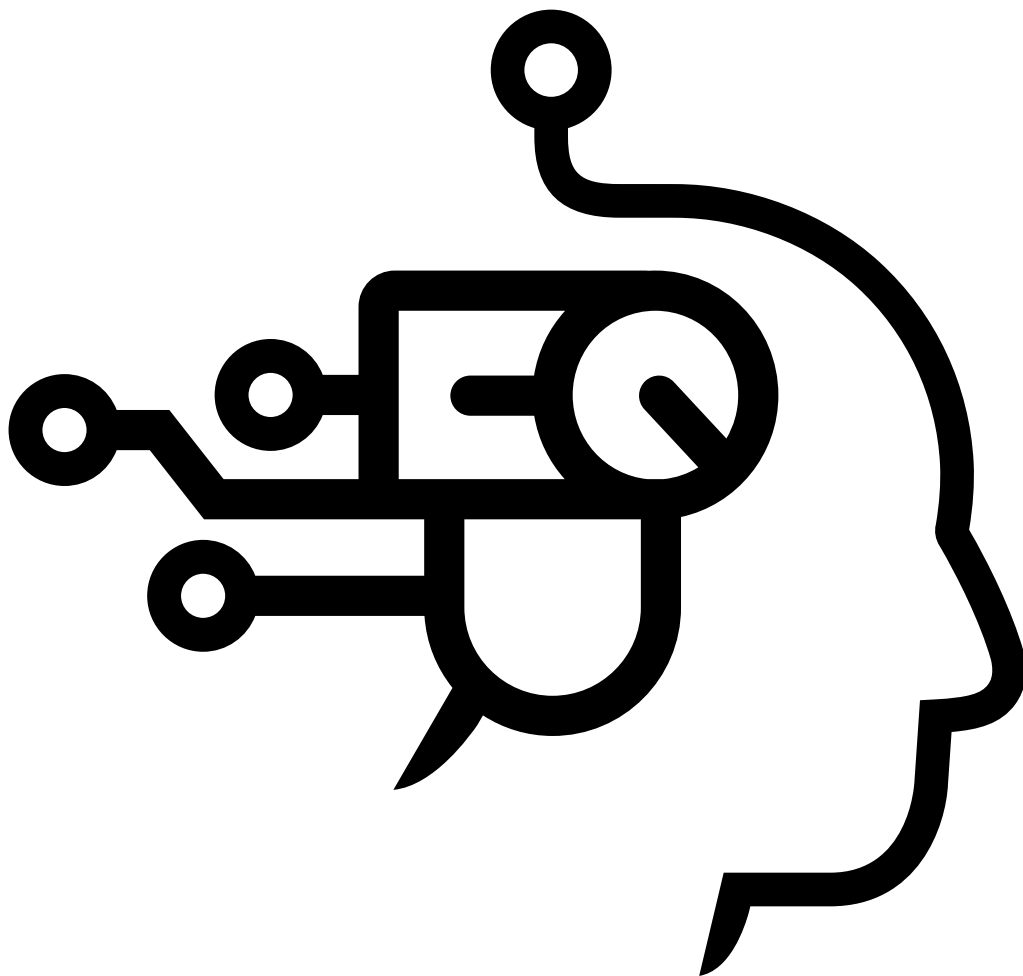


La Revolución de las Máquinas



● Estamos ante grandes avances tecnológicos y científicos relacionados con la robótica, la inteligencia artificial o los superordenadores.

P. 7

● Serán necesarios nuevos enfoques para abordar con éxito las reformas del sistema educativo, que tendrá que reinventarse.

P. 9

● El mundo en el que nos estamos adentrando va a suponer una revolución en muchos sentidos. Especialmente en el mercado laboral.

P. 10

● Singapur es uno de esos países marcados por la innovación y la necesidad de tomar decisiones valientes.

P. 12

“El poder mental es al menos tan importante para el progreso y el desarrollo –para enseñar a nuestro entorno físico e intelectual a hacer cosas– como el poder físico. Así que un impulso vasto y sin precedentes del poder mental debería suponer un gran impulso para la humanidad”.

Erik Brynjolfsson y Andrew McAfee

La Revolución de las Máquinas

Agradecimientos

Nuestro agradecimiento a **Nicolás M. Sarriés**, periodista y autor de este informe. Su trabajo ha sido decisivo para poder plasmar las conclusiones de esta tendencia del Future Trends Forum.

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

Por su inestimable colaboración en la elaboración de esta publicación:

Tammy Erickson
Dario Gil
John Martin
Eduardo Porter
Calum Chace

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

Chris Meyer

Y por último, agradecer a las personas del equipo, por su compromiso y buen hacer en el desarrollo del contenido de esta publicación:

Fundación Innovación Bankinter
Sergio Martínez-Cava
Marce Cancho
María Teresa Jiménez
Lara García de Vinuesa
Dorsey Lockhart
Pablo Lancry



Garrick Jones
Clemens Hackl
George Seller



Raquel Durán

Las opiniones expresadas en este informe son del autor y no reflejan la opinión de los expertos que participaron en la reunión del Future Trends Forum.

Ponentes y asistentes

Camille Beatty

Joven emprendedora y fundadora de Beatty Robotics

Ángel Cabrera

Presidente de George Mason University y Patrono de Fundación Innovación Bankinter

Albert Cañigual

Fundador de OuisShare Barcelona

Calum Chace

Autor de Internet Startup Bible & Pandora's Brain

Tyler Cowen

Profesor de Economía en Mason University y del Center for the Study of Public Choice

David Dorn

Profesor de Mercado internacional y Mercados laborales en la Universidad de Zurich

Soumitra Dutta

Decano de la School of Management de la Cornell University y Patrono de Fundación Innovación Bankinter

Tammy Erickson

Investigadora de Comportamiento organizacional en London Business School y Fundadora y CEO de Tammy Erickson Associates

Francesco Ferro

CEO de Pal Robotics

Dario Floreano

Director del Laboratory of Intelligent Systems y director del Swiss National Center of Competence in Robotics

James Gallman

Líder del Strategic Workforce Planning en GE

José García-Montalvo

Profesor de Economía de la Universidad Pompeu Fabra

Dario Gil

Vice Presidente de Ciencia y Tecnología en IBM Research

Tom Gilovich

Catedrático de psicología en la Universidad de Cornell

Leo Grünfeld

Socio y director de Investigación en Menon Business Economics

Eugene Kandel

Líder del Consejo Económico Nacional en la oficina del primer ministro y asesor económico del Gobierno de Israel

Richard Kivel

Inversor y emprendedor en Salud y Patrono de Fundación Innovación Bankinter

Joel Kurtzman

Investigador en Milken Institute

Philip Lader

Presidente no ejecutivo de WPP Group y Patrono de Fundación Innovación Bankinter

Julia Li

Fundadora de HCD Global y Asesora de MIT Media Lab

Ramón López de Mántaras

Director de IIIA (Artificial Intelligence Research Institute) del CSIC

John Martin

Miembros de los Consejos de Mercado de trabajo de los gobiernos irlandés y francés y ex Director de empleo, trabajo y asuntos sociales de la OCDE

Emilio Méndez

Director del Center for Functional Nanomaterials (CFN) en el U.S. Department of Energy's, Brookhaven National Laboratory y Patrono de Fundación Innovación Bankinter

Tan Chin Nam

Asesor Corporativo Senior y ex Secretario permanente de Singapore y Patrono de Fundación Innovación Bankinter

Carlota Pérez

Profesora de Desarrollo Internacional en London School of Economics

Eduardo Porter

Periodista y autor de la columna Economic Scene en el New York Times

Sanjay G. Reddy

Profesor de Economía en The New School for Social Research

Miguel Salichs

Profesor de Ingeniería de Sistemas y Automatización en la Universidad Carlos III de Madrid

Eden Shochat

Fundador de Aleph y Patrono de Fundación Innovación Bankinter

Vandyck Silveira

CEO de FT | IE Corporate Learning Alliance

Beh Swan Gin

Presidente de la Junta de desarrollo económico de Singapur (EDB)

Steve Trachtenberg

Presidente emérito de George Washington University y Patrono de Fundación Innovación Bankinter

Alper Utku

Fundador de European Leadership University

Wilfred Vanhonacker

Profesor de marketing en la Olayan School of Business (AUB) y Patrono de Fundación Innovación Bankinter

Adrian Wooldridge

Editor de la columna Schumpeter columnist en The Economist

Muchas gracias,
Fundación Innovación Bankinter



- **Estamos en los albores de la considerada como La Revolución de las Máquinas (*The Machine Revolution*);** una era marcada por grandes avances tecnológicos y científicos relacionados con la robótica, la inteligencia artificial o los superordenadores.

► **Estos saltos en la técnica y la ciencia** implicarán a su vez grandes altos en la productividad de las economías que vayan entrando en esta nueva era. A su vez, **esta cada vez mayor productividad irá sustituyendo la mano de obra humana y destruyendo así puestos de trabajo** que a día de hoy emplean a millones de personas en todo el mundo. Este escenario ha dividido a los expertos.

Por un lado existe un innegable *tecnooptimismo* respecto a los avances tecnológicos que se avecinan, que nos proporcionarán a buen seguro **mejores productos y servicios a un mejor precio y a una escala mayor**. La extensión, por ejemplo, de los smartphones y algunas de sus aplicaciones más populares (Whatsapp, Facebook...) son sólo algunas muestras del potencial real de esta nueva era. Los

optimistas ven el vaso medio lleno y se muestran confiados en que **las nuevas tecnologías y los avances de la productividad harán mejor la vida de las personas**.

En el otro lado estarían sin embargo los **pesimistas laborales**. Aquellos que temen y prevén que estos avances tecnológicos plantearán graves problemas en el futuro. **La productividad exponencialmente mayor de máquinas y robots será tan superior a la de la mano de obra humana que se destruirán millones de puestos de trabajo**. ¿Cómo gestionar esta realidad? Estas millonarias bolsas de personas *inempleables*, aquellos trabajadores con menos destrezas, serán los grandes perdedores netos de este futuro al que nos acercamos a velocidad de crucero.

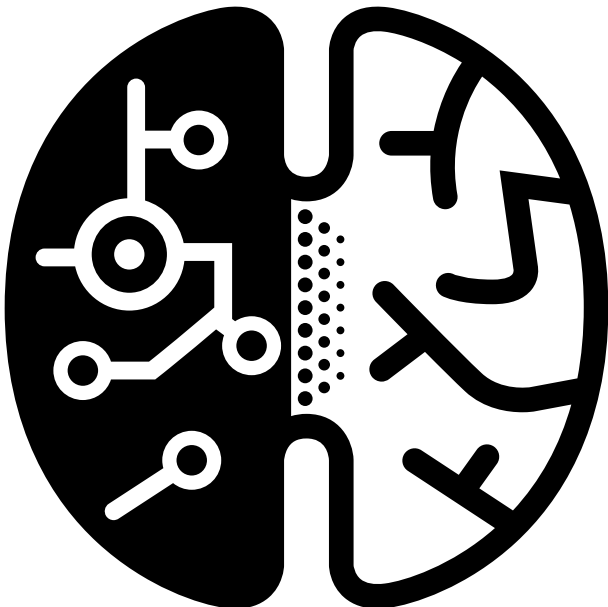
Destrucción creativa

JIBO es un pequeño robot doméstico de cara amigable que entre otras cosas puede conversar, contar cuentos, programar la agenda familiar, hacer fotografías y tener acceso a internet. Un grupo de emprendedores estadounidenses ha logrado, por medio de una exitosa campaña de *crowdfunding*, la financiación necesaria para impulsar el negocio de este primer "robot social para el hogar". JIBO es por ahora poco más que un prototipo; un primer gran paso dentro de una dinámica que todos los expertos presentes en el Future Trends Forum dan por imparable: que **los robots y las máquinas inteligentes se irán abriendo paso en la sociedad y el mercado laboral.**

Las razones para entender esta tendencia son sencillas: las máquinas van a ser cada vez más y más inteligentes, y por lo tanto capaces de asumir labores cada vez más complejas de una forma mucho más eficaz y eficiente que los humanos. Hoy puede parecer ciencia ficción imaginar que una máquina

pueda interactuar con el entorno de una forma tan funcional como para sustituir a los trabajadores de carne y hueso, pero los continuos y exponenciales avances en la capacidad de computación de los ordenadores y los caminos cada vez más esperanzadores en el campo de la inteligencia artificial permiten a los expertos ser muy optimistas: **las máquinas capaces de trabajar con nosotros e incluso sustituirnos están ya a las puertas** y es cuestión de pocas décadas (¿años?) que lo veamos.

En el futuro las empresas dispondrán de grandes ordenadores inteligentes capaces de interactuar verbalmente con las personas en una conversación. Éstos serán quienes, gracias a su capacidad potencialmente mayor de computar, encontrarán ideas y patrones aún no descubiertos por los humanos, lo que ayudará a las empresas a mejorar. **La inteligencia artificial hará el trabajo duro** (cruzar big data y hallar patrones), **pero siempre será necesario el criterio de las personas físicas** para priorizar uno u otro patrón. Los *coworkers* (o cotrabajadores) serán una tendencia clara de



Las máquinas van a ser cada vez más y más inteligentes, y por lo tanto capaces de asumir labores cada vez más complejas de una forma mucho más eficaz y eficiente que los humanos.

Serán necesarios nuevos enfoques para abordar con éxito las reformas del sistema educativo, que tendrá que reinventarse.

futuro. Y dependerá de nosotros mismos y de cómo desarrollemos esas tecnologías que sean extensibles en todo el mundo y que posibiliten una interacción que evite una destrucción de empleo masiva.

Otra de las tendencias de futuro relacionadas con el trabajo y las máquinas serán los robots **wearables**. Es decir, aquellos **robots o ingenios robótico-tecnológicos que permitirán al ser humano superar sus límites físicos y mentales**. No es ciencia ficción, ya está ocurriendo: En medicina, se usan ya en grandes hospitales, desde hace algunos años, robots cirujanos que, manejados por un médico experto, permiten incrementar exponencialmente la precisión y maestría, de forma que se reducen los márgenes de error al mínimo. Pero el futuro permite aventurar grandes desarrollos en este campo. Así, no es difícil imaginar un empleado humano de una factoría de automóviles que en vez de trabajar con 15 compañeros se viste un robot con el que no sólo es más rápido, fuerte y preciso, sino que además puede trabajar con comodidad desde posiciones a priori no aptas para los seres humanos.

Destrezas, movilidad y mercado de trabajo

El impacto de las máquinas, los robots y la inteligencia artificial serán masivos en el futuro. **Está en nuestras manos, no obstante, prepararnos para anticipar el mundo hipercompetitivo al que nos acercamos cada vez más**. Si va a haber ingenios mecánico-informáticos capaces de hacer mejor y sin descanso el trabajo de las personas, ¿qué papel jugarán las personas en el futuro mercado

laboral? ¿Hay sitio para ellas? ¿Tendremos que acostumbrarnos a vivir en entornos y sociedades en los que el desempleo masivo sea una constante a tener en cuenta? ¿Están los estados y sus sistemas de protección preparados para estos desafíos?

El mundo en el que nos estamos adentrando va a suponer una revolución en muchos sentidos. Especialmente en el mercado laboral. Los expertos creen que se tendrá que reinventar el concepto mismo de trabajo como lo entendíamos hasta ahora. Se acabó el desempeñar un mismo empleo para una o pocas empresas a lo largo de una vida laboral. Las empresas tendrán tareas que alguien o algo deberá desempeñar. Para ello hacen falta trabajadores con mayores niveles de destrezas y capacidad de adaptación. Las grandes empresas (o aquellas que aspiren a serlo) necesitarán un mensaje, algo que las haga capaces de extraer un plus de sus empleados. Ya no bastará con aportar X conocimientos en un determinado campo. **Las compañías que marcarán la diferencia serán aquellas que tengan un relato (un "significado") y que sean capaces de obtener de sus empleados un esfuerzo y una inspiración desinteresados, verdaderos**. Porque de ahí es de donde vienen las mejores ideas y proyectos, las mejores innovaciones y los mayores saltos diferenciales respecto a los competidores.

Los trabajadores del futuro tendrán que decir adiós, en una buena parte, al concepto del trabajo para toda la vida, a tiempo completo y desde una oficina. Además del concepto de tarea, se impondrá una movilidad extrema ya no solo en lo geográfico, sino también en lo funcional. Las personas se acostumbrarán a moverse de unos lugares y ámbitos



El mundo en el que nos estamos adentrando va a suponer una revolución en muchos sentidos. Especialmente en el mercado laboral.

a otros, en función de lo que éstos sean capaces de ofrecerles y en función de cómo se les valore en el cada vez más estrecho mercado laboral.

Estas ideas y tendencias parecen chocar de frente con la realidad que a día de hoy preocupa a los países más desarrollados. Todos sufren hoy en día, pese a los sistemas públicos de educación, de bolsas de adultos en edad de trabajar (mayores, pero también jóvenes) con niveles de destrezas bajos, lo que plantea todo un desafío para el modelo que viene. Serán necesarios **nuevos enfoques para abordar**

con éxito las reformas del sistema educativo, que tendrá que reinventarse. Se acabó la etapa formativa como un plazo de años determinado. **Los mejores trabajadores serán aquellos que no solo obtengan una educación primaria y secundaria de calidad, sino que logren adquirir nuevas y mejores destrezas a lo largo de toda su vida laboral.** Para ello, será imprescindible que las empresas se tomen más en serio la formación continuada de sus empleados, y que las autoridades logren enfocar sus programas de aprendizaje y prácticas codo con codo con la empresa.

Capitalismo y el contrato social

La que estamos comenzando a vivir será, en opinión de los expertos presentes en el Future Trends Forum, la **quinta gran revolución industrial vivida a lo largo de la historia de la humanidad**. Una revolución que orbitará alrededor de las tecnologías de la información y la comunicación. Un potencial inmenso sobre el que trabajar para ayudar al mundo a alcanzar unas cuotas globales de riqueza y bienestar nunca antes registradas. Pero ese orden más justo no se conseguirá por sí mismo. De hecho forma parte de las responsabilidades del presente diseñar e implementar la forma en la que queremos que se dibuje el futuro.

Una de las claves para mejorar el mundo en su conjunto y no solo los países occidentales pasará por **extender al máximo las posibilidades y el alcance de esta nueva revolución tecnológica**. Que todo el mundo tenga acceso a la información y las tecnologías básicas no solo será más justo, sino que incrementará la posibilidad de mejorar aún más y encontrar más y mejores procesos productivos, servicios, etc. Pero para extender estas tecnologías harán falta varias condiciones: por un lado unas extensas inversiones en infraestructuras. Los smartphones pueden llegar a las tiendas, pero sin los tendidos de cables y las antenas con las que rebotar las señales se convierten en objetos de lujo casi inútiles. **Hará por lo tanto falta que se lleven a cabo importantes programas de infraestructuras en los países menos desarrollados.**

Será necesario también implementar y asumir **nuevos conceptos económicos** que chocan con el sistema capitalista de consumo individual. El planeta tiene unos recursos finitos, y si queremos que el mayor número de personas se puedan sumar a los avances, entonces occidente tendrá que tomarse en serio la sostenibilidad del sistema y tendrá que renunciar a consumirlo todo todo el tiempo. **Se habrán de generalizar conceptos como el reciclaje, el alquiler, el mantenimiento...**

Estos modelos de futuro, pese a su inevitabilidad, se podrán encontrar en el presente con todo tipo de obstáculos y reveses. Los ciclos electorales, por ejemplo, complicarán la posibilidad de que los líderes políticos tomen decisiones duras pero convenientes a largo plazo. Hay en el mundo, no obstante, ejemplos y casos de relativo éxito que permiten al menos adivinar ciertas tendencias sobre cómo podrían ser los gobiernos y las instituciones públicas que funcionen y hagan sostenible un estado en el futuro de las máquinas. Y un caso de éxito es Singapur.

Singapur, con su pequeño tamaño y su falta de masa crítica, optó por abrirse al exterior todo lo posible. Así, comenzó a admitir toda la inversión extranjera posible, de forma que en tan solo una generación el país se enriqueció tanto que saltó del tercer al primer mundo. **Es uno de esos países marcados por la innovación y la necesidad de tomar decisiones valientes.** Una de ellas fue, por ejemplo, dar a sus habitantes la capacidad de acceder a algunos de los mejores sistemas educativos del mundo (propio de las economías más avanzadas), pero con plena corresponsabilidad por parte de la población. Es decir, que lejos de tener un sistema que iguala por lo bajo, Singapur ha logrado tener un sistema en el que la competencia empieza desde la escuela, de forma

Un potencial inmenso sobre el que trabajar para ayudar al mundo a alcanzar unas cuotas globales de riqueza y bienestar nunca antes registradas.



Singapur es uno de esos países marcados por la innovación y la necesidad de tomar decisiones valientes.

que cada individuo ha de tomar responsabilidad de sí mismo, ya que sus pasos marcarán su lugar en la escala profesional y productiva. Volvemos así al concepto de la educación como un continuo en el que nunca se para el proceso de aprendizaje personal.

También en el ámbito personal se desarrolla, por ejemplo, la protección social en el modelo de Singapur. **El Estado ha planteado un sistema de protección por desempleo distinto** al que

por ejemplo existe en otros países. El desafío es lograr que los trabajadores pugnen por no perder el empleo o no dejar de trabajar. Así, será el Estado el encargado de ayudar a los empleados de bajo salario a alcanzar unos niveles mínimos de renta (con ayudas directas o bonificaciones impositivas). El trabajo será un bien escaso, pero toda protección al mismo por parte de las autoridades servirá para tener una economía más repartida y una sociedad con más miembros activos.

	2016	2020	2030
Gobierno		<ul style="list-style-type: none"> Los gobiernos reaccionan sobresaltados ante el descontento social. Datos masivos en manos privadas quedan nacionalizados/se declaran un bien público. EE.UU. cambia su política de inmigración para apoyar a los trabajadores globales altamente cualificados. Europa y Estados Unidos restringen las leyes de inmigración. Las destrezas son bienvenidas. 	<ul style="list-style-type: none"> Muchos gobiernos introducirán el IRPF negativo/renta mínima universal. El IRPF negativo entra en vigor en gran parte de la UE y EE.UU. La esperanza de vida sube a los 100 años. Los fondos de pensiones y los empleos son insuficientes para sustentar el estilo de vida. Se crea el primer fondo social con ánimo de lucro en EE.UU. El 50% de todas las acciones se nacionaliza.
Sociedad Civil		<ul style="list-style-type: none"> La IA y los robots prolongan la esperanza media de vida 10 años. Se crea un consejo de robots para representar los intereses de los robots. Un robot wearable hará que juegue a golf como Rory McIlroy. 	<ul style="list-style-type: none"> El cambio climático genera trastornos graves en África/Sudeste asiático. Flujos de migración masivos. Primeras bodas IA-persona (San Francisco). El consejo de robots anuncia a las personas que sobran en la industria. África se convierte en un centro neurálgico del talento para el mundo. La edad de jubilación llega a los 70 y suma y sigue en la mayoría de países.
Educación	<ul style="list-style-type: none"> ¡Desarrollo cognitivo para mantenerse joven y lúcido! Se comparte una plataforma de aprendizaje abierta. Los jóvenes enseñan y forman a los mayores. Aprendizaje social a través de internet. Cambios en el sistema educativo tradicional: en vez de centrarse en la educación se centra en el aprendizaje. Educación para el emprendimiento y el empleo como asignatura. 	<ul style="list-style-type: none"> La educación primaria de los jóvenes se imparte a través de juegos y otros medios online. Khan se asocia con University of California para otorgar títulos. Empresas, estudiantes y autoridades locales colaboran en el desarrollo del plan de estudios. Los Ministerios de Educación desaparecen. Los cursos abiertos masivos en línea (MOOC) llegan al punto de inflexión, se altera radicalmente la composición del profesorado; la carrera académica se ve amenazada. Las universidades son responsables de los resultados en empleo/puestos de trabajo/ aptitudes/startups. Watson da el discurso de graduación a los estudiantes de HBS. 	<ul style="list-style-type: none"> El reconocimiento del habla elimina la necesidad de aprender a escribir. Primer MOOC impartido en su totalidad por IA. Se concede el primer título universitario en fuente abierta. El aprendizaje inter pares sobrepasa a las universidades. El departamento estadounidense de educación anuncia que el seguimiento empieza a partir de los 3 años. La educación se ha transferido online.
Tecnología	<ul style="list-style-type: none"> Los robots aprenderán a aprender (o a seguir aprendiendo). Flexible para aceptar cambios. 	<ul style="list-style-type: none"> Los coches interactuarán entre sí para reducir los accidentes, reducir los atascos y mejorar la eficiencia en combustible. Robot rentable. La mayoría de la gente entre los 60 y los 80 años desempeña un trabajo útil, al menos a tiempo parcial. Siri se convierte en Watson La computación cognitiva demuestra ser capaz de razonar con sentido común. La realidad virtual es una realidad; mejor incluso que la realidad. 	<ul style="list-style-type: none"> La tecnología se adapta físicamente a las personas para asegurar inteligencia artificial y humana en las actividades diarias. Se empezará a ver a robots en tareas de servicio, como hoteles y restaurantes automatizados y transporte sin conductor. Los robots multitarea mejoran nuestra calidad de vida. La tecnología estará lo suficientemente avanzada en el ámbito de la mente humana como para controlar los robots de investigación con la mente. Los robots caseros hacen muchas tareas domésticas. La tecnología/los robots autónomos coordinados resuelven problemas relacionados con la energía y la escasez de agua.
Industria	<ul style="list-style-type: none"> La robótica se incluye en escuelas primarias de todo el mundo. 	<ul style="list-style-type: none"> El aprendizaje masivo en línea basado en la IA es la principal metodología de aprendizaje. Los MOOC se generalizan. La pérdida de empleo entre los camioneros queda compensada por la creación de otros empleos. El 50% de los camiones de EE.UU. no llevan un conductor humano. 	<ul style="list-style-type: none"> Los sistemas basados en la cadena de bloques (DAO, organización autónoma descentralizada) ofrecen el 50% de los servicios por internet. ¡Cierra el último bufete de abogados dedicado a la propiedad intelectual/ley de patentes! La fuente y los datos abiertos son el nuevo estándar. El mercado de bienes y servicios relacionado con los servicios personales crecerá.



