

ÁNGEL BONET

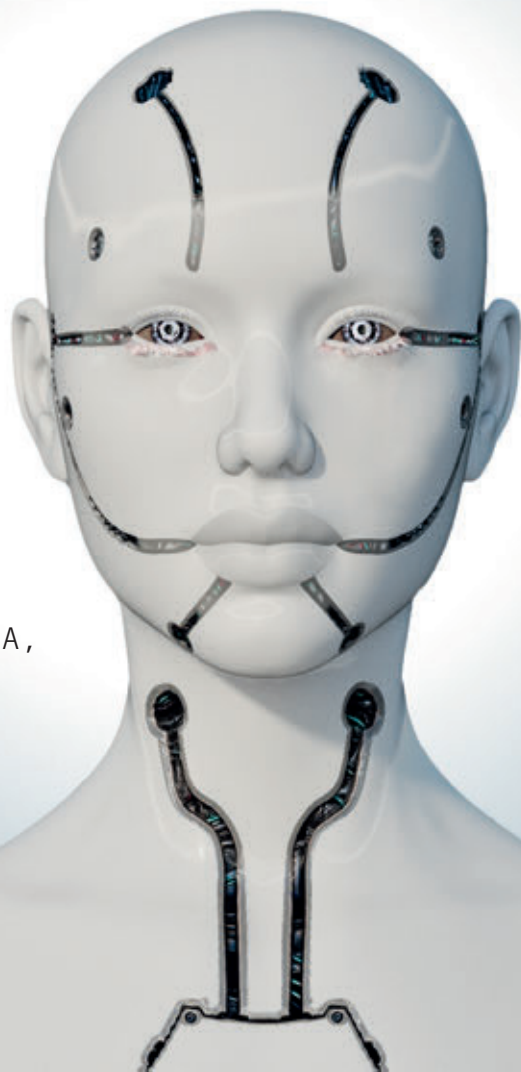
EL TSUNAMI TECNOLÓGICO

(¡Y CÓMO SURFEARLO!)

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

¿ESTÁS
PREPARAD@
PARA LA
DISRUPCIÓN
TECNOLÓGICA?

DEUSTO



El tsunami tecnológico

(¡Y cómo surfearlo!)

ÁNGEL BONET



EDICIONES DEUSTO

© Angel Bonet Codina, 2018

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

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

Av. Diagonal, 662-664

08034 Barcelona

www.planetadelibros.com

ISBN: 978-84-234-2967-7

Depósito legal: B. 18.861-2018

Primera edición: septiembre de 2018

Preimpresión: gama sl

Impreso por Grafica Veneta S.P.a.

Impreso en España - *Printed in Spain*

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 fotocopiar o escanear 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.

Sumario

Introducción. Historia de un sofá	9
De la Revolución Industrial a la Disrupción Tecnológica	13
Qué son y cómo nos afectan las tecnologías disruptivas (TD)	19
1. Robótica	23
2. Internet de las cosas (IoT)	51
3. Inteligencia artificial (IA)	69
4. Conectividad móvil	85
5. La nube	99
6. Vehículo autónomo	115
7. Biotecnología	131
8. Nanotecnología	145
9. Impresión 3D	161
La empresa del siglo XXI: los retos que plantea la Disrupción Tecnológica	175
Los consumidores en el nuevo entorno	189
Epílogo. Un mensaje optimista para acabar	197

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 ícono 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 enamorado 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 ocasionalmen-

te 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 tie-

nen 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 experi-

mentos 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 me-

jorar 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 cibermascotas 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 Realbaitix, 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 acabar 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 externa-

mente 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 cibernético. Una persona a la que se le haya implantado un marcapasos podría considerarse un cibernético, 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 cibernético: 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 cibernético 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 próximos 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 me-

didada 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 cibernético 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 intercambio de piezas humanas por robóticas es llevado al extremo de implantar el cerebro humano en un cuerpo totalmente robótico. 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.

Habrán 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 próxi-

mos 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, receptionistas 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. Una 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-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=EAIAIQobChMIkdrLqIGI2gIVRbcbCh0E3QNbEAMYASAAEgLfDfD_BwE>)

OTRAS FUENTES

- Robot industrial: <http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0204/ctrl_robotica/industrial.htm>
- 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/#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).