año 2050 un 85 por ciento de la población mundial residirá en ciudades. Este dato evidencia una progresiva masificación de las urbes, con la consecuente preocupación por el abastecimiento energético, las emisiones nocivas a la atmósfera y el ordenamiento del tráfico rodado. No en vano, las ciudades actuales consumen más del 75 por ciento de la producción de energía mundial y generan el 80 por ciento de las emisiones de gases de efecto invernadero. Gracias a la digitalización de los espacios urbanos será posible atender en buena medida estas preocupaciones sociales y ambientales.

Ligados al concepto de *smart city* han aparecido otros: las *smart grids*, o redes de distribución eléctrica eficientes; las *smart metering*, o mediciones de gasto energético individualizado; los *smart buildings*, o sea, arquitectura optimizada y autosuficiente; los *smart sensors*, sensores que mantendrán toda la ciudad conectada; la *e-mobility*, basada en la circulación de vehículos eléctricos, etc. Nueva York, Londres y París encabezan el ránking de las ciudades que más se han desarrollado en este ámbito, según el último análisis

realizado por la escuela de negocios IESE Business School. Según este informe, Santiago de Chile y Buenos Aires, en los puestos 80 y 85 respectivamente, son las dos ciudades latinoamericanas que mayores esfuerzos están realizando en esta línea de sostenibilidad. De la primera llama la atención su incesante lucha contra la contaminación del aire y su apuesta por el *carsharing*. De Buenos Aires destacan su incorporación tecnológica y su infraestructura ciclista.

También hay ciudades que ya nacen con el ADN de una *smart city*. Es el caso concreto de Másdar (Dubai), que acogerá una ecociudad para 50.000 habitantes en la que no se podrán usar coches. Diseñada por Norman Foster and Partners, dispone de un muro perimetral vegetal cuyo fin es el de proteger a la ciudad de la corrosión provocada por los fuertes vientos del desierto. Es cien por cien sostenible, sin emisiones de carbono ni residuos.

Otra ciudad inteligente «de nacimiento» es Dongtan, en las proximidades de Shanghái (China). Diseñada por el arquitecto chileno Alejandro Gutiérrez, comenzó a construirse en 2007 y cuenta con una superficie de 8.500 hectáreas. En esta ecociudad tan sólo se usarán energías renovables (biomasa, eólica y solar); los automóviles privados y el transporte público funcionarán con hidrógeno; y se reciclará hasta el 80 por ciento de la basura generada.

Las ciudades del futuro están más próximas de lo que creemos y es fundamental que profesionales y empresas estén preparados para aprovechar al máximo las nuevas oportunidades de negocio.

Cómo afectará el IoT a las empresas

La digitalización de los procesos de producción ya ha empezado a producirse, permitiendo a las empresas:

1) bajar los costes de funcionamiento;

2) aumentar la productividad; y

3) expandirse a nuevos mercados o desarrollar nuevos productos y ofertas.

En el futuro esto irá, sin duda, a más, convirtiendo las actuales industrias en lo que algunos han dado en llamar *smart industry* y otros Industria 4.0. Más allá del nombre que le queramos dar, lo cierto es que el IoT industrial es el ámbito menos conocido del IoT y, sin embargo, el más desarrollado gracias al interés de las grandes corporaciones en beneficiarse de los ahorros de costes que supone. Pensemos en cualquier fábrica de nuestro entorno. Los procesos de robotización y gestión digital de los procesos se han desarrollado a lo largo de los años hasta el punto de que las grandes factorías funcionan bajo la supervisión de un grupo muy reducido de personas. Estos procesos son posibles en buena medida gracias a una digitalización constante, que permite una gestión cómoda y sencilla.

El IoT industrial nos facilita un conocimiento exhaustivo del funcionamiento de una factoría, de qué ocurre en cada momento y qué ocurrirá en los diferentes momentos de la fabricación de un producto. Esto permite actuar de manera predictiva, no reactiva, y tomar decisiones encaminadas a conseguir la máxima efectividad. Si eres capaz de sensorizar todo lo que ocurre en tu proceso de fabricación o en tu personal y le pones inteligencia (más adelante hablaremos del *big data* y la inteligencia artificial: todo está interrelacionado) consigues varias cosas: primero, sabes de verdad lo que ocurre; segundo, puedes proyectar lo que va a ocurrir; y tercero, puedes generar cambios para mejorar cualquier paso o aspecto de la producción.

Las posibilidades son, de nuevo, infinitas. En el *retail*, por ejemplo, saber cuánta gente hay en un sitio, cuándo entran y cuándo salen, por dónde se mueven y durante cuánto tiempo, etc. En una cadena de fabricación, desde saber dónde están los *stocks* hasta detectar las mermas o recibir avisos antes de que caduque un producto. Ahora fabricas algo y lo envías a un distribuidor, pero como no hagas un estudio de mercado no tienes ni idea de qué está pasando. En cambio, si tienes un producto sensorizado sabes dónde está, quién lo compra, quién lo consume y dónde lo destruye. Eso de cada unidad de referencia. Esto permite pensar en nuevos formatos, sabores, distribución, etc. ¡Es la locura!

Otro cambio importante: cuando el RFID se extienda desaparecerá el concepto de rotura de *stocks*. Ahora el control de *stocks* corre a cargo de personas que vigilan en el punto de venta o en el almacén si hay producto o se tiene que reponer. Es un sistema un poco del siglo XIX. En algunos supermercados se empieza a hacer con robots, que por la noche realizan una

serie de barridos visuales y dan la señal cuando «ven» que faltan unidades. Pero el gran salto se producirá cuando esté sensorizada cada unidad. Todo dará un giro bestial. La tecnología, como te decía, existe, el problema es el costo, pero cuando los chips bajen a un precio que no encarezca el producto ni afecte a los márgenes de beneficio, el RFID explotará. De hecho, en breve será obligatoria en Europa la trazabilidad total de los medicamentos, de modo que si se detecta un problema en alguno, se pueda saber dónde está y se pueda retirar. Para ello nació en 2015 EMVO, entidad encargada de la gestión del sistema europeo de verificación de medicamentos, que controlará el cumplimiento de la obligación, totalmente efectiva en 2019, de que los fabricantes de medicamentos incorporen dispositivos de seguridad en los envases que permitan identificarlos individualmente y verificar su autenticidad a los distribuidores y las personas autorizadas a suministrarlos a la población. De esta forma se garantizará la seguridad de los pacientes.

El IoT también tendrá un gran impacto en la logística de las empresas (y en las empresas de logística, claro). El movimiento de productos sigue siendo hoy en día en gran medida manual o semimanual, por lo que en algún momento se pierde el control sobre el mismo. Esto permite que se produzcan mermas, robos, etc. Cuando sea posible tener sensorizado y geolocalizado cada palet, cada caja y cada producto desde que sale de la fábrica hasta que llega al almacén de distribución, a la tienda o incluso al hogar del comprador va a tener un impacto enorme no sólo por lo que respecta al control de *stocks*, sino también en cuanto a seguridad.

Todo esto, claro, comportará cambios en las organizaciones. Obligará a las compañías a tener personal que programe los sensores y que sepa analizar las montañas de información que tendrán. Es decir, que gestione el *bigdata*.

El *bigdata* no es una tecnología disruptiva como tal, sino una consecuencia de nuestro cambio de vida analógica a digital, que hace que el volumen de información sea ingente y se pueda analizar para tomar decisiones. O para que un sistema «inteligente» las tome por sí mismo.

Esto nos liga con otra de las tecnologías disruptivas que analizaremos más adelante, la inteligencia artificial. Y es que muchas de las tecnologías disruptivas, como apuntaba al inicio del libro, están íntimamente conectadas. IoT, robótica, *bigdata*, nube… están relacionadas y conviven.

Las empresas generarán muchísima información, por lo que tendrán que

ver no sólo cómo la almacenan (la nube), sino cómo la manejan. Ese *bigdata* se irá haciendo cada vez más grande (hay quien habla ya de *bigbigdata*), pero sólo será útil si se saca «inteligencia» de la información. Esto implica la aparición de nuevos negocios orientados justamente a manejar inteligentemente la información. Amazon, por ejemplo, lo tiene claro desde hace tiempo: «aprende» constantemente de su interacción con los compradores para conocerlos mejor y poder hacer más satisfactoria su experiencia de compra. Y, claro, venderles más.

Para saber más sobre el IoT

UNIVERSIDADES

- Universidad Complutense (<http://grasia.fdi.ucm.es/miot/>)
- Madrid Internet of Things Institute (<https://www.mioti.es/es/>)
- Instituto de Economía Digital (<https://www.icemd.com/curso/programa-superior-en-internet-de-las-cosas-e-industria-4-0/>)
- Internet of Things UL (<http://www.iot.ul.ie/>)
- Mioti (<https://www.mioti.es/es/>)
- Universitat Politècnica de Catalunya (<https://www.talent.upc.edu/esp/professionals/presentacio/codi/200100/iiot/>)
- Máster en Internet de las Cosas (<https://iot.usal.es/>)
- ESIC (<https://www.esic.edu/es/programa-superior-internet-cosas-industria/>)
- The Cube Madrid (<https://www.thecubemadrid.com/>)

CENTROS DE INVESTIGACIÓN

- Centro de Excelencia y Aplicación en Internet de las Cosas (<http://www.cea-iot.org/novedades-y-noticias/mintic-abre-centro-investigacion-en-internet-de-las-cosas-2/>)
- Cisco Barcelona (<https://www.cisco.com/c/m/es_es/innovationcenter/barcelona.html>)

- IoT Center (<http://iotcenter.dk/>)
- IoT Institute (<https://www.ioti.com/>)
- Postcapes (<https://www.postscapes.com/iot-research/>)
- IBM (<http://research.ibm.com/internet-of-things/>)
- Center of Excelence IOT (<http://coe-iot.com/>)

CONGRESOS

- Congreso Mundial de Internet de las Cosas – IoT Barcelona (<http://www.iotsworldcongress.com>)
- IoT Tech Expo Global 2018 - Londres (<https://www.iotevents.org/event/iot-tech-expo-global-2018/>)
- IoT Asia 2018 (<http://www.internetofthingsasia.com/registration>)
- IoT Forum (<http://iotforum.org/>)
- IoT 2018 Madrid Forum (<http://iotmadridforum.com/>)
- Internet of Things World Forum (<https://www.iotwf.com/>)
- Latam IoT & Tech Forum (<https://www.latamiotforum.com/>)
- Internet of Things Worldforum (<http://iotinternetofthingsconference.com/>)
- IEEE World Forum on Internet of Things (<http://wfiot2018.iot.ieee.org/>)
- Industry of Things World USA (<https://industryofthingsworldusa.com/>)
- IoT TechExpo North America (<https://www.iottechexpo.com/northamerica/>)

OTRAS FUENTES

- Definición: <http://www.businessinsider.com/what-is-the-internet-of-things-definition-2016-8>
- Aplicaciones: <http://www.businessinsider.com/internet-of-things-devices-applications-examples-2016-8?IR=T>
- Aplicaciones: <https://www.i-scoop.eu/the-internet-of-things-infographic-the-connectivist-based-on-cisco-data-click-for-full-image/>
- Smart home: <http://smarthomeenergy.co.uk/what-smart-home>
- Smart city: <https://www.structuralia.com/mx/structuralia-en-los-

medios/10002190-el-futuro-de-las-smart-cities-y-sus-oportunidades-de-negocio>
- Consumer Technology Association (<https://www.ces.tech/>)

LIBROS

- *Shaping Things* / Bruce Sterling / MIT Press.
- *Meta Products* / Sara Córdoba Rubino y Wimer Hazenberg / B/S Publishers.
- *Everyware: The Dawning Age of Ubiquitous Computing* / Adam Greenfield / New Riders (Pearson Education).
- *Trillions* / Nicholas Fisk / Wiley Sons Editorial.

3

Inteligencia artificial (IA)

Breve descripción

Por inteligencia entendemos la «capacidad de entender o comprender», así como de «resolver problemas». Por extensión, la inteligencia artificial (en adelante IA, para simplificar) es la disciplina científica que se ocupa de crear programas informáticos que ejecutan operaciones comparables a las que realiza la mente humana, como el aprendizaje o el razonamiento lógico. O, dicho de otra forma, la capacidad de las máquinas de reproducir la capacidad intelectual del ser humano.

La IA forma ya parte de nuestra rutina diaria en campos como la economía, la medicina, la ingeniería y la seguridad. Se usa en una gran variedad de aplicaciones de software, juegos de estrategia (como ajedrez por ordenador) y videojuegos. La mayoría de los videojuegos y una gran cantidad de programas informáticos tienen incorporados modelos de resolución procedentes de la IA. Cuando se puede establecer un modelo para la resolución de un problema concreto se crea un algoritmo que permite una toma de decisiones independiente.

Aunque es un tema técnico y científicamente complejo que los estudiosos abordan desde hace más de medio siglo, trataré de explicar en qué consiste de manera sencilla. Lo que hace la IA es dotar a una máquina de la capacidad de procesar información y proponer soluciones en función de unas reglas programadas previamente. Esto quiere decir que al principio, al menos hasta

ahora, siempre hay una mano humana, pero lo cierto es que cada vez hay más sistemas autónomos que a partir de unas instrucciones iniciales van aprendiendo y se van autorreprogramando, de manera que al final la máquina propone ya no según lo que inicialmente se le programó, sino en función del uso.

Hay pocas tecnologías disruptivas que provoquen en mí tanta expectación y expectativa como la IA. Desde que en 1999 creé junto a otros socios la *boutique* de *business intelligence* Daemon Quest he podido comprobar el gran impacto que tiene (y sobre todo que va a tener) en las empresas, las instituciones y, en definitiva, en la vida cotidiana de las personas.

Descripción detallada y ejemplos

Hagamos un poco de historia. Aunque se trata de una disciplina moderna, las primeras ideas relacionadas con la IA se remontan a los griegos. Aristóteles (384-322 a.C.) fue el primero en enunciar un conjunto de reglas que describen una parte del funcionamiento de la mente para obtener conclusiones racionales, y Ctesibio de Alejandría (250 a.C.) construyó la primera máquina autocontrolada, un regulador del flujo de agua.

Más adelante, en el libro *Ars magna* (Ramon Llull, 1315) se recoge la idea de que el razonamiento podía ser efectuado de manera artificial. Sin embargo, no es hasta el siglo XX que la disciplina tomó cuerpo. En 1936, Alan Turing diseñó un dispositivo físico para implementar cualquier cómputo formalmente definido. Turing pronosticó, con gran visión, lo siguiente: «Algún día no seremos capaces de distinguir entre un ser humano y un programa de computadora en una conversación a ciegas». Su profecía se ha cumplido: hoy día muchas personas dialogan o chatean con sistemas inteligentes (*chatbots)* sin percatarse de que, en realidad, no están dialogando con una persona real.

En 1956 apareció por primera vez la expresión «inteligencia artificial» de la mano de John McCarthy, Marvin Minsky y Claude Shannon, pero no fue hasta mediados de los sesenta cuando aparecieron los primeros sistemas

expertos, capaces de predecir la probabilidad de una solución bajo un conjunto de condiciones. En las dos décadas siguientes creció el uso de estos sistemas, algunos de los cuales han pervivido hasta hoy.

En 1997, la capacidad de un sistema artificial, el de la computadora Deep Blue de IBM, fue suficiente para vencer por primera vez a un gran maestro ajedrecista, el campeón del mundo Gary Kaspárov. En 2011, un pariente cercano de aquel, el superordenador Watson, ganó a los campeones del mundo en Jeopardy!, un famoso juego de preguntas de TV que requiere más inteligencia general que el ajedrez, pues son necesarios también conocimientos culturales y lingüísticos. Obtuvo un premio de un millón de dólares que IBM donó a obras de caridad. Y en 2016, otro ordenador venció al campeón del mundo de Go, el ajedrez chino. Y todo esto ¡replicando la capacidad cerebral de un insecto en los ordenadores! ¿A dónde nos llevará esta situación si un ordenador con el nivel de computación de un insecto es suficiente para vencer al ser humano en los juegos de mesa más complicados?

Debemos tener en cuenta que un cerebro humano utiliza neuronas biológicas para pensar, y son bastante lentas. Su velocidad máxima es de alrededor de 200 Hz. No podemos pensar más rápido que eso. En comparación, una computadora ordinaria «piensa» hoy en día 7 veces más rápido. Tampoco salimos ganando si nos atenemos a la velocidad con que se comunican las neuronas entre sí: a unos 120 metros/segundo, mientras que una computadora lo hace a la velocidad de la luz (300.000.000 metros/segundo).

Pensamos más lento, nuestras neuronas se comunican más lentas entre sí y, además, tenemos menos neuronas. Según los estudios, el cerebro humano sólo tiene alrededor de 100 millones de neuronas y, además, está limitado por el perímetro del cráneo que lo rodea. No puede extender su tamaño. Sin embargo, un ordenador no tiene esta limitación. Su tamaño puede ser el que más nos interese en función de la actividad que queramos que haga. Y por si todo lo anterior fuera poco, un cerebro humano puede almacenar mucha menos información que un ordenador y se cansa mucho antes.

Hoy día el único freno de la IA es la capacidad de computación, pero es cada vez mayor. En 2024 un ordenador tendrá una capacidad equivalente al cerebro de una persona, y en 2035-2040 la equivalente a todos los cerebros del planeta. La predicción se basa en la Ley de Moore, una ley empírica

formulada por Gerard E. Moore, cofundador de Intel, que defiende, por decirlo de forma resumida, que aproximadamente cada dos años se duplica el número de transistores en un microprocesador (y por tanto la capacidad de computación) y los precios de los procesadores se reducen a la mitad. O sea, suben las prestaciones y bajan los precios de la tecnología. Esta ley se aplica básicamente a ordenadores y teléfonos móviles.

¿Te imaginas poder tener un móvil en 2045 con la capacidad de computación de toda la humanidad y que funciona a la velocidad de la luz? Entiendo que te cueste creerlo. No me extrañaría que estés pensando: «Seguro que las cosas no van tan rápido. También decían que en el año 2000 íbamos a conseguir esto y lo otro….». Te entiendo. Es la inercia. Nuestros abuelos pensaron de la misma manera, y nuestros bisabuelos. Y es que a nuestros cerebros no se les da muy bien creer estas predicciones porque hemos evolucionado con un pensamiento lineal. Esto era ventajoso cuando debíamos calcular la trayectoria de un pájaro volando justo antes de lanzarle una piedra, pero no en estos tiempos en que los desarrollos tecnológicos son exponenciales.

Creamos lo que creamos, está claro que en los próximos diez años los ordenadores se van a hacer mucho más pequeños y mucho más inteligentes y potentes. Su tamaño disminuirá hasta caber… ¡en nuestro torrente sanguíneo! Ya existen docenas de proyectos en esta línea (lo veremos en el apartado sobre nanotecnología). Uno de ellos es la píldora de Google, que con sólo tragarla puede repartir nanopartículas por el torrente sanguíneo para detectar cualquier célula cancerígena y avisarnos. Con la ayuda de estos microordenadores podremos saber cómo trabaja nuestro cuerpo de una manera exhaustiva, lo que no sólo nos permitirá mantenernos más sanos, sino amplificar nuestras capacidades y hacernos más rápidos, más fuertes, más flexibles, más ágiles, etc.

Google también está trabajando, a través de su división DeepMind, en el desarrollo de IA para diagnosticar enfermedades. Uno de sus avances más recientes es un algoritmo, obtenido a partir del análisis de los datos de miles de escáneres de retina, que detecta signos de enfermedades oculares de manera más rápida y eficaz que el ser humano. Esta aplicación, que todavía está en fase de estudio, podría convertirse en la primera aplicación significativa de la IA en el campo de la salud.

La IA, como hemos visto, trata de imitar al cerebro humano en todas sus funciones, o incluso mejorarlas (por ejemplo, en cuanto a velocidad y capacidad de cálculo o de memoria), pero hay algunos aspectos en los que está limitada… al menos de momento. Me refiero a las funciones no racionales. Aunque hay expertos que consideran ya seriamente la posibilidad de incorporar a los sistemas inteligente conciencia y emociones a fin de aumentar su eficacia en determinadas situaciones, de momento hay ideas que la IA no puede comprender o procesar como el amor, el sentido de la vida, el libre albedrío, el cariño o el resto de emociones humanas.

Aventuro que cuando los robots androides se popularicen, necesitarán algo similar a las emociones para saber qué hacer en determinadas situaciones cotidianas. Así, se podrá equipar a un robot con dispositivos que controlen su medio interno, de manera que, por ejemplo, «sientan hambre» cuando su nivel de energía está descendiendo o «sientan miedo» cuando esté demasiado bajo. Incluso se podría introducir el «dolor físico» a fin de evitar las torpezas de funcionamiento que puedan dañarle irremediablemente, como introducir la mano en una cadena de engranajes o saltar desde cierta altura. Los sistemas inteligentes serán dotados con mecanismos de retroalimentación que les permitan tener conocimiento de estados internos, igual que sucede con los humanos, que disponemos de propiocepción, interocepción, nocicepción, etcétera.

No tener en cuenta los aspectos emocionales, por otra parte, permite a los sistemas inteligentes no olvidar la meta para la que han sido programados. En los humanos, el olvido o el abandono de las metas por perturbaciones emocionales puede ser un problema. Los sistemas inteligentes, al combinar una memoria durable, una asignación de metas (algo parecido a la motivación) y una toma de decisiones y asignación de prioridades con base en estados actuales y estados de metas, logran un comportamiento en extremo eficiente, especialmente ante problemas complejos y peligrosos.

La inteligencia artificial está orientada actualmente a resolver todo tipo de problemas de forma autónoma. Para ello, es fundamental en su diseño la delimitación de los tipos de problemas que resolverá y las estrategias y algoritmos que utilizará para encontrar la solución. En cierta forma es como la inteligencia humana: por un lado venimos equipados de serie con unas capacidades (por ejemplo, almacenar y recuperar información en la memoria) y por otro vamos aprendiendo mediante la experiencia a resolver situaciones

usando los «algoritmos» (fórmulas matemáticas) adecuados. Del mismo modo que un humano debe disponer de herramientas que le permitan solucionar ciertos problemas, los sistemas artificiales deben ser programados para poder resolverlos.

Los desarrollos en inteligencia artificial son hoy día mayores en los campos disciplinares en los que existe mayor consenso entre los especialistas por lo que respecta a la definición de los conceptos involucrados y los procedimientos a utilizar. Por ejemplo, se aplica más en la física, donde hay un acuerdo sobre los diferentes conceptos y cómo operar con ellos, que en la psicología, donde los conceptos, la etiología, la psicopatología y los tratamientos son diversos. Esto último dificulta la creación de sistemas inteligentes porque siempre habrá desacuerdo sobre la forma en que debería actuar el sistema para diferentes situaciones. A pesar de esto, hay grandes avances en el diseño de sistemas expertos para el diagnóstico y toma de decisiones en el ámbito médico y psiquiátrico. Un ejemplo: según publicaba recientemente *The Journals of Gerontology*, el Centro de Envejecimiento Saludable de la Universidad de Copenhague ha desarrollado un sistema de IA que al parecer permite predecir, sobre la base de una muestra de sangre, una serie de datos sobre dieta, ejercicio y exposición ambiental, si una persona va a tener una vida larga y saludable. El programa, denominado Aging.AI, permitiría determinar la edad biológica de una persona, el riesgo de desarrollar enfermedades relacionadas con el envejecimiento y su esperanza de vida. Ya hay startups trabajando para que esto, una vez testado y completamente comprobado, se pueda convertir en una realidad al alcance de cualquier persona.

Cómo afectará la inteligencia artificial a las personas

Las máquinas no tardarán en ser más inteligentes que los seres humanos en lo que se refiere a tareas racionales (ya lo son en ciertas tareas), por lo que tendrán un impacto muy potente en la sociedad. Todo aquello que consiste en poner inteligencia a un conjunto dado de datos ya lo están haciendo los sistemas. Por este motivo, las personas que no aporten un valor añadido, que no hagan algo diferente o mejor a lo que pueda hacer una máquina programada para ello, lo van a tener difícil.

Aunque ahora pueda sorprendernos, las máquinas van a tener incluso cierta capacidad creativa. Ya hay algunas que pintan cuadros o hacen esculturas y que cotizan en mercados culturales. Y es un fenómeno al alza, pues nos estamos enamorando cada vez más de la tecnología y de las máquinas. Ese «amor» entre el hombre y la máquina es absolutamente imparable, hasta el punto de que la fusión hombre-máquina será total en el futuro.

Un caso curioso es el del ordenador Carmel, diseñado por el profesor norteamericano Kevin Knight. Se concibió inicialmente para analizar una serie de cartas y mensajes en clave de uno de los asesinos en serie más misteriosos de la historia, el llamado Zodiaco, que actuó al norte de California a finales de los sesenta y nunca fue atrapado. El ordenador se programó para «pensar» como el asesino a partir del análisis de sus mensajes codificados. A día de hoy no se ha conseguido descubrir la identidad del homicida, pero sí se ha producido un descubrimiento interesante e inquietante a la vez: Carmel es capaz de crear por sí solo poemas a partir de un tema cualquiera, con resultados tan sorprendentes como éste sobre el amor:

> Ya no contemplas el suicidio.
>
> Esperar un momento en un viejo final,
>
> cantando canciones de amor y besando a la novia.

Si bien Carmel no ha podido atrapar al asesino, mi visión es que en el futuro la IA va a servir mucho en las indagaciones sobre delitos. De hecho, nuestros movimientos van a ser muy predecibles gracias al análisis del *bigdata* (los datos que vamos dejando en cada movimiento: en cada compra, en cada viaje, en cada búsqueda por internet…). Esto, en las manos equivocadas, puede representar una limitación a la libertad de las personas, por lo que habrá que vigilar y legislar preventivamente para que no se produzcan abusos, sobre todo por parte de grandes compañías con intereses comerciales.

Esta capacidad de prevenir movimientos ya es hoy una realidad en el mundo del *e-commerce*. Gracias a una serie de sofisticados algoritmos, es posible predecir, por ejemplo, que cuando hace mal tiempo aumenta el consumo de palomitas o de determinados *snacks*, e incluso activar

automáticamente un aumento de la producción para surtir al mercado. O también es posible saber que existe una relación directa entre la compra de pañales y la compra de cerveza: cuando aumenta la compra de pañales, aumenta también la de cerveza. Es pura algoritmia.

La medicina, por otra parte, será cada vez más pura inteligencia artificial. Se dotará de inteligencia a los sistemas sanitarios de un país, lo que hará que sobren muchos médicos que ahora se limitar a escuchar un listado de síntomas, mirar un vademécum y recetar el tratamiento correspondiente. Eso podrá hacerlo, e incluso mejor, más rápido y sin moverse de casa, un ordenador. De hecho, un equipo de científicos de Estados Unidos y China ha desarrollado ya una herramienta de IA, lo que se conoce como *machine learning* o aprendizaje automático, que permite identificar dos enfermedades de retina que pueden provocar ceguera. Este «programa inteligente» permite no sólo realizar un diagnóstico con un 95 por ciento de eficacia, sino que valora la gravedad de cada caso y recomienda un tratamiento adecuado. Otro equipo de investigadores, estos del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT), están utilizando ya la IA para la detección temprana del cáncer de mama (profundizaremos en este tema cuando hablemos de la biotecnología).

Esto puede ser una ventaja para el sistema sanitario, pues uno de los principales costes es el de personal e instalaciones, pero a la vez es un riesgo para la profesión médica. Visualizo en un futuro no muy lejano huelgas del personal médico contra esta automatización y para frenar la entrada de entes inteligentes en el sistema sanitario.

En el lado positivo, la IA permitirá realizar descubrimientos importantes que ayudarán a la humanidad a dar un salto importante hacia una mejor civilización. La colosal capacidad de los ordenadores para extraer y analizar datos conducirá a hallazgos históricos sobre nosotros mismos y nuestra naturaleza. Y, sobre todo, nos liberará de muchos trabajos, desde cultivar la tierra hasta vender o investigar o incluso… ¡escribir! ¡Este libro podría estar escribiéndolo un ordenador!

Ahora bien, si esto sucede, ¿qué haremos los humanos durante el día? Siempre hemos inventado alguna nueva forma de emplear nuestro tiempo desde que surgieron las tecnologías, pero ¿cuál será nuestra próxima ocupación? De acuerdo con Andrew MacAffee, estamos por primera vez experimentando una desconexión de las tareas que hay que hacer. El nivel

educativo necesario para competir con los ordenadores y la IA es simplemente demasiado alto. No podremos competir ni en memoria ni en capacidad de cálculo o manejo. El futuro requerirá más bien la capacidad de ser altamente creativo y emocionalmente inteligente. Ahí está nuestro desafío actual: en enfocar la educación hacia ese tipo de inteligencia y hacia la creatividad, habilidades que, desgraciadamente, no se enseñan lo suficiente en las escuelas.

La inteligencia artificial es uno de los mayores descubrimientos de la historia de la humanidad. De hecho, incluso se especula con que podría llegar a hacernos inmortales a través de la medicina predictiva. Pero también, como nos han mostrado el cine, la ciencia-ficción y más recientemente las series, podría volverse en nuestra contra y destruirnos. Puede convertirnos en criaturas increíblemente avanzadas o impedirnos avanzar. No sabemos qué va a pasar, si será bueno o malo, pero algo tenemos claro: la IA ya está aquí y ha venido para quedarse.

Cómo afectará la inteligencia artificial a las empresas

La trascendencia que la IA tendrá para la humanidad en los próximos años se pone de manifiesto en un hecho sin precedentes: varias empresas tecnológicas de ámbito mundial, acérrimos competidores en los últimos años, han puesto en marcha proyectos de investigación comunes en este campo. ¿Por qué las grandes tecnológicas han decidido ir del brazo en la investigación en inteligencia artificial? ¿De pronto se han vuelto comprensivas con sus enemigos? Obviamente no, pero han entendido que es algo lo suficientemente importante y transcendental como para dejar de mantener políticas de secretismo, como han hecho durante años.

La creación de la Asociación de la Inteligencia Artificial para el Beneficio de la Gente y la Sociedad es el resultado de este cambio de pensamiento. Se trata de un grupo sin ánimo de lucro fundado por algunas de las principales tecnológicas: Microsoft, Google, Amazon, Facebook, IBM, e incluso Apple. Además de las grandes compañías, lo integran otros agentes como la Unión Americana de Libertades Civiles, OpenAI, la Fundación MacArthur, el Instituto Peterson de Economía Internacional, la Universidad Estatal de

Arizona, la Universidad de California en Berkeley y otras organizaciones vinculadas de alguna forma con la IA. Esta organización trabaja para desarrollar las mejores prácticas, educar al público en torno a la IA y tratar de desarrollar estándares alrededor de la colaboración hombre-máquina.

El proceso de fusiones y adquisiciones dentro del sector demuestra también lo importante del proceso que se nos aproxima. Grandes corporaciones como Google, IBM, Yahoo, Intel, Apple y Salesforce están compitiendo en la carrera por adquirir compañías privadas de IA, con Ford, Samsung, GE y Uber emergiendo como nuevos *players*. Podría decirse que las grandes tecnológicas se han dado cuenta de que el talento está en las pequeñas startups de Inteligencia Artificial y se han lanzado sobre ellas como aves de presa. Desde 2012 han adquirido más de 250 empresas que utilizan algoritmos de IA en diferentes verticales. Sólo en el primer trimestre de 2017 se llevaron a cabo 37 adquisiciones. De hecho, a principios de 2017 asistimos a uno de los mayores acuerdos con la adquisición de Argo AI por 1.000 millones de dólares.

Google también ha entrado en este juego de compras de empresas originadoras de IA (hasta 12 adquisiciones ha realizado desde 2012). En 2013 adquirió DNNresearch, del departamento de informática de la Universidad de Toronto. Esta adquisición ayudó a Google a realizar actualizaciones importantes en su función de búsqueda de imágenes. En 2014 adquirió la compañía británica DeepMind Technologies por unos 600 millones de dólares (el programa DeepMind de Google fue el que venció a un campeón mundial en el juego de mesa Go). Google también ha adquirido la empresa de búsqueda visual Moodstock, la plataforma de *bot* Api.ai y más recientemente Halli Labs, con sede en la India.

Apple, por su parte, ya ha cerrado 8 operaciones. Ha adquirido recientemente Lattice Data, con sede en California, por 200 millones de dólares, y RealFace, con sede en Tel Aviv, valorada en 2 millones de dólares.

Intel, Microsoft y Facebook les siguen en número de operaciones realizadas: Intel adquirió 3 startups en 2016 (Itseez, Nervana Systems y Movidius); Facebook adquirió la firma bielorrusa Masquerade Technologies y Zurich Eye; y Microsoft adquirió Maluuba, una filial de Genea.

La lista de adquisiciones y fusiones es mucho más larga, pero no se trata aquí de hacer un repaso exhaustivo. Lo importante es que veas el movimiento

que está dándose en el ámbito de esta tecnología disruptiva para que tomes conciencia de hasta qué punto es importante el momento que se aproxima. Sólo así se explica que grandes enemigos unan sus fuerzas para pensar en común y que las grandes tecnológicas se lancen en tromba a captar el talento que atesoraban las pequeñas startups. ¿Los resultados? A la vuelta de la esquina.

Me atrevo a avanzar que la IA proporcionará a las pymes una capacidad de empoderamiento espectacular. Tendrán (o alquilarán) un sistema inteligente que a partir de su información comercial y la de tu entorno les sugerirá qué producto vender, dónde, cómo y en qué cantidad, con un margen de error mínimo. Con un par de clics se ahorrarán el responsable de márketing, el de producto y el de innovación. Con otro clic podrán lanzar promociones fantásticas en canales digitales. Esto cambiará la manera en que competirán unas compañías con otras. Hoy por hoy muchas compañías grandes tienen más poder porque tienen más capacidad de adquirir talento y tecnología. Cuando el pequeño tenga la capacidad de computación del grande a un precio irrisorio, podrán hablarle de tú a tú. Esto, en su reverso, representa un riesgo para las grandes corporaciones, pero una ventaja brutal para posibles nuevos *players*, que con el conocimiento que aportará la IA podrán adelantarse a las necesidades de un consumidor o cliente. Como explica Tom Reilly, CEO de la multinacional de datos Cloudera, «los comerciantes podrán introducir productos no sólo adaptados a nuestras necesidades, sino que además se adelanten a ellas». Para Reilly, la IA no es sólo «una enorme oportunidad para las empresas, sino también para la humanidad».

Esta tecnología, como el resto de las que estamos analizando en el libro, representa un riesgo para los que no sean capaces de adaptarse y una gran oportunidad para los que nazcan con esta nueva mentalidad. La guerra entre el que estaba y el que viene. El que ya estaba a veces se resistirá a la transformación por el peso social y romántico. El que nace, en cambio, no tiene cargas, y se plantea sin ningún conflicto interno si le sale a cuenta poner una recepcionista o una secretaria si existe una tecnología que le permite ahorrársela. Así, la nueva empresa es más eficiente con menos costes, más competitiva y más rápida.

De todas las tecnologías disruptivas que enumero y comento en el libro, la IA es la que más me inquieta, porque es el centro de muchas cosas. Es una tecnología que puede llegar a dotar de personalidad a una máquina. Hoy en día ya nos comunicamos con un chatbot y apenas lo distinguimos de una persona. Su nivel de «humanización» es tan grande que nos olvidamos de que estamos interactuando con una máquina. Y pueden acabar incluso vendiéndote un producto. Lo que antes hacia una teleoperadora o un vendedor, ahora lo hace un sistema inteligente, una programación de unos y ceros que aprende sola. Y esto ya existe. ¿Adónde llegaremos?

Para saber más sobre inteligencia artificial

UNIVERSIDADES

- Massachusetts Institute of Technology (<http://web.mit.edu/>)
- Universidad de Granada (<http://decsai.ugr.es/>)
- Universidad Politécnica de Madrid (<https://www.fi.upm.es/?pagina=1369>)
- Radbou University (<http://www.ru.nl/english/education/masters/artificial-intelligence/?utm_medium=profielpagina&utm_term=artificial-intelligence&utm_campaign=mastersportal-portal&utm_source=mastersportal.eu>)
- Nanyang Technological University-Singapore (<http://www.ntu.edu.sg/Pages/home.aspx>)
- The Hong Kong Polytechnic University (<https://www.polyu.edu.hk/web/en/home/index.html>)

CENTROS DE INVESTIGACIÓN

- Centro de Investigación de IA de Amazon en Barcelona (abre sus puertas en 2018).
- Instituto de Investigación de Inteligencia Artificial del CSIC (<http://www.csic.es/centros-de-investigacion1/-/centro/429?_centres_WAR_centresportlet_gsa_index=false>)

- Instituto de Investigación de IA de la Universidad Autónoma de Barcelona (<http://www.uab.cat/web/entitades-agregadas/institutos-y-centros-de-investigacion/instituto-centro-de-investigacion/instituto-de-investigacion-en-inteligencia-artifical-iiia-1345467957854.html?param1=1345659468592>)
- Big Innovation Centre (<http://www.biginnovationcentre.com/artificial-intelligence>)
- Kurzweilai (<http://www.kurzweilai.net/>)
- CSAIL (<https://www.csail.mit.edu/>)
- Stanford (<http://ai.stanford.edu/>)

CONGRESOS

- Mobile World Congress (<https://www.mobileworldcongress.com/about/>)
- Congresos CAEPIA de la Asociación Española de la Inteligencia Artificial (<http://www.aepia.org/aepia/index.php/caepia>)
- Feria de Inteligencia Artificial de Europa, Artificial Expo (<https://artificialexpo.com/>)
- Scientific Future Group (<http://www.congressai.com/>)
- PREMC (<http://premc.org/conferences/a2ic-artificial-intelligence/?gclid=EAIaIQobChMIo-DU-f6G2gIVxJkbCh1Z9gTpEAAYAiAAEgIRKfD_BwE>)
- EXL Events (<http://exlevents.com/euro-artificial-intelligence/>)
- NIPS (<https://nips.cc/>)
- AI Congress (<https://theaicongress.com/>)
- World Forum Disrupt (<https://www.worldforumdisrupt.com/ai-san-francisco-2018/>)
- World Summit AI (<https://worldsummit.ai/>)
- AI Expo (<http://www.ai-expo.jp/en/>)

OTRAS FUENTES

- Definición: <https://es.wikipedia.org/wiki/Inteligencia_artificial>
- Ley Moore: <https://whyplus.wordpress.com/2016/02/29/blog-4-artificial-intelligence/>

- Acuerdo grandes tecnológicas: <https://www.forbes.com/sites/aarontilley/2017/01/27/why-apple-joined-rivals-amazon-google-microsoft-in-ai-partnership/#4550fe005832>
- Adquisiciones: <https://www.cbinsights.com/research/top-acquirers-ai-startups-ma-timeline/>
- Hackster (<https://www.hackster.io/artificial-intelligence>)
- Stack Exchange (<https://ai.stackexchange.com/>)
- Artificial Intelligence Open Network (<https://ai-on.org/>)

LIBROS

- *The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology* / Ray Kurzweil / Penguin Group.
- *Introducing Artificial Intelligence: A Graphic Guide* / Henry Brighton y Howard Selina / Icon Books.
- *Life 3.0: Being Human in the Age of Artificial Intelligence* / Max Tegmark / Penguin Group.
- *Introduction to Artificial Intelligence by Philip C Jackson* / Philip C. Jackson Jr. / Dover Publications.
- *How to Create a Mind: The Secret of Human Thought Revealed by Ray Kurzweil* / Ray Kurzweil / Penguin Group.

4

Conectividad móvil

Breve descripción

La conectividad móvil no es otra cosa que la capacidad de conectarse mediante dispositivos móviles a otros dispositivos móviles y a internet.

Alexander Graham Bell patentó el teléfono en 1876, demostrando ser un auténtico visionario. Sus posibilidades, sin embargo, han superado cualquier predicción. Nació para permitir que dos personas pudieran hablar desde puntos distantes, pero ahora ésta es sólo una de sus infinitas posibilidades, ni siquiera la más importante. El *smartphone* que la mayoría tenemos hoy en el bolsillo nos permite estar conectados con gran parte de la humanidad, acceder a la mayor fuente de conocimiento jamás imaginada y conectarnos digitalmente con el mundo físico.

El paso transcendental del teléfono se produjo cuando prescindió de los cables y se convirtió en un aparato móvil. Hasta entonces, su desarrollo fue lento. En los primeros años se tuvieron que conectar por cable los principales puntos y ciudades. La persona tenía que desplazarse hasta una centralita para comunicarse con otras personas. Algunas décadas después entró en nuestras casas, y otras tantas décadas más tarde en nuestros bolsillos.

Descripción detallada y ejemplos

A principios de los ochenta se desarrolló el primer móvil con un aspecto similar, guardando las distancias, al de los actuales. Se trataba del DynaTAC 8000X, un aparato dirigido a clientes de alto poder adquisitivo, ya que su precio era de 3.995 dólares (unos 6.000 euros a día de hoy, si tenemos en cuenta la inflación). Además del precio, su problema fundamental era la batería, que permitía un funcionamiento máximo de 60 minutos. Por eso Nokia lanzó en 1984 su Mobira Talkman, que venía con un maletín gracias al cual se podía utilizar durante varias horas seguidas. Todo un avance, pero no muy cómodo.

Motorola presentó en 1989 el MicroTAC, que reducía el tamaño del terminal. Siguió innovando en esta dirección y en 1996 presentó el StarTAC, el primer móvil en formato *clamshell*, que se doblaba y era muy compacto. Por su parte, en 1997 Nokia lanzó el primer *smartphone*, el Nokia 9000i, que venía con una CPU derivada de un Intel 386 y 8 Mbytes de RAM. El teléfono podía abrirse de manera horizontal, mostrando una pantalla panorámica y un teclado *qwerty*. El teléfono podía recibir y enviar faxes, SMS y correos electrónicos, pudiendo acceder a internet a través de mensajes SMS. Un año después se presentó el Nokia 8810, que cambió la estética de todos los móviles al prescindir de la antena externa. Se les empezó a llamar *candybar* por su parecido con una chocolatina. El internet móvil comenzaba así a nacer. En 1999 Nokia implantó las conexiones WAP (Wireless Application Protocol) con su Nokia 7110, conocido por aparecer en la primera película de la saga *Matrix*.

En 2002 la compañía RIM, «culpable» de los conocidos terminales BlackBerry, comenzó a despegar. Ese año presentó su BlackBerry 5810, el primer modelo que integraba soporte de datos móvil. Gracias a esta característica, y sobre todo a su teclado, disponía de funciones de agenda personal y soporte de *email push*. Ese mismo año se lanzó el primer móvil con cámara integrada de la mano de Sprint y Sanyo, el SCP-5300. Desde entonces, la integración de una cámara (o dos) pasaría a convertirse en un estándar. Con la cámara, el móvil daba un paso más en la incorporación de servicios diferentes a la comunicación por voz.

Corría el año 2004 cuando Motorola volvió a innovar en el mercado con su terminal Razr V3, un móvil delgado, *clamshell*, con una gran pantalla y un innovador teclado plano, sin teclas individuales, con cámara y funcionalidades multimedia. Se convirtió en un modelo superventas y desde

entonces ha sufrido varias evoluciones, manteniendo modelos en el mercado a día de hoy que siguen la misma línea.

El punto de inflexión llegó hace tan sólo diez años de la mano de una empresa de ordenadores personales: Apple. La compañía lanzó un *smartphone* diferente que rompió con el formato de móvil imperante hasta ese momento. El iPhone vino acompañado de una multitud de novedades, como pantalla táctil, fácil acceso a internet y capacidades multimedia avanzadas. Usaba (y usa) su propio sistema operativo (iOS), replicando la estrategia empresarial que ya utilizaba en sus ordenadores. Apple reinventó el teléfono móvil en plena revolución digital, y el resto de compañías, especialmente las propiamente dedicadas a la fabricación de terminales, terminaron copiando algunos de los servicios que adelantaba el iPhone. Tan profunda fue la revolución que muchas de las grandes empresas que dominaban el mercado por entonces, como Nokia, han pasado por serias dificultades y otras han desaparecido o han sido absorbidas.

Desde aquel primer modelo hasta el iPhone X con el que Apple ha celebrado una década en el mundo de la telefonía móvil, la industria se ha transformado y desarrollado de forma exponencial. En estos momentos, el mundo de los móviles está dividido entre los que utilizan iOS, el sistema operativo de Apple, y los que utilizan Android, el sistema operativo creado por Google. En definitiva, dos empresas no centradas en la telefonía marcan las reglas del mercado móvil (propio de la Disrupción Tecnológica). Ambos sistemas, unidos a terminales cada vez más innovadores y potentes, con baterías cada vez más duraderas, han dado como resultado un mundo interconectado en el que cada persona tiene en su bolsillo una puerta a internet y al resto del mundo.

No hay más que pasearse por el Mobile World Congress de Barcelona para entender el verdadero alcance de la industria del móvil en nuestros días. En su edición de 2018 asistieron 108.000 personas de más de 200 países, así como cerca de 4.000 periodistas acreditados de todo el mundo. Sólo con estos datos ya nos podemos hacer una idea de la importancia de este certamen a nivel global.

Atendiendo a un reciente informe sobre telefonía móvil realizado por la empresa Kantar TNS (<www.kantarworldpanel.com/global>) para Google, en la actualidad el 81 por ciento de los españoles utiliza un móvil inteligente

frente al 41 por ciento de hace tan sólo 5 años. La adopción de estos dispositivos se ha duplicado en cuatro años en el mundo, hasta alcanzar una penetración del 70 por ciento a nivel global, según datos recogidos en el estudio.

Una de las conclusiones principales del informe es que el móvil está desplazando al ordenador personal, cuyas ventas han empezado a descender. En España, el 75 por ciento de los internautas asegura que accede a internet con más frecuencia desde su móvil inteligente que desde su PC. A nivel mundial, aproximadamente una tercera parte de los usuarios de *smartphones* accede a internet más a menudo con este dispositivo que con un ordenador o una tableta (otra tercera parte usa ambos dispositivos por igual). Esta situación representa un cambio a gran escala que se viene produciendo desde el año 2012, cuando 4 de cada 5 personas usaba más el ordenador o la tableta que el *smartphone* para acceder a internet.

Resulta curioso que sólo un 4 por ciento de los encuestados emplea dispositivos digitales *wearable*, tales como los *smartwatches*, pues se trata de un complemento perfecto al móvil y estoy convencido de que seguirá penetrando en los próximos años en el mercado (no hay más que ver la apuesta que todas las grandes tecnológicas están haciendo por este complemento). Resulta sorprendente ver cómo países con poca penetración del teléfono doméstico han saltado directamente a la tecnología móvil, propiciando la conectividad de comunidades del tercer mundo y en consecuencia dándoles una ventana de oportunidad para su progreso.

Ahora bien, ¿para qué usamos el móvil? Según el informe mencionado, el *smartphone* ha desplazado ya otros dispositivos como la cámara de fotos y el reproductor de música. Dos terceras partes de los usuarios afirman que es el principal dispositivo que utilizan para hacer fotos, y la mitad asegura que el más utilizado a la hora de escuchar música, aunque en este caso observamos una diferencia según la edad: prácticamente 2 de cada 3 usuarios menores de 25 años utilizan principalmente el *smartphone* para escuchar música, frente a tan sólo 1 de cada 4 usuarios mayores de 55 años. Para un 39 por ciento de usuarios es también la principal herramienta para consultar las noticias.

Además de sustituir a otros dispositivos, el móvil también está cambiando los hábitos de las personas, por ejemplo a la hora de comprar. Ya sea para adquirir productos, para comparar características y precios o simplemente

para recabar información, el móvil se ha convertido en la mayor tienda a nivel global. Las compras a través de los dispositivos móviles ya no son una tendencia futura: son una realidad. A modo de ejemplo, un dato: el 86,1 por ciento de las visitas que recibe Rakuten, el gigante del *e-commerce* japonés, llegan a través de dispositivos móviles, según explicó recientemente su fundador y CEO Hiroshi Mikitani en el marco del Mobile World Congress.

Muchos son los hábitos que está modificando este pequeño aparato, que ha pasado a formar parte indisoluble de nuestras vidas. El móvil ha pasado a dormir con nosotros (la mayor parte de los usuarios afirma no apagarlo nunca y dejarlo en la mesita de noche) e incluso nos acompaña cuando vamos al baño (un buen momento para revisar nuestras redes sociales o leer las noticias). Para comprobar su importancia no tienes más que dejarlo un día en casa. Si consigues mantenerte fuerte y no ir a por él, sufrirás durante todo el día la sensación de desamparo, de estar fuera de la actualidad, de que están ocurriendo cosas de las que no te estás enterando… Sin móvil es como si te quedaras fuera del mundo.

Cómo afectará la conectividad móvil a las personas

Ya hemos visto cómo el móvil ha cambiado nuestros hábitos de vida hasta hoy y en muy poco tiempo, pero ¿cómo cambiará nuestra vida en el futuro? ¿Cuáles son las tendencias? Si nos atenemos a las conclusiones del Mobile World Congress, lo principal es reconocer que la movilidad es una tendencia imparable en todo el planeta y que el nuevo consumidor quiere estar conectado 24 horas al día y 7 días a la semana, en cualquier sitio, y que aspira a controlar cualquier aparato electrónico a distancia. Su empoderamiento alcanzará cuotas inimaginables gracias al IoT y obligará a las compañías a transformar todas sus estrategias de relación o fidelización, así como de desarrollo de productos y servicios a medida (cocreación). Sólo hay que ver los actuales datos de penetración del teléfono móvil en nuestro país (como apuntaba arriba, más del 80 por ciento de españoles tiene un *smartphone*) y en el mundo para darse cuenta de que estamos frente a uno de los mercados más dinámicos y de mayor crecimiento en la próxima década.

Para entender mejor lo que podemos esperar de este mercado en los

próximos años, veamos lo que apunta la primera edición del informe *Las tendencias de consumo mundial de móviles*, realizado por la consultora Deloitte. Son cinco:

1. Cada vez más personas tendrán al menos un *smartphone*.

   La base instalada de *smartphones* en uso a nivel mundial pasará de los 4.000 millones en 2016 a más de 6.000 millones en 2020. Los ingresos del mercado de *smartphones* en 2020 podrían ascender a 355.000 millones de dólares.

2. Estaremos pendientes del móvil en todo momento.

   En los países emergentes, el 93 por ciento de las personas mira su teléfono durante la primera hora después de despertar, mientras que los ciudadanos de los mercados desarrollados lo hacen en un 78 por ciento. En cuanto al número de veces que los consumidores verifican sus teléfonos, el promedio mundial es de 40 veces por día. En los mercados desarrollados, el 6 por ciento de las personas mira su teléfono unas 100 veces al día, un porcentaje que llega al 14 por ciento en los mercados emergentes. Singapur aparece constantemente como uno de los mercados donde los usuarios de móvil están más conectados.

3. Los mensajes instantáneos de texto, los favoritos del consumidor.

   A pesar del rápido desarrollo que han tenido los servicios de datos, la llamada tradicional sigue siendo la aplicación más utilizada en el móvil, seguida muy de cerca por los mensajes de texto. Lo primero que buscamos cuándo comprobamos nuestros móviles es si hemos recibido mensajes. En los mercados desarrollados, lo primero que se revisa es el correo electrónico (19 por ciento), mientras que en los mercados emergentes lo primero son sus redes sociales (22 por ciento).

   Los datos demuestran también que los consumidores en los mercados emergentes están integrando de forma más efectiva los móviles en su vida diaria en comparación con sus contrapartes en los mercados desarrollados. De hecho, el 95 por ciento de los consumidores en los mercados emergentes utilizan sus dispositivos en el trabajo y el 93 por ciento utilizan el móvil mientras compran y cuando pasan tiempo de ocio con amigos y familiares. Los

consumidores en mercados desarrollados no solemos estar lejos de nuestros dispositivos, pero la cantidad de tiempo que les dedicamos es un poco menor.

4. Se extenderá el pago a través del móvil.

   A pesar de tratarse de un uso relativamente nuevo, la utilización del móvil como medio de pago está ganando impulso a nivel mundial. El 47 por ciento de los consumidores en los mercados emergentes usa sus teléfonos para hacer pagos en tiendas, mientras en los mercados desarrollados lo hace el 20 por ciento. Se utiliza para pagar el transporte público, los taxis, las compras en tiendas, las comidas en restaurantes, etc. China, que ha sido predominantemente un mercado de dinero en metálico, está adoptando a gran velocidad los sistemas de pago móviles. Países tecnológicamente avanzados como Alemania, Francia y Estados Unidos son mucho más reacios a pagar mediante el móvil. ¿Por qué? El 40 por ciento de los consumidores considera que no es seguro. Esto demuestra que no se está proporcionando una buena información al consumidor, ya que en realidad estos sistemas de pago son tan seguros, si no más, que los métodos de pago tradicionales.

5. Red o conexión wifi, según donde viva la persona.

   Según los datos recogidos por el informe, en los mercados desarrollados las mayores velocidades se consiguen a través de las redes 4G, no tanto en las conexiones wifi. Los usuarios en China también confían en las redes 4G para navegar de forma más rápida durante los desplazamientos y cuando se encuentran en centros comerciales, mientras que en México los usuarios opinan totalmente lo contrario. Los usuarios en Brasil prefieren wifi para navegar más rápido en todos los lugares, y en la mayoría de los países americanos éste es el método preferido para conectarse a internet. En general, aunque el 4G ofrece velocidades sustancialmente más rápidas, las actividades que realizan y las aplicaciones que utilizan habitualmente la mayoría de las personas no requieren servicios de alto ancho de banda (por ejemplo, correo electrónico, búsquedas en Google, etc.).

Como vemos, hay diferencias de uso entre el primer mundo y el llamado tercer mundo, donde están pasando de prácticamente no tener ni teléfono fijo

a tener todo el poder que ofrece la conectividad móvil. Entre un país rico y un país pobre las principales diferencias son la sanidad y la formación. Cuando a un país le das una sanidad de calidad y acceso al conocimiento para organizar y crear empresas, cambian las reglas del juego. Los países de África y Asia, con un nivel de pobreza muy elevado, van a crecer muy rápidamente gracias a la tecnología. Ya han empezado a surgir formatos muy disruptivos, como la propuesta de una compañía en India, Mobilink, que vende minutos de uso del móvil a través de los taxistas. El que no tiene dinero para comprar un móvil, puede alquilar uno durante unos minutos. Es un modelo *low cost* para personas de renta baja. Y es que pocos céntimos de muchísima gente es mucho dinero.

Desde el primer mundo podemos pensar que todo el mundo está conectado, pero no es así. En 2030 se calcula que estará conectado el 50 por ciento de población mundial, con un crecimiento que vendrá del tercer mundo principalmente. Google, por ejemplo, está investigando, a través del Proyecto Loon, cómo usar globos aerostáticos como repetidores para dar acceso a la conectividad móvil a todo el planeta con tarifas razonables. Cuando esto ocurra, podremos estar en cualquier lugar del mundo, hacer una búsqueda y obtener una respuesta. Esto contribuirá a compensar el actual desequilibrio entre ricos y pobres.

En cuanto al formato de los móviles como *devices*, visualizo dentro de 20-30 años la integración física del móvil en el cuerpo de las personas. Se instalará un sensor en el oído de forma indolora y se utilizará el móvil mediante la voz. Esto va a ocurrir seguro. Las ventajas son muchas: además de no perder ni romper el móvil nunca más, podremos tener todos los servicios a mano siempre, los que ya existen y otros que todavía no podemos ni imaginar, porque la capacidad de computación será mayor a menor tamaño. Aún nos da miedo implantarnos un chip en el cuerpo, pero esto cambiará, e incluso será considerado *cool*.

Cómo afectará la conectividad móvil a las empresas

Lo que conlleva la conectividad móvil desde el punto de vista de las empresas es la posibilidad de deslocalizar, o sea, de trabajar a distancia. La

conectividad móvil permite tener información de cualquier lugar del planeta de manera rápida y barata. No obstante, si miramos las estadísticas, el *homework* está todavía mucho menos extendido de lo que cabría imaginar. Seguimos teniendo mucho apego a la oficina, al espacio físico, sobre todo los de la generación analógica, los que tenemos más de 30 años.

Con la total incorporación de las nuevas generaciones al mercado laboral, y gracias a la progresiva mejora de la conectividad móvil, se acentuará la tendencia a una mayor deslocalización. Cualquier compañía va a tener empleados en cualquier parte del planeta. La tecnología permitirá interactuar a distancia de manera todavía más fácil y eficaz que ahora. Se podrán tener reuniones con una sensación prácticamente igual a la de la presencia física. Esto permitirá crear compañías globales desde el principio, deslocalizar el talento y tener un modelo organizativo y operativo muy diferente al que ahora estamos acostumbrados.

Las empresas que antes adopten estas nuevas dinámicas podrán atraer el talento de los milenials, los postmilenials y la llamada «generación táctil». Un chico joven no concibe no poder trabajar a distancia desde donde le apetezca. No entiende por qué debe ir cada día a un despacho cuando puede hacer su trabajo desde cualquier sitio del mundo. Conozco muchos casos, por ejemplo un chico de 30 años de Madrid que tiene la oficina en Los Ángeles y vive en Tailandia, desde donde trabaja, porque le gusta, es barato y tiene una casa en la playa.

La movilidad revoluciona el concepto físico de empresa. Visualizo sedes corporativas cada vez más pequeñas, más espacios para el contacto físico puntual (espacios de *coworking*) y tecnología para que cada uno pueda trabajar desde el lugar del mundo que quiera. Esto tendrá también un impacto medioambiental, porque se cogerá menos el coche, y representará un ahorro de costes para la empresa que lo aplique.

La conectividad móvil supondrá el nacimiento de numerosos nuevos servicios, y aquellas empresas que no se adapten van a quedar fuera de juego. Por ejemplo, como consumidor querré que sepan quién soy cuando voy a una tienda, que me dejen pagar con el móvil y sin hacer colas, que me lleven la compra a casa, etc. Las compañías que no entiendan esto y no inviertan en tecnología lo van a pasar muy mal.

Las tiendas y puntos de venta en general van a tener que hacer un gran

esfuerzo de adaptación. Hoy día ya se puede mirar el precio de un producto antes de ir a la tienda, compararlo al momento con el de otras tiendas e incluso comprarlo en internet. Pero esto cambiará todavía más. Se fusionarán totalmente la experiencia de compra física y digital en el punto de venta. El vendedor sabrá en cada momento quién tiene en su tienda y le podrá enviar ofertas personalizadas. Esto es muy potente. Ya hay experiencias en este sentido. Decathlon, por ejemplo, tiene una tienda piloto en París con todas sus referencias donde ves el artículo, la tocas y si quieres lo compras, pero no te lo llevas: le das a un botón en tu móvil y te lo envía a casa en dos horas. No hay cajas ni colas ni productos arriba y abajo. Gracias a la movilidad se fusionan el mundo físico y el digital, y esto da mucho poder al consumidor.

Para saber más sobre la conectividad móvil

UNIVERSIDADES

- Universidad Alfonso X El Sabio (<http://www.uax.es/master-universitario-en-ingenieria-de-desarrollo-para-dispositivos-moviles.html>)
- Universidad Politécnica de Madrid (<http://www.etsit.upm.es/estudios/grado-en-ingenieria-de-tecnologias-y-servicios-de-telecomunicacion.html>)
- ISDI (<https://www.isdi.education/es/mmd-master-mobile-development>)
- La Salle Universidad Ramon Llull (<https://www.salleurl.edu/es/estudios/master-mobile-business-mmb>)
- Lone Star College (<http://www.lonestar.edu/Mobile-WebApplicationDevelopmentAAS.htm>)

CENTROS DE INVESTIGACIÓN

- Mobile Innovation Centre (<https://mik.bme.hu/en/>)
- Sheridan (<https://www.sheridancollege.ca/research/active-research/centre-for-mobile-innovation>)
- Cell Point Mobile (<https://www.cellpointmobile.com/innovation/travel-

innovation-hub>)
- Mobile Future (<http://mobilefuture.org/>)

CONGRESOS

- Mobile World Congress (<https://www.mobileworldcongress.com/about/>)
- GSMA (<https://www.gsma.com/>)
- Mobile Marketing Association (<http://www.mmaglobal.com/impactny2018>)
- Mobile World Congress Americas (<https://www.mwcamericas.com/>)
- Mobile World Congress Shanghai (<https://www.mwcshanghai.com/exhibition/>)
- Incite Group Open Mobile Summit (<http://events.incite-group.com/oms/>)
- GSMA Mobile 360 Series (<https://www.mobile360series.com/africa/>)
- GSMA Mobile World Congress Shanghai (<https://www.mwcshanghai.com/>)
- Grow (<https://mau.grow.co/>)

OTRAS FUENTES

- Evolución sector: <https://www.muymovil.com/2009/10/10/la-evolucion-de-los-telefonos-moviles>
- Mobile World Congress: <http://www.angelbonet.com/2016/02/mobile-world-congress-2016/>
- Innovación: <http://www.expansion.com/economia-digital/innovacion/2017/02/27/58b45b03e5fdea6f688b45d3.html>
- Mercado: <https://www.kantarworldpanel.com/global/smartphone-os-market-share/>
- Consumidor: <https://insight.kellogg.northwestern.edu/article/how-we-shop-differently-on-our-phones>
- Tendencias: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Tecl Media-Telecommunications/gx-deloitte-tmt-global-mobile-consumer-trends-report-first-edition.pdf>

- Mobile Satellite Users Association (<https://www.msua.org/>)
- CITA Everything Wireless (<https://www.ctia.org/>)
- Mobile Marketing Association (<http://www.mmaglobal.com/>)
- ACT (<http://actonline.org/>)

LIBROS

- *Mobile Strategy: How Your Company Can Win by Embracing Mobile Technologies* / Dirk Nicol / IBM Press.
- *Mobile Marketing: Finding Your Customers No Matter Where They Are* / Cindy Krum / Alpha Books.
- *Go Mobile* / Jeanne Hopkins y Jamie Turner / Wiley Sons Editorial.
- *Mobile App Marketing and Monetization* / Alex Genadinik / Createspace Independent Publishing Platform.
- *Mobile Marketing: How Mobile Technology is Revolutionizing Marketing* / Daniel Rowles / Kogan Page.

5

La nube

Breve descripción

Hasta hace poco, la acepción más común de la palabra «nube» era, según el Diccionario de la Real Academia Española de la Lengua, esta:

> Agregado visible de minúsculas gotitas de agua, de cristales de hielo o de ambos, suspendido en la atmósfera y producido por la condensación de vapor de agua.

O sea, una nube de toda la vida.

De un tiempo a esta parte, cuando se habla de nube, en especial entre los jóvenes, la mayor parte de las veces se hace referencia a otra acepción, también recogida ya en el diccionario de la RAE:

> Espacio de almacenamiento y procesamiento de datos y archivos ubicado en internet, al que puede acceder el usuario desde cualquier dispositivo.

Esto muestra la rápida expansión que está teniendo esta tecnología, básica en el proceso de revolución tecnológica que estamos viviendo. La capacidad de almacenar grandes cantidades de datos en poquísimo espacio permite aumentar exponencialmente la capacidad de almacenamiento, análisis y computación de la información, lo que es a su vez la base de otras tecnologías

que ya hemos visto como el internet de las cosas y la inteligencia artificial, así como de otras que veremos como el vehículo autónomo y la impresión 3D. Porque, como te explicaba al principio del libro, las tecnologías disruptivas lo son en parte porque interactúan entre ellas, lo que multiplica exponencialmente su capacidad y su potencialidad.

Descripción detallada y ejemplos

Ese «espacio de almacenamiento» al que hace referencia la definición anterior no es sólo un espacio digital, «virtual», sino también físico: lo que llamamos nube o *cloud* son en realidad gigantescas salas de almacenamiento de información con miles y miles de servidores. La información no está en realidad en el cielo, en las «nubes», sino en esos servidores físicos conectados a internet y a los que se puede acceder desde cualquier parte del planeta. Estos son algunos de los *data centers* más grandes del mundo:

- Range Technology Development (Langfang, China). Es el mayor *data center* de Asia. Ocupa una superfície de 660.000 metros cuadrados.
- Microsoft Chicago (Northlake, Illinois, Estados Unidos). Cuenta con más de 650.000 metros cuadrados de superficie. Se abastece totalmente de energía eólica y tiene operativos más de 220.000 servidores.
- SuperNAP (Las Vegas, Nevada, Estados Unidos). Se trata de un complejo que aglutina 9 *data centers* en una superficie de más de 110.000 metros cuadrados.

La gran ventaja de la nube es que permite almacenar y gestionar enormes volúmenes de información a gran velocidad y a precios muy bajos, es decir, sin necesidad de disponer de servidores propios. Esas grandes empresas dedicadas al almacenamiento de datos alquilan «espacio» a particulares y empresas, que pueden contratar tanto como necesiten. Esto ofrece una gran ventaja competitiva a las empresas, que pueden almacenar muchos datos en remoto (sin necesidad de una gran inversión en equipos y en personal), analizarlos, interpretarlos y extraer información útil para sus negocios. El nuevo consumidor es digital, como veremos con más detalle al final del libro,

y va dejando un rastro que, convenientemente almacenado e interpretado, puede ayudar a las empresas a conocerlo mejor, a estar al día de sus gustos y necesidades y a comercializar productos y servicios con mayor eficacia y mejores resultados. En lugar de tener que invertir en infraestructura, pueden invertir en la interpretación de la información, es decir, en personal especializado en análisis (matemáticos, estadistas) o en sistemas de inteligencia artificial.

La nube, por tanto, se caracteriza principalmente por la capacidad casi ilimitada que ofrece de almacenar datos, pero además tiene otra serie de cualidades:

- *Self-service*: los usuarios pueden utilizar tanto espacio como necesiten sin las limitaciones que planteaban las opciones más tradicionales.
- *Pay per use*: se paga por el espacio que se utiliza. Esto permite a las compañías disponer del espacio que necesitan en cada momento, ni más ni menos. Con las tecnologías anteriores, las empresas estaban obligadas a comprar grandes espacios en previsión de que pudiera haber picos de gran actividad, lo que las condenaba a mantener unos espacios que sólo les servían puntualmente.
- Flexibilidad: las organizaciones pueden mover sus datos entre diferentes plataformas, lo que les permite ahorrar costes y acceder a nuevos servicios.

Los orígenes de la nube como tecnología se remontan a los sesenta, cuando la industria informática reconoció los beneficios de ofrecer la computación como un servicio. Sin embargo, al principio no se disponía de la conectividad ni del ancho de banda necesarios para su expansión. Hubo que esperar hasta finales de los noventa para contar con el ancho de banda adecuado.

Salesforce fue la primera empresa en ofrecer comercialmente servicios de nube para empresas a finales de esa década. Poco después, en 2002, Amazon Web Services (AWS) empezó a ofrecer una amplia gama de servicios, no sólo de almacenamiento y computación, sino también de bases de datos, aprendizaje automático, etc. Varias compañías ofrecen actualmente estos y otros servicios a clientes individuales, pequeñas empresas y corporaciones

globales.

El gasto en *cloud* está creciendo a un ritmo trepidante. Según un estudio de la International Data Corporation (IDC) esponsorizado por Salesforce (encontrarás el enlace al final de este capítulo), el gasto mundial en computación en nube pública pasará de 67.000 millones de dólares en 2015 a 162.000 millones en 2020. Es decir, cada vez más nuestros datos estarán en manos de otros.

Actualmente podemos encontrar servicios en la nube de carácter privado, público e híbrido. En el caso de los servicios privados, permiten conservar la gestión y el control a los *data center* locales. En el modelo público, un proveedor ofrece el servicio de nube bajo pedido, normalmente por minutos u horas, y los clientes sólo pagan los ciclos de CPU, almacenamiento o ancho de banda que consumen. Son proveedores públicos de servicios de *cloud* la mencionada AWS, Microsoft Azure, IBM y Google Cloud Platform, entre otros.

Una nube híbrida es una combinación, como su nombre indica: las empresas utilizan un servicio privado para los datos o trabajos más críticos, aquellos que necesitan un extra de seguridad, y cubren el resto de necesidades con un servicio público. El objetivo de una nube híbrida es crear un entorno unificado, automatizado y escalable que aproveche las ventajas de la nube pública a nivel de gran infraestructura pero manteniendo el control sobre los datos más delicados o críticos.

También se está extendiendo lo que se llama un modelo *multicloud*, o sea, el uso de múltiples proveedores, lo que permite migrar las aplicaciones entre proveedores de nubes diferentes o incluso operar simultáneamente en dos o más proveedores. Es un modelo complejo debido a las diferencias entre los proveedores de servicios de nube y las *interfaces* de programación de aplicaciones (API), aunque la industria está avanzando hacia una homogeneización de la interfaz.

Los servicios en la nube se suelen dividir en tres grandes categorías: infraestructura (IaaS), plataforma (PaaS) y software (SaaS). No obstante, los proveedores han demostrado ser muy competitivos y estar constantemente ampliando y diversificando la cartera de servicios que ofrecen. Por ejemplo, actualmente algunos ofrecen la posibilidad de realizar acciones específicas como actualizaciones de bases de datos y procesamiento de imágenes.

Cómo afectará la nube a las personas

No hay más que ver cómo hemos pasado de comprar CD de música a pagar por un servicio como Spotify para entender la revolución de esta tecnología. O de alquilar películas en un videoclub a verlas a través de Netflix o AppleTV. Ahora pagamos por escuchar música o ver una serie, no por «tenerlos». La nube esta dando lugar a un cambio de paradigma: de «tener» a «usar cuando lo necesito», lo que cambia de forma radical la manera en que consumimos, compramos o hacemos negocios. Ahora, además, podemos almacenar información en los servidores de algún proveedor (Dropbox, iCloud, Google Drive, etc.) sin necesidad de comprar un ordenador más potente o un disco externo, que por otra parte son opciones que ocupan un espacio físico y tienen riesgo de romperse, estropearse o ser robados.

Visualizo que cada vez más vamos a tener menos apego a lo físico. Lo veremos también en el próximo capítulo, cuando hablemos del vehículo autónomo y de cómo el *carsharing* cambiará el paisaje de nuestras ciudades en pocos años. Llegará un momento en el que tener un coche será poco menos que una excentricidad, como el que ahora tiene vinilos.

La nube ya está cambiando nuestros hábitos en el trabajo y en la empresa, como veremos, pero su impacto sobre la sociedad adolece aún de un análisis exhaustivo. Veamos a continuación cómo nos está afectando la nube en algunos ámbitos cotidianos:

- **Comunicación**: Los *likes* en YouTube y Facebook son el testimonio de cómo las personas interactuamos ahora de forma global. Esta capacidad permite que hoy cualquier ciudadano se pueda convertir en «periodista» y dar a conocer, a través de su teléfono móvil, cualquier acontecimiento en cualquier parte del mundo. Esta nueva forma de interrelación está detrás de grandes revueltas sociales, como las llamadas «primaveras árabes». Nunca hasta ahora había sido tan fácil mirar hacia fuera gracias a las redes sociales y las aplicaciones, que ofrecen nuevas posibilidades de comunicación. Facebook ha marcado el camino en este sentido y sigue siendo la principal red social a nivel mundial. Hasta los personajes

públicos utilizan las redes, sobre todo Twitter, para tener relación con su comunidad y transmitir sus puntos de vista. El desarrollo tecnológico de la nube está detrás de la implementación de estas redes sociales, que manejan cantidades ingentes de datos. Las empresas utilizan también estos datos para ofrecer o diseñar nuevos servicios y productos que se adecúen a lo que los consumidores esperan.

- **Educación**: Este sector es uno de los grandes beneficiados por la nube, que pone a disposición de cualquier individuo un sinfín de propuestas de formación. Con una simple conexión a internet, un ciudadano puede convertirse en alumno sin necesidad de desplazarse, tener a mano toda la información necesaria y organizar el proceso formativo según su disponibilidad de tiempo. Esto es una ventaja no sólo para el alumno, sino también para los centros formativos, que ahora pueden incluso prescindir de un espacio físico. Un centro educativo puede hoy no tener aulas y, sin embargo, contar con alumnos en cualquier parte del mundo. Gracias a la nube, la formación es más cómoda (se puede hacer desde cualquier lugar y en cualquier momento), más barata (no requiere desplazamientos) y es más flexible (las unidades formativas pueden alargarse o agilizarse en función del tiempo que el alumno quiera dedicarle). La ampliación de los servicios de internet, así como la reducción de costes, está permitiendo que muchas personas de países en desarrollo puedan acceder a sitios web de distribución de material educativo y a comunidades de intercambio de conocimientos en la nube.
- **Desarrollo**: Además de romper las fronteras de la formación y la información entre países, la nube también facilita el desarrollo de los países más desfavorecidos, pues pone a disposición de todo el mundo información y aplicaciones disponibles en la nube. Sin tener que hacer frente a grandes inversiones, muchos países pueden beneficiarse de sus servicios, no sólo para la educación, sino también para otros sectores y actividades como la banca, la agricultura, la ciencia, la salud, etc. No olvidemos que precisamente la tecnología móvil es la que ha permitido a estos países dar un gran salto en su desarrollo, ya que la anterior tecnología de comunicación a través de cable exigía grandes inversiones en infraestructuras que muchos países no estaban capacitados para poner en marcha.
- **Salud**: La tecnología de la nube también está permitiendo un desarrollo importante en este ámbito. Por poner un ejemplo concreto, la nube

permite gestionar datos de los pacientes y compartir estos datos entre los diferentes equipos profesionales. Desde cualquier lugar se puede comprobar el estado del enfermo y su evolución. Según la industria, el cuidado de la salud será un mercado en crecimiento en los próximos años.

Queda claro por todo lo anterior que la nube está contribuyendo ya a cambiar radicalmente la sociedad y la industria, pero esto no ha hecho más que empezar. Veamos cómo va a cambiar nuestro futuro cercano con algunos ejemplos concretos:

- **Tratamiento en tiempo real y medicina preventiva**

  Hablábamos de la salud como un sector donde la nube está abriendo todo un mundo de posibilidades. En los próximos años veremos, por ejemplo, cómo crece el telediagnóstico y el teletratamiento. Es decir, iremos menos al médico y disfrutaremos de diagnósticos y tratamientos más precisos. Muchas personas instalarán una cámara ante el espejo del baño para que tome fotografías diarias del rostro, que se almacenarán automáticamente en la nube para que una aplicación de inteligencia artificial nos avise de la posibilidad de desarrollar un cáncer de piel. En ésta y otras enfermedades mejorará la detección precoz y las posibilidades de curación.

- **Formación *just-in-time***

  Cualquier ingeniero, médico, arquitecto o incluso fontanero podrá acceder cuando lo necesite, donde lo necesite y en tiempo real a la formación necesaria para solucionar cualquier problema que se encuentren. Tendrán acceso a una cantidad ingente de información y conocimiento gracias a que se registrarán en la nube la mayor parte de los actos profesionales. Prácticamente todo estará digitalizado y será accesible en la nube desde cualquier lugar y en cualquier momento.

- ***Hardware* invisible**

  El *hardware* estará cada vez menos presente. Los juegos ya están utilizando mandos capaces de leer los movimientos de los jugadores e

interactuar sin ningún instrumento intermedio. Algo similar ocurrirá en la casa domótica del futuro, donde una multitud de sensores irán recibiendo órdenes y ejecutándolas simplemente interpretando los movimientos de los inquilinos (identificación del inquilino por lectura facial, detección de presencia y puesta en marcha del climatizador, detección de salida de los inquilinos y activación inmediata de las cámaras de seguridad, etc.).

- **Decisiones más inteligentes**

  La conexión a la nube a través de un móvil permitirá transformarlo en un superordenador capaz de analizar prácticamente cualquier volumen de información, interpretarla mediante una simulación avanzada y tomar decisiones complejas en unos segundos a partir de la experiencia de millones de personas. Las posibilidades de acertar aumentarán exponencialmente, o visto de otra forma, se reducirán los errores. Y si esta capacidad de análisis está disponible para un consumidor de calle, imagina lo que puede suponer para la investigación científica o muchos otros ámbitos.

- **Los viajes por carretera serán menos estresantes**

  El transporte será uno de los ámbitos en los que más influencia van a tener las tecnologías basadas en la nube. El desarrollo de aplicaciones que analizan en tiempo real la información sobre el tráfico, los accidentes, los cambios de señalización, las condiciones climáticas, etcétera, ya está revolucionando la conducción, lo que culminará en el vehículo autónomo, como veremos en el siguiente capítulo, que permitirá circulen por las carreteras automóviles, camiones y autobuses sin conductor que transportarán personas y mercancías.

- **Adiós a la barrera del idioma**

  Las tecnologías de reconocimiento de voz y transcripción en texto están mejorando cada día, lo que sumado al enorme poder computacional de la nube contribuirá a eliminar la barrera del idioma a la hora de comunicarse. Cada vez está más cerca la posibilidad de hablar con una persona en idiomas diferentes gracias a la traducción simultánea de nuestro dispositivo móvil, que utilizará un software de reconocimiento de voz y traducción simultánea.

Cómo afectará la nube a las empresas

Todas las innovaciones anteriores, y muchas otras, tendrán su traslación al mundo de la empresa. La nube, por ejemplo, ofrecerá a los individuos nuevas maneras de colaborar, desarrollar productos y probar ideas de forma rápida y barata, lo que aumentará las tasas de emprendimiento. Permitirá identificar de forma casi instantánea lo que interesa al consumidor y aquello por lo que está dispuesto a pagar. El paradigma de la innovación en el mundo empresarial cambiará radicalmente.

El principal impacto de la nube en las empresas es la transformación radical de su modelo tecnológico. De tener mucho personal de sistemas, muchos servidores y mucha tecnología en general pasarán a tener servicios subcontratados muy potentes, a externalizar el servicio de almacenamiento de la información y trabajar con *partners* muy potentes. Gracias a la nube ya no necesitarán tener físicamente su información y dedicar recursos a protegerla. Esos recursos podrán ser destinados a contratar los servicios de matemáticos, sociólogos, etcétera, que le saquen el máximo rendimiento a nivel comercial a esa información. De hecho, abogo por cambiar la figura del CIO (el director de Sistemas de toda la vida) por el CKM (Chiel Knowledge Manager), o sea, algo así como el director de Conocimiento. Este departamento de Knowlegde aglutinaría todo lo que es la tecnología y el análisis de datos, o más ampliamente, del conocimiento que genera o posee la empresa. Hacia el final del libro, cuando te hable de hacia dónde creo que deben evolucionar las empresas y cómo debe ser la empresa del siglo XXI, volveré sobre este tema, pues creo que la colaboración entre los departamentos de Sistemas y de Marketing, que se podría materializar de alguna forma en ese Departamento de Conocimiento, será fundamental para sobrevivir en el futuro.

La tendencia, por tanto, será trabajar con *partners* tecnológicos muy potentes que, entre otros servicios más o menos estratégicos o tácticos, puedan gestionar el gran volumen de información que generan las empresas, que cada día será mayor. *Partners* como (y disculpa la cuña publicitaria) Indra, compañía global de tecnología y consultoría y socio tecnológico para las operaciones clave de sus clientes en todo el mundo.

Por otra parte, la nube permitirá que pequeñas empresas se conviertan en globales en apenas unos días y accedan a un pedazo de la tarta comercial que ahora queda en manos de las corporaciones internacionales, que cuentan con más medios. Cada vez más las empresas, con independencia de su tamaño, se podrán convertir en globales y vender sus productos en cualquier lugar del planeta con un simple acceso a internet, logrando una capilaridad que hasta ahora sólo tenían las multinacionales.

Como en todas las tecnologías disruptivas que estamos viendo, la nube también supone y supondrá la desaparición de algunos modelos de negocio. Por ejemplo, grandes empresas que ofrecían un servicio físico han sido sustituidas por otras que ofrecen un servicio digital. Con Spotify, Netflix, HBO, iTunes y otros proveedores de contenidos culturales por internet, apenas se venden ya CD o reproductores de DVD, y empresas como Blockbuster, que cesó su actividad en 2013, han pasado a mejor vida. Otro tanto ha sucedido en el mundo de la fotografía: la mayoría de laboratorios de revelado han desaparecido o se han reconvertido para ofrecer nuevos servicios digitales.

La nube tiene también su «reverso tenebroso». Y no me refiero sólo a los negocios que se quedan obsoletos y desaparecen, algo que al fin y al cabo ha pasado toda la vida, sino a un ámbito nuevo lleno de riesgos y oportunidades: la ciberseguridad. Si cada vez tenemos menos objetos físicos y más «objetos» digitales, cada vez preocupará más la protección de la información. En vez de entrar a robar en nuestra casa, pueden robarnos en la nube: nuestras fotos y vídeos, nuestros datos personales, nuestras claves de seguridad… ¡incluso nuestro dinero!

Según el último estudio de la agencia internacional We Are Social, se calcula que actualmente existen 5.000 millones de personas en el mundo con acceso a internet, ya sea a través de un ordenador o de un teléfono móvil. Estas conexiones a menudo no son seguras, como lo demuestra el hecho de que se cometen a diario entre 7,5 y 8 millones de ataques informáticos de diferente intensidad. Los ciberdelincuentes tienen diferentes motivaciones. A veces buscan un beneficio económico, otras perjudicar a un país, una empresa o un sector, y otras incluso la simple satisfacción de demostrarse a sí mismos lo que son capaces de hacer. En cualquier caso, es obvio que representan una amenaza. Y como en todas las amenazas, el reverso es que hay una gran oportunidad de negocio.

El sistema *blockchain*, popularizado a raíz del *boom* de las criptomonedas, es una de las posibles soluciones al problema de la ciberdelincuencia. Es muy fiable, pues acredita que la información no se puede replicar ni *hackear*. Cualquier movimiento en la nube queda acreditado, es fiable y tiene trazabilidad. De hecho, es un sistema de acreditación de cualquier movimiento entre el mundo físico y el virtual. Si alguien entra con mi ID en mi banco y quiere hacer un cambio de mis cuentas, gracias al *blockchain* puedo saber perfectamente cómo, cuándo y quién lo ha hecho. Esto puede dar tranquilidad y seguridad a las transacciones entre particulares y compañías, o incluso entre particulares.

Gracias a la nube y al *blockchain* ha aparecido recientemente el fenómeno de las criptomonedas, conocidas popularmente como «criptos». Bitcoin, por ser la primera, es la más conocida, pero a su estela han aparecido 2.000 más. ¿Significa este *boom* que van a desaparecer las actuales divisas? Lo veo prácticamente imposible. El modelo económico mundial está sostenido sobre la base de un concepto bancario regulado y no estamos preparados para que desparezca. Generaría un auténtico crac.

Es cierto que estamos tendiendo a que cada vez más el poder de los bancos y la regulación en temas económicos conviva con un mundo paralelo, el de las criptos. Es, sin duda, imparable. Ahora bien, se tiene que regular, porque si no se nos puede ir de las manos. Por un lado es una maravilla que exista un sistema de transacción como en la antigua Roma, una especie de trueque digital en el que alguien genera un valor, otros lo reconocen y así se establece un valor intrínseco. Al fin y al cabo, eso son el euro y el dólar, más allá de ser trocitos de papel o de metal. Pero si no se regulan de alguna forma las criptos estaremos a merced de la especulación y se producirán abusos. No entraré aquí a analizar los efectos perniciosos de la especulación, pues no es el objeto de este libro (tal vez lo sea del próximo), pero sí te diré que hay que regular el uso de las criptos para evitar la especulación, que en general hace mucho daño al mundo empresarial y causa desigualdad entre ricos y pobres.

Lo que está claro es que las criptos van a tener su lugar, pues avanzamos hacia la digitalización de los pagos. Dentro de 20 años nadie tendrá moneda física, ni siquiera tarjetas de plástico. Todo lo pagaremos a través del móvil o del ordenador. Si cada vez más las transacciones son digitales, las criptos, en la medida en que tengan un valor y sean infranqueables, tendrán cada vez más usos.

Otro fenómeno al que darán lugar la suma de la nube y del *blockchain* son los *smart-contracts*, es decir, contratos con compañías en que pagarás únicamente por el uso que hagas de sus servicios. Por ejemplo, habrá sistemas automáticos que permitirán pagar la luz sólo cuando la enciendas o el seguro del coche sólo cuando conduzcas. Serán contratos «inteligentes» que certificarán el uso. De hecho, el *blockchain* puede certificar cualquier cosa, es una especie de notario «inviolable». Puedes firmar un contrato con un particular, subirlo a la nube y recibir un certificado de que ese documento con ese contenido exacto está almacenado en un servidor en un determinado sitio. De esta manera, cualquier persona que intente *hackear* el documento o cambiarlo queda registrada.

Si, como yo, ya peinas canas, es posible que te cueste entender este nuevo mundo digital, pero ya puedes ponerte las pilas si quieres mantenerte en activo, pues vamos ineludiblemente en esa dirección.

Para saber más

UNIVERSIDADES

- Universidad Politécnica de Cataluña (<https://www.talent.upc.edu/esp/professionals/presentacio/codi/221100/c management/>)
- Universidad Abertay (UK) (<https://www.abertay.ac.uk/studying/postgraduate/msc-ethical-hacking-and-cyber-security/>)
- Universidad San Pablo CEU (<http://www.postgrado.uspceu.es/pages/proteccion_datos/competencias.
- Université Côte d'Azur (<http://univ-cotedazur.fr/education/training? AMROCC&lang=en#.WrfH_YjtaXE>)
- ESIC Business & Marketing School (<https://landings.icemd.com/advanced-technology-program-en-cloud-y-virtualizacion.php? gclid=EAIaIQobChMImvLIyeyH2gIVDGYbCh0kCgPHEAAYAyAAEgJ
- EIT Digital Master School (<https://masterschool.eitdigital.eu/programmes/ccs/>)

CENTROS DE INVESTIGACIÓN

- Lincoln Laboratory (<https://www.ll.mit.edu/>)
- Observatorio Fintech Universidad de Comillas (<http://www.comillas.edu/es/observatorio-fintech-everis-comillas>)
- Rusian Quantum Center (<http://www.rqc.ru/>)
- Newcastle University - Digital Institute (<http://www.cloudinnovationcentre.com/>)
- Media Cloud (<https://mediacloud.org/>)

CONGRESOS

- Open Expo 2018 (<https://openexpoeurope.com/>)
- Security Forum 2018 (<https://www.securityforum.es>)
- Congreso ASLAM 2018 (<https://congreso.aslan.es/>)
- Cloud Computing (<http://www.thecloudcomputing.org/2018/>)
- IEE Cloud 2018 (<http://conferences.computer.org/cloud/2018/>)
- Cloud Computer (<http://www.cloudcomputingexpo.com/>)
- Japan IT Week (<http://www.japan-it.jp/en/Concurrent-Shows_Spring/CLOUD/>)
- Dream Force (<http://dreamforce-2018.com/>)
- Cloud Expo Europe (<https://www.cloudexpoeurope.com/>)
- Cloud Computing World Expo (<http://www.cloudcomputing-world.com/>)
- IPExpoEurope (<http://www.ipexpoeurope.com/Cloud-IoT>)

OTRAS FUENTES

- Definición y usos: <http://searchcloudcomputing.techtarget.com/definition/cloud-computing>
- Estudio IDC: <http://www.salesforce.com/assets/pdf/misc/IDC-salesforce-economy-study-2016.pdf>
- Evolución: <https://www.forbes.com/sites/louiscolumbus/2017/04/29/roundup-of-cloud-computing-forecasts-2017/#60e4bf6b31e8>

- Usos: <http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Cloud_computing_-_statistics_on_the_use_by_enterprise>
- Usos: <https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/hit-or-myth-understanding-the-true-costs-and-impact-of-cybersecurity-programs>
- Usos: <http://www.expansion.com/economia-digital/innovacion/2017/01/25/588732fce2704e616b8b45bf.html>
- Impacto social: <https://www.ibm.com/blogs/cloud-computing/2013/04/how-cloud-computing-is-impacting-everyday-life/>
- Ciberseguridad: <http://fortune.com/2017/06/22/cybersecurity-hacks-history/>
- Ciberseguridad: <https://digitalguardian.com/blog/what-cyber-security>
- Ciberseguridad: <https://economictimes.indiatimes.com/definition/cyber-security>
- Ciberseguridad: <https://www.washingtonpost.com/graphics/national/security-of-the-internet/history/>
- Ciberseguridad: <https://www.incibe.es/protege-tu-empresa/blog/seguridad-desde-inicio>
- Ciberseguridad: <https://www.incibe.es/sala-prensa/notas-prensa/incibe-publica-el-ranking-los-10-principales-incidentes-ciberseguridad>
- Ciberseguridad: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/5-trends-in-cybersecurity-for-2017-and-2018/>
- Tendencias: <http://online.wsj.com/ad/article/cloudcomputing-changelives>
- Tendencias: <https://elpais.com/elpais/2017/06/09/ciencia/1497007591_365257.html>
- Tendencias: <https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2017>
- Otros: <http://www.futurecrimesbook.com/>
- Otros: <https://www.incibe.es/>
- Cloud Computing Association (<http://www.cloudcomputingassn.org/>)
- Leal Cloud Computing Association (<http://www.legalcloudcomputingassociation.org/>)
- Cloud Security Alliance (<https://cloudsecurityalliance.org/>)
- Eurocloud Trusted Digital Competence Platform

(<https://eurocloud.org/>)
- Cloud Computing World (<http://www.cloudcomputingworld.co.uk/>)

LIBROS

- *Cloud Computing: From Beginning to End* / Ray J. Rafaels / CreateSpace Independent Publishing Platform.
- *Business in the Cloud: What Every Business Needs to Know About Cloud Computing* / Michael H. Hugos y Derek Hulitzky / Wiley Sons Editorial.
- *Cloud Computing: Concepts, Technology & Architecture* / Thomas Erl, Ricardo Puttini, Zaigham Mahmood / Prentice Hall.
- *Cloudonomics* / Joe Weinman / Wiley Sons Editorial.

6

Vehículo autónomo

Breve descripción

Un automóvil es, como su propio nombre indica, una máquina capaz de moverse por sí misma. Por tanto, el coche autónomo no es más que un paso más en su desarrollo: a partir de ahora, el automóvil no sólo se moverá por sí mismo, sino que también será capaz de «conducirse» a sí mismo.

El vehículo autónomo (en este capítulo hablamos no sólo del coche, sino del camión y del autocar) no es más que el fruto de la robotización del vehículo tradicional, lo que consiste en dotar al coche de una multitud de sensores y sistemas inteligentes para que pueda realizar un trayecto determinado previamente sin necesidad de conductor.

También conocido como robótico, o informalmente como coche sin conductor o autoconducido, este tipo de vehículo es capaz de imitar las capacidades humanas de conducción y control, esto es, puede percibir el medio que le rodea y moverse en consecuencia. El pasajero puede elegir el destino, pero no tiene que realizar ninguna operación mecánica durante el trayecto.

Estos vehículos perciben el entorno mediante diferentes tecnologías: láser, radar, lídar (acrónimo de Light Detection and Ranging o Laser Imaging Detection and Ranging), sistemas de posicionamiento global o visión computarizada, etc., que interpretan la información para identificar la ruta apropiada, así como los obstáculos y la señalización relevante.

Aunque todavía no es un producto de uso habitual, está completamente probado y a la espera de una fabricación en cadena y una distribución masiva, que apenas tardará unos años en llegar. Es algo tan seguro que los ingenieros de Silicon Valley ni siquiera hablan de ello. Es algo que consideran solucionado, por eso se dedican a otras cosas.

Google es la compañía que más lejos ha llegado con su prototipo, aunque hay otras empresas involucradas en su desarrollo como Daimler AG, BMW, Renault, Ford o Volvo, así como Bosch o Delphi en el área de componentes y electrónica. Para su implantación definitiva se requiere de ajustes en materia de seguridad vial y de seguros.

En agosto de 2016 la empresa estadounidense nuTonomy, filial del MIT, lanzó el primer taxi autónomo del mundo en Singapur, y Uber opera con coches autónomos en las ciudades de Pittsburgh y San Francisco desde finales de 2016.

Esta tecnología disruptiva no sólo va a cambiar a la máquina en sí, el coche, sino también la forma de trasladarnos y transportar mercancías. Y, como es lógico, tendrá un fuerte impacto en la industrial del automóvil.

Descripción detallada y ejemplos

Durante milenios, el caballo ayudó al ser humano a trasladarse, pero todo cambió con la Revolución Industrial, que dio origen a nuevas formas de trasladarse. En 1860 apareció el motor de combustión interna, capaz de transformar en movimiento la energía proveniente de la combustión de sustancias, denominadas por ello «combustibles».

Lo que vino después ya es de sobra conocido, así que no haré aquí un repaso a la evolución del automóvil, sino que me centraré en el vehículo autónomo. El primero que podría responder a esta calificación fue presentado por Norman Bel Geddes en la Exposición Universal de 1939. Consistía en un vehículo que discurría por un circuito eléctrico embebido en el pavimento. Hubo que esperar hasta 1980 para asistir a la presentación de una furgoneta guiada por visión de la marca Mercedes-Benz, diseñada por Ernst Dickmanns y su equipo de la Universidad de Múnich, que alcanzó los 100 km/h en calles sin tráfico. La propia Comisión Europea se mostró muy interesada en el

proyecto y realizó una inversión de 800 millones de euros para el conocido como proyecto EUREKA Prometheus, que buscaba precisamente desarrollar un vehículo autónomo. También en 1980 la Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) consiguió el primer vehículo que funcionaba mediante un radar láser y visión computarizada.

La investigación prosiguió y en 1994 Daimler-Benz y Ernst Dickmanns presentaron dos vehículos robots gemelos, VaMP y Vita-2, que condujeron solos más de mil kilómetros en una autopista de París con 3 carriles, en día laborable y con tráfico intenso, a velocidades de 130 km/h. Los vehículos funcionaron de forma autónoma con pequeñas intervenciones humanas y demostraron que la conducción en carriles libres y los cambios de carril a derecha e izquierda podían realizarse de forma autónoma.

En 1995, el equipo de Dickmanns modificó un Mercedes-Benz Clase S para que hiciera un viaje de ida y vuelta entre Múnich y Copenhague usando visión computarizada y un ordenador para reaccionar en tiempo real. El vehículo autónomo consiguió alcanzar velocidades superiores a 175 km/h en las Autobahn alemanas, con un 95 por ciento de conducción autónoma. El coche ejecutó por sí solo maniobras para adelantar a otros vehículos.

Otros fabricantes de automóviles también han desarrollado proyectos en este ámbito. Audi, por ejemplo, anunció en 2014 que su modelo RS7 autónomo había alcanzado en las pruebas los 240 km/h en el circuito de Hockenheim en Alemania. En abril de 2015, un Audi SQ5 autónomo que usaba un sistema de conducción autónoma desarrollado por Audi y Delphi, logró recorrer 5.400 kilómetros en 9 días sin que los ingenieros que viajaban en él tocaran el volante más que en un par de ocasiones.

Semanas después, una flota de 25 vehículos autónomos diseñados por Google dejaron las pistas de prueba para ser evaluados en el tráfico diario de Mountain View, California, eso sí, sin superar los 40 km/h. El prototipo de Google cuenta con el software de navegación que ya utilizó en su flota Lexus, cuyos autos recorrieron más de un millón de kilómetros de forma autónoma bajo la supervisión de un humano al volante.

No sólo los fabricantes han participado en las numerosas pruebas. En el verano de 2015, la Universidad de Michigan puso en funcionamiento un pueblo denominado MCity en cuyas calles se pueden probar vehículos autónomos. El lugar cuenta con una calle de más de kilómetro y medio de

largo, curvas de diferentes radios, rotondas, semáforos, pavimentos de diferentes superficies, etcétera.

Como he comentado anteriormente, Google es una de las empresas pioneras y más enfocadas en el proyecto del coche autónomo. El buscador de internet lleva investigando en este tipo de tecnología desde 2009. Desde los inicios, según destaca la propia empresa, el objetivo es «conseguir carreteras más seguras, ayudar a las personas a disponer de más tiempo libre y mejorar la movilidad para todas las personas». Cabe recordar que en el mundo se producen 1.300.000 muertes anuales por accidentes de tráfico, en su gran mayoría a causa de errores humanos y distracciones. Es, de hecho, la novena causa de muerte en el mundo. En Estados Unidos, se calcula que hasta el 94 por ciento de los accidentes de tráfico se deben a errores humanos, lo que significa que el vehículo autónomo puede acabar, de entrada, con el 94 por ciento de los accidentes de tráfico. ¿Puede haber mayor disrupción?

Un vehículo autónomo es de hecho un gran ordenador con ruedas que toma decisiones en función de las directrices que se le dan. En una carretera con un límite de velocidad de 80 Km/h jamás excederá ese límite a no ser que se alteren sus parámetros. La ambigüedad no existe en la toma de decisiones de una máquina. Su funcionamiento se basa en el cumplimiento de unas leyes y directrices impuestas. No hay interpretación, ni mucho menos violación de las normas salvo fallo. En este sentido, es el mejor avance en seguridad que se ha producido en los últimos años, pues su control es imposible de alcanzar por un ser humano.

Google utilizó al principio para sus pruebas el modelo Toyota Prius. En 2015 diseñó un vehículo denominado Firefly, pensado totalmente para la conducción autónoma y que ya no disponía de volante ni pedales. Al año siguiente creó Waymo, una empresa totalmente diferenciada para el desarrollo de este proyecto. Los vehículos de Waymo cuentan con sensores y software para detectar a peatones, ciclistas, vehículos y cualquier otro obstáculo a una distancia de hasta dos campos de fútbol y en todas las direcciones.

De hecho, el vehículo autónomo, como cualquier robot o cualquier ordenador, necesita hardware y software para funcionar, sobre todo en situaciones de tráfico complejo. Necesita sistemas de tiempo real que deben interoperar. Por ejemplo, un sistema de localización, de percepción del entorno, de planificación y, lógicamente, de control. Además, son necesarios

un conjunto de sensores que recojan y proporcionen la información necesaria para poder tomar las decisiones.

Cuando pensamos en un sistema de control para un coche autónomo es fácil caer en la tentación de imaginar que los algoritmos que lo controlan se asemejan a las normas de programación clásicas, del estilo «si […] entonces… y…». Un ejemplo «Si se cruza un peatón en medio de la calle, entonces se reducirá la velocidad, llegando a frenar si fuese necesario». Es evidente que esta forma de «pensar» no es adecuada, ya que el número de situaciones posibles es muy elevado. Por eso, es mucho más práctico implementar un algoritmo de *machine learning* al que se «entrena» con distintas imágenes que ejemplifican todas las situaciones posibles. Cada una de las imágenes se asocia con el tipo de vehículo que contiene. El algoritmo empieza a procesar las imágenes e inicialmente intenta adivinar qué vehículo hay en cada imagen. Al principio se equivoca a menudo, pero como se le han proporcionado una serie de normas, modifica y adapta parámetros internos y lo vuelve a intentar hasta que se reduce a cero la tasa de error.

Otra de las técnicas que se usan en la algoritmia de la conducción autónoma son los modelos probabilísticos. Para tomar decisiones, el coche necesita predecir su propia posición y también la de todos los objetos que identifica, tanto peatones como otros vehículos, puesto que se están moviendo. Como no sabe la posición en la que estarán, la intenta predecir utilizando distribuciones de probabilidad.

Los vehículos autónomos cuentan con una serie de sensores y cámaras que permiten la captación de información. Más concretamente, cada vehículo suele estar equipado con una unidad GPS, un sistema de navegación inercial y una serie de sensores: medidores láser, un radar, un lídar y vídeo. Los datos de cada sensor se filtran para eliminar ruido y se combinan para actualizar el mapa de su entorno y evitar obstáculos. El proceso de localización, mapeo del entorno y detección de obstáculos es continuo.

El medidor láser escanea el entorno haciendo sucesivas pasadas y calcula la distancia a los objetos cercanos en función del tiempo que el haz de luz tarda en volver. Combinar esta información con la recopilada por la cámara permite construir un modelo tridimensional del entorno. Para situarse en el modelo y conocer su posición relativa en el mapa debe usar el GPS, pero como la posición del GPS puede estar equivocada en diversos metros debido

a un retraso en la emisión, también es preciso utilizar el sistema de navegación inercial (INS, de Inertial Navigation System), que usa acelerómetros y sensores de rotación para calcular continuamente una estimación de la posición, orientación y velocidad del movimiento del coche.

El principal obstáculo para la implementación de los vehículos autónomos no es la tecnología, ya probada, sino los factores políticos, jurídicos, de regulación, de infraestructuras y de responsabilidad que conlleva. Las leyes se están adaptando de diferentes formas según las zonas:

Unión Europea

Aún no hay una norma ni consenso entre todos los países para regular la presencia de este tipo de vehículos en nuestras carreteras. Por su parte, el gobierno británico ha indicado que no hay barreras legales para probar los vehículos autónomos en las calles públicas del país, pero ha aclarado que deben modificarse las normas viales y de control de vehículo para permitir que puedan transitar libremente. Se están realizando pruebas piloto, por ejemplo en Gotemburgo, Suecia, donde en 2017 estaba previsto que 1.000 vehículos autónomos Volvo se desplegaran en la vía pública. También en Suecia, en concreto en la mina de Boliden, Kristineberg, se están probando camiones Volvo FMX sin conductor en operaciones regulares.

Estados Unidos

En Estados Unidos se prevé la puesta en funcionamiento generalizada de vehículos autónomos antes de que termine la presente década. Algunos estados, como California, Nevada y Florida, han autorizado el uso de vehículos autónomos en la vía pública. Sin embargo, la mayoría de los estados no cuentan con ninguna ley de conducción autónoma.

Nevada ha sido pionero en este campo. En junio de 2011 fue el primer estado en promulgar una ley sobre automóviles sin conductor. Entró en vigor el 1 de marzo de 2012 y el Departamento de Vehículos a Motor de Nevada otorgó la primera licencia a un coche sin conductor en mayo de 2012. Se trataba de un Toyota Prius modificado con tecnología experimental de Google. En cuanto a los camiones autónomos, en 2015 autorizó a Daimler AG a hacer circular su prototipo Freightliner Inspiration, probado

previamente en Alemania.

Cómo afectará el vehículo autónomo a las personas

Dado que el vehículo autónomo representa un cambio de paradigma enorme en materia de movilidad, las personas necesitaremos un tiempo para adaptarnos y reubicarnos. Pasaremos por diferentes etapas que se irán solapando unas con otras. De hecho, la Sociedad de Ingenieros de la Automoción ha establecido cinco niveles de automatización que bien podrían corresponderse con cinco etapas de implantación del vehículo autónomo. Serían las siguientes:

1. Asistencia al conductor

   El vehículo cuenta con algún sistema de automatización de la conducción, como la alerta de cambio involuntario de carril o el control de velocidad de crucero, pero el conductor es quien acaba tomando la decisión final al volante, por lo que tiene que estar cien por cien atento a lo que ocurre en la carretera. Ahora ya estamos en este nivel (y en algunos modelos casi en el siguiente). Muchos vehículos cuentan con sensores para encender las luces o activar el limpiaparabrisas, que además adquiere una velocidad u otra según el nivel de intensidad de la lluvia. Otros cuentan con climatizador, que regula en todo momento la temperatura interior según lo solicitado por los usuarios. También se pueden activar funciones mediante la voz: realizar llamadas telefónicas, reproducción de música, etc.

2. Automatización parcial de la conducción

   Aquí el conductor debe seguir muy atento al volante, pero el vehículo ya es capaz de actuar de forma independiente en determinadas situaciones: puede incorporar tecnologías de aparcamiento pilotado o un asistente de conducción en atascos, mantenerse por sí solo en un carril a una velocidad constante o seguir al coche delantero durante determinados periodos de tiempo. Actualmente algunos modelos tienen incorporada la posibilidad de aparcar de forma autónoma, y cuentan

con sensores y cámaras que permiten una relación más fácil respecto a los obstáculos que rodean al vehículo.

3. Automatización condicionada

   En este tercer nivel ya entra en juego la monitorización del entorno 360º para que el vehículo pueda responder ante imprevistos. En cierto modo, el coche es capaz de «pensar» y tomar la decisión más adecuada en cada momento, incluso puede cambiar de carril o frenar para evitar una colisión. En esta etapa el conductor aún no puede bajar la guardia, ya que debe reaccionar con rapidez si el coche no es capaz de actuar.

4. Alta automatización

   En esta fase el conductor comienza a ser prescindible, ya que el vehículo toma decisiones de conducción cada vez más complejas. El equipamiento del vehículo incluye sofisticados sensores, detectores, radares y GPS, que le permiten estudiar el entorno en que se mueve para tomar las mejores decisiones en función de cada situación. No obstante, aún puede aparecer alguna situación en que el sistema no pueda mantener el control absoluto.

5. Vehículo autónomo

   Esta ya es la última fase, el máximo nivel de automatización del vehículo, que cuenta con el control total de la conducción. El diseño del habitáculo puede carecer de volante, palanca de cambio y pedales. Los ocupantes son transportados sin intervenir en la conducción.

Esto, como digo, va a cambiar (de hecho, ya está cambiando) un paradigma muy arraigado en las sociedades industrializadas. Todavía hoy en muchos sitios el paso de la adolescencia a la edad adulta está marcado por la compra del primer coche, con el que los jóvenes adquieren independencia. A ese primer coche siguen otros, cada uno adaptado al momento de la vida de la persona. De alguna forma se podría aplicar la frase «dime qué coche tienes y te diré en qué etapa de la vida te encuentras». Así, los jóvenes habitualmente se decantan por vehículos más pequeños y deportivos, con diferencias entre las chicas y los chicos. Las preferencias cambian a medida que, gracias al trabajo, se produce un ascenso en la escala social, con coches más espaciosos y lujosos en la medida en que se gana poder adquisitivo. De nuevo el tipo de

coche cambia cuando la familia crece: monovolúmenes, coches familiares, SUV espaciosos, etc. ¡Incluso varios coches para varias situaciones! Si se produce un divorcio, a menudo se vuelve al coche deportivo, aunque con mayores elementos de seguridad, una característica que en esos momentos se valora más que en anteriores etapas de la vida.

Lógicamente, se trata de una reducción simplista, pero más o menos así ha sido en las últimas décadas. Sin embargo, esta situación está empezando a cambiar. Según un estudio realizado entre adolescentes, por primera vez una amplia mayoría prefiere tener un buen móvil antes que un coche. Esto es un punto de inflexión que marca una época. Ese coche que antes era un símbolo en la vida de un adolescente ahora es un elemento superfluo, o menos importante que un buen *smartphone*.

En 20 años comprar un coche será un lujo o una excentricidad, como quien compra hoy en día un vinilo o un DVD. Puede parecer raro, pero estamos yendo hacia ahí. Los cambios son más rápidos de lo que somos capaces de imaginar. Si en 2005 alguien te hubiera contado que en 2018 no habría prácticamente CD y que toda la música estaría en una cosa que se llama «la nube», te hubiera entrado la risa. O si te hubieran explicado que en 2020 el 60 por ciento de las habitaciones turísticas de Barcelona, segunda ciudad más visitada del mundo, serían propiedad de particulares y se gestionarían a través de una web llamada Airbnb, lo mismo.

La cultura del pago por uso se está extendiendo desde otros sectores, de manera que cada vez más personas, en especial jóvenes, consideran que no es importante tener un coche en propiedad, sino poder desplazarse de un modo u otro cuando lo necesiten y pagar por ese uso. Esto cambia radicalmente los usos y costumbres de la sociedad. En un futuro no muy lejano, creo que no más de una década, recurriremos a una empresa cuando tengamos que hacer cualquier tipo de desplazamiento y alquilaremos un vehículo autónomo que vendrá a nuestra casa, nos recogerá y nos llevará adonde queramos ir. Consecuencia: menos coches (y la mayoría eléctricos), menos parkings, menos tiempo circulando o buscando aparcamiento, menos contaminación, etc. Todo son ventajas. Salvo para el sector del automóvil, claro, que como veremos tendrá que afrontar en los próximos años una reconversión sin precedentes.

El cambio empezará en las grandes urbes como Londres, París, Madrid,

Nueva York, Barcelona, Tokio, Singapur… La tecnología y los nuevos hábitos contribuirán a crear ciudades más humanas, con más espacios para los peatones y con sistemas de movilidad muy diferentes a los actuales. Los niveles de seguridad aumentarán y los accidentes casi desaparecerán, por lo que tampoco serán muy necesarios los seguros de automóvil. Queda por ver, es sí, de quién será la culpa cuando se produzca un accidente (de los pocos que habrán): ¿del fabricante del coche? ¿Del Ayuntamiento? ¿Del fabricante de sensores?

Cambiará también el interior de los vehículos. El espacio será más amplio, más acogedor y diseñado para que los usuarios puedan desarrollar actividades lúdicas o de trabajo, ya que mientras nos desplazamos podremos leer, trabajar, jugar, interactuar con otros usuarios, etc. Sin que hagamos nada, el vehículo analizará el recorrido más rápido y más cómodo, y gestionará las condiciones internas para responder a las exigencias de comodidad de los usuarios.

Desaparecerán también las multas de tráfico, pues el vehículo autónomo estará programado para respetarlas en todo momento, manteniendo siempre la distancia adecuada y actuando ante cualquier evento inesperado. Por supuesto, ni que decir tiene que aparca sin necesidad de intermediación humana. Nos dejará en la puerta de nuestro destino y se irá solito a «aparcarse», como KITT, el «coche fantástico» de la mítica serie de los ochenta (titulada *El auto increíble* en México y *El auto fantástico* en el resto de Latinoamérica). Todo esto, que hasta hace nada parecía ciencia-ficción, se irá colando de manera paulatina en nuestras vidas hasta que llegue un momento en que nos parezca lo más normal del mundo.

Cómo afectará el vehículo autónomo a las empresas

Toda esta disrupción en la manera de movernos y viajar con el coche afectará a multitud de sectores: alquiler de coches, parkings, compañías de seguros, talleres, taxis, grúas, limpieza de coches, compañías de autobuses, metro, tren, gasolineras, concesionarios de coches, transporte de mercancías, autoescuelas, etc. Será un cambio que afectará enormemente a nuestras vidas y nuestro entorno, incluso al paisaje, sobre todo al urbano.

En el ámbito de la empresa, la parte logística experimentará una

revolución que, además, va a ir muy rápido. Tesla ha empezado a comercializar en 2018 camiones autónomos, o sea, sin conductor, mientras que Uber ha probado durante 2017 y 2018 en las carreteras de Arizona camiones autónomos para grandes rutas. Estos camiones están funcionando con conductores por si fuera necesaria su intervención, pero en la práctica sólo están conduciendo en las distancias cortas, en el último tramo en que la carga debe ser entregada al cliente final. Hay todavía algunos frenos en cuanto a la capacidad de fabricación, la regulación y la cultura de la movilidad, pero se acabará imponiendo, pues las ventajas en cuanto a costes y eficiencia son enormes. Ahora un camionero tiene que parar cada dos o tres horas a descansar. Con el camión autónomo no será necesario, y además los accidentes tenderán a cero.

Como digo, el impacto de esta tecnología sobre la industria será enorme y afectará a diferentes sectores o ámbitos relacionados con la movilidad:

- **Coches eléctricos**

  Los vehículos autónomos serán enteramente eléctricos. Lógicamente, se tratará de un proceso paulatino en el que el coche de gasolina o diésel convivirá con el híbrido y el eléctrico, como ya está empezando a pasar, pero a medida que mejoren las baterías y se desarrolle el almacenaje de electricidad, el vehículo se hará puramente eléctrico.

- **Petróleo**

  En consecuencia, la industria del petróleo tendrá que transformarse y centrar su objeto en la industria petroquímica y de derivados. La refinería de combustibles dejará de ser un negocio. De hecho, ¡no habrá gasolineras!

- **Pago por uso**

  Aumentará el número de vehículos compartidos, pero se reducirá mucho el parque móvil. Hoy día, casi cualquier persona adulta en un país avanzado tiene un coche en propiedad. Incluso hay familias en las que cada uno de sus miembros tiene su respectivo vehículo. En un futuro muy cercano, todas esas personas compartirán vehículo y pagarán por su uso. Ya funcionan iniciativas como Uber, Blablacar, Cabify, etc., que son una ampliación de los servicios que

tradicionalmente realizaban los taxis. Las grandes ciudades están apoyando iniciativas de pago por uso en automóviles, motocicletas y bicicletas.

- **Transformación de los grandes fabricantes**

  Visto lo visto, lo lógico es que los grandes fabricantes de automóviles se transformen para adaptarse a la nueva situación. Es arriesgado prever si serán ellos quienes consigan imponerse en el nuevo mercado o lo harán las compañías surgidas alrededor del alquiler de vehículos o del *carsharing*. En cualquier caso, algunos intentarán migrar de la venta de coches a la venta de servicios, ya sea el uso de los vehículos u otros servicios asociados a la movilidad.

- **Carnet de conducir**

  Los *millennials* ya empiezan a no ver necesario el carnet de conducir, y esta tendencia irá en aumento. Esto supondrá, en la práctica, la desaparición de las autoescuelas.

- **No habrá parkings**

  Otro sector condenado casi a la desaparición serán los aparcamientos públicos. La nueva filosofía alrededor del vehículo no requiere de un espacio donde dejar el coche. El cliente llamará a la empresa (o contactará con ella por medio de una aplicación) y ésta le enviará un vehículo que le llevará hasta el destino elegido. La empresa responsable del vehículo gestionará las demandas para que esté parado el menor tiempo posible y se responsabilizará de almacenarlo cuando no esté en uso, lo que hará en sus propias instalaciones.

- **Nuevas formas de desplazarse**

  Por último, aparecerán nuevos negocios relacionados con nuevas formas de desplazarse. Ya se está trabajando, por ejemplo, en un nuevo sistema llamado Hyperloop, que consiste en un túnel por dónde se desplazará una especie de tren subterráneo a la velocidad del sonido. ¿Te imaginas viajar de Barcelona a Madrid en 10 minutos por 5 euros? Pues esa es la idea. El sistema combina la tecnología de imanes con la energía solar, por lo que además de rápido y económico es ecológico. Tiene coste industrial de instalación alto, pero un coste mínimo de mantenimiento. En Estados Unidos ya se está probando, aunque calculo

que no llegará antes de 20 años.

El futuro también pasa por el vehículo volador autónomo, que además de las prestaciones que ya hemos visto en el coche autónomo tendrá la capacidad de trasladarse por el aire. Ahí es donde está hoy día la investigación, en conseguir prototipos capaces de trasladar a las personas por el aire, algo similar a lo que tantas veces hemos visto en películas futuristas. Drones capaces de trasladar por el cielo a un soldado ya se están probando en el ámbito militar, que suele ser uno de los sectores más interesados en nuevas tecnologías, como vimos en el apartado dedicado a la robótica.

Aunque los proyectos son aún muy incipientes, el desarrollo del vehículo volador irá en paralelo a la posibilidad de volar de las personas sin necesidad de un vehículo, o sea, utilizando un traje o un aparato determinado. Esto afectará, como en toda tecnología disruptiva, tanto a las personas como a las empresas, ya que su uso hará prescindible la existencia misma de las carreteras tal y como hoy las entendemos. La ausencia de carreteras, además de reducir el impacto sobre el paisaje, especialmente en las ciudades, obligará a una transformación radical de las grandes constructoras de infraestructuras, ayudará al equilibrio entre países desarrollados y zonas más pobres del planeta, que no necesitarán invertir en infraestructuras viarias, etc.

Como te decía, el vehículo volador autónomo está aún en una fase muy primaria de su investigación, pero ya existen diferentes proyectos a lo largo del mundo. Larry Page, fundador de Google, es de nuevo uno de los pioneros y más activos impulsores de este tipo de vehículos, en este caso a través de la empresa Kitty Hawk, pero otras compañías, como Airbus, Uber o el Gobierno de Dubai están detrás de muchas startups que ya trabajan para sacar un vehículo volador al mercado. De hecho, Cameron Robertson, uno de los ingenieros aerospaciales que trabaja en Kitty Hawk, realizó públicamente un vuelo de prueba por encima del Clear Lake y aterrizó con éxito después de cinco minutos sobre una plataforma.

Las baterías siguen siendo un lastre para el desarrollo de mucha de esta tecnología. La capacidad de almacenar electricidad en grandes cantidades y en un espacio pequeño, así como la posibilidad de

recargarlas rápidamente, son cualidades indispensables para pensar en un artefacto volador asumible por la ciudadanía y rentable para la industria.

El coche volador tendrá que hacer frente no sólo a las dificultades técnicas, sino a las trabas que la legislación impone actualmente. Cabe recordar que está prohibido sobrevolar las ciudades con drones, así que será complicado controlar y manejar un número indeterminado de vehículos voladores sobre los cielos de nuestras ciudades. Es fácil imaginar los peligros de sobrevolar cualquier zona habitada. Por eso, en Estados Unidos ya están trabajando en un nuevo software capaz de gestionar en tiempo real una gran cantidad de artefactos voladores, con pasajeros o sin ellos, sin riesgo para la población.

Para saber más

UNIVERSIDADES

- Technische Universiteit Eindhoven University of Techno logy (<https://educationguide.tue.nl/programs/bachelor-college/use-learning-trajectory/the-future-of-mobility/>)
- Zeppelin University (<https://www.zu.de/info-wAssets/studiengaenge/dokumente/pdf/eMA_MOBI_Info.pdf>)
- Green Drive - European Master's (<http://www.master-greendrive.eu/>)

CENTROS DE INVESTIGACIÓN

- Fraunhofer (<https://www.fraunhofer.de/en/research/fields-of-research/mobility-transportation/automotive-technology.html>)
- Future Mobility Lab (<https://www.futuremobilitylab.de/>)
- University of Waterloo (<https://uwaterloo.ca/autonomous-connected-car-research/>)
- INSIA (<http://insia-upm.es/>)

CONGRESOS

- Collision (<https://collisionconf.com/autotech?gclid=EAIaIQobChMIzPfPyv-G2gIVUBDTCh1S9wskEAAYAiAAEgKBpfD_BwE>)
- Autonomous Vehicle Safety Regulation World Congress (<http://www.autonomousregulationscongress.com/en/>)
- Autonomous Vehicle Technology World - Expo 2018 (<http://www.autonomousvehicletechnologyworldexpo.com/en/>)
- Autonomous Vehicle Technology - Test & Development Symposium 2018 (<http://www.autonomousvehiclesymposium.com/en/>)

OTRAS FUENTES

- Definición: <https://es.wikipedia.org/wiki/Veh%C3%ADculo_aut%C3%B3nomo>
- Evolución: <https://www.youtube.com/watch?v=FaLCQo8NJFA>
- Usos: <https://www.google.com/selfdrivingcar/>
- Impacto social: <https://www.theguardian.com/commentisfree/2017/aug/06/the-guardian-view-on-electric-cars-theyll-change-the-world>
- Tendencias: <https://www.nytimes.com/2017/04/24/technology/flying-car-technology.html?mcubz=1>

LIBROS

- *Driverless: Intelligent Cars and the Road Ahead* / Hod Lipson y Melba Kurman / The MIT Press.
- *The Driver in the Driverless Car: How Our Technology Choices Will Create the Future* / Vivek Wadhwa y Alex Salkever / Berrett-Koehler Publishers.
- *The Big Data Opportunity in Our Driverless Future* / Evangelos Simoudis / Corporate Innovators.
- *Faster, Smarter, Greener: The Future of the Car and Urban Mobility* / Charles H. Fine, V. Sumantran, David Gonsalvez / The MIT Press.

7

Biotecnología

Breve descripción

La biotecnología es «una y trina», pues aúna en uno tres conceptos de origen griego:

- bio, que proviene del griego βίος [bíos] y que significa vida;
- tecno, de τέχνη [tecne], que significa destreza; y
- logía, del griego -λογία [logía], que significa tratado, estudio, ciencia.

En la práctica, consiste en el uso de técnicas para la modificación de organismos vivos. O sea, es la tecnificación de la biología.

Su definición se estableció en un informe publicado en 1982 por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE): «Aplicación de los principios científicos y técnicos al tratamiento de los materiales por los agentes biológicos para obtener bienes y servicios». Los agentes a los que se refiere la definición son principalmente microorganismos, células animales y vegetales, y enzimas. Los bienes y servicios son principalmente los productos de las industrias farmacéutica, biomédica, alimentaria y de transformación de materias primas.

Otra definición un poco más reciente la encontramos en el Convenio sobre Diversidad Biológica de 1992: «Toda aplicación tecnológica que utilice

sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos».

Las aplicaciones de la biotecnología son numerosas y afectan a diferentes ámbitos y sectores: la atención sanitaria, donde aporta nuevos enfoques para el tratamiento de enfermedades; la agricultura, con el desarrollo de cultivos y alimentos mejorados, así como de cultivos para usos no alimentarios (plásticos biodegradables, aceites vegetales y biocombustibles); el medio ambiente, con aplicaciones de «biorremediación» como el reciclaje, el tratamiento de residuos y la limpieza de sitios contaminados por actividades industriales; etc.

Descripción detallada y ejemplos

La biotecnología, más que una disciplina, es un conjunto de actividades basadas en la bioquímica, la biología molecular y celular, la genética, la inmunología y los tratamientos de datos. Utiliza todas estas disciplinas para lograr una nueva revolución que afecta a la salud humana y animal, a la agricultura y la alimentación, a la selección y mejora de animales y plantas, al medio ambiente, etc. Sus posibilidades no han hecho sino iniciarse, y durante el siglo XXI se verán, sin duda, incrementadas.

Actualmente, las aplicaciones de la biotecnología tienen su propia clasificación, basada en un curioso código de colores:

- **Biotecnología roja**

  Son las aplicaciones a procesos médicos. Algunos ejemplos son la obtención de organismos para producir antibióticos, el desarrollo de vacunas y nuevos fármacos más seguros, los diagnósticos moleculares, las terapias regenerativas y la curación de enfermedades a través de la manipulación genética.

  La biotecnología está aportando ya herramientas para un diagnóstico más rápido y preciso de algunas enfermedades. El diagnóstico molecular y genético aporta ventajas sobre métodos de diagnóstico largos y tediosos como el cultivo microbiológico, la tinción

histológica o las pruebas químicas y determinaciones en suero, que además requieren mucha mano de obra y son muy difíciles de manejar.

También ha dado lugar al desarrollo de una nueva disciplina, la patología molecular, que permite establecer un diagnóstico del cáncer ya no basado en la morfología del tumor, como hace la anatomía patológica clásica, sino en las alteraciones genéticas y bioquímicas. La patología molecular permite no sólo la detección precoz de las células malignas, sino también su clasificación. Un tumor detectado en sus fases iniciales y bien clasificado puede ser eliminado con mayor facilidad, lo que puede salvar tantas o más vidas que el desarrollo de nuevas terapias.

- **Biotecnología blanca**

  También conocida como biotecnología industrial, es la aplicada a procesos industriales. Un ejemplo es la obtención de microorganismos para generar un producto químico o el uso de enzimas como catalizadores o inhibidores enzimáticos industriales, ya sea para producir productos químicos valiosos o destruir contaminantes químicos peligrosos. Se aplica también a la industria textil para la creación de nuevos materiales, así como en la producción de biocombustibles. Su principal objetivo es la creación de productos fácilmente degradables, que consuman menos energía y generen menos desechos durante su producción.

- **Biotecnología verde**

  Es la biotecnología aplicada a la agricultura. Un ejemplo es la obtención de plantas transgénicas capaces de crecer en condiciones ambientales desfavorables o plantas resistentes a plagas y enfermedades. Aporta soluciones en un principio más amigables con el medio ambiente que los métodos tradicionales de la agricultura industrial, pues evita el uso de plaguicidas y permite aumentar sustancialmente recursos naturales como los bosques.

- **Biotecnología gris**

  Es aquella aplicada al medio ambiente, o sea, al mantenimiento de la biodiversidad, la preservación de las especies y la eliminación de contaminantes y metales pesados de la naturaleza. Está muy ligada a la

llamada biorremediación, proceso por el cual se utilizan microorganismos para la limpieza de un espacio contaminado. Esos microorganismos degradan y destruyen los compuestos contaminantes.

Los entornos marinos son especialmente vulnerables a los derrames de petróleo. La degradación de hidrocarburos por comunidades microbianas se ha demostrado eficaz para combatir este tipo de contaminación. El derrame del petrolero *Exxon Valdez* en Alaska en 1989 fue el primer caso en que se utilizó este sistema de biorremediación a gran escala de manera exitosa. Se estimuló a la población bacteriana con suplementación de nitrógeno y fósforo.

- **Biotecnología azul**

  También llamada biotecnología marina. Se encuentra en una fase temprana de desarrollo. Sus aplicaciones son prometedoras en los campos de la acuicultura, los cuidados sanitarios, la cosmética y los productos alimentarios.

Ya hemos visto sus principales usos, pero ¿cuáles son las ventajas y los riesgos (que también los tiene) de la biotecnología?

La principal ventaja es el aumento del rendimiento en cualquiera de los ámbitos donde se aplica. Por ejemplo, mediante organismos genéticamente modificados (OGM) el rendimiento de los cultivos aumenta, obteniendo más alimento con menos recursos y logrando que se pierdan menos cosechas por plagas o por factores ambientales. Cada vez que un OGM es modificado para resistir una determinada plaga se contribuye además a reducir el uso de los plaguicidas asociados a la misma, que causan grandes daños ambientales y a la salud. También permite cultivar en condiciones extremas, lo que ayuda a los países que tienen peores condiciones (falta de agua, tierras poco fértiles, etc.). Por otra parte, se pueden introducir vitaminas y proteínas adicionales en los alimentos, así como reducir los alergenos y las toxinas naturales.

En cuanto a los riesgos, se pueden clasificar en dos categorías diferentes: riesgos para el medio ambiente y riesgos para la salud de humanos y animales. En cuanto a los primeros, cabe señalar la posibilidad de polinización cruzada, es decir, de que los cultivos genéticamente modificados se extiendan a campos cercanos no modificados genéticamente. Esto puede

dar lugar, por ejemplo, al desarrollo de maleza más agresiva o de parientes silvestres con mayor resistencia a las enfermedades, trastornando así el equilibrio del ecosistema.

Otros riesgos ecológicos surgen del gran uso de cultivos modificados genéticamente con genes que producen toxinas insecticidas, como el gen del *Bacillus thuringiensis*. Esto puede hacer que se desarrolle una resistencia al gen en poblaciones de insectos expuestas a cultivos modificados genéticamente. También puede haber riesgo para especies que no son el objetivo, como aves y mariposas. También se puede perder biodiversidad como consecuencia del desplazamiento de cultivos tradicionales por un pequeño número de cultivos modificados genéticamente.

En cuanto a los riesgos para la salud, existen riesgos de transferir toxinas de una forma de vida a otra, de crear nuevas toxinas o de transferir compuestos alergénicos de una especie a otra, lo que podría dar lugar a reacciones alérgicas imprevistas. También existe el riesgo de que bacterias y virus modificados escapen de los laboratorios de alta seguridad e infecten a la población humana o animal.

Por otra parte, el Protocolo de Cartagena sobre la Seguridad de la Biotecnología del mencionado Convenio sobre la Diversidad Biológica llama la atención sobre los riesgos que puede implicar la modificación genética de organismos. La ingeniería génica es el «conjunto de técnicas que permite alterar las características de un organismo mediante la modificación controlada de su genoma, por adición, supresión o modificación de alguno de sus genes». Esta tecnología permite modificar el patrimonio genético de un organismo, el hombre incluido, mediante la transferencia de genes aislados o creando secuencias artificiales de información genética, con lo que se consigue añadir nuevas propiedades o cambiar las existentes en una simple célula o un organismo superior.

La parte de la biotecnología relacionada con la alteración de los genes es un avance enorme en la historia de la ciencia y de la Humanidad, pues permite, entre otras cosas, conocer las causas subyacentes de muchas enfermedades y diseñar terapias más efectivas y cada vez más personalizadas, pero también abre la puerta a manipulaciones incontroladas y a usos poco éticos en la medida en que la tecnología se simplifica y se hace más asequible.

Las terapias génicas han modificado totalmente el sistema de creación de

medicamentos. Si hasta hace poco un medicamento era el fruto de un proceso de prueba y error, el estudio de las causas de las enfermedades a nivel molecular ha marcado un punto de inflexión en la industria, permitiendo nuevos enfoques científicos basados en un diseño «racional» (en lugar de «al azar») de los medicamentos. Ahora los investigadores pueden definir mejor las mutaciones genéticas que están en la base de ciertos tipos de enfermedades, lo que les permite seleccionar subconjuntos de pacientes que tienen más probabilidades de beneficiarse de una terapia particular. En definitiva, la mejor comprensión de la genética humana está permitiendo crear terapias concretas para cada caso, con menos efectos adversos para el paciente y mayores garantías de éxito.

Para adaptarse a estas nuevas circunstancias marcadas por las terapias génicas, la Food & Drug Administration (FDA) de Estados Unidos ha tenido que agilizar y acelerar sus procesos de aprobación de medicamentos. El tiempo medio de aprobación de un nuevo medicamento se ha reducido hasta los 4 meses, lo que está permitiendo a las empresas rentabilizar antes las ingentes cantidades invertidas en investigación y, sobre todo, poner los medicamentos en el mercado con mucha más rapidez que hace sólo unos años. Aunque también, por otra parte, sigue existiendo el riesgo de que las inversiones no consigan el retorno deseado y que años de trabajo no desemboquen en una solución que se pueda poner en el mercado. Hay, por tanto, tanto éxitos que han dado lugar a grandes multinacionales como fracasos que se han quedado en el camino. Estas son algunas de las grandes corporaciones biotecnológicas actuales:

- *Celgene Corporation*

  Está centrada en el tratamiento contra el cáncer y las enfermedades inflamatorias. No sólo desarrolla sus propios productos, sino que colabora con grandes farmacéuticas en el lanzamiento de otros productos. A pesar del elevado riesgo que acompaña a las empresas del sector, Celgene ha conseguido mantener niveles de crecimiento de forma estable a lo largo del poco tiempo que lleva cotizando en bolsa.

- *Gilead Sciences, Inc.*

  Ha conseguido crecer a un ritmo de hasta el 30 por ciento en los últimos cinco años gracias a ser la compañía líder en tratamientos

contra el VIH y tener un exitoso medicamento contra la hepatitis C.

- *Exelixis, Inc.*

  Enfocada en los tratamientos contra el cáncer ha conseguido un fármaco antitumoral exitoso en el tratamiento de una gran parte de los principales tipos de cáncer.

- *Enzo Biochem, Inc.*

  Enzo cuenta en su oferta con terapias para el tratamiento del cáncer, la diabetes y enfermedades cardiovasculares e infecciosas.

- *AbbVie Inc.*

  Centrada en el tratamiento de enfermedades del sistema inmunológico, ha presentado soluciones para el tratamiento de la leucemia, la hepatitis C y el VIH. AbbVie está además involucrada en diferentes fármacos para el tratamiento de distintos tipos de esclerosis.

Cómo afectará la biotecnología a las personas

Como hemos visto, la biotecnología es un concepto que está presente de manera general en la vida de la población desde que nos levantamos hasta que nos vamos a la cama y desde que nacemos hasta que morimos. A través de la alimentación, de los medicamentos, de los biocombustibles, etc. Sin embargo, determinar qué impacto puede tener un aspecto concreto y particular de la biotecnología en el futuro es complejo, porque intervienen una serie de condicionantes que van más allá de la tecnología.

Están, por ejemplo, las cuestiones morales y las convicciones religiosas o culturales. En no pocas ocasiones, los desarrollos de la biotecnología plantean reticencias éticas y acaban convirtiéndose en objeto de debate público. La manipulación de embriones humanos o el uso de animales en la investigación pueden resultar particularmente ofensivos para algunos grupos de personas, cuyos puntos de vista suelen afectar al progreso y a la disponibilidad de los avances de la biotecnología en diferentes sociedades.

Otro freno al avance de la biotecnología es la regulación propia de cada país. A medida que se producen avances, los gobiernos desarrollan

normativas y directrices que tratan de minimizar los riesgos para las personas y el medio ambiente. Esto hace que en algunos lugares se avance más que en otros.

En cualquier caso, me atrevo a aventurar que el impacto en la alimentación y en la sanidad va a ser enorme. Se podrán producir alimentos a mucho menor coste con las mismas propiedades que los alimentos producidos por la agricultura y la ganadería tradicionales, incluso enriquecidos, y con un impacto mucho menor sobre el planeta. Y se podrán erradicar enfermedades pandémicas casi de un plumazo a un coste también muy bajo. O sea, un auténtico sueño para cualquier científico que aspire a mejorar la Humanidad.

Visualizo, como producto de estos avances, la erradicación del hambre en el mundo, uno de los objetivos prioritarios de Naciones Unidas dentro de los llamados Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Visualizo también la desaparición de una serie de enfermedades que hoy día matan a millones de personas en el mundo, no sólo porque tendremos medicamentos más eficaces, sino porque podremos prevenirlas mejor y ajustar el tratamiento a cada persona. Esto alargará la esperanza de vida y, llevado al extremo, puede dar lugar a un viejo sueño de la Humanidad: la inmortalidad. Tengo un buen amigo científico que me dijo una vez: «Ángel, si vives veinte años más te hago inmortal». Y es que hay quien ya habla de «la muerte de la muerte», algo planteado cientos de veces en la literatura y el cine y que por primera vez se puede plantear como un reto de futuro con una base científica sólida. Hay quien afirma que dentro de dos o tres décadas la muerte será opcional. No me atrevo en este caso a hacer una previsión, y menos aún a concretarla en el tiempo, pero sin duda la tecnología va a permitir alargar la vida hasta límites ahora insospechados.

Cómo afectará la biotecnología a las empresas

La biotecnología, de hecho, no es algo nuevo, pero las nuevas tecnologías han hecho que «explote» en los últimos años. Ya han aparecido muchas compañías que han visto en esto un negocio, como producir fármacos con un nivel de precisión hasta ahora inimaginable. Esto, como siempre, es una oportunidad para la creación de nuevas empresas y una amenaza para las

existentes que no sepan adaptarse. Una empresa farmacéutica tradicional, por ejemplo, puede verse amenazada por una empresa biotecnológica, que puede crear productos de una manera mucho más sofisticada, con mayor impacto y menor coste. El desarrollo de una nueva molécula siguiendo los métodos de ensayo clínico y validación tradicionales suele llevar varios años, con el elevado coste que eso implica, mientras que la misma molécula se puede probar y certificar en cuestión de meses.

Ya se están produciendo avances sorprendentes tanto en el diagnóstico como en el tratamiento. Ahora ya es posible saber con una simple gota de sangre las probabilidades de desarrollar diferentes tipos de cáncer, y además hacerlo en casa, con una maquinita que vale 100 dólares y se conecta a tu *smartphone*. ¡Y al momento! El análisis de millones de casos gracias a la computación ha permitido detectar una serie de patrones biológicos y genéticos y establecer un porcentaje de probabilidad de desarrollar ciertos tipos de cáncer a partir de una serie de marcadores. Esto es brutal, una auténtica revolución, pues la mejor terapia contra el cáncer, igual que contra otras enfermedades, es la prevención y la detección precoz.

Esto cambia las reglas del juego a nivel empresarial y abre el terreno a miles de nuevos negocios. Fíjate en el cambio: actualmente el tratamiento de una enfermedad empieza cuando la persona detecta un síntoma. Entonces va al médico, le hacen una serie de pruebas, espera un tiempo a tener el resultado y entonces va a un médico, que establece un diagnóstico (y a partir de ahí un tratamiento). En el futuro no muy lejano, muchas enfermedades se «diagnosticarán» antes de que aparezca ningún síntoma, de forma inmediata, en casa y sin la intervención de un médico.

La aplicación de la biotecnología a la alimentación también dará lugar a la aparición de nuevos negocios, como la fabricación de alimentos genéticamente modificados para ofrecer mejores propiedades o de alimentos-medicamentos, es decir, alimentos que curarán enfermedades o que permitirán mantenerlas a raya (un yogur para diabéticos con insulina genéticamente preparada, por ejemplo).

La industria alimentaria representa un buen porcentaje del PIB en cualquier país, así que es fácil imaginar el impacto que puede tener una tecnología capaz de producir nuevos alimentos, de modificar genéticamente los existentes, de variar la manera de producir o conservar los alimentos, etc.

Ya se están empezando a hacer cosas tan sorprendentes como fabricar hamburguesas de carne sin que intervenga ningún animal en el proceso. O sea, carne de laboratorio, carne que replica biotecnológicamente las propiedades de la carne. ¡Y a un coste infinitamente inferior a tener que criar una vaca! Y, por si esto fuera poco, con un impacto ambiental mucho menor, pues la ganadería es más contaminante que muchas industrias.

¿Podemos imaginarnos fábricas de carne sin animales? ¿Un bistec de laboratorio, con todas sus proteínas, al precio de una lechuga? Entiendo que es difícil, porque supone un cambio de paradigma brutal, pero tecnológicamente será posible en breve.

Otro sector donde la biotecnología tendrá un gran impacto es el textil. ¿Te imaginas poder fabricar ropa con materiales que no se manchen ni se ensucien, o incluso que sean irrompibles? Esto puede acabar con la industria textil tradicional y con un montón de industrias asociadas. Si la ropa no se ensucia, ¿para qué queremos una lavadora o una tintorería?

Por tanto, la biotecnología ya está revolucionando, y lo hará mucho más en el futuro, toda la industria (en especial la alimentaria y la farmacéutica) mediante la introducción de la tecnología en todos los procesos, lo que va a suponer, entre otras cosas, un aumento en la capacidad a un coste muy inferior. Esto, visto desde el primer mundo, ya tiene una gran trascendencia, pero visto desde el tercer mundo es la bomba. Si a una comunidad pobre le aseguras la alimentación y la atención de salud, y encima le das acceso a toda la información y la formación *online* a través del móvil, ¡no hay límites!

Para saber más

UNIVERSIDADES

- Universidad Politécnica de Madrid (<http://www.upm.es/Estudiantes/Estudios_Titulaciones/EstudiosOficiale fmt=detail&prefmt=articulo&id=fd8c88ff1da0f210VgnVCM10000009c7
- Universidad de Salamanca (<http://www.usal.es/node/2182>).
- Universidad Politécnica de Valencia (<https://www.upv.es/titulaciones/GB/info/masinformacionc.html>).
- Universidad de Barcelona

(<http://www.ub.edu/web/ub/ca/estudis/oferta_formativa/graus/fitxa/B/G
- Carnegie Mellon University (<https://www.cmu.edu/bio/graduate/>)
- Biology (<https://biology.mit.edu/graduate/>)
- Universitat Ramon Llull (<https://www.iqs.edu/master-bioingenieria-2/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=MASTER_BIC

CENTROS DE INVESTIGACIÓN

- Centro Nacional de Biotecnología (<http://www.cnb.csic.es/index.php/es/>)
- Centro de Innovación e Investigación de la Universidad de Copenhague (<http://www.bric.ku.dk/>)
- Centro Interdisciplinar de Investigación en Biotecnología de la Universidad de Florida (<http://www.biotech.ufl.edu/>)
- Centro de Investigación de Biotecnología de la Universidad de Nothingham (<http://www.biotech.ufl.edu/>)
- Fiz New German Engineering (<http://www.fiz-biotech.de/en/>)
- IBIOIC (<http://www.ibioic.com/>)
- Biotechnology Innovation Organization (<https://www.bio.org/>)
- Innovation Centres (<http://www.innovationcentres.scot/innovation-centres/ibioic>)
- Stanford Medicine (<https://globalhealth.stanford.edu/>)
- Center for Biomedical Innovation (<http://cbi.mit.edu/>)

CONGRESOS

- Congreso Nacional de Biotecnología «Biotec» (<http://biotec2017.um.es/>)
- Congreso de Biotecnología Quorum 2018 (<http://www.congresoquorum.com/>)
- European Biotechnology Congress (<http://eurobiotech2018.eu/>)
- Global Biotechnology Congress (<http://globalbiotechcongress.com/>)
- 5th Biotechnology World Congress (<https://biotechworldcongress.com/>)
- Biotech and Money (<https://www.biotechandmoney.com/world-congress>)

- Global Biotechnology Congress 2019 (<http://globalbiotechcongress.com/>)
- Bio Core Exploring Scientific Community (<https://biocoreconferences.com/biotechnology2018/>)
- bio.it World (<http://www.bio-itworldexpo.com/>)
- European Congress on Biotechnology (<http://www.ecb2018.com/>)

OTRAS FUENTES

- Definición: <https://en.wikipedia.org/wiki/Biotechnology>
- Usos: <https://www.forbes.com/pictures/gihk45ge/1-gilead-sciences-inc/#6a818b3940c9>
- Usos: <http://www.nature.com/subjects/biotechnology>
- Usos: <http://www.investopedia.com/investing/biotech-stocks/>
- Evolución: <http://www.artisanpartnersglobal.com/docs/Biotech-Growth-Opps-in-a-Shifting-Landscape-vXUS.pdf>
- Evolución: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3178936/>
- Impacto social: <https://www.sciencelearn.org.nz/resources/1209-impacts-of-biotechnology-on-society>
- Tendencias: <https://www.forbes.com/sites/luketimmerman/2016/12/27/five-big-idea-biotech-trends-to-watch-in-2017/#28ad876f4c2d>

LIBROS

- *What's your Bio Strategy?* / Karl Schmieder y John Cumbers / Pulp Bio Books.
- *Life on the Edge* / Jim Al-Khalili y Johnjoe McFadden / Penguin Random House.
- *A New History of Life* / Joe Kirschvink / Bloomsbury Publishing.
- *Genentech: The Beginnings of Biotech* / Sally Smith Hughes / University of Chicago Press.
- *Fantastic Voyage: Live Long Enough To Live Forever* / Raymond Kurzweil / Plume.

8

Nanotecnología

Breve descripción

La nanociencia o nanotecnología es el estudio del funcionamiento de lo extremadamente pequeño y su posterior utilización en ámbitos científicos como la química, la biología, la física, la ciencia de los materiales o la ingeniería. Estamos hablando de la tecnología de lo minúsculo, de lo casi invisible, de dimensiones que están entre 1 y 100 nanómetros. ¿Y cuánto es un nanómetro? ¡Una millonésima parte de un milímetro! Para que nos hagamos una idea: un cabello tiene un diámetro aproximado de una décima parte de un milímetro. Pues bien, un nanómetro es ¡100.000 veces más pequeño!

A nuestra mente le cuesta hacerse una idea de estas dimensiones tan minúsculas. No sé si te servirá de mucho que te diga que un filamento de ADN humano tiene 2,5 nanómetros de diámetro, o que el diámetro de un átomo de oro mide 0,3 nanómetros. Pero tal vez te ayude la siguiente comparación: un nanómetro es respecto a un metro como un metro respecto al diámetro de la Tierra. En definitiva, estamos hablando de un mundo de dimensiones atómicas o poco más, sólo apreciable gracias a herramientas de observación muy sofisticadas y precisas.

La idea primaria y el concepto de nanociencia o nanotecnología aparecieron por primera vez en 1959, en concreto en una conferencia del

físico Richard Feynman pronunciada durante una reunión de la Sociedad Americana de Física. Años más tarde, el profesor Norio Taniguchi acuñó el término nanotecnología para referirse a sus trabajos sobre máquinas de ultraprecisión. No obstante, la nanotecnología tal como la conocemos hoy no empezó hasta que en 1981 se desarrolló el microscopio de efecto túnel, que permitía observar átomos.

Descripción detallada y ejemplos

Los científicos e ingenieros utilizan hoy la nanotecnología para crear nuevos materiales más resistentes, más ligeros, con mayor control del espectro de luz, con mayor reactividad, etc. Se trata, sin embargo, de una práctica antigua. El uso de altas temperaturas para modificar las propiedades de un material ya se aplicaba en la época de los romanos. Un ejemplo es el vidrio dicroico, en el que el oro coloidal y la plata en el cristal permiten que se vea verde opaco cuando se ilumina desde fuera pero rojo translúcido cuando la luz brilla por el interior.

Posteriormente, tanto árabes como cristianos descubrieron cómo esmaltar la cerámica para hacerla más brillante y resplandeciente incorporando nanopartículas metálicas de plata o cobre. Igualmente, las impresionantes vidrieras de las catedrales europeas deben sus colores a la presencia de nanopartículas de oro que actúan también como purificadores del aire a través de un proceso fotocatalítico.

En 1936 Erwin Müller inventó el microscopio de emisión de campo, instrumento que permitía conseguir imágenes de los materiales con resolución atómica. En 1981, Gerd Binnig y Heinrich Rohrer, que trabajaban en el laboratorio de IBM en Zurich, inventaron el microscopio de efecto túnel, permitiendo a los científicos ver por primera vez átomos individuales. Ambos científicos ganaron el premio Nobel por este descubrimiento en 1986.

En los ochenta asistimos a un salto exponencial en el desarrollo de la nanotecnología. En 1986, Gerd Binnig, Calvin Quate, y Christoph Gerber inventaron el microscopio de fuerza atómica, que tiene la capacidad de ver, medir y manipular materiales hasta fracciones de un nanómetro de tamaño. Y

en 1989, Don Eigler y Erhard Schweizer, del centro de investigación Almaden de IBM, manipularon 35 átomos de xenón, y esta demostración de la habilidad para manipular átomos con precisión marcó el comienzo de la utilización aplicada de la nanotecnología.

En la década de los noventa empezaron a operar las primeras empresas de nanotecnología: Nanophase Technologies, Helix Energy Solutions Group, Zyvex, Nano-Tex, etc. En paralelo, los descubrimientos siguieron apoyando el desarrollo de esta tecnología. Sumio Iijima, de NEC, acreditó en 1991 el descubrimiento de los nanotubos de carbono (CNT), unas composiciones enteramente de carbono y de forma tubular que tienen propiedades extraordinarias en términos de fuerza y conductividad eléctrica y térmica. C.T. Kresge y sus colegas en Mobil Oil descubrieron, en 1992, los materiales catalíticos nanoestructurados MCM-41 y MCM-48, que hoy día se utilizan mucho en las refinerías de petróleo, así como para el suministro de medicamentos, el tratamiento de aguas y otras aplicaciones. Por su parte, Moungi Bawendi, del MIT, inventó en 1993 un método para la síntesis controlada de nanocristales (puntos cuánticos), allanando el camino para aplicaciones que van desde la computación hasta la biología fotovoltaica de alta eficiencia e iluminación.

A finales de 1999 llegaron al mercado los primeros productos de consumo fabricados con técnicas de nanotecnología: materiales para automóviles que resisten abolladuras y arañazos, pelotas de golf capaces de mantener una trayectoria más recta, raquetas de tenis más rígidas para que la pelota rebote más rápido, bates de béisbol con mejor flex y «retroceso», calcetines antibacterianos, ropa resistente a las manchas, cosmética terapéutica más penetrante, recubrimientos de vidrio resistentes a los arañazos, baterías de recarga más rápida para herramientas eléctricas sin cables, etc.

Utilizando la nanotecnología se pueden modificar los materiales para hacerlos más fuertes, más ligeros, más duraderos, más reactivos o mejores conductores de la electricidad, por citar sólo algunas de las posibilidades. Gracias a esto, está revolucionando sectores industriales como las tecnologías de la información, la seguridad, la medicina, el transporte, la energía, la seguridad alimentaria, las ciencias ambientales, etc.

Hoy ya pueden encontrarse en el mercado, por ejemplo, tejidos con propiedades extraordinarias: antiarrugas, antimanchas, antibacterianos, etc. Y

se trabaja en prendas ligeras como una camiseta pero capaces de repeler una bala. O de detectar las constantes vitales de la persona que la lleva y detectar problemas de salud. O de aprovechar la energía solar que recibe o la energía del movimiento de la persona que la lleva, algo que podría servir, por ejemplo, para cargar el móvil mientras lo lleva encima.

Aplicadas sobre el cristal, las películas de nanoescala consiguen vidrios inteligentes que se convierten en verdaderas computadoras y permiten que en unas simples gafas podamos tener todo tipo de información presentada en diferentes ventanas, al más puro estilo de *Terminator* o de otras películas de ciencia ficción. Además, la nanociencia puede convertir un vidrio en conductor de electricidad, en repelente de la suciedad (autolimpiable), en resistente a los arañazos, etc. Algunas de estas capacidades están siendo poco a poco incorporadas al mercado, de manera que, por ejemplo, ya podemos comprarnos gafas con algunas de estas características.

Hay mucho más. La nanobioingeniería está permitiendo, por ejemplo, la aplicación de determinadas enzimas que permiten la conversión de la celulosa de las astillas de madera, de los tallos del maíz y de algunas gramíneas en etanol para combustible. La aplicación de la nanotecnología en materiales celulósicos también está detrás del desarrollo de una amplia gama de sectores industriales, entre ellos la electrónica, la construcción, el embalaje, la alimentación, la energía, la salud, el sector automotriz y el de defensa.

La nanoingeniería, por su parte, está dando origen a materiales termoeléctricos que consiguen controlar la temperatura, neumáticos de baja resistencia al rodamiento, productos electrónicos de alta eficiencia y bajo coste, películas de grosor mínimo destinadas a paneles solares inteligentes o aditivos que, añadidos al combustible, permiten reducir la contaminación.

En el listado de productos mejorados por la nanotecnología tenemos que incluir también los revestimientos cerámicos nanoestructurados, que permiten fabricar materiales de construcción mucho más duros y resistentes que los convencionales. Y los aceites de motor y lubricantes, que reducen el desgaste de la maquinaria industrial.

Veamos a continuación algunos sectores donde esta tecnología disruptiva está teniendo una mayor incidencia:

- **Electrónica y aplicaciones IT**

  La nanotecnología ha contribuido a grandes avances en computación y electrónica, consiguiendo que los sistemas sean más rápidos, más pequeños y con mayor capacidad de almacenar y gestionar información. Ha permitido, por ejemplo, la fabricación de transistores cada vez más pequeños. Para hacernos una idea de esta evolución, baste recordar que a principios del siglo XXI un transistor típico medía entre 130 y 250 nanómetros. En 2014 Intel creó un transistor de 14 nanómetros; un año después, IBM creó un transistor de 7 nanómetros; y en 2016, el laboratorio nacional de Lawrence Berkeley presentó un transistor de… ¡tan sólo un nanómetro!

  Gracias a la nanotecnología tenemos transistores cada vez más pequeños, más rápidos y de mayor calidad. Pronto toda la memoria de un ordenador cabrá en un único chip minúsculo. Además, gracias al uso de la memoria MRAM los ordenadores podrán arrancar casi al instante. Este nuevo tipo de memoria está conformada por uniones magnéticas de escala nanométrica y permite, entre otras muchas cosas, guardar rápidamente y con eficacia todos los datos cuando se apaga el sistema.

  En el caso de la informática y la electrónica, la nanotecnología está acercando cada vez más la realidad a las películas de ciencia ficción. Hoy ya existen audífonos ultra sensibles que se pueden llevar ocultos en el oído; recubrimientos antimicrobianos y antibacterianos en teclados y carcasas de móviles que refuerzan la higiene; pantallas flexibles para lectores de libros electrónicos… Y esto no ha hecho más que empezar. ¿Te imaginas poder llevar un ordenador tatuado en una mano?

- **Medicina y salud**

  La nanomedicina está permitiendo el desarrollo de herramientas médicas y tratamientos cada vez más eficaces. Esta vertiente de la nanotecnología se basa en la modificación a escala de los fenómenos biológicos para producir soluciones precisas para la prevención, el diagnóstico y el tratamiento de enfermedades. Nanopartículas de oro, por ejemplo, están siendo utilizadas ya para la detección de secuencias específicas de ácidos nucleicos, lo que permite prevenir algunas enfermedades genéticas. También están siendo investigadas

clínicamente como potenciales tratamientos para el cáncer y otras enfermedades.

- **Energía**

  Aplicada a las fuentes de energía tradicionales, la nanotecnología está consiguiendo mejorar los procesos y ayudar en la generación de energías alternativas y más limpias. En un primer estadio, está permitiendo conseguir combustibles más eficaces, menos contaminantes y más cuidadosos con la propia maquinaria o vehículo que los utilizan.

  Por otra parte, el uso de nanotubos de carbono en las redes de alta tensión está permitiendo el ahorro de energía al reducir considerablemente las pérdidas que se producen en el cableado tradicional.

  En el caso de la energía solar, las investigaciones están permitiendo la fabricación de materiales mucho más eficientes en la labor de traducción de la energía solar en energía eléctrica. Los paneles solares, que hoy precisan de grandes espacios, serán sustituidos en breve por paneles flexibles y ligeros que podrán ponerse y quitarse fácilmente. En una segunda etapa, esos paneles flexibles pasarán a ser «pintables», de manera que con una simple capa de pintura podremos convertir cualquier espacio en un espacio capaz de captar la energía del sol.

- **Medio ambiente**

  Además de contribuir a desarrollar energías menos contaminantes, esta tecnología está ayudando ya a detectar y eliminar los contaminantes del medio ambiente. Se están desarrollando nanopartículas para limpiar contaminantes de aguas industriales en aguas subterráneas a través de reacciones químicas que transforman las sustancias contaminantes en elementos totalmente inofensivos. Este proceso permite tratar el agua sin necesidad de bombearla fuera de la tierra, un proceso más cómodo, ágil, barato y eficiente.

  Para afrontar situaciones de contaminación por hidrocarburos, los investigadores han desarrollado una nanofibra, en concreto un tejido de pequeños alambres de óxido de manganeso de potasio, que puede absorber hasta 20 veces su peso en aceite. En esta línea, los

investigadores están utilizando nanopartículas magnéticas que actúan como repelente al agua en derrames de petróleo, lo que contribuye a atajar de forma rápida desastres por vertidos.

Esta nueva generación de filtros basados en la nanotecnología permiten un filtrado mecánico, impidiendo que traspasen las moléculas contaminantes y, en algunos casos, incluso los olores. Ya existen sensores basados en nanotecnología capaces de detectar e identificar a agentes químicos o biológicos en el aire y el suelo con mucha mayor sensibilidad que nunca antes.

La apuesta más importante en el campo del medio ambiente es surtir de agua potable a toda la población mundial de manera barata y ágil, lo que permitiría terminar con episodios habituales de sequía en muchas zonas de África o con el principal problema al que se enfrentan las poblaciones después de sufrir una catástrofe natural.

- **Transporte**

En el caso del transporte, la nanotecnología está posibilitando la construcción de aeronaves, naves espaciales y vehículos más ligeros, más seguros, más inteligentes y más eficaces. Esto se está consiguiendo gracias al desarrollo de nanocompuestos de polímero; sistemas de alta potencia recargable; materiales termoeléctricos que consiguen controlar la temperatura; neumáticos de baja resistencia al rodamiento, alta eficiencia y bajo coste; sensores y electrónica que aportan información in situ sobre el vehículo; paneles solares inteligentes que permiten captar energía mientras se utiliza el vehículo; aditivos incorporados al combustible que mejoran la eficacia del motor y reducen considerablemente la contaminación; etc.

Por otra parte, la nanoingeniería de materiales (aluminio, acero, asfalto, hormigón, etc.) permitirá en breve mejorar el rendimiento, la resistencia y la duración de las carreteras, reduciendo los costes de construcción, reparación y reposición. También el peso de los vehículos. La reducción en el peso de un avión disminuirá considerablemente su consumo y la contaminación que genera.

Según un análisis preliminar encargado por la NASA, los nanomateriales avanzados pueden doblar la resistencia de las naves y reducir el peso bruto en nada menos que un 63 por ciento. Esto no sólo

supondría un enorme ahorro de la energía necesaria para poner una nave espacial en órbita, sino también aumenta la fiabilidad y abre la puerta a nuevos proyectos de exploración espacial.

Cómo afectará la nanotecnología a las personas

La nanotecnología está permitiendo ya la fabricación, aunque todavía a nivel de prototipo, de productos de electrónica flexibles, plegables, enrollables y estirables. El móvil, el ordenador personal o la tablet serán pronto una simple pantalla transparente y flexible que podremos llevar de forma cómoda y desenrollar cuando queramos. Serán productos más finos, flexibles, ligeros, robustos y eficientes, lo que efectivamente es una revolución propia de una tecnología disruptiva. Pero hay más. Este es sólo el primer paso: en un futuro no muy lejano no llevaremos el móvil en un bolsillo ni el portátil en un maletín, sino ¡tatuados en el cuerpo!

Esto puede parecerte ciencia-ficción, como tantas otras cosas de las que te he hablado hasta ahora, lo cual es muy lógico, pues los escritores y guionistas de este género se inspiran en los avances científicos. Lo que tal vez no sepas es que a menudo los científicos también se inspiran en la ciencia-ficción, pues la imaginación es muy poderosa y a veces alumbra caminos que la ciencia no ha sido capaz siquiera de imaginar. Los autores son a menudo auténticos visionarios, desde Julio Verne y sus *20.000 leguas de viaje submarino* hasta Isaak Asimov y su *Yo, robot*, desde Georges Meliés y su *Viaje a la Luna* hasta James Cameron y su *Avatar*, entre otros miles de obras en el cine y la literatura.

No estamos lejos ya, por ejemplo, de introducir en el organismo de una persona agentes con un tamaño ínfimo, como el de la cabeza de un alfiler, y que podremos dirigir desde el exterior para que actúen sobre una parte muy concreta del organismo, incluso sobre un pequeño grupo de células, o incluso que sin necesidad de dirigirlos «sabrán» dónde deben ir. Sería como una especie de cirugía de precisión pero mil millones de veces más precisa y menos invasiva que la cirugía convencional. De hecho, ya se está investigando cómo administrar medicamentos directamente a las células

cancerígenas y minimizar así el riesgo de dañar el tejido sano, así como los efectos tóxicos de la quimioterapia.

En el campo de la nanomedicina veremos en una o dos décadas avances verdaderamente alucinantes. Por ejemplo en el tratamiento de la aterosclerosis o acumulación de placa en las arterias, uno de los problemas cardiovasculares más extendidos en el mundo. En una investigación reciente, los científicos han sido capaces de crear una nanopartícula que imita las funciones del colesterol «bueno» del cuerpo, conocido como HDL (lipoproteínas de alta densidad), lo que podría ayudar a reducir la placa y limpiar las arterias. En un futuro no muy lejano no sería de extrañar que tuviéramos unas nanopartículas que en un momento nos limpiaran las arterias o los intestinos y los dejaran como cuando teníamos quince años.

Otro de los ámbitos de desarrollo de la investigación médica con nanotecnología es la medicina regenerativa. Se están fabricando ya nuevos materiales que imitan la estructura mineral del hueso humano, lo que permitirá usarlos para reparar roturas, problemas óseos o piezas dentales. Los investigadores están también buscando maneras de hacer crecer los tejidos complejos con el objetivo de fabricar órganos humanos para trasplantes sin necesidad de tener un donante. Y, lo que es más importante, sin el problema de la incompatibilidad o el rechazo. Hay incluso investigaciones que están tratando de desarrollar productos con una base de grafeno que permitirían reparar las lesiones de la médula espinal y, por tanto, conseguir que puedan volver a andar personas que hoy día están obligadas a moverse en silla de ruedas. De momento, las investigaciones preliminares han conseguido que las neuronas crezcan bien en la superficie conductora del grafeno, lo que supone un gran paso en este sentido.

Por último (aunque podríamos llenar un libro entero sólo con este capítulo), una revolución que está, como quien dice, a la vuelta de la esquina, es la desalación del agua por medio de nanotecnología. Los ingenieros están trabajando ya en una membrana formada por una fina película de molibdeno disulfuro (MoS2, en su formulación química) que según las primeras pruebas consigue desalar el agua de forma rápida y barata. ¿Te imaginas que se acabaran los problemas de agua en el mundo porque existe una forma fácil y barata de filtrar el agua del mar y usarla para beber o regar? Se acabó la sequía, se acabaron ciertas enfermedades endémicas, se acabaron los conflictos territoriales por el acceso al agua de los ríos… ¡Una nueva etapa

para la Humanidad!

Cómo afectará la nanotecnología a las empresas

Ya hemos visto cómo la nanotecnología está ya detrás de algunos productos que nos rodean en nuestro día a día a través de su aplicación a la creación o mejora de nuevos materiales. Ahora bien, ¿cuáles son las tendencias que se vislumbran de cara al futuro y que guiarán el desarrollo de esta tecnología?

Son varios los autores que están ya teorizando sobre este tema. Comparto en gran medida el análisis prospectivo que hace el Institute for Global Futures, que apunta diez líneas de desarrollo:

1. Convergerán equipos, redes y biotecnología para crear productos nunca antes imaginados.
2. Se crearán nanodispositivos, prácticamente invisibles e inteligentes, que podrán ser utilizados en cualquier industria.
3. Se podrán fabricar alimentos bajo demanda y a bajo coste.
4. Existirán nanorobots para muchos usos, por ejemplo quirúrgicos, que serán más pequeños que la cabeza de un alfiler y que operarán desde dentro del propio cuerpo humano.
5. Se alargará la vida de las personas y mejorará en general nuestra salud y calidad de vida.
6. Los seres humanos podremos disfrutar de poderes físicos, intelectuales y sensoriales superiores a los propiamente humanos.
7. Dispondremos de fuentes de energía baratas y fácilmente accesibles.
8. Habrá nanofábricas que construirán productos bajo demanda de forma barata, flexible y rápida.
9. La economía mundial experimentará un cambio revolucionario con la introducción de herramientas tecnológicas que permitirán producir a muy bajo costo.
10. Se plantearán conflictos éticos que desafiarán las normas sociales y obligarán a revisarlas.

Esto abarca un campo amplísimo, desde el sector energético hasta sectores que todavía no existen. A nivel energético, por ejemplo, el aspecto más importante en que la nanotecnología puede ayudar está relacionado con las baterías y la posibilidad de almacenar la electricidad. Se crearán baterías de carga más rápida, con mucha mayor capacidad y en mucho menos espacio. Podremos utilizar aparatos electrónicos con total libertad durante semanas o meses, en cualquier lugar y en cualquier momento, sin necesidad de estar conectados a la red eléctrica. Y lo mejor: la red eléctrica de los países, que está constantemente produciendo energía, podrá almacenar la electricidad sobrante y evitar que se pierda.

Ni que decir tiene que la nanoingeniería de materiales (creación de nuevos materiales u optimización de los existentes) alterará radicalmente el conjunto de la industria en muchísimos sectores: el automovilístico (coches más ligeros pero a la vez más seguros), el textil (tejidos con infinidad de nuevos beneficios y funcionalidades), el alimentario (nuevos alimentos nanomodificados para mejorar sus propiedades), etcétera.

En conclusión, la nanotecnología está por derecho propio entre las tecnologías más disruptivas que están protagonizando el cambio radical de nuestra sociedad hacia esa otra sociedad totalmente diferente a la que nos dirigimos. Su incorporación a diferentes ámbitos de nuestra vida está cambiando las formas de hacer y las formas de actuar, lo que en definitiva supone una transformación total del mundo tal y como hoy lo vemos.

Para saber más

UNIVERSIDADES

- Universidad Autónoma de Madrid (<http://www.uam.es/ss/Satellite/es/1242684629435/1242662105880/mas
- Universidad Autónoma de Barcelona (<http://www.uab.cat/web/estudiar/listado-de-grados/informacion-general/nanociencia-y-nanotecnologia-1216708258897.html?

param1=1263367118156>).

- Bangor University (UK) (<https://www.bangor.ac.uk/international/countries/?utm_source=hotcoursesinternational&utm_medium=referral&utm_campa
- MISIS - National University of Science and Technology (<http://en.misis.ru/academics/masters-english/nanotechnology/>)
- Tecnológico de Monterrey (<http://www.itesm.mx/wps/wcm/connect/itesm/tecnologico+de+monterr
- Universitat Rovira i Virgili (<http://www.urv.cat/en/studies/master/courses/nanoscience/>)
- Technical University of Denmark (<http://www.dtu.dk/english/Education/msc/Programmes/physics_and_na

CENTROS DE INVESTIGACIÓN

- Instituto de Nanociencia y Nanotecnología de la Universidad de Barcelona (<http://www.ub.edu/in2ub/index.php?lang=ca>).
- Centro de Investigación de la Universidad de Stanford (<https://web.stanford.edu/group/cpn/>).
- Red Española de Nanotecnología (<http://www.nanospain.org/nanospain.php?p=h>).
- London Center for Nanotechnology (<https://www.london-nano.com/>)
- Bu Nanotechnology Innovation Center <http://www.bu.edu/nano-bu/>)
- Jiangsu-Ontario Nanotech Innovation Center (<http://www.nanotech-ic.com/>)
- Instituto Italiano di Tecnologia - Center for Nanotechnology Innovation (<http://cni.iit.it/>)

CONGRESOS

- Global Nanotechnology Congress (<http://www.scientificfederation.com/nanotechnology-congress-2018/>).
- WorldNano Conference (<http://www.worldnanoconference.com/>).
- Congreso de Nanotecnología (EE.UU) (<https://scientificfederation.com/nanotechnology-2017/>).

- CPD (<https://nanocongress.nanotechconferences.org/>)
- World Nano Conference (<http://worldnanoconference.com/>)
- BIT's 8th Annual World Congress of Nano Science & Technology (<http://www.bitcongress.com/nano2018/>)
- Ran Congress (<https://rancongress.com/>)
- Worlds Fair Nano (<https://worldsfairnano.com/sf/>)
- Nano Tech 2018 (<http://www.nanotechexpo.jp/>)
- Nanoworld Conference (<http://nanoworldconference.com/>)

OTRAS FUENTES

- Definición: <https://www.nano.gov/nanotech-101/what/definition>
- Definición: <https://www.nano.gov/nanotech-101/what/nano-size>
- Definición: <https://www.youtube.com/watch?v=ACw99qSzhmY>
- Evolución: <https://www.nano.gov/timeline>
- Impacto social: <https://www.nano.gov/you/nanotechnology-benefits>
- Impacto social: <https://www.youtube.com/watch?v=OwF0AH1yWpo>
- Tendencias: <http://www.globalfuturist.com/about-igf/top-ten-trends/top-ten-nanotech-trends-for-the-21st-century.html>
- Tendencias: <https://singularityhub.com/2016/08/12/how-nanotech-will-lead-to-a-better-future-for-us-all/>
- Nanotechnology Now (<http://www.nanotech-now.com/>)

LIBROS

- *Fundamentals of Nanotechnology* / Gabor L. Hornyak, H.F. Tibbals, Joydeep Dutta, John Jeremy Moore / CRC Press.
- *Investing in Nanotechnology: Thank Small. Win Big* / Jack Uldrich / Adams Media.
- *Nanotechnology: Science, Innovation, and Opportunity* / Lynn E. Foster / Prentice Hall.
- *Discovering the Nanoscale* / Davis Baird, Alfred Nordmann, Joachim Schummer (ed) / Ios Press.
- *Nanotechnology: Risk, Ethics and Law Edited by: Geoffrey Hunt and Michael Mehta* / Geoffrey Hunt y Michael Mehta / Routledge.

9

Impresión 3D

Breve descripción

La impresión de documentos es algo habitual en nuestras vidas pero ¿y si pudiéramos imprimir en 3D cualquier objeto desde nuestro ordenador? Esto hoy día ya no es ciencia ficción, sino una realidad que poco a poco se está incorporando a nuestras vidas.

Cuando hablamos de impresión 3D o fabricación aditiva, hablamos de un proceso que consiste en hacer objetos sólidos tridimensionales desde un archivo digital. Esto se consigue utilizando procesos aditivos, esto es, el objeto se crea estableciendo sucesivas capas de material hasta que se fabrica en su totalidad. Cada una de estas capas es una sección horizontal, una fina «rebanada» del objeto final.

La impresión 3D es justo lo contrario de la fabricación sustractiva, que sería el resultado de cortar y vaciar un pedazo de metal, plástico u otra materia prima con la maquinaria adecuada, como por ejemplo una fresadora, hasta conseguir la pieza que se desea. Es, por tanto, un método de fabricación contrario al habitual, pues utiliza únicamente el material que se necesita para la realización del objeto.

De forma sintética, se podría decir que la impresión 3D es como tener una pequeña fábrica portátil.

Descripción detallada y ejemplos

La impresión 3D todavía no está desplazando a los métodos anteriores, pues se encuentra en un estadio muy primario de su desarrollo. Su potencial de crecimiento es todavía difícil de predecir, pero me aventuro a afirmar que esta tecnología va a impactar en la industria manufacturera de manera disruptiva. Va a facilitar por ejemplo, que muchos productos puedan ser elaborados de forma personalizada por el propio consumidor, eliminando muchos de los elementos que hoy intervienen en el proceso de fabricación y comercialización.

Desde 2003 ha crecido de manera exponencial la venta de impresoras 3D, a la vez que el coste, como suele suceder con las nuevas tecnologías, ha ido disminuyendo. De momento, se está incorporando en campos tales como la joyería, el calzado, el diseño industrial, la arquitectura, la ingeniería, la construcción, la automoción, el sector aeroespacial, las industrias médicas, la educación, los sistemas de información geográfica, la ingeniería civil y muchos otros.

Pero ¿cómo funciona realmente una impresora 3D? Para empezar, necesitamos un objeto diseñado por ordenador con un software de modelado y animación. Luego ese objeto se imprime por capas. El material de fabricación se va depositando por láminas sobre el lecho de construcción hasta que el material de estratificación y aglutinante ha completado su proceso y el objeto 3D final ha sido «impreso» (o sea, fabricado).

Existe en la actualidad un interfaz estándar de datos entre el software de diseño asistido por ordenador (CAD) y las máquinas de impresión. Los archivos informáticos que se crean tienen el formato STL (siglas provenientes del inglés STereo Lithography), que define la geometría de los objetos 3D. No obstante, se sigue trabajando en el software para mejorar la calidad del resultado.

En cuanto a los materiales más utilizados para la impresión, en la actualidad podemos hablar de seis tipos: polímeros, metales, hormigón, cerámica, papel y algunos comestibles (por ejemplo, el chocolate). Según el material, se usan diferentes métodos para aplicar las capas que permiten crear los objetos. En algunos casos se funde o ablanda el material para producir las

capas (así lo hacen los métodos llamados Sintetizado de Láser Selectivo y Modelado por Deposición Fundida), mientras que en otros se depositan materiales líquidos que son endurecidos mediante diferentes tecnologías.

El origen de esta tecnología se remonta a la década de los ochenta, cuando se desarrollaron los primeros equipos y materiales de fabricación. En 1981, Hideo Kodama, del Instituto Municipal de Investigaciones Industriales de Nagoya, inventó dos métodos de fabricación por adición de un modelo de plástico tridimensional con un polímero fotoendurecible. En julio de 1983, Alain Le Méhauté, Olivier de Witte y Jean Claude André presentaron su patente para el proceso de estereolitografía, pero fue Chuck Hull, de 3D Systems Corporation, quien desarrolló al año siguiente un prototipo en que se añadían capas mediante el curado de fotopolímeros con láseres de rayos ultravioleta. Hull definió el proceso como «un sistema para generar objetos tridimensionales mediante la creación de un patrón transversal del objeto a formar». Esto en realidad ya había sido inventado por Kodama años atrás, pero Hull diseñó el formato de archivo STL, que se ha aceptado ampliamente en la impresión 3D, así como las estrategias digitales de corte y relleno comunes a muchos procesos actuales.

El término «impresión en 3D» (o 3D Print) se refería originalmente a un proceso que empleaba cabezales de impresión de chorro de tinta estándar personalizados. La tecnología utilizada por la mayoría de las impresoras 3D hasta la fecha (especialmente los modelos aficionados y orientados al consumidor) es el modelado de deposición fundido, una aplicación especial de extrusión de plástico.

Hasta aquí es posible que todavía no puedas apreciar el carácter disruptivo de esta tecnología. Para hacernos una idea de lo que estamos hablando es importante echar un vistazo a las cifras: en 2016, el mercado de la impresión 3D fue de 7.300 millones de dólares, en 2018 se espera que alcance los 13.000 millones y en 2020 llegará a los 21.000 millones. El mercado primario, que incluye servicios, materiales, suministros y sistemas de impresión 3D, ha crecido por lo menos un 30 por ciento cada año desde 2012, según datos del informe *3D Printing: The Next Revolution in Industrial Manufacturing,* elaborado por UPS. Según este informe, dos terceras partes de los fabricantes ya utilizan la impresión 3D de alguna manera en sus procesos y un 25 por ciento planea adoptarla en el futuro. Queda claro que esta tecnología va a romper las reglas actuales de la fabricación y del

consumo, y que tendrá consecuencias en muchos ámbitos de nuestra sociedad.

La electrónica de consumo y la automoción aportan el 20 por ciento de los ingresos de la impresión 3D en la actualidad. Estas industrias están siendo las primeras en adoptar esta tecnología y la utilizan principalmente durante la etapa de producción de prototipos. En algunos casos han pasado ya a fabricar algunos componentes con métodos 3D Print. La industria de dispositivos médicos también está ya incorporando esta tecnología, que permite personalizar la fabricación de productos como los audífonos. Actualmente, el 98 por ciento de los audífonos se fabrican ya mediante técnicas de impresión 3D.

Veamos a continuación otros ejemplos por sectores:

- **Educación**

  Las posibilidades de la impresión 3D en educación son enormes. Resultan muy interesantes algunos proyectos como el financiado por Ultimaker, que presta impresoras 3D a las escuelas a cambio de que escriban una entrada en su blog sobre la experiencia de usarla dentro del plan de estudios. Esto permite a los alumnos conocer de primera mano esta nueva tecnología y a la empresa demostrar lo que pueden hacer las impresoras 3D en un entorno educativo.

  Otro ejemplo es el de la empresa Kidesign, que ha llegado a un acuerdo con diseñadores de impresoras 3D para poner en marcha el proyecto Kiddeville. Este proyecto colaborativo anima a los estudiantes a diseñar elementos de la ciudad siguiendo sus propios criterios. En estos cursos, los profesores guían a los alumnos para ayudarles a llevar a cabo la investigación, el desarrollo y, por último, la impresión del elemento concreto.

  En el caso de las universidades, la mayoría han introducido la impresión 3D en ámbitos educativos como el diseño industrial, la fabricación de prótesis, etc.

- **Industria automovilística**

  Los talleres de reparación y los fabricantes de automóviles han empezado a incorporar la impresión 3D en sus procesos de fabricación

de piezas. Para la industria automovilística, una de las ventajas de esta tecnología es que evita la dependencia de empresas externas, por ejemplo para la fabricación del interior de los coches. Como ejemplo, la empresa sueca Koenigseg utiliza fibra de carbono en la fabricación de algunas piezas de su automóvil, consiguiendo un ahorro del 40 por ciento del coste de fabricación y produciendo las piezas un 20 por ciento más rápido que con los métodos tradicionales. Del mismo modo, Audi está utilizando impresión de metal en 3D para producir piezas de repuesto.

Por otra parte, ingenieros de todo el mundo están utilizando piezas impresas para restaurar coches antiguos. Gracias a esto, ingenieros australianos han conseguido devolver a la vida un antiguo Delage Type-C, cuyas piezas de repuesto habían dejado de fabricarse.

- **Aviación**

El sector aeronáutico también está incorporando la impresión 3D en diferentes ámbitos. El Boeing 787 tiene más de 20.000 piezas realizadas con procedimientos de impresión 3D, lo que supone un ahorro para la compañía de 2-3 millones de dólares por avión.

La impresión 3D está permitiendo también a los ingenieros repensar el diseño de los aviones y mejorar sus funcionalidades sin muchos de los límites que existían hasta ahora. Casi cualquier cosa que se piense o diseñe puede fabricarse, y además, a un menor coste.

- **Construcción**

Aunque aún no se ha construido ningún edificio totalmente por impresión 3D, hay ya empresas especializadas que aseguran que pueden construir una casa en tan sólo 24 horas (API Cor). También hay países como China muy interesados en encontrar soluciones de habitabilidad para su población de forma rápida y barata. Un proyecto en Shanghái llamado WinSun utiliza materiales reciclables para construir casas de 4.800 dólares. No obstante, en este caso se imprimen las piezas por separado y luego se monta la casa. En España, un proyecto de la startup Be More 3D, junto con la Universidad Politécnica de Valencia y algunas empresas colaboradoras, construyó a principios de 2018 la primera vivienda totalmente impresa en 3D *in situ* sobre territorio español. La vivienda piloto, de 24 metros cuadrados, se

construyó con una «impresora de hormigón» desarrollada por Be More 3D de 6 metros de ancho por 3 de alto.

- **Medicina**

  Los dentistas están asumiendo de forma acelerada las posibilidades que les ofrece la impresión 3D. Las prótesis dentales son productos *ad hoc* que los dentistas encargan a laboratorios externos, lo que ralentiza y encarece el proceso. Algunos empiezan ya a usar la impresión 3D, que les permite realizar sus prótesis de forma rápida, más barata y en la misma clínica. Existen ya fabricantes de impresoras dentales como EnvisionTEC.

- **Moda**

  También ha llegado la impresión 3D al mundo de la moda, pues evita a los diseñadores someterse al sistema de producción y venta al por menor, y permite al cliente final la personalización. Como ejemplo, la diseñadora Danit Peleg permite, a través de su sitio web, que los usuarios diseñen su propia chaqueta y la tengan impresa, montada y entregada en sólo unos clics.

  Otro ejemplo es la marca Adidas, que «imprime» para el usuario final zapatillas que ya ha dejado de producir. Lo mismo que en tema ropa, en las zapatillas será posible en breve personalizar los diseños, las medidas, etc.

Cómo afectará la impresión 3D a las personas

La impresión 3D es ya una realidad, aunque todavía no se le da la importancia que tiene. Está empezando a impactar en nuestra sociedad y lo hará mucho más en los próximos años. Su repercusión será quizás mayor a nivel de empresa que a nivel de personas, como veremos en el apartado siguiente, pero también nos cambiará algunos hábitos de consumo y nos abrirá a nuevas posibilidades en sectores como la salud o la alimentación.

He aquí algunas tendencias de futuro que visualizo para esta tecnología:

- **Bioimpresión**

  Un campo de acción muy disruptivo aparece cuando se fusionan la impresión 3D y la biología en lo que se ha dado en llamar bioimpresión, enfocada a la «fabricación» de tejidos y órganos dirigidos al trasplante. Mediante la superposición de capas de células vivas depositadas en un medio de gel se están consiguiendo grandes avances en la fabricación de piel y hueso, y en el futuro, más pronto que tarde, se podrán imprimir órganos.

  Actualmente ya es posible «imprimir» dientes o prótesis completamente a medida y al momento. Todavía no está extendido el modelo, pero no tardará en popularizarse, pues tiene un montón de ventajas. No tiene sentido que una persona se pase horas moldeando una pieza artesanalmente cuando hoy día ya es posible hacerlo de manera superprecisa y al instante apretando un botón.

- **Alimentación**

  Algunos restaurantes como Food Ink están empezando a experimentar con la cocina «impresa». Este restaurante se vende como «la primera experiencia gourmet en la que la comida, los utensilios y el mobiliario están completamente producidos mediante impresión 3D». No obstante, hoy por hoy no deja de ser una experiencia singular sin más, como ir a cenar a un restaurante sólo de postres. Seguramente en el futuro se desarrollarán platos concretos que aporten algo más que la simple curiosidad de haber sido «impresos» por una máquina.

  Más importante será el cambio que esta tecnología introducirá en la forma de cocinar y comer de las personas. ¿Te imaginas una impresora en tu cocina capaz de prepararte cualquier tipo de plato, con la forma y el sabor que quieras, y además equilibrado y saludable? La impresión 3D nos permitirá cocinar productos *ad hoc* con los nutrientes y los sabores que queramos.

- **Moda**

  También aquí cambiarán algunos hábitos. No falta mucho para que podamos «imprimir» nuestra ropa en casa, incluyendo, como decíamos en paginas anteriores, unas zapatillas de deporte, cuyos materiales son relativamente fáciles de poner en un cartucho para que la impresora los

utilice en su proceso de «fabricación». Podremos diseñar nuestras propias prendas e imprimirlas en casa para vestirlas al momento, o incluso comprar un diseño de nuestro diseñador favorito a través de internet e imprimirlo en casa en lugar de comprarlo en una tienda. Lo tendremos al instante y a nuestra medida, este es el gran cambio.

En definitiva, las personas tendremos, gracias a la impresión 3D, productos más personalizados, más baratos, con mayor rapidez y de manera más cómoda. Y nos vamos a empoderar, porque nos vamos a convertir en fabricantes. A pequeña escala, sí, pero fabricantes al fin y al cabo.

Cómo afectará la impresión 3D a las empresas

Como comentaba al principio de este capítulo, la tecnología de impresión 3D está realmente en sus inicios, con lo que es difícil prever qué impacto tendrá en el mundo de la empresa. No obstante, se pueden intuir algunas tendencias:

- **Cambios en la cadena de valor de la producción**

  Como hemos visto, la impresión 3D se ha incorporado en algunos sectores y procesos de producción, sobre todo para la fabricación de prototipos. El siguiente paso, y el más disruptivo, es la fabricación de productos finales que los consumidores puedan comprar. Ese será el salto que más impacto tendrá sobre los procesos actuales de producción, las fábricas, el comercio y la fuerza laboral. Esta explosión del producto 3D es una realidad cada vez más cercana.

  Para ilustrar el carácter disruptivo de esta innovación te pondré un ejemplo. Ahora, para que yo pueda comprar unas zapatillas de deporte tienen que pasar una serie de cosas. Primero tienen que existir marcas de zapatillas y empresas dedicadas a fabricarlas. Esas empresas tienen un departamento de marketing que estudia el mercado, preguntando a una muestra de la población para averiguar los gustos de los consumidores. Con ello diseñan unas zapatillas que en teoría se adaptan a esas necesidades. Mandan el diseño a una fábrica en algún país

asiático, muy lejos de dónde se ha diseñado, la cual produce la zapatilla en grandes cantidades a un coste relativamente bajo (en parte gracias a los bajos salarios en ese país y a las pobres condiciones laborales). Posteriormente esas zapatillas emprenden un largo viaje por tierra y mar hasta llegar a nuestro país, donde se almacenan primero y se reparten después. Llegan finalmente a una tienda a la cual acudo y, si encuentro mi número y me van bien, pago y me las llevo a casa. Bien, pues dentro de unos años le explicaré esto a mis hijos y me mirarán con estupor y me dirán: «Pero papá, ¿cómo podíais ser tan trogloditas? Con lo fácil que es diseñar en la tablet tu propia zapatilla, imprimirla en la impresora 3D y tenerla lista en 30 minutos». Porque esto, que parece producto de la imaginación, es posible ya hoy (no sale a cuenta todavía, pero es técnicamente posible).

Este sencillo ejemplo puede permitirte imaginar el impacto que tendrá la impresión 3D en la cadena de valor de las empresas, es decir, en el marketing, el diseño, la fabricación, la logística, el almacenaje, la distribución y el propio punto de venta. Con una impresora 3D en casa te puedes cargar una industria entera: diseñadores de calzado, fabricantes, consultoras de marketing y publicidad, empresas de transporte y logística, tiendas de artículos deportivos o zapaterías, etc. Ni más ni menos. ¡Es una bomba!

Mucha gente se va a ir al paro, claro, pero por otra parte surgirán nuevas profesiones y empresas: diseñadores o ingenieros expertos en impresión 3D, empresas fabricantes de cartuchos o encargadas de su reciclaje, etc.

- **Fábricas portátiles**

Al hilo de lo anterior, se adivina una tendencia que apunta a la venta de impresoras 3D al cliente final, de modo que éste pueda diseñar y producir sus propios productos. Al final, el desarrollo de esta tecnología nos llevará a la convivencia de productos fabricados por procedimientos 3D y vendidos por las industrias sectoriales y productos fabricados de forma personal por el cliente final en su casa o en su oficina. En ambas situaciones, la impresión 3D aportará soluciones rápidas, económicas y cómodas.

Los primeros afectados por las fábricas portátiles o domésticas

pueden ser los fabricantes de cualquier producto hecho en plástico, porque hoy día es lo más fácil de imprimir: juguetes, fundas de móvil, gafas… ¡incluso prótesis! La industria del plástico lo va a tener muy complicado si no se reinventa.

Por otra parte, se va a crear una industria de fabricantes de impresoras, de cartuchos de plástico (y más adelante de otros materiales) tipo Nespresso, de software para diseñar fácilmente objetos a medida,

- **Proveedores 3D**

  Una solución «intermedia» que está sobre la mesa es la generación de un cuerpo de proveedores de productos 3D. En un primer momento, muchas empresas se lanzaron a tener sus propias impresoras y hacer internamente sus trabajos, pero después han descubierto que es mucho más cómodo, rápido y barato recurrir a proveedores externos que se ocupan de fabricar el diseño bajo pedido. Esto resuelve los problemas que muchas empresas han tenido que afrontar por los fallos de los primeros prototipos de impresoras 3D.

  En la misma línea, aparecerán «nodos de impresión», es decir, lugares en los núcleos urbanos, como ahora las copisterías, donde podrás llevar tu diseño o enviarlo por mail y te imprimirán lo que quieras. UPS, que es el mayor distribuidor del mundo, ya ha empezado a instalar en *hubs* propios máquinas de impresión 3D.

  Esto tiene más impacto del que parece a simple vista: desaparición de fábricas deslocalizadas llenas de operarios, menor traslado de mercancías por el mundo (con el consecuente beneficio ambiental), etc. Habrá un retorno a la fabricación más cercana.

- **Inventario físico e inventario virtual**

  Una de las grandes ventajas de la impresión 3D es que permite a las empresas no tener un inventario físico para cuando surge la demanda del cliente. La agilidad del 3D, sumada a la posibilidad de tener todo el catálogo de productos en la nube, permite responder a la demanda de forma tan rápida como si existiera ese inventario, por lo que el ahorro de costes de almacenaje para las empresas puede ser muy importante.

- **Fabricación integral**

Otra de las tendencias que pueden adivinarse con la implementación de la impresión 3D es la fabricación integral de los productos. En la fabricación tradicional, los productos se producen por partes. Cada una de esas partes se fabrica de un modo diferente e incluso en lugares y por empresas diferentes. La industria del automóvil es un ejemplo claro: las piezas se fabrican en diferentes lugares del mundo y luego se envían a un lugar de ensamblaje. Con la impresión 3D, esto no será necesario, pues se podrá fabricar de manera integral todo el producto.

- **Internet de las cosas + impresión 3D**

  Con la interconexión del internet de las cosas y la impresión 3D se abre la posibilidad de optimizar hasta límites insospechados cualquier producto. Esto será posible gracias a la sensorización de los productos y de las partes que los conforman, que aportarán una ingente cantidad de información que permitirá, una vez analizada, producir diseños que mejoren las características del producto y la experiencia de uso.

Para saber más

UNIVERSIDADES

- Mod3D Academy (<https://www.mold3dacademy.com/3d-printing-for-zbrush-artists.html>)
- Institute for Advanced Architecture of California (<https://iaac.net/research-projects/large-scale-3d-printing/3d-printed-bridge/>)
- Centro Superior de Diseño - IED Madrid (<https://master.iedmadrid.com/cursos/master/master-de-digital-fabrication-and-media-dme3006e/>)

CENTROS DE INVESTIGACIÓN

- Ohio University (<https://www.ohio.edu/research/innovation/3d/>)
- The University of Melbourne (<http://3dprinting.eng.unimelb.edu.au/>)
- DCIU - Empoweering Partnerships for Education (<https://dciu-innovation-center.squarespace.com/#intro>)

- Trend (<https://open-labware.net/>)

CONGRESOS

- 3D Print Congress & Exhibition (<http://www.3dprint-exhibition.com/en/congress/conferences>)
- 3rd Conference on 3D Printing in Medicine (<http://www.3dprint-congress.com/>)
- 3D Print Turkey Org (<http://3dprintturkey.org/>)
- The University of Nottingham (<https://www.am-conference.com/>)
- Selectbio (<https://selectbiosciences.com/conferences/index.aspx?conf=3DPSEC2017>)
- 3D Print Expo (<https://selectbiosciences.com/conferences/index.aspx?conf=3DPSEC2017>)
- All in Print (<http://www.allinprint.com/en/>)

OTRAS FUENTES

- Definición y usos: <https://3dprinting.com/what-is-3d-printing/>
- Evolución: <https://en.wikipedia.org/wiki/3D_printing>
- Usos: <http://www.ey.com/es/es/home/ey-global-3d-printing-report-2016>
- Usos: <https://www.ups.com/media/en/3D_Printing_executive_summary.pdf>
- Impacto social: <https://www.bsr.org/reports/BSR-Report-3D-Printing-Sustainability-Opportunities-Challenges-2015.pdf>
- Impacto social: <https://www.forbes.com/sites/ricksmith/2015/06/29/7-ways-3d-printing-is-already-disrupting-global-manufacturing/#2f686a531c0f>
- Impacto social: <https://www.sculpteo.com/blog/2017/07/19/how-3d-printing-impacts-the-medical-industry/>
- Tendencias: <https://www.forbes.com/sites/ricksmith/2016/01/12/8-hot-3d-printing-trends-to-watch-in-2016/#1fcb32e51d42>
- Otros: <https://3dprint.com/>
- Otros: <https://hbr.org/2015/05/the-3-d-printing-revolution>
- Otros: <https://3dprint.com/>

- The 3D Printing Association (<http://www.the3dprintingassociation.com/>)
- 3D Printing Industry (<https://3dprintingindustry.com/>)
- Hong Kong 3D Printing Association (<http://www.hk3dpa.org/en_index.php>)
- 3D Printer World (<http://www.3dprinterworld.com/>)

LIBROS

- *The 3D Printing Handbook. Technologies, design and applications* / Ben Redwood, Brian Garret, Filemon Schöffer / Coers&Roest.
- *3D Printers: A Beginner's Guide* / Oliver Bothmann / Fox Chapel Publishing.
- *Design for 3D Printing* / Samuel N. Bernier, Bertier Luyt, Tatiana Reinhard / Maker Media.
- *Makers: The New Industrial Revolution* / Chris Anderson / Crown Pub Inc.
- *Fabricated: The New World of 3D Printing* / Hod Lipson, Melba Kurman / Wiley Sons Editorial.

La empresa del siglo XXI: los retos que plantea la Disrupción Tecnológica

Hemos visto hasta aquí en qué consisten las principales tecnologías disruptivas y cómo nos van a cambiar la vida en los próximos años-décadas (según el nivel de desarrollo de cada una). Nos queda por ver cómo afrontar este enorme reto histórico como ciudadanos, como empresarios, como empleados, como consumidores y como personas. Es decir, y haciendo alusión al título del libro, cómo «surfear» este impresionante tsunami tecnológico que se nos viene encima. Por eso, voy a dedicar los últimos tres capítulos del libro a analizar cómo podemos adaptarnos al nuevo escenario y aprovechar las oportunidades que plantea la revolución tecnológica a la empresa (nuevo modelo de empresa), al consumidor (nuevo perfil de consumidor) y a la sociedad en su conjunto (impacto social).

Empecemos con la empresa. ¿Cómo debe ser la empresa del siglo XXI?

Para mí, el verdadero empresario no es alguien que gana dinero «a costa de otros», sino alguien que genera rendimientos económicos y mejora su entorno. Desde siempre ha habido gente que ha hecho un mal uso de ese concepto, pero los que quieran seguir haciéndolo en el futuro sencillamente desaparecerán. La realidad es que dentro de 30 años las empresas que no tengan políticas sociales asociadas a su cuenta de resultados lo van a tener muy complicado, pues no van a conseguir financiación, les costará mucho atraer talento (pues los profesionales con más talento podrán elegir y querrán trabajar en empresas con impacto social) y, en general, la gente les comprará menos o directamente no les comprará. Y las empresas que no se adapten a la

Disrupción Tecnológica no es que lo vayan a tener mal, es que directamente van a desaparecer. Estos son los dos elementos que definen la empresa del siglo XXI: desarrollo de políticas sociales y adaptación al cambio tecnológico.

En España, el tejido empresarial todavía funciona en buena medida según las antiguas reglas del juego, donde se premia más el «de dónde vienes» que el «cuánto sabes» y donde se menosprecia la innovación. De seguir así, vamos a perder la batalla de la competitividad. Nuestra economía irá descendiendo en el ranking mundial y nuestros hijos se tendrán que ir a Estados Unidos, China o India para poder labrarse un futuro. Sólo podremos evitar esto si cambiamos el modelo empresarial, si nos centramos más en la innovación y entendemos bien hacia dónde va la Disrupción Tecnológica. Me gustaría que este libro sirva para motivar a la clase empresarial de este país, tanto grandes compañías como pymes, para que adopten un modelo empresarial que les permita seguir jugando en los próximos 20-30 años la batalla de la globalización. Y motivarles también para que dejen el planeta al menos como lo han encontrado, si no mejor.

En el futuro, las empresas que no se adapten a las nuevas tecnologías y que no se preocupen de generar un rendimiento social además del económico, es decir, que no introduzcan estos dos aspectos en su estrategia, sencillamente van a desaparecer. El consumidor milenial, del que hablaremos en el siguiente capítulo, quiere compañías así y las escoge con sus actos de compra. Esta generación, además, prefiere trabajar en compañías altamente tecnológicas y de gran impacto social.

La empresa del siglo XXI debe tener siempre los ojos muy abiertos. Tiene que estar constantemente atenta al entorno y a la innovación. Tiene que tener conciencia de lo que está pasando a su alrededor en el mundo y actuar en consecuencia. Tiene que entender lo que viene porque, como dice una frase tópica pero muy cierta, el futuro puede ser tanto una gran amenaza como una gran oportunidad, según la actitud y la preparación.

Cuando a lo largo de la historia se han producido grandes transformaciones, han irrumpido nuevas empresas que han desplazado de forma abrupta a las anteriores. Pues bien, el cambio que se avecina, y del que tan sólo hemos visto un pequeño avance, será mil veces más amplio y rápido que, por ejemplo, la Revolución Industrial. Sólo hay que ver cómo ha cambiado el panorama de los grandes *players* mundiales en sólo un par de

décadas. Actualmente las cinco primeras compañías del mundo por capitalización bursátil (Apple, Alphabet, Microsoft, Amazon y Facebook) son empresas tecnológicas que apenas estaban empezando —o ni siquiera existían — hace 20-30 años (Amazon se fundó en 1994, Alphabet-Google en 1998 y Facebook en 2004). Y es que las empresas, cuando se suben a una ola de tecnología disruptiva, crecen a una velocidad inimaginable hasta ahora.

El 95 por ciento de las empresas que hay en el mundo todavía se pueden considerar de la «vieja economía» y tienen una serie de aspectos en común:

- Trabajan por departamentos (Marketing, Comercial, RRHH, Finanzas, etc.).
- Están centradas en desarrollar y vender productos y servicios.
- Mantienen muchos procesos manuales.
- Tienen sedes desde donde controlan las operaciones.
- Tienden a hacerlo todo internamente.
- Son jerárquicas.
- Se miden con indicadores básicamente financieros.
- El personal está en nómina.
- Apuestan poco por la innovación.
- Asumen pocos riesgos.

Veamos esto con un poco más de detalle:

1. Trabajo por departamentos

   Las áreas funcionales de la empresa son las consideradas actividades más importantes. Normalmente se plantean objetivos para cada una de ellas. Las áreas funcionales básicas suelen ser: dirección, marketing, ventas, producción, recursos humanos y finanzas, pero pueden haber muchas más (investigación, estrategia, etc.).

2. Productos y servicios

   El marketing mix es uno de los elementos clásicos del marketing. Se trata de un término creado por McCarthy en 1960 que se utiliza para englobar cuatro componentes básicos: producto (o servicio), precio,

distribución y comunicación. Estas cuatro variables también son conocidas como las 4Ps (*product*, *price*, *place* y *promotion*). Se consideran las variables tradicionales para conseguir los objetivos comerciales.

3. Todos en nómina

El contrato laboral es la forma usual de acuerdo entre el trabajador y el empleador. Según éste, el primero presta servicios profesionales bajo dependencia y subordinación por una remuneración determinada.

4. Procesos manuales

Tan sólo hay que contar el número de matemáticos que existen en las empresas para entender la poca inteligencia aplicada en los procesos. Para llevar a cabo una tarea todavía se realizan una gran cantidad de procesos mecánicos, manuales y repetitivos.

5. Sedes corporativas por zonas

A mayor tamaño de la empresa y/o más internacionalización, se tiende a dotar a las organizaciones de estructuras centrales de control más grandes y rígidas. Es allí donde se establecen las estrategias a seguir, delegando en los países o unidades de negocio tan sólo la operativa, la ejecución.

6. Todo *in-house*

Las viejas organizaciones tienden a pensar que nadie sabe más que ellas de su negocio y, por tanto, no necesitan ayuda externa. Además, desconfían de los que vienen «de fuera», pues podrían pasar información a la competencia. Así, acaban realizando la gran mayoría de procesos internamente y cayendo en la endogamia.

7. Jerarquía

En un sistema jerárquico, unos mandan y otros obedecen. Hay más miedo a equivocarse y a posibles represalias (despidos) que ilusión por innovar y arriesgarse. Responde a una necesidad de control y a un miedo a la falta de estructura, lo cual puede ser operativo, como en un ejército, pero poco creativo.

8. Sólo indicadores *top-down*

En general, los indicadores financieros están basados en la contabilidad de la compañía y muestran el pasado de la misma. El motivo se debe a que la contabilidad no es inmediata, por lo que deben efectuarse cierres que aseguren la compilación y consistencia de la información.

9. No riesgo – no innovación

La UE invierte hoy un 25 por ciento más en I+D que antes del inicio de la crisis económica. España, un 10 por ciento menos, según un estudio de la Fundación Cotec. La diferencia respecto a Europa se debe sobre todo al menor peso de los investigadores en las empresas: 2,4 por cada mil ocupados en España frente a 3,8 de promedio en Europa.

Así son el 95 por ciento de las empresas del mundo. No son malas compañías, pero en plena revolución tecnológica tienen que reconfigurarse para seguir existiendo. Los nuevos *players* se adaptan rápidamente a los cambios y atraen talento cualificado. Nacen con un nuevo ADN totalmente adaptado al siglo XXI. Han entendido los códigos de las tecnologías disruptivas y al nuevo consumidor (se podría decir que son «empresas disruptivas») y actúan de una manera muy distinta. Veamos con un poco más de detalle las características de las empresas del siglo XXI:

1. Trabajan por proyectos

Trabajan en equipo y por proyectos, no en departamentos. Cada líder de proyecto coordina al resto de componentes, incluso si son de categorías jerárquicas superiores. Eso permite aprovechar al máximo el talento de las empresas, así como ser más ágiles y más contundentes en la implementación.

2. Retienen clientes satisfechos

Están totalmente enfocadas en el cliente, que es la razón de ser de la organización. Tanto los procesos como las prioridades estratégicas están orientados hacia la máxima satisfacción del cliente. Utilizan el análisis de datos derivados de la relación con sus clientes para mejorar las relaciones comerciales, centrándose específicamente en la retención del cliente.

3. Algoritmos

Tienen áreas o personas encargadas de la inteligencia y la algoritmia. Saben que la información y el análisis son claves. La algoritmia y la inteligencia artificial son herramientas fundamentales para operar de manera eficiente. Son la base del negocio. No es de extrañar que las áreas de *business intelligence* dependan de la alta dirección.

4. Social y deslocalizada

La satisfacción y autorrealización de los empleados es una prioridad para el *top management*. El orgullo de pertenencia es su foco. Se transforma por completo tanto el hábitat de trabajo como su ubicación, apoyándose en las nuevas tecnologías, para permitir a los empleados combinar la vida personal y profesional. Las empresas están deslocalizadas, capilarizadas, distribuidas por el mundo, con menos contacto físico entre el personal.

5. *Crowdsourcing* con *partners*

Trabajan mucho con *partners*, más que con proveedores en el sentido tradicional, y los consideran parte de su cadena de valor, incluso los integran en sus planes estratégicos y de innovación, invitándolos a participar en las decisiones estratégicas con total transparencia, en un modelo puro *win-win*

6. Externalizan lo *no core*

Externalizan todo lo que no es el *core business* de la compañía (sólo así pueden crecer de una forma exponencial). Algunos incluso externalizan el I+D.

7. No jerarquías

Trabajan en organizaciones planas, sin cargos intermedios, por objetivos y/o proyectos, sin niveles jerárquicos. Eso les permite eliminar burocracia y reuniones improductivas. Los organigramas, si los hay, son difusos. Hay más horizontalidad y menos jefes. Se fijan en diferentes ratios, no sólo en los resultados cuantificables.

8. Indicadores *down-top*

Se gestionan con indicadores de negocio no sólo financieros y estratégicos *top down* (KPIs) que miden el qué, sino con indicadores

operativos que ponen en transparencia la gestión de la operación y miden el cómo. Gestionar una empresa teniendo en cuenta solamente los indicadores financieros tradicionales (existencias, inmovilizado, ingresos, gastos, etc.) no permite poner en valor los activos intangibles de una empresa (relaciones con los clientes, habilidades y motivaciones de los empleados, etc.) como principal ventaja competitiva.

9. Muy escalables

   Trabajan con personas *free-lance*, gente muy buena pero que prefiere trabajar por proyectos o por horas. Las empresas saben que sólo así pueden contar con el mejor talento en cada momento, pues muchas de estas personas no quieren estar ligadas a una sola empresa ni trabajar en un lugar fijo.

10. ADN innovador

    La innovación es el corazón de la compañía. Es un proceso *lean* perfectamente estructurado, y obsesivo. Cada año se reinventan antes de que lo haga su competencia. Constantemente están innovando y reinventándose, tienen en su ADN la innovación.

11. Impacto social

    Y, muy importante, no buscan sólo ganar dinero, sino también tener un impacto social, «cambiar el planeta». El sueño de Tesla o de Amazon es ese: cambiar el planeta. Podrían estar ganando mucho más dinero, pero prefieren reinvertirlo para innovar y tener el impacto social que desean tener. Son empresas con mucho talento, pero sobre todo con alma. Y esa es una de las cosas que pide el nuevo consumidor: que las empresas a las que compra tengan alma, estén comprometidas con el medio ambiente, etc.

El líder del siglo XXI

Si haces una simple comparativa entre el perfil de estas nuevas compañías y las tradicionales, verás que son la noche y el día. No es que sean diferentes en algunos aspectos, ¡son totalmente diferentes! Por esta misma razón, los líderes de unas y otras tienen perfiles muy distintos, casi me atrevería a decir

que opuestos. Las empresas de la vieja economía, las que se sustentan en productos y servicios desarrollados en el siglo XX y/o con base analógica, suelen estar dirigidas por ejecutivos con perfil y valores de la vieja economía, lo que complica muchísimo la transformación y la adaptación a los retos de la Disrupción Tecnológica. Son tantas las diferencias que es difícil que un ejecutivo clásico pueda evolucionar hasta convertirse en un líder de la nueva economía. Hay excepciones que confirman la regla, pero a menudo el conflicto generacional es insalvable y dificulta la adaptación de las empresas tradicionales a la nueva economía para poder competir con empresas digitales.

Diariamente tengo la oportunidad de trabajar con altos ejecutivos de los dos perfiles, y las principales diferencias que suelo encontrar, más allá de la edad, son:

1. Mientras el ejecutivo del siglo XX se dedica a ADMINISTRAR, el del siglo XXI se centra en INNOVAR. Cada vez es menos atractivo el perfil de ejecutivo ingeniero o economista y más el de marketiniano.
2. Uno se dedica a COPIAR, el otro intenta ser ORIGINAL. La orientación al cliente obliga al nuevo líder a trabajar en la sorpresa y la originalidad en toda su cadena de valor.
3. El tradicional ACEPTA los procesos de siempre como correctos; el nuevo líder INVESTIGA constantemente nuevas maneras de mejorar.
4. El primero se centra en el CONTROL, el segundo en la CONFIANZA. Las personas son prioritarias en la agenda del nuevo CEO, obsesionado por tener a la mejor gente y bien motivada.
5. El nuevo líder mira el LARGO PLAZO y sacrifica los beneficios de hoy por el liderazgo del futuro. Quiere ser el protagonista de la revolución empresarial.
6. Para el nuevo líder es más importante el CÓMO y el CUÁNDO que el QUÉ y el PORQUÉ. En el siglo XXI, la clave es el proceso, no el resultado, que es una mera consecuencia del primero.
7. Mientras el tradicional mira la LINEA DE FONDO, el otro MIRA HACIA EL HORIZONTE. Para poder transformar un sector y liderar un cambio hay que tener amplitud de miras.
8. El primero ACEPTA el *statu quo*, el segundo lo DESAFÍA. El ejecutivo del

futuro no teme los cambios, que forman parte de su estilo de vida y de su *management*.

9. La mayoría de los ejecutivos de la antigua economía HACEN LAS COSAS BIEN, mientras que los nuevos líderes HACEN LO CORRECTO, aunque eso no les dé un beneficio personal o a corto plazo.

Soy de la opinión de que un ejecutivo, independiente de su edad y *background*, puede adaptarse a la nueva economía si le pone interés y ganas, pero desgraciadamente hay muchos que no sólo no quieren, sino que no son conscientes de que están arrastrando a su empresa y a sus empleados a la ruina. Sólo aquellos ejecutivos que gestionen sus organizaciones con los códigos de la nueva economía podrán sobrevivir, hacer frente a los nuevos competidores y adaptarse a los nuevos consumidores.

Los nuevos líderes no dejan que la gestión del día a día les haga olvidar lo más importante, que son las personas. Por eso, dedican tiempo a inspirar y motivar a sus empleados, lo que tiene un claro impacto en los resultados. En las empresas del siglo XXI, los directivos dedican entre un 20 y un 40 por ciento sólo a tratar con los empleados. Y les dicen cosas como:

1. «Estás haciendo un gran trabajo».

   Incluso los empleados más talentosos necesitan un poco de aliento de vez en cuando. Hay que decirles el gran trabajo que están haciendo.

2. «No sé cómo podríamos hacer esto sin ti».

   Un poco de adulación sincera abre puertas y corazones.

3. «¿Puedes pensar en una mejor manera de hacer esto?».

   Los empleados son la mejor fuente de ideas para mejorar la empresa. Los buenos líderes les animan a buscar y expresar ideas.

4. «Sé que puedo contar siempre contigo para hacer el trabajo».

   La fiabilidad y la confianza son elementos clave para cualquier empleado.

5. «Nuestros clientes te aman».

Los empleados deben saber el impacto positivo que tienen sobre sus clientes.

6. «No te preocupes, todos cometemos errores».

   No hay que castigar los errores, sino animar a intentarlo de nuevo.

7. «Tengo un nuevo proyecto importante para ti».

   Todos queremos hacer tareas que importen, que trasciendan.

8. «¿Tú qué opinas?

   Es bueno saber qué opinan los empleados, y luego ejecutar sus sugerencias siempre que sea posible.

9. «Estoy muy content@ de que trabajes para nosotros».

   Los buenos profesionales, con talento, pueden elegir donde trabajar. No está de más agradecerles que lo hagan para tu empresa.

10. «Necesito tu ayuda».

    A todos nos gusta que nos den la oportunidad de ayudar.

11. «Muchas gracias».

    Agradecer debe ser un hábito.

Sin duda, los líderes de las empresas del siglo XXI deben ser *people oriented*: orientados a los empleados, los clientes y la sociedad.

Marketing y sistemas: colaboradores necesarios

Además del líder de la organización, hay dos áreas críticas en cualquier empresa que tienen que evolucionar para adaptarse: sistemas y marketing. O sea, la tecnología y el cliente/mercado, el CIO (Chief Information Officer) y el CMO (Chief Marketing Officer). Muchas personas piensan que son disciplinas opuestas, como el arte y la ingeniería, pero la revolución digital lo ha cambiado todo. Hoy la tecnología y la comercialización son dos fuerzas que se complementan y se necesitan.

En los últimos años he podido observar una creciente inversión en tecnologías de la información, pero no en marketing. Esto provoca un efecto perverso en las organizaciones que se resumen en esta fórmula:

NT+OO=EOO

O sea: New Technology + Old Organization = Expensive Old Organization. En la era de la digitalización y la transformación del consumidor digital, del que hablaremos en extenso en el próximo capítulo, el marketing es el rey. Y como tal, tiene que liderar la estrategia y la transformación de la organización, apoyado y respaldado por la tecnología. Cada interacción consumidor-marca genera datos que pueden ayudar a comprender lo que los clientes quieren y esperan, pero para eso los equipos de marketing y de TI deben unir fuerzas, repensar procesos obsoletos y combinar sus habilidades para resolver retos compartidos.

Cuando se involucran estos dos equipos en la recopilación y el análisis de grandes volúmenes de datos, y ayudan a los comerciantes a comprender los detalles específicos de la relación con el cliente, crean una experiencia de marca más personalizada que se traduce en mayores ventas y mejores márgenes. La empresa del siglo XXI tiene que fomentar la relación entre marketing y TI, y en concreto:

1. Dar más poder al CMO en el comité de dirección para que sea la voz del nuevo cliente y diseñe el plan estratégico multicanal.
2. Fijar objetivos compartidos para el CMO y el CIO.
3. Integrar los equipos de marketing y tecnología para que trabajen en proyectos comunes, no en departamentos separados.
4. Medir el progreso. La medición es esencial para cada acción de transformación. Hoy en día, una organización puede definir y medir los objetivos con mayor precisión que nunca antes.

Trabajo en equipo

Una de las tareas más complejas del *management* es conseguir el mejor equipo de profesionales trabajando en equipo, o lo que se denomina «equipos de alto rendimiento». No es fácil conseguir talento y que ese talento se una para multiplicarse. Cuando se da esta combinación mágica de factores, las posibilidades de éxito de la organización se multiplican exponencialmente.

En los años que llevo trabajando con comités de dirección lo he visto pocas veces. En esas pocas veces, se daba la circunstancia de que el *performance* de la compañía era muy superior al mercado, tanto en términos de crecimiento como de rentabilidad, y que el entorno de trabajo era excelente.

Las principales claves para crear un equipo ejecutivo de alto rendimiento son:

1. CONFIANZA: No hay críticas a las espaldas de los demás ni competencia insana, sólo beneficio colectivo.
2. GENEROSIDAD: Es más importante el éxito colectivo que el individual.
3. PROPÓSITO: Se persigue un fin común que crea unidad y razón de ser en el grupo.
4. DEMOCRACIA: Las decisiones son mancomunadas y consensuadas.
5. COMPROMISO: Hay un alto grado de compromiso individual en el proyecto común.
6. COMUNICACIÓN: Menos *mails* y más comidas personales.
7. RESPETO: Nadie es mejor que nadie. Se respecta la diversidad.
8. LOS ÉXITOS SE COMPARTEN: Nada une más que apoyarse en los fracasos y celebrar los éxitos.

Una de las maneras de conseguir que se trabaje en equipo son las actividades de *team building*. Este término define un conjunto de actividades para formar equipos de alto desempeño y mejorar las relaciones interpersonales dentro de un grupo o equipo de ejecutivos. Se pueden realizar muchas actividades diferentes, pero una de las que me parece más eficaz (además de espectacular) es la de apagar fuegos. Literalmente.

En España contamos con el mejor centro de adiestramiento de Europa de extinción de incendios, Brunete. Esta escuela cuenta con unas instalaciones de

75.000 m^2 dedicadas a crear simulacros de incendio. He tenido la fortuna de participar en varias ocasiones en esta experiencia extrema y el resultado es espectacular, además de una vivencia irrepetible. Para poder apagar un fuego es fundamental el trabajo en equipo. Hacen falta tres personas, lo que se llama un «equipo base», para llevar una manguera de bombero, y para apagar un incendio son necesarios como mínimo tres equipos base. Todos tienen un rol concreto: mientras dos equipos apagan, el tercero protege al resto del calor y las llamas. Si uno falla, todo falla. Y no puede haber despistes, porque los despistes se cuentan por muertos.

Cuando te expones a situaciones extremas en equipo y pones tu vida en manos de tus compañeros, te das cuenta de la torpeza que es no confiar en ellos. Y que el peligro no son los compañeros, sino el fuego. O sea, la competencia.

En definitiva, las compañías disruptivas, sus líderes y sus equipos de trabajo no sólo buscan ser eficaces y ganar dinero, sino trascender, crear productos que no sólo satisfagan a sus clientes, sino que dejen un legado para la historia. Son socialmente responsables y comprometidas, no sólo porque sus clientes se lo demandan, sino porque lo llevan en su ADN. Sin duda, este tipo de compañías desbancarán a las viejas empresas tradicionales y contribuirán de forma importante al progreso y mejora de la Humanidad.

Los consumidores en el nuevo entorno

Esta nueva era de la Disrupción Tecnológica apunta a criterios más sostenibles y a una explotación más racional de la tierra que la Revolución Industrial. Tenemos que ir hacia ahí, por puro sentido común, y creo que habrá dos factores que contribuirán a que así sea: una nueva ética empresarial y el empoderamiento de la sociedad. Por un lado, las nuevas generaciones de empresarios llevarán ya incorporado el chip de la producción sostenible, y por otro, las nuevas generaciones de consumidores exigirán que las empresas no ataquen el medio ambiente, mantengan relaciones laborales humanizadas, etc. Para esta nueva sociedad, si una empresa no tiene en cuenta unos criterios medioambientales y éticos no va a poder subsistir, básicamente porque no tendrá clientes.

Está naciendo un nuevo consumidor que sin duda acabará siendo mayoritario. La transformación tecnológica está dando lugar a un cambio en los hábitos de consumo y las empresas que no se adapten, que no se preocupen de conocer y satisfacer a este nuevo consumidor de la era tecnológica-digital, sencillamente desaparecerán. Y en poco tiempo.

Este nuevo consumidor milenial, que será el principal consumidor de los próximos 20-30 años, ha nacido ya en un entorno digital. Para él, lo que llamamos «nuevas tecnologías» son simplemente tecnologías, pues las tiene desde que nació. Es un espécimen nuevo, con una nueva mentalidad, nuevos gustos y nuevos hábitos: es multicanal, le importan poco las marcas, no quiere ir al supermercado y prefiere comprar por internet, no quiere ir a la sucursal de su banco pero quiere el mejor servicio de banca *online*, no se informa por los medios convencionales pero está informado, etc. Los empresarios tienen

que saber que este consumidor, del que cada año hay más y con más poder adquisitivo, quiere cosas radicalmente distintas al que hasta hoy le ha dado de comer. Además, los empresarios jóvenes sí entienden a este nuevo consumidor, por lo que los tradicionales tienen que espabilarse si no quieren quedarse fuera de juego.

Un hecho determinante en este cambio de hábitos es la digitalización de la población. El uso de internet ha crecido exponencialmente. En el minuto que tardarás en leer esta página se habrán producido 700.000 búsquedas en Google, se habrán subido 600 vídeos a Youtube, se habrán descargado más de 13.000 aplicaciones en iPhones y se habrán registrado más de 70 nuevos dominios. Todo esto, además, acompañado del *boom* de los teléfonos inteligentes. Según la encuesta anual de *Navegantes en la red* presentada en 2018 por la Asociación para la Investigación de Medios de Comunicación (AIMC), la principal actividad *online* se realiza ya con el teléfono: un 92,1 por ciento de los usuarios accede mediante el móvil frente a un 77,5 por ciento que lo hace con el ordenador portátil, un 67,4 por ciento con el ordenador de sobremesa, un 58,2 por ciento con la tableta y un 33,3 por ciento con el televisor.

El mundo se está moviendo rápidamente hacia la conectividad ubicua, que va a cambiar la forma en que las personas nos asociamos, reunimos o compartimos información. En ese futuro no muy lejano del que estamos hablando todo el tiempo en el libro, o sea, los próximos 20-30 años, el acceso a internet será universal. Conectarse a internet en cualquier lugar y momento será tan sencillo como respirar. El internet de las cosas, con sensores por todas partes, hará que todo esté digitalizado y se pueda controlar a través del móvil desde cualquier lugar. La nube nos permitirá manejar esa ingente cantidad de información de toda la población mundial gracias a su gran capacidad de almacenamiento y gestión de datos. Estos avances permitirán mejorar la salud, la educación, el trabajo, la política, la economía y el entretenimiento. Por otra parte, plantearán cuestiones éticas relacionadas sobre todo con la privacidad, la delincuencia y las libertades civiles.

Los expertos establecen una serie de predicciones sobre este mundo hiperconectado que enumero de forma sintética a continuación:

1. El intercambio de información a través de internet se realizará sin

esfuerzo y estará tan entretejido en la vida cotidiana que se convertirá en invisible, fluirá como la electricidad, a menudo a través de intermediarios no humanos.

2. La difusión de internet mejorará la conectividad global y contribuirá a fomentar las relaciones entre culturas y reducir la ignorancia.
3. El internet de las cosas y la inteligencia artificial harán que la gente sea más consciente de su mundo y de su propio comportamiento.
4. La realidad aumentada y los dispositivos portátiles servirán para monitorear la salud personal.
5. La conciencia y la acción política se beneficiarán de esta hiperconectividad; proliferarán cambios más pacíficos y levantamientos públicos como la Primavera Árabe.
6. Surgirán nuevas «naciones» de personas con intereses compartidos que existirán más allá de los actuales Estados o naciones.
7. Internet se convertirá en «los internets» y se renegociarán sus principios.
8. Internet revolucionará la educación y dará más oportunidades, pues se necesitará menos dinero para bienes raíces y maestros.
9. Pueden producirse desigualdades entre los que tienen más medios digitales y los que no. Esto daría pie a resentimiento y violencia.
10. Los abusos y abusadores digitales evolucionarán y se expandirán. La naturaleza humana no cambiará: pereza, intimidación, acoso, pornografía, crimen, etcétera, seguirán existiendo y encontrarán nuevas capacidades en la tecnología para hacer la vida imposible a los demás.
11. Presionados por estos cambios, los gobiernos y las empresas tratarán de hacer valer el poder invocando la seguridad y las normas culturales.
12. Cederemos, a veces a regañadientes, parte de nuestra privacidad en favor de la convivencia. La privacidad total sólo estará al alcance de los ricos.

Según Hal Varian, economista jefe de Google, «el mayor impacto en el mundo será el acceso universal a todo el conocimiento humano». El acceso a la información y el conocimiento pueden ya hoy en día convertir a un campesino de una aldea remota en una persona más sabia que el más sabio de los filósofos griegos o más culta que el más culto de los escritores del siglo XX. En el futuro habrá dispositivos móviles baratos al alcance de todo el mundo y herramientas educativas como la Academia Khan estarán disponibles para todos. Esto dará lugar a una población mundial más

informada, más educada y, en consecuencia, más empoderada.

Pero volvamos al nuevo consumidor. Se trata de un individuo más activo, que no espera a que le llegue la publicidad de un producto, sino que va a buscarlo por internet, compara precios y calidades y lo quiere al momento en la puerta de su casa. Él/ella busca, compara, mide, prueba, elige y decide. Está acostumbrado a ejercer una respuesta inmediata. No hace mucho intenté comprar unos muebles de diseño en una web, pero la experiencia de compra era tan lenta y enrevesada que me impacienté y acabé por salir sin comprar. ¡Y eso que no soy un *millenial*!

Para el nuevo consumidor digital, el valor del dinero pasa a veces a un segundo o tercer plano en favor de una serie de valores y beneficios personales, entre ellos la experiencia de compra. A más facilidades (como las que ofrece Amazon, por ejemplo: comodidad, rapidez, posibilidad de devolución sin pedir apenas explicaciones…), mayor satisfacción y mayor gasto por parte del consumidor.

La integración del mundo *online* y *offline* también empieza a ser una realidad en los mercados; partiendo de la idea de que el cliente es único, sabemos que se relacionará con las marcas a través de los distintos canales que tenga a su alcance. Esto da lugar a una serie de oportunidades en el mercado. Muchas marcas están incorporando ya la experiencia de compra *on-off* en sus tiendas, desde C&A con sus perchas inteligentes, Zara con la tecnología RFID en sus prendas y un asistente de compra en tienda vía iPad, Decathlon con tiendas donde ver los productos, encargarlos y que te los entreguen en casa, etc.

Las nuevas fórmulas de distribución en la «última milla» (drones, bicicletas, coches eléctricos, etc.) son otra de las novedades que sirve como ejemplo de cómo puede cambiar el panorama de las relaciones entre clientes y compañías *online* y *offline*. ¡Ahora el cliente digital puede recibir pedidos en horas o incluso minutos!

Sobre el nuevo consumidor digital ya tuve ocasión de reflexionar en mi anterior libro, escrito junto a Rafael Fernández García-Andrade, Mónica Deza Pulido y Juan José Delgado (*El nuevo consumidor digital*, Editorial Círculo Rojo, 2015). Como ya adelantaba entonces, el consumidor digital ha llegado para quedarse, pero irá experimentando una serie de transformaciones y evoluciones, con demandas más específicas, modas, diferencias culturales,

etc. Gracias a la rapidez con la que se está desarrollando la vida en la actualidad, y la numerosa cantidad de información de acceso público con la que contamos, ya se pueden vislumbrar diferentes formas de comunicación como consecuencia de los diferentes usos, que van a tener que ver (y mucho) con la interacción continua entre usuarios, los deseos personales y/o las distintas formas de vivir, ser, ver y estar en el mundo.

Actualmente, casi cualquier usuario puede manejar cantidades ingentes de información de manera muy rápida y con una facilidad de transmisión espectacular. Esto va a repercutir directamente tanto en los modos de socializar como en las diferentes formas de comprender el mundo. Existe una tendencia clara a un cambio en las formas de relacionarse que será casi efecto «natural» de estos fenómenos y que nos conducirá a una multiplicación global de posibilidades y eventos, que nos dejará expuestos a súbitos cambios de dirección y orientación inesperados en cualquier momento y circunstancia. Como consumidores y objetos de consumo a la vez nos «expandiremos» virtualmente conforme a los niveles y grados de determinados usos y costumbres, que ejercerán un claro influjo en los mundos físico y digital y en la configuración de nuestra personalidad. La libertad de escoger se transformará en una cosa u otra conforme a lo que cada persona o consumidor decida, y a sus propias formas de proceder o manifestarse en relación con los demás.

Ya no estamos ante meros consumidores, sino ante usuarios que tratarán de aprovechar al máximo las ventajas que les brindará la tecnología, a la que podrán acceder de manera fácil e inmediata. Un ejemplo son los nuevos modelos de negocio *peer-to-peer* (P2P), es decir, negocios entre ciudadanos. Una red P2P es una red de computadoras en la que todos o algunos aspectos funcionan sin clientes ni servidores fijos, sino con una serie de nodos que se comportan como iguales entre sí. Es decir, actúan simultáneamente como clientes y servidores respecto a los demás nodos de la red. Las redes P2P permiten el intercambio directo de información, en cualquier formato, entre los ordenadores interconectados. La nueva era está revolucionando muchos negocios como la música, los viajes, las compras a distancia…, y dando cabida a una forma de colaboración entre ciudadanos que da pie a nuevos negocios, impensables sin la conectividad de internet. Muchos de estos nuevos negocios afectan directamente a otros tradicionales.

Actualmente se están estructurando diferentes modelos de negocio muy

interesantes en diferentes ámbitos. He aquí algunos ejemplos:

TRANSPORTE:

- Uber y Blablacar: alquiler de coche entre particulares.
- Parkinghood: alquiler de parking
- Bicing: alquiler de bicicletas.

SERVICIOS:

- Cronoshare: profesionales de confianza para tareas de limpieza, clases particulares, arreglos, idiomas y mucho más.
- Taskrabbit: tareas del hogar para vecinos.
- Etece: tareas cotidianas entre profesionales de confianza.
- Bibulu: alojamientos particulares para mascotas.

TURISMO

- Airbnb: alquiler de espacios de otras personas en 34.000 ciudades de 190 países.
- Trip4real: marketplace donde encontrar experiencias auténticas organizadas por gente local.
- Eatwith: comer en casa de gente particular.
- Ebay: compra-venta de tecnología, informática, motor, coleccionismo, ropa, artículos para bebés, etc. Nuevo y segunda mano.
- Wallapop: compras de segunda mano en tu zona.
- Mitrastero: compras de segunda mano.
- Grownies: intercambio de ropa para niños.

Un ciudadano de Nueva York que utiliza el P2P ingresa una media de 45.000 dólares al año por «alquilar» cosas a otros particulares. Y según un estudio reciente de Nielsen, en España casi el 50 por ciento de la población está dispuesta a alquilar algo a cambio de dinero. Sin duda, el P2P está explotando y provocando la transformación de muchos sectores y negocios.

Todo esto está repercutiendo en nuevas formas de relacionarse, colaborar,

consumir, etc., con un nivel de integración muy alto del consumidor con todo aquello que va a consumir, que incluso le incluye a él como objeto de ese consumo. Sobre esta perspectiva general atisbo una dimensión de consumidor sobre la que éste «creerá» poseer el suficiente criterio personal como para poder elegir entre algunas cosas y rechazar o desechar de pleno otras, pero que ante todo nunca va a perder de vista su objetivo, que no es otro que el de obtener de todo el conjunto de sus acciones la mejor experiencia, o la experiencia más concreta que satisfaga sus necesidades.

Las empresas tendrán que encajar toda esta gran cantidad de variables como las piezas de un puzle infinito que no deja de multiplicarse. Entendido así, el nuevo consumidor digital es un reto, porque será el reflejo de lo que somos a nivel personal y social.

Epílogo

Un mensaje optimista para acabar

Más allá del impacto sobre la empresa y el consumo, la Disrupción Tecnológica transformará profundamente toda nuestra sociedad en las próximas dos o tres décadas. No la de un país o una región, sino todas las sociedades y comunidades del mundo entero. Su impacto será global: sobre todos los países, todas las ciudades, todas las comunidades, todos los sectores, todas las empresas y todas las personas.

Hay quien se pregunta, no obstante, si será para bien o para mal. No faltan ni las voces agoreras, que vaticinan una deshumanización producto de tanta tecnología, ni tampoco los tecno-entusiastas, que piensan que la tecnología puede solucionar los principales problemas de la Humanidad. Me cuento entre los segundos, aunque soy plenamente consciente de los riesgos.

La Humanidad tiene hoy muchos y graves problemas. Cada diez minutos, que es más o menos el tiempo que tardarás en leer este último capítulo, muere un niño de hambre en el mundo. En pleno siglo XXI todavía sucede esto:

- 800 millones de personas viven con desnutrición permanente (¡mientras 1.900 millones tienen sobrepeso!).
- 1.200 millones de personas viven en la pobreza extrema.
- 2.500 millones no tienen acceso a agua potable y otros tantos no tienen acceso a la sanidad pública.
- 1.500 millones de niños sufren algún tipo de violencia.

- 7 millones de personas mueren al año por la contaminación.
- Una de cada 3 mujeres ha sufrido violencia física o sexual.
- Una de cada 5 personas no tiene acceso a la electricidad…

Así está hoy el mundo.

Las tecnologías disruptivas pueden, según cómo se utilicen, contribuir a crear una sociedad más justa o a todo lo contrario. Mi punto de vista es que cualquier persona en posición de actuar sobre los grandes retos de la humanidad está en la obligación de hacer algo, y especialmente la clase empresarial y ejecutiva. Primero por humanidad: todo ser humano debe procurar hacer de este mundo un lugar mejor para las siguientes generaciones. Segundo, porque así lo exige «su majestad el cliente», es decir, los ciudadanos. Según Forética, asociación de empresas y profesionales del ámbito de la responsabilidad social y la sostenibilidad con presencia en España y Latinoamérica, prácticamente la mitad de los consumidores han dejado de comprar alguna marca por sus malas prácticas sociales o con el medio ambiente. Y esto irá a más a medida que los milenials se incorporen más a la sociedad de consumo.

Ni que decir tiene que aún tenemos muchísimos retos por delante para alcanzar un mundo sostenible y sin sufrimiento, para garantizar la supervivencia de nuestro planeta y de nuestra especie. Es muy importante que tomemos conciencia de estos retos, tanto para solucionarlos como para no alimentarlos mediante nuestra actividad profesional o cotidiana. La Organización de las Naciones Unidas (ONU) ha establecido los que denomina Objetivos del Desarrollo Sostenible, donde enumera y describe los principales retos a los que se enfrenta la Humanidad (puedes encontrar el detalle en la página <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>). El objetivo y la visión es que para 2030 hayamos podido:

1. Erradicar la pobreza en todas sus formas en todo el mundo.
2. Poner fin al hambre, conseguir la seguridad alimentaria y una mejor nutrición, y promover la agricultura sostenible.
3. Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos y para todas las edades.

4. Garantizar una educación de calidad inclusiva y equitativa, y promover las oportunidades de aprendizaje permanente para todos.
5. Alcanzar la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y niñas.
6. Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.
7. Asegurar el acceso a energías asequibles, fiables, sostenibles y modernas para todos.
8. Fomentar el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo, y el trabajo decente para todos.
9. Desarrollar infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación.
10. Reducir las desigualdades entre países y dentro de ellos.
11. Conseguir que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.
12. Garantizar las pautas de consumo y de producción sostenibles.
13. Tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos (tomando nota de los acuerdos adoptados en el foro de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático).
14. Conservar y utilizar de forma sostenible los océanos, mares y recursos marinos para lograr el desarrollo sostenible.
15. Proteger, restaurar y promover la utilización sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar de manera sostenible los bosques, combatir la desertificación y detener y revertir la degradación de la tierra, y frenar la pérdida de diversidad biológica.
16. Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles.
17. Fortalecer los medios de ejecución y reavivar la alianza mundial para el desarrollo sostenible.

Veamos algunos ejemplos de cómo la Disrupción Tecnológica puede contribuir a alcanzar algunos de estos objetivos:

- **Erradicar el hambre**

El objetivo es terminar con el problema antes de 2030 y, aunque ahora parezca irreal, la revolución tecnológica ya está poniendo sobre la mesa adelantos que posibilitarían esta situación. Valga como ejemplo la «fotocopiadora de células» desarrollada por científicos españoles y dada a conocer recientemente. Este artilugio permite replicar células de forma automatizada, por lo que no sólo abre grandes posibilidades a la investigación y al mundo de la medicina, sino que puede ser una palanca para acabar con el hambre de manera instantánea. Esta «fotocopiadora de células» podría utilizarse para la fabricación de carne sintética, lo que sería una opción para facilitar proteínas a grandes masas de población y acabar con los problemas que el clima provoca sobre las cosechas y la ganadería. Hoy por hoy, la capacidad de producción de esta tecnología es limitada y son muchos los intereses que se verían afectados: los ganaderos, los intermediarios, las industrias cárnicas… En cualquier caso, esta es una opción que ya está ahí y que simplemente dependerá de la voluntad de las organizaciones para utilizarla.

- **Garantizar la salud y el bienestar**

  Como hemos visto a lo largo del libro, casi todas las tecnologías disruptivas tienen algún tipo de aplicación que puede contribuir, en mayor o menor medida, a mejorar la salud y el bienestar de las personas: desde robots para cuidar a personas dependientes hasta el diagnóstico a distancia gracias a la conectividad móvil y la inteligencia artificial, pasando por la «fabricación» de órganos o prótesis gracias a la impresión 3D. Las personas viviremos más y mejor gracias a la tecnología. Incluso es posible que algún día acabemos con la muerte gracias a la biotecnología, aunque eso es aventurar demasiado. Aunque es previsible que en un primer momento los países ricos aprovecharán estos adelantos más que los pobres, será irrefrenable que antes o después estos avances lleguen a la Humanidad en su conjunto.

- **Educación de calidad**

  El siguiente objetivo que plantea la ONU para la humanidad es conseguir una educación de calidad para todos antes de 2030. La revolución tecnológica contribuirá a que este objetivo cada vez sea menos dependiente de la decisión de los gobiernos, porque la

tecnología acerca el conocimiento y lo democratiza más allá de la voluntad de los Estados. La posibilidad de acceso a la información que ofrecen internet y los dispositivos móviles pone el conocimiento al alcance de prácticamente todo el mundo.

- **Agua limpia y saneamiento**

  Una vez más, la tecnología va a poner al servicio de la Humanidad la posibilidad de conseguir agua potable de forma relativamente fácil, por lo que la consecución de los logros dependerá en gran parte de decisiones políticas y de la presión que la sociedad haga en este sentido.

- **Trabajo decente y crecimiento económico**

  Este objetivo es uno de los puntos que más reflexión está provocando en estos momentos. La tecnología está afectando en gran medida (y afectará mucho más) al tema de la empleabilidad. Está asumiendo todos aquellos procesos repetitivos y que no requieren de aportación creativa. Esto supone que la mayor parte de los empleos, tal y como los conocemos hoy día, irán siendo asumidos paulatinamente por robots. ¿Es esto positivo o negativo para los seres humanos? ¿Las máquinas generarán paro generalizado o supondrán una liberación? Todavía es quizás demasiado pronto para saberlo, pero podemos adelantar alguna reflexión al respecto. Por ejemplo, que liberar de los trabajos repetitivos y faltos de aportación creativa a las personas no tiene porqué ser algo negativo. También puede calibrarse como una liberación del ser humano. Si aseguramos el modo de subsistencia a esa persona, probablemente el trabajo deje de tener el valor que hoy se concede a según qué tareas.

  Valga como ejemplo un empleo tan recurrente en nuestros días como el de camionero. Miles de personas se dedican hoy día a transportar mercancías en camiones a lo largo de todo el mundo. Si planteamos a un camionero la posibilidad de quedarse sin trabajo porque su labor puede asumirla una máquina, esa persona se mostrará contraría porque se quedará sin recursos con los que mantenerse. Sin embargo, si le aseguramos esos recursos, probablemente renuncie a seguir conduciendo sin problemas.

  Según este punto de vista, la tecnología supondría un paso más en

la evolución de las relaciones sociales: de los grupos de cazadores o agricultores del Neolítico se pasó a una sociedad en que una masa de esclavos sin derechos trabajaba para el grupo dirigente. En un siguiente paso, los esclavos se convirtieron en trabajadores industriales con situaciones no muy diferentes a las anteriores, y pasaron a convertirse en consumidores ante las necesidades del engranaje empresarial creado por la Revolución Industrial. Sea por obligación (esclavos), por necesidad (trabajadores industriales) o por propia decisión (consumidores), el puesto de trabajo ha supuesto en todos estos estadios un punto vertebral de la relación social. Quizás la revolución tecnológica termine con esta situación y el pleno empleo que propugna la ONU sea en realidad que todo el mundo tenga posibilidades de obtener los recursos necesarios para satisfacer sus expectativas vitales y no tanto un puesto de trabajo como hoy lo entendemos.

- **Industria, innovación e infraestructura**

  Éste es probablemente el capítulo más afectado por la revolución tecnológica. El salto exponencial de la industria y las infraestructuras gracias a la constante innovación dibujarán un mundo que hoy no alcanzamos a vislumbrar. Está claro que el acceso a la información que proporciona la extensión de la tecnología debe ser un objetivo global. La información es una herramienta del cambio y, como tal, tiene que estar al servicio de todos los seres humanos.

- **Reducción de las desigualdades**

  La ONU se centra en las desigualdades en el acceso a la riqueza, pero habrá que tener en cuenta que la nueva riqueza será el acceso a la información y el empoderamiento de la sociedad. Es más fácil esa democratización del conocimiento que el acceso a un reparto medianamente equitativo de la riqueza. En cualquier caso, seguimos midiendo el mundo desde un punto de vista y unos parámetros que no son válidos para esa nueva sociedad en la que nos adentra la revolución tecnológica. Quizás en ese momento la riqueza material tenga una valoración muy diferente y, por tanto, la reducción de las desigualdades también.

- **Ciudades y comunidades sostenibles**

  Las ciudades han evolucionado y continuarán evolucionando para

conseguir convertirse realmente en el espacio más apropiado para el desarrollo humano. La tendencia, gracias a la tecnología, es hacia un entorno más sostenible, más amable, más humano… En buena medida se conseguirá gracias a los vehículos eléctricos autónomos, que en apenas una década poblarán nuestro paisaje urbano: sin contaminación, sin ruido, sin accidentes, sin estrés al volante, etc.

- **Producción y consumo responsables**

  Para el nuevo consumidor, no todo vale. No vale la destrucción del medio ambiente para la producción de bienes, no vale el uso de materiales de poca calidad para ganar más dinero, no vale el uso de mano de obra barata. El consumidor cada vez permitirá menos excesos a la industria. Por ejemplo, en los últimos tiempos la ciudadanía ha tomado conciencia de las posibles consecuencias del uso excesivo del aceite de palma, más barato que el de oliva o el de girasol, pero con características nutricionales menos saludables o incluso nocivas. Además, la producción del aceite de palma está provocando serios problemas medioambientales y está acabando con hábitats y especies de gran valor ecológico. Por todo ello, la ciudadanía está movilizándose y no son pocas las cadenas que ya están retirando todos los productos que tienen este ingrediente en su composición. Quizás en un primer momento se trate de medidas publicitarias por parte de estas cadenas distribuidoras, pero lo importante es que la movilización social, a través de la información y el conocimiento compartido que permite la tecnología, sobre todo la conectividad móvil, está empezando a ganar batallas.

- **Combatir el cambio climático**

  La ONU pone en el punto de mira los cambios climáticos provocados por el desarrollo salvaje y la acción del hombre. Acabamos de apuntar que, efectivamente, el nuevo consumidor tiene una concienciación diferente sobre la forma de vivir y de tratar el planeta en el que vivimos. Sin embargo, sería absurdo no tener en cuenta tendencias surgidas tras la crisis financiera y que suponen un retroceso en lo que parecían preceptos aceptados globalmente. La victoria de Donald Trump en Estados Unidos supone el máximo exponente de esa visión retrógrada en la que se vuelve a los combustibles fósiles, se quita

importancia al cambio climático, se priman los intereses industriales, etc. Veremos cómo el resurgimiento de esta visión miope del mundo convive con la trasformación tecnológica y sus consecuencias disruptivas.

- **Vida submarina**

  La contaminación principal de nuestros océanos está protagonizada a día de hoy por el incesante trasiego de grandes buques cargados de mercancías. La impresión 3D facilitará la elaboración de muchos productos allí donde se necesiten, reduciendo en gran medida las necesidades de producir en un lugar y transportarlo hacia el otro extremo del mundo, como sucede ahora. Este simple aspecto cambiará en gran medida el uso que hoy damos a los océanos como gigantescas autopistas de transporte.

- **Paz, justicia e instituciones sólidas**

  La democratización del conocimiento conlleva también al conocimiento de la democracia. Y el mero acceso al conocimiento ayudará a formar una relación ciudadana más respetuosa, más justa y más pacífica. La juventud de muchos países árabes se movilizó hace unos años contra sistemas dictatoriales en una serie de movimientos que se conocieron como las primaveras árabes y que consiguieron, por acción contagio, que algunos tiranos cayeran después de muchos años instalados en el poder. Visto con un poco de perspectiva, el resultado no ha sido, ni mucho menos, el deseable ni el que esperaban esos jóvenes protagonistas de las revueltas. Sin embargo, si analizamos la situación a largo plazo, sí podemos congratularnos de que el siglo XXI esté proporcionando sociedades con más oportunidades que las de siglos anteriores. Obviamente no es suficiente, de ahí la importancia de esforzarse en que este reto sea de verdad una realidad por el bien de toda la Humanidad.

Conclusión

En definitiva, la Humanidad se enfrenta actualmente a grandes retos, como el

acceso universal al agua y la educación, la obtención de energías sostenibles y respetuosas con el planeta, el aumento y el envejecimiento de la población, etc. La combinación de valores y tecnologías disruptivas puede ser la solución a todos estos problemas.

Mi mensaje, por tanto, es esperanzador, pero también apremiante. Las tecnologías pueden solucionar la mayoría de los grandes problemas de la Humanidad, pero hay que actuar rápido y hacerlo bien. Es urgente adaptarse a la nueva realidad que plantea la Disrupción Tecnológica y hacerlo con visión de futuro. Y con generosidad, porque el mundo necesita compañías que generen un impacto social positivo.

Por el camino encontraremos, sin duda, a quienes se resistirán y no querrán ver ni escuchar. ¿Para qué cambiar, si ya les va bien? Prefieren mirar hacia otro lado y no arriesgarse a perder su estatus de confort, porque cambiar significa esfuerzo y generosidad, y lamentablemente no todo el mundo posee estos valores. Lo que no ven estas personas es que contribuir al cambio en el mundo les aportaría algo más importante que un beneficio empresarial o económico: un beneficio espiritual impagable.

Afortunadamente, conozco también a muchas personas dispuestas a ser agentes y protagonistas del cambio que necesita el mundo. Personas concienciadas que crean EMPRESAS en mayúsculas o cambian sus hábitos de consumo para reducir el impacto sobre el planeta. Plataformas como Slavery Footprint (<http://slaveryfootprint.org/>) nos ayudan a darnos cuenta de que simplemente con nuestros actos de consumo diarios podemos cambiar muchas cosas. Tenemos que asumir nuestro rol de agentes del cambio y, desde nuestra posición de consumidores, padres, hijos, hermanos, trabajadores, ejecutivos, empresarios o funcionarios, aportar nuestro granito de arena al cambio.

Nunca antes en la historia de la Humanidad habíamos tenido tan cerca la posibilidad de proporcionar tanto bienestar a tanta gente en el mundo. ¡Hagámoslo!

Dijo Einstein: «Aquellos que tienen el privilegio de saber, tienen la obligación de actuar». Ahora ya sabes, así que te animo a actuar. Conviértete en un agente del cambio.

El tsunami tecnológico

Ángel Bonet Codina

No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea éste electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (Art. 270 y siguientes del Código Penal)

Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita reproducir algún fragmento de esta obra.

Puede contactar con CEDRO a través de la web www.conlicencia.com o por teléfono en el 91 702 19 70 / 93 272 04 47

© del diseño de la portada, Sylvia Sans Bassat

© de la ilustración de la portada, © Donald Iain Smith – Getty Images

© Angel Bonet Codina, 2018

© de esta edición: Centro de Libros PAPF, SLU., 2018

Deusto es un sello editorial de Centro de Libros PAPF, SLU.

Av. Diagonal, 662-664

08034 Barcelona

www.planetadelibros.com

Primera edición en libro electrónico (epub): septiembre de 2018

ISBN: 978-84-234-2981-3 (epub)

Conversión a libro electrónico: El Taller del Llibre, S. L.

www.eltallerdelllibre.com

Planetahipermedia.com

Cursos online de la mano de los mejores especialistas

¿SOBRE QUÉ QUIERES FORMARTE?

Branding y Marketing / Estrategia / Creatividad e Innovación
Negocio y Ventas / Liderazgo y Motivación / Gestión del Talento

Accede a la mejor formación, desde tu PC, tablet o smartphone, cuando quieras y como quieras

Planetahipermedia.com es una plataforma de formación online a tu medida
en la que encontrarás cursos online sobre habilidades directivas- realizados
por los autores de los libros de empresa más vendidos-, cursos de idiomas
y cursos sobre temáticas de formación continua, así como espacios para la
comunicación y la interacción con otros usuarios.

Planetahipermedia.com tiene mucho que ofrecerte, ¡descúbrelo!

Conviértete en el profesional que todos querrán
#AprendeConLosMejores

¡Encuentra aquí tu próxima lectura!

¡Síguenos en redes sociales!