

Senén Barro Ameneiro\*

# EMPLEO DE PERSONAS Y MÁQUINAS

*En este artículo se analiza la irrupción y previsible expansión de las máquinas inteligentes en la realización del trabajo, la implicación de lo que esto supone en el empleo de las personas y algunas medidas para anticipar y poder así evitar, o al menos atenuar, los problemas que se puedan derivar de esta automatización inteligente.*

**Palabras clave:** automatización inteligente, economía digital, robotización, empleo.

**Clasificación JEL:** J21, O31, O32.

## 1. Introducción

La economía digital no es una parcela de la economía, es la nueva economía. Todos los sectores de actividad y la mayor parte de las empresas ya lo están viviendo. Empresas como Amazon operan con muchos menos trabajadores que las grandes empresas en sectores más tradicionales<sup>1</sup>, aunque también generan empleo a su alrededor y no solo en el ámbito de las TIC, verbigracia, el transporte de mercancías. Los bancos se están reinventando y es probable que en pocos años sean más parecidos a empresas de desarrollo de *software* que a otra cosa. Además, el concepto de «empresa en la nube» se intensificará y extenderá, de tal modo que será innecesaria una localización geográfica específica para la mayor parte de los trabajadores. Las grandes empresas están a la caza de nuevas tecnologías<sup>2</sup>, «nuevos filones de negocio» y, sobre todo, del mejor talento. Todo esto afecta al modo de producir, distribuir y consumir bienes y servicios, pero también afectará al empleo. De hecho,

estamos ya inmersos en una nueva revolución industrial, la de la automatización del trabajo mediante máquinas inteligentes capaces de resolver tareas de elevada complejidad con autonomía parcial o incluso total. En este nuevo escenario la automatización del empleo es un tema de interés y preocupación crecientes y más lo debería ser en países, como el nuestro, en el que el desempleo es una dramática realidad.

La robótica, que hasta hace solo unos pocos años se circunscribía a los entornos industriales (con robots operando en cadenas de montaje, especialmente en la fabricación de coches, transportando cargas en entornos fabriles...), aparece hoy por doquier (drones, sondas que llegan a Marte o a lugares aún más lejanos...), incluso en el hogar —aspirando, cortando el césped o cocinando—.

---

<sup>1</sup> Un estudio del Casey Research (2013), recuperado de <http://www.caseyresearch.com/articles/amazon.com-creates-5000-job-destroys-25000-in-the-process>, refleja que entre 2012 y 2013 Amazon consiguió quintuplicar los beneficios por empleado de TJX Companies, su competencia *offline*.

<sup>2</sup> Las principales empresas tecnológicas han invertido entre 20.000 y 30.000 millones de dólares en inteligencia artificial (IA) durante 2016, dedicando el 90 por 100 a I+D y el 10 por 100 restante a comprar empresas del sector, normalmente *start-ups* que en muchos casos todavía no han desarrollado completamente un producto/servicio comercial ni han tenido clientes.

---

\* Catedrático de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial. CitIUS. Universidad de Santiago de Compostela.

Cada vez son más las tareas en las que tenemos aliados o «rivales» artificiales<sup>3</sup>. Aquellas que más se resisten son las que requieren de creatividad y de habilidades sociales y, en menor medida, las que hacen uso de nuestras capacidades de percepción, incluso de las más sofisticadas, como la visión. Así lo puso de manifiesto un interesante estudio de dos investigadores de la Universidad de Oxford, Frey y Osborne (2013), que analizaron la mayor o menor facilidad de automatización de centenares de trabajos, de acuerdo con las exigencias de tres factores para su desempeño: creatividad, inteligencia social y percepción y manipulación. Una de las conclusiones a la que llegan estos autores es que en una o dos décadas podría estar en riesgo el 47 por 100 del empleo en EE UU. De momento los trabajos más susceptibles de automatización son los que no requieren para su desempeño de una formación especial y están peor retribuidos, como ocurre con los asociados al transporte y la logística, los de oficina y apoyo administrativo, los implicados en labores de producción y los del sector servicios. En concreto, los teleoperadores aparecen con un 99 por 100 de probabilidades de ver computarizado su trabajo, porcentaje que se reduce al 55 por 100 en el caso de un piloto comercial, al 37 por 100 en el de un actor y al 17 por 100 si es un bombero, mientras que para un cura solo es del 8 por 100. Quién sabe, quizás la Iglesia puede encontrar aquí un nuevo argumento para incentivar las vocaciones.

Como nunca antes, el desarrollo tecnológico y la automatización nos están conduciendo a un proceso acelerado de creación, transformación y destrucción de empleo. Se destruye empleo al sustituir los cajeros humanos de una autopista por cajeros automáticos; se

<sup>3</sup> Daron ACEMOGLU y Pascual RESTREPO (2017), el primero investigador del MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts) y el segundo de las Universidades de Yale y Boston, destacan los efectos negativos de los robots en el empleo y en los salarios de las personas. En concreto, estiman que la incorporación de cada robot por millar de trabajadores reduce la relación empleo/población entre un 0,18 y un 0,34 por 100 y produce una reducción de salarios del 0,25 al 0,50 por 100. Son cifras que dan que pensar, sobre todo porque la robotización es un fenómeno creciente, tanto por razones de coste como por necesidad para realizar según qué labores.

transforma el empleo cuando una empresa o todo un sector cambia drásticamente, como ha ocurrido en el discurrir de la telefonía fija a la móvil; y hay creación de nuevos empleos cuando aparecen profesiones que antes no existían, como los desarrolladores de webs, los pilotos de drones o los especialistas en ciberseguridad. Además, no solo aparecen nuevas profesiones sino nuevos perfiles directivos, lo que apunta a cambios en el empleo mucho más intensos que los que estamos experimentando hasta la fecha: CIO (*Chief Information Officer*), CDO (*Chief Data Officer*), CRO (*Chief Robotic Officer*), CSO (*Chief Security Officer*)...

## 2. Automatización inteligente

Cuando hablamos de la automatización del empleo no nos referimos al uso de herramientas, sean físicas o no, que simplemente nos ayuden a un mejor desempeño de nuestro trabajo sino a la realización de ese trabajo por máquinas. Si hablamos de automatización inteligente nos estaremos refiriendo al uso de máquinas —o sistemas— capaces de emular o incluso superar la capacidad humana en la ejecución de tareas cuya realización requiere de inteligencia.

Hay un buen número de estudios e informes elaborados por expertos, académicos y otros investigadores que analizan el impacto de la progresiva automatización del trabajo. Al archicitado de Frey y Osborne (2013) se unen muchos otros, como los del World Economic Forum (2016), McKinsey Global Institute (Chui, Manyika y Miremadi, 2016) y Beaudry, Green y Sand (2016); algunos de ellos serán comentados más adelante con algo de detalle. Todos destacan que los cambios que se están experimentando en el mercado laboral y los que previsiblemente irán apareciendo, incluso a corto y medio plazo, van a ser los más drásticos de la historia. No sé si esto es indeseable, pero desde luego parece inevitable. Cuando la mecanización, la informática o la robótica permiten que las máquinas hagan nuestro trabajo de un modo más preciso, rápido, barato o seguro, las personas acabamos

**CUADRO 1**  
**EJEMPLOS DE AUTOMATIZACIÓN DE TAREAS\***

Capacidades requeridas	Tipo de tarea	
	No sistemática	Sistemática
Cognitivas	Sistemas de elaboración de noticias (4)	Sistemas expertos para el análisis de riesgos en la concesión de créditos bancarios (2)
Manuales	Robots de exploración en entornos abiertos (3)	Robots para soldadura y montaje en fábricas (1)

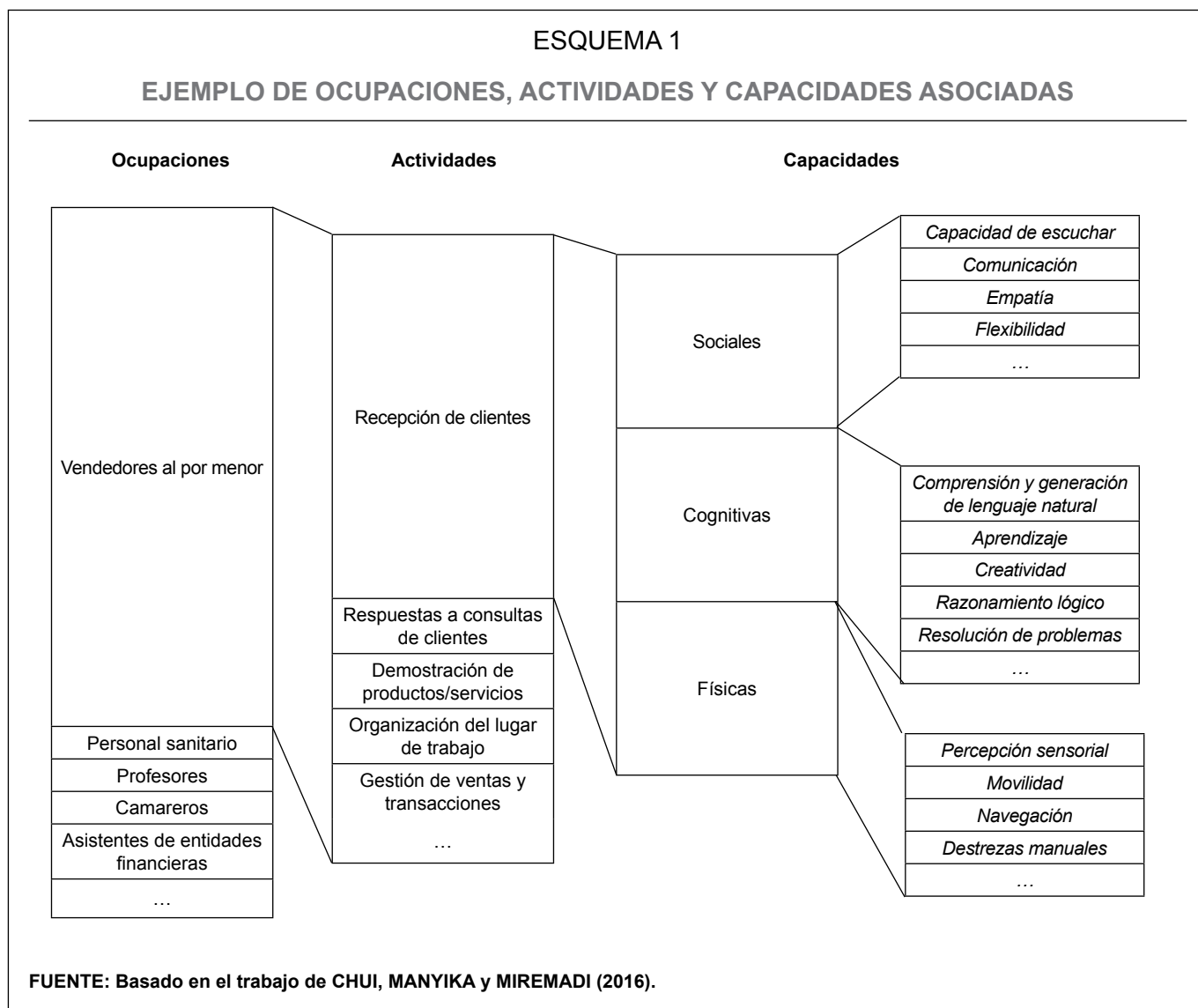
NOTA: \*A lo largo del tiempo se ha ido avanzando fundamentalmente desde el cuadrante (1) al (4).  
**FUENTE: Elaboración propia.**

siendo sustituidas por ellas. De momento, la pérdida de puestos de trabajo es compensada por los que está generando la propia industria de los dispositivos y servicios informáticos y otros sectores afines. De hecho, a día de hoy no ha disminuido el empleo globalmente, pero tampoco ha aumentado la productividad, lo que no acaba de casar con la automatización creciente del trabajo. Evidentemente, existe una enorme disparidad entre países o regiones.

Para que seamos un poco más conscientes de las tareas que fueron o van a ser realizadas por máquinas cada vez más sofisticadas, analicemos el Cuadro 1, donde se representa de forma muy simple la clasificación de tareas automatizadas. Por una parte, discriminando entre tareas, según estas sean o no sistemáticas. Por otra, en función de las capacidades requeridas para desarrollar las tareas. Las primeras tareas en ser automatizadas fueron aquellas de carácter sistemático y manual. Así ocurrió, por ejemplo, en el sector agrícola y ganadero o en el industrial, siendo paradigmática en este sentido la industria automovilística. La progresiva computarización y los avances en las ingenierías del *software* y del conocimiento han permitido la automatización de tareas cada vez más complejas, para cuya resolución es necesario tener un

alto conocimiento del dominio tratado. Un ejemplo claro son los conocidos como sistemas expertos, popularizados en la década de los años ochenta. Como su nombre sugiere, se trata de sistemas que en su ámbito específico del saber alcanzan una competencia comparable, por lo menos, a la de un experto humano. A medida que se fue adquiriendo experiencia y se desarrollaron más y mejor las tecnologías para el diseño y la síntesis de sistemas inteligentes, se fue avanzando en todos los cuadrantes del Cuadro 1. Es importante destacar que resultan más fáciles de automatizar las tareas sistemáticas, incluso si se requiere para su resolución de especiales capacidades cognitivas. Por ejemplo, es mucho más fácil automatizar la docencia de un profesor universitario que el cuidado de los bebés en un jardín de infancia.

Un estudio realizado por McKinsey & Company (Chui, Manyika y Miremadi, 2016) analizó más de 800 ocupaciones y unas 2.000 actividades ligadas a ellas en 54 países, lo que representa en conjunto el 78 por 100 del trabajo a nivel mundial (Esquema 1). Este estudio refleja que los trabajadores del sector financiero y de seguros dedican casi la mitad de su tiempo a la obtención y procesamiento de datos e información, actividades con un alto potencial de automatización (Cuadro 2).



También son altamente automatizables muchos de los empleos en sectores como los de la fabricación, procesamiento de alimentos, hostelería o comercio. De hecho, se considera que de media un 81 por 100 de las actividades realizadas en estas ocupaciones son trabajos físicos muy pautados y, por tanto, perfectamente automatizables: soldadores, operarios de una línea de montaje, empaquetadores... Por el contrario, las actividades físicas menos sistemáticas, en entornos menos predecibles, solo son automatizables en un 26 por 100

aproximadamente —hablamos, por ejemplo, de la ganadería extensiva o de las actividades forestales—.

Por otra parte, no son los empleos menos cualificados los que necesariamente se verán más afectados por la automatización inteligente. Aquellos que requieren de interacción con otras personas o que, aun desempeñando trabajos físicos, son poco rutinarios o sistemáticos, no serán fáciles de automatizar. Por el contrario, aquellas tareas desarrolladas por profesionales cualificados, pero que están muy pautadas y son repetitivas, como el

CUADRO 2

**TIEMPO DEL CONJUNTO DE OCUPACIONES O EMPLEOS DEDICADOS A DISTINTAS ACTIVIDADES Y GRADO DE POTENCIAL DE AUTOMATIZACIÓN DE LAS MISMAS (Ambos en %)**

Actividad	% tiempo que se le dedica	% de automatización —potencial—
Actividades físicas y de operación de máquinas en entornos predecibles.....	19	81
Procesado de datos.....	16	69
Recolección de datos.....	17	64
Actividades físicas y de operación de máquinas en entornos impredecibles.....	12	26
Interacción con terceros.....	16	20
Toma de decisiones, planificación y tareas creativas que requieren conocimiento experto.....	14	17
Gestión de personas.....	6	10
<b>Total.....</b>	<b>100</b>	<b>46,61*</b>

NOTA: \* Es el porcentaje del tiempo total dedicado al conjunto de ocupaciones o empleos que serían potencialmente automatizables.  
**FUENTE : Basado en el trabajo de MANYIKA (2017).**

diagnóstico de imágenes médicas, pasarán pronto a ser realizadas íntegramente por máquinas. Es más, la disponibilidad de máquinas o sistemas capaces de apoyar la labor humana puede hacer que personas con cualificaciones, capacidades o habilidades menores que otras puedan superar a estas en el desempeño de sus trabajos. El ejemplo de los sistemas expertos de apoyo a la toma de decisiones es claro. Un empleado de banca no especialmente cualificado puede decidir la concesión de un crédito bancario asesorado por un sistema experto con mayor fiabilidad que un especialista en la materia.

### 3. ¿Qué está ocurriendo?

La fábrica de móviles china Changying Precision Technology Company sustituyó por robots el 90 por

100 de su plantilla en 2015, pasando de 650 a 60 operarios. Además del enorme ahorro en costes que le supondrá una vez amortizada la inversión, la robotización de su actividad le ha permitido incrementar la producción en un 250 por 100 y reducir el número de defectos en la producción del 25 por 100 al 5 por 100. Las tareas ahora automatizadas son las que realizaban personas en la cadena de montaje, para el transporte interno, el trabajo de almacenamiento y la distribución interna de componentes. Fijémonos en que lo que ha hecho esta empresa china podrían hacerlo también las empresas que le encargan a ella la fabricación de sus móviles, recuperando así la fabricación previamente deslocalizada. Si cuando la deslocalizaron buscaban el abaratamiento de la fabricación a través de unos menores costes de mano de obra que los

de sus países o áreas de implantación, ahora ya podrían competir en costes de automatización y reasumir lo que previamente externalizaron. Además, este proceso de *insourcing* a través del *botsourcing*<sup>4</sup> tiene ventajas importantes, como es controlar de forma directa la fabricación, beneficiarse de la innovación que esta puede producir en su entorno, evitar el pirateo de productos u otro tipo de malas prácticas empresariales, generar empleo local de alta cualificación ligado a la fabricación y soporte de la automatización, etc. La robotización y la introducción de más inteligencia en máquinas o la disponibilidad de nuevas máquinas para la fabricación no industrial de dispositivos, como las impresoras 3D, puede producir un fenómeno de «reindustrialización» en países que se sumaron en las últimas décadas al: «que fabriquen otros».

Hasta ahora el empleo a escala mundial ha ido aumentando en cantidad y calidad debido fundamentalmente a los avances en ciencia y tecnología y su proyección al tejido productivo. Sin embargo, no está claro si a partir de ahora el balance global entre creación y destrucción de empleo seguirá siendo positivo. Más que nada se especula al respecto, ya que es mucho más fácil imaginar el empleo que desaparecerá, debido sobre todo a la automatización inteligente, que el que se creará, fundamentalmente alrededor del desarrollo tecnológico que en buena medida favorecerá dicha automatización<sup>5</sup>. En todo caso, algunos estudios bien fundamentados apuntan a una destrucción importante de empleo, como el realizado por World Economic Forum (2016), que estima una pérdida neta, una vez descontados los que previsiblemente se crearán, de 5.100.000 puestos de trabajo

en el período 2015-2020 y para el conjunto de países analizados. Sea como fuere, en lo que parece haber pocas dudas es en que nos enfrentamos a un cambio en el mercado laboral sin precedentes en la historia, ya que hasta ahora la automatización de actividades y la sustitución de empleados por máquinas se había producido en los segmentos de trabajadores menos formados, pero la automatización está afectando ya a las personas con elevada formación, incluso universitaria.

De un modo semejante a lo concluido en el estudio de Frey y Osborne (2013), McKinsey Global Institute<sup>6</sup> estima que a día de hoy serían automatizables prácticamente la mitad de las tareas que realizamos las personas. Según su análisis, en España las tareas potencialmente automatizables ocupan el 48 por 100 del tiempo —después analizaremos con algo de detalle la situación en nuestro país<sup>7</sup>—. Los datos en otros países se sitúan también alrededor del 50 por 100, con un 45 por 100 en EE UU. Evidentemente este es el valor medio para todo tipo de ocupaciones, con grandes diferencias de unas a otras. Por ejemplo, el sector de la manufactura sería automatizable en un 64 por 100. En el sector del transporte y almacenaje se llegaría al 65 por 100, y al 62 por 100 en hostelería y restauración. El comercio al por menor sería automatizable en un 50 por 100, y en un 41 por 100 el de los funcionarios y trabajadores de las Administraciones Públicas. Finalmente, «solo» un 24 por 100 del tiempo invertido por los trabajadores del sector educativo sería automatizable a día de hoy.

<sup>4</sup> Un *bot* (aféresis de robot) es un programa informático que imita el comportamiento de un humano en el desempeño de alguna tarea, y la palabra *botsourcing* se utiliza en general para indicar la sustitución del trabajo de las personas por robots —generalmente por sistemas artificiales o máquinas—.

<sup>5</sup> Un muy interesante y clarificador artículo de Mariano GARCÍA ENGUIITA —«El futuro de la educación: el 65 por 100 de no-sé-qué», *El País*, 12 de marzo de 2017—, explica con gracia que muchos expertos y opinantes citan sin fundamento alguno que dos tercios de los que hoy son niños y niñas trabajarán en empleos que todavía no existen.

<sup>6</sup> Los principales datos derivados del estudio: *A Future that Works: Automation, Employment and Productivity*, están accesibles a través de una muy útil interfaz gráfica en: <http://public.tableau.com/profile/mckinsey.analytics#!/vizhome/InternationalAutomation/WhereMachinesCanReplaceHumans>. También puede verse una breve descripción del trabajo de investigación realizado por MANYIKA et al., 2017.

<sup>7</sup> En relación a los resultados de este y otros estudios debemos tener en cuenta que cuando hablan de porcentajes de automatización no se refieren al número de ocupaciones o puestos de trabajo —es decir, de trabajadores— potencialmente sustituibles por máquinas, sino que se hace un análisis del tiempo dedicado a tareas o actividades automatizables durante el desempeño del trabajo que realizan las personas. Por tanto, no debemos identificar sin más los porcentajes de automatización potencial de actividades con el porcentaje de empleos en riesgo de ser eliminados o, mejor dicho, asignados a máquinas.

Hasta ahora hemos hablado de la parte menos amable de la automatización inteligente, pero es evidente que también crean empleo la economía digital y las tecnologías que la hacen posible y la desarrollan. Un informe de la Executive Office del presidente de EE UU (2016) apunta categorías de trabajos que podrían crearse debido a la automatización inteligente y que tienen que ver con el desarrollo o aplicación de las propias tecnologías que soportan dicha automatización, el uso de los sistemas artificiales y los empleos creados por el cambio de paradigma que supone la incorporación de las máquinas en nuestras vidas y en el trabajo —por ejemplo, aquellos relacionados con temas de legislación o seguros—. De un modo semejante, se estima que en los próximos años habrá una demanda creciente de empleos y funciones relacionados con la comercialización de los servicios y productos más avanzados en robótica, inteligencia artificial (IA), nuevos materiales, genómica y biotecnología, Internet de las cosas, impresión 3D, realidad virtual... Además, esto va a suponer que buena parte de lo que las empresas tratarán de vender a sus potenciales clientes no existe a día de hoy o, en todo caso, lo que hoy existe será muy distinto a lo que lo sustituirá en unos pocos años.

#### 4. ¿Por qué puede ser diferente esta vez?

Podemos poner ejemplos de todo tipo para argumentar a favor o en contra de si habrá destrucción neta de empleo a medida que vaya avanzando la automatización, en particular la basada en la IA. Quizás por eso, y por la dificultad de anticipar el futuro si queremos ser rigurosos, se trata de un tema abonado para la especulación. Una especulación que tiene sus extremos en la utopía de un mundo idealmente automatizado, sin trabajo humano pero con más riqueza y calidad de vida para todos, y la distopía de una sociedad de marginados sin posibilidad de empleo y en la que las desigualdades socioeconómicas se agigantarán. Es cierto que ya hemos pasado antes por preocupaciones semejantes,

empezando por las que rodearon al «movimiento ludi-ta» en el Siglo XIX, y que hasta ahora siempre se mostraron infundadas. En todo caso, y a riesgo de caer yo mismo en la especulación, les diré por qué las cosas pueden ser distintas esta vez:

— El motor tecnológico en esta ocasión, la inteligencia artificial, alimentado por la potencia de cálculo, la capacidad de almacenamiento y de disponibilidad de datos e información, que además crecen de modo exponencial, está abriendo un mundo nuevo de posibilidades, algunas insospechadas. Más todavía con el desarrollo del aprendizaje máquina, que permite que los dispositivos y sistemas mejoren por su cuenta.

— Como ya hemos comentado, muchas de las tareas que ya se están automatizando requieren para su realización por las personas de capacidades intelectuales y conocimientos medios o incluso altos. Y no hemos hecho más que empezar el camino.

— La velocidad con la que está avanzando la automatización inteligente no tiene parangón con lo que hemos vivido a lo largo de la historia de la automatización de tareas, y además es un proceso que se acelera.

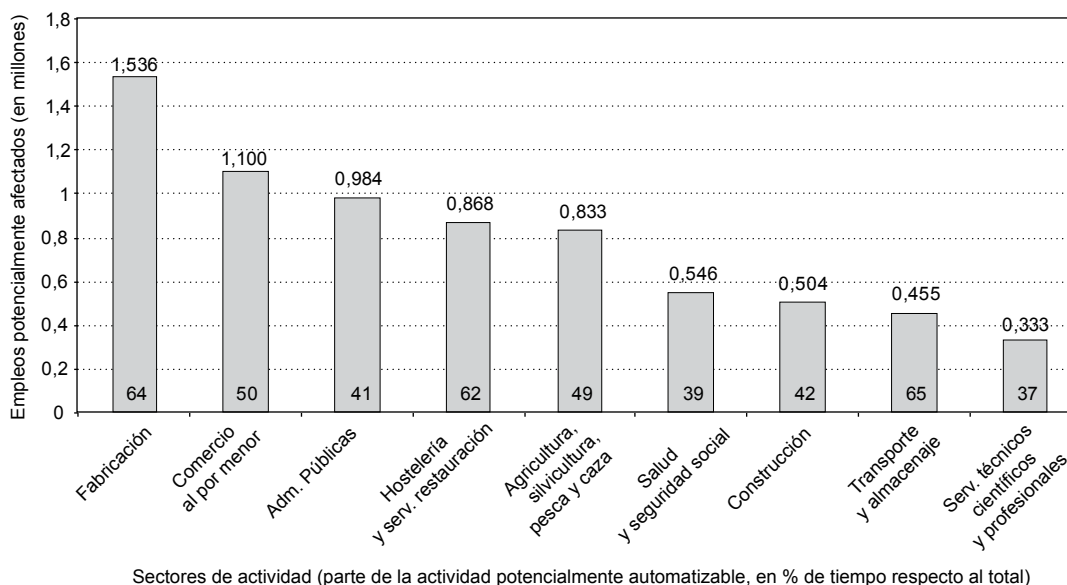
— En el pasado la mayor parte de las personas desplazadas por la automatización podían ser empleadas en otro tipo de tareas. Pensemos, por ejemplo, en la introducción de los cajeros automáticos en las entidades financieras, que permitieron a los empleados de las sucursales centrarse en tareas más cualificadas y de mayor valor añadido. Hoy es bastante más difícil, ya que la amplitud y sofisticación de lo automatizado y automatizable es muy superior.

— Decir que: «ya en otras ocasiones se dijo que se perderían más empleos que los que se crearían y no fue verdad» es pecar de pensamiento ilusorio, lo que puede hacernos bajar la guardia y acabar pasándonos factura si nos quedamos con los brazos cruzados, los ojos cerrados y la mente en blanco.

— Los sectores en los que previsiblemente crecerá más el empleo son precisamente aquellos que pueden acelerar más la automatización inteligente. En la mayor parte de los países desarrollados hay un déficit

GRÁFICO 1

POTENCIAL DE AUTOMATIZACIÓN DE LOS DIEZ PRIMEROS SECTORES DE ACTIVIDAD EN ESPAÑA  
(Por número de empleos vinculados)



NOTA: En conjunto más de 15.500.000 de trabajadores.  
FUENTE: Basado en el trabajo de MANYIKA (2017).

importante de profesionales TIC y la situación se agudizará al menos a corto-medio plazo. Pero esto puede ser, de hecho, un síntoma de que la automatización podría incluso avanzar más rápido de lo que lo está haciendo si se dispusiese de los recursos humanos expertos necesarios para lograrlo.

### 5. Situación y previsible evolución en España

Las macrocifras relativas a la situación española en relación a los previsible efectos de la automatización inteligente no difieren mucho de las de otros países desarrollados. De acuerdo con el estudio del McKinsey Global Institute ya referenciado (Manyika, 2017), en España sería automatizable el 48 por 100 del tiempo dedicado al conjunto de ocupaciones analizadas (Gráfico 1).

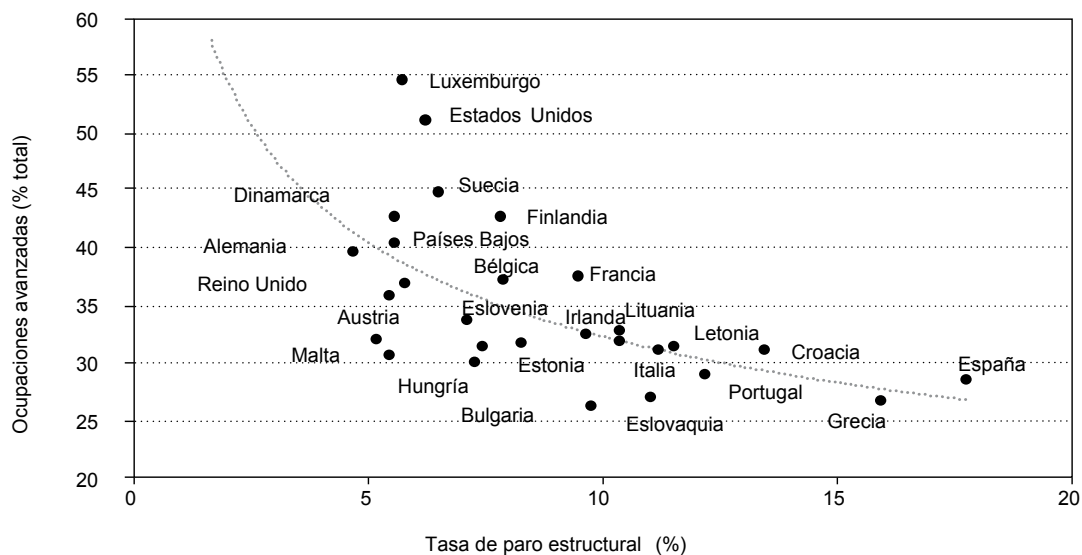
Se trata de un análisis interesante, pero nos interesan mucho más los análisis más finos de nuestro perfil laboral. En este sentido, un estudio muy interesante y oportuno del Observatorio ADEI: «El trabajo del futuro» (2017) indica que una adecuada inmersión de España en la economía digital podría suponer un aumento del PIB per cápita de casi el 40 por 100 hasta 2030, y un aumento neto de empleo en 2.000.000 de personas. Eso sí, asumiendo que la proporción de las denominadas ocupaciones avanzadas<sup>8</sup> convergerá con las de países de referencia como EE UU, Reino Unido y Alemania<sup>9</sup>, y que la tasa de empleo aumentará

<sup>8</sup> Físicos, ingenieros y matemáticos, especialistas en finanzas y profesionales de las TIC en general.

<sup>9</sup> En 2016 el conjunto de empleados que desempeñaba este tipo de ocupaciones en España representaba el 28,5 por 100 del total, frente al 43 por 100 de media en los tres países citados.



**GRÁFICO 2**  
**EMPLEADOS DESEMPEÑANDO OCUPACIONES AVANZADAS**  
**Y TASA DE PARO ESTRUCTURAL, 2015**



FUENTE: AFI, AMECO. Observatorio ADEI (2017).

hasta niveles previos a la crisis, a la vez que se logrará reducir la tasa de paro hasta su nivel estructural —el Gráfico 2 muestra la clara correlación entre el porcentaje de ocupaciones avanzadas y la tasa de paro estructural—, algo especialmente crítico, habida cuenta de la muy probable reducción de la población española, en particular la que se encuentra en edad de trabajar. Además, deberían implementarse políticas económicas, formativas y laborales que impulsasen las tendencias apuntadas y una clara y positiva inmersión en la economía digital.

En todo caso, tal como insiste en destacar este estudio del Observatorio ADEI, estas son estimaciones halagüeñas; las que podrían darse si «todo se hace bien», añadiría yo. De hecho, en el factor que considero más importante, la educación, y que atenderé con algo más de detalle en el apartado que sigue, ni estamos en una

buena situación ni tampoco parece que estemos mejorando, al menos no al ritmo que deberíamos hacerlo para superar las diferencias con otros países que deberían ser nuestra referencia en este ámbito. El modelo educativo español sigue fundamentalmente asentado en la memorización-reproducción, justo aquello que mejor hacen las máquinas. A nadie se le ocurriría hoy entrenar a nuestros jóvenes durante meses o años en la realización mental de cuentas, pero sí nos empeñamos en que memoricen sin cesar datos e información que no solo está disponible en libros y repositorios digitales, sino que puede ser recuperada y utilizada por las máquinas, cada vez con mayor facilidad. Por tanto, no deberíamos seguir empeñándonos en formar a nuestros jóvenes sobre todo en aquello en lo que las máquinas son imbatibles. Educarles en la memorización y reproducción de contenidos (en el saber) y en

ciertas habilidades prácticas (en el saber hacer) no es suficiente ni es donde hay que poner el mayor empeño. Educarles en el querer saber, en el querer hacer y en valores, todavía espacios reservados a las personas, les hará no solo más capaces y complementarios a las máquinas, sino más felices.

## 6. ¿Qué hacer?

Para evitar los problemas derivados de la automatización inteligente hay quien simplemente rechaza que se reemplace el trabajo humano por el de máquinas, pero esto parece poco factible y también poco sensato. No debemos detener el progreso sin más por temor a sus posibles inconvenientes. Las tecnologías, en particular las que hoy están favoreciendo la automatización inteligente, han aportado y aportarán enormes beneficios. Sus aplicaciones para mejorar la salud, la educación o la producción de bienes y servicios, parecen no tener fin. En todo caso, sí conviene anticipar en lo posible los problemas que puedan aparecer para intentar paliarlos y hasta evitarlos. En este tema existe una responsabilidad especial por parte de los poderes públicos, y así lo pone de manifiesto el informe del Gobierno de EE UU, antes citado.

En Barro (2017) se plantea un modelo tridimensional: el cubo de la economía digital, para analizar los ámbitos sobre los que habrá que realizar un mayor esfuerzo para beneficiarnos de la automatización inteligente y no ser los paganos de este proceso imparable. Las dimensiones que considero especialmente importantes son: la educación, las políticas públicas y la adopción de las tecnologías que posibilitan la automatización inteligente. En función de cómo se actúe sobre ellas podremos tener escenarios socioeconómicos muy dispares, incluso a corto y medio plazo. No procede repetir aquí el análisis que he descrito en dicho artículo<sup>10</sup>, pero sí insistir en el eje

o dimensión que me parece más relevante. Hablo de la educación. La medicina preventiva, más todavía si está guiada por la predictiva, es mejor que la curativa o paliativa. La educación es en este caso la medicina preventiva, y la paliativa lo son las medidas sociales y económicas a impulsar por los poderes públicos. Además, me temo que aquí no hay cura, por lo que inevitablemente habrá defunciones empresariales, de sectores de actividad y hasta de economías enteras. Por eso, todos los análisis y estudios que se han realizado hasta el momento sobre las previsibles consecuencias de la automatización inteligente inciden en la importancia de la formación de los trabajadores para acceder a un empleo y mantenerlo y que dicha formación se adapte a los conocimientos, competencias y habilidades más necesarias en cada momento. Desde luego, estas no han de ser aquellas en las que puedan destacar las máquinas, del mismo modo que hace tiempo que la fuerza de un trabajador ha dejado de ser un elemento importante para su desempeño y progreso laborales.

No es posible resumir en unas líneas con algo de rigor el tema de la educación, que además es objeto específico de otro artículo en este monográfico de la revista, pero sí me gustaría insistir en que no es solo, ni sobre todo, un tema de cambio de contenidos formativos sino de cometidos de la actividad formativa. Y estos han de tener muy presente que caminamos, corremos incluso, hacia un mundo donde las máquinas inteligentes formarán parte de todos los ámbitos de nuestras vidas, muy especialmente del profesional. En este sentido, hay que insistir en la formación que nos servirá para idear, diseñar, desarrollar, mantener y usar estas máquinas y, por otro, aquella que incide sobre todo en lo que nos hace más humanos. En concreto:

— Formar alrededor de los conocimientos y tecnologías que están permitiendo la creación de los sistemas y máquinas que permiten la automatización inteligente. Hablamos de lo que ha dado en llamarse formación STEM, acrónimo derivado de las iniciales en inglés de ciencias, tecnologías, ingenierías y matemáticas (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*). En

<sup>10</sup> En el informe del Observatorio ADEI (2017) se recogen recomendaciones muy pertinentes sobre educación, políticas de empleo y otras políticas económicas —innovación y defensa de la competencia—, que todos los agentes implicados, sobre todo los públicos, deberían tener muy presentes.

España los datos no son nada halagüeños. Entre 2008 y 2014 el número de estudiantes matriculados en titulaciones universitarias STEM se ha reducido en casi un 30 por 100, incrementándose en un 40 por 100, sin embargo, los que han decidido cursar estudios superiores de formación profesional. En conjunto ha habido un descenso de casi un 15 por 100, con el agravante de la escasa y decreciente presencia de mujeres.

— Formar en lo complementario a lo que las máquinas nos aportan. Seguimos dándole mucha importancia en la educación a la memorización, al cálculo y a las habilidades analíticas, y todo ello es lo más fácilmente automatizable<sup>11</sup>. Sin embargo, según los expertos encuestados por World Economic Forum (2016), en muy pocos años un tercio de las competencias que serán clave para la mayor parte de las ocupaciones no lo son a día de hoy. En particular las habilidades sociales, como la persuasión, la inteligencia emocional o la capacidad de trabajo en equipo. Esto nos lleva a una interesante reflexión y es que, dada la rapidez de los cambios que se esperan en el mercado laboral, debemos evitar formar solo a nuestros jóvenes en conocimientos, competencias y habilidades que lo son para el hoy pero no para el mañana. De este modo, y para no vernos irremediamente sustituidos por las máquinas en nuestro desempeño, y hasta para sacar de estas el mayor provecho, hay otro STEM al que también debemos atender. Es el que hace referencia a las competencias: sociales —como la empatía, el trabajo en equipo y la interculturalidad—, técnicas —relativas no solo a las TIC sino al ejercicio de la dirección, la toma de decisiones y la expresión oral y escrita, entre otras—, ejecutivas —liderazgo, emprendimiento, auto-gestión...—, y mentales —persistencia, resiliencia, auto-conocimiento y otras más—. Este tipo de competencias serán cada vez más importantes para atender las actividades que tardarán más tiempo en desempeñar las máquinas. Incluso los titulados STEM —hablo en este caso

de los citados en el punto anterior— necesitarán de estas competencias para hacer bien su trabajo.

## 7. Retos para todos

La dimensión laboral, económica, educativa y social de la automatización inteligente es de tal magnitud que no entiendo la razón de que apenas nos preocupe, y lo digo viendo lo poco que nos ocupa. Utilizo el «nos» en el más amplio sentido de la palabra: políticos, empresarios y directivos de empresa, agentes sociales, el mundo de la universidad... y, por supuesto, los trabajadores o quienes quieran llegar a serlo.

Parece claro que los Gobiernos tendrán que anticiparse a los profundos cambios que se darán en los perfiles profesionales y el empleo en general. Vienen momentos de «re»: repensar y redistribuir van a ser palabras clave en relación a la automatización inteligente. Menos recortes y más redistribución. Redistribuir la riqueza, el trabajo<sup>12</sup>, los beneficios... No podemos esperar décadas, como ocurrió con el estado de bienestar, para que los beneficios de las revoluciones industriales lleguen a la gente. Nuestros representantes políticos han de ser capaces de tomar medidas en el terreno de la educación y la formación a lo largo de la vida y anticipar la legislación y las políticas públicas que al menos amortigüen los posibles efectos negativos de la automatización inteligente. Deberán ser también, junto con los agentes sociales, quienes trabajen más en las cuestiones relativas a los derechos y deberes de los trabajadores humanos y de sus empleadores. Las empresas, en concreto sus directivos, tienen la oportunidad de planificar la posible automatización parcial del trabajo y la responsabilidad de prever lo que ello pueda suponer para el empleo humano en la empresa, la formación de sus trabajadores o la reasignación a estos de actividades y responsabilidades. El WEF (2016) entrevistó a

<sup>11</sup> En un artículo de Simon TORKINGTON (2016) se recogen un buen número de empleos que dependen fundamentalmente de habilidades matemáticas y que se han automatizado —cajeros de banca o empleados en estadística, por ejemplo—.

<sup>12</sup> Durante la crisis económica el Gobierno alemán impulsó importantes acuerdos entre empresas y sindicatos para repartir el trabajo, reduciendo la dedicación de los trabajadores para evitar despidos, lo que les permitió transitar por ella con porcentajes de paro muy bajos.

responsables de recursos humanos de empresas para conocer en qué medida sus empresas están preparándose para las posibles consecuencias de la automatización inteligente. La mayoría de las empresas piensan en reciclar a sus propios trabajadores como estrategia para enfrentarse al porvenir (el 65 por 100 de ellas). En menor medida confían en la movilidad y rotación de los trabajadores (39 por 100), la colaboración con instituciones educativas (25 por 100) y la apuesta por el talento femenino (25 por 100) y extranjero (22 por 100). En todo caso, este informe evidencia la dificultad de poder anticipar los cambios que puedan producirse. No se están destinando recursos suficientes para ello y, en general, predomina una visión cortoplacista de las empresas en su búsqueda de beneficios.

Ante esta situación, el sistema educativo, en particular las universidades, tienen la responsabilidad fundamental de que nuestros jóvenes, en especial los nuevos titulados, puedan adaptarse a un entorno laboral extremadamente dinámico y automatizado. Como ya he dicho, no es una cuestión de contenidos docentes sino de cometidos de una educación distinta. No es suficiente abordar la tecnología solo en una materia específica o tratar el emprendimiento simplemente a través de una asignatura de empresa. Por otra parte, incluso lo que más nos diferencia de las máquinas —la curiosidad, la creatividad, las habilidades sociales...—, se puede aprender y, por tanto, se puede enseñar. El empeño de los docentes ha de ser «enseñar a nuestros alumnos lo necesario para que puedan aprender lo que deban saber en cada momento de sus vidas», algo que, por cierto, también será de aplicación para los sistemas artificiales, ya que el aprendizaje máquina se hace imprescindible a medida que aumenta la complejidad de lo que una máquina ha de realizar.

## 8. Algunas consideraciones finales

Tradicionalmente el capital y el trabajo han sido los factores de producción que impulsan el crecimiento económico. Para ello han de incrementarse o utilizarse más

eficientemente. En Barro (2017) introduce una medida de productividad que contempla la automatización del empleo. El producto por habitante o PIB per cápita dependerá cada vez menos de la productividad del empleo humano y más del de las máquinas. En general, a medida que aumente la inteligencia de las máquinas y logremos una mejor formación y cualificación de las personas, mayor valor añadido aportarán a su trabajo unas y otras, y mayor será la productividad resultante. Esto será así en términos globales, eso sí, ya que se darán grandes diferencias a nivel local, incluso agigantándose las que ahora existen.

En esta línea, Purdy y Daugherty (2016) apuntan que la IA puede llegar a ser incluso un nuevo factor de producción. La automatización inteligente permite mejorar la producción humana y en sí mismas las máquinas toman la forma de capital físico, que puede incluso revalorizarse a través de su capacidad de aprendizaje. Más en concreto, la IA será un motor de crecimiento al menos a través de tres vías: *i*) la aportación de las máquinas al trabajo y al capital; *ii*) el mayor rendimiento de las personas en la medida en que se dediquen a tareas más productivas y potencien su labor y la de las máquinas a través de la cooperación con estas; y *iii*) la aportación de innovaciones.

El aumento de la productividad por la automatización inteligente nos permitirá, con una correcta distribución del potencial beneficio que esto aportará, que nos dediquemos a otro tipo de actividades hoy insuficientemente cubiertas y más difícilmente automatizables —cuidado de personas mayores y dependientes, tareas de recuperación medioambiental, etc.— y, por supuesto, aumentará nuestras horas de ocio. Es más, el concepto de empleo va a cambiar. Una parte de lo que hoy es empleo dejará de serlo y se creará empleo público para realizar tareas que hoy no se atienden o que se hacen desde el voluntarismo o desde el sector privado, relacionadas con el entretenimiento, labores asistenciales y de cooperación al desarrollo, trabajos artísticos, etc.

Pero incluso en el hipotético caso de que pudiésemos vivir sin trabajar, por disponer de máquinas que

realizasen todo el trabajo necesario y que ahora nosotros desempeñamos, no hemos construido un mundo ni tenemos un *modus vivendi* preparados para ello. No se trata solo de distribuir el trabajo humano sino de organizar el tiempo de no trabajo, que será creciente. Luciano Concheiro, un muy joven pensador y escritor mexicano, considera necesaria una «cronopolítica», una política del tiempo, un configurar el tiempo en términos políticos y económicos<sup>13</sup>. Llegará el momento en que la disponibilidad del tiempo que ahora dedicamos al trabajo nos hará repensar en qué invertirlo para no malgastarlo.

Hace tiempo que sabemos que los países que solo disponen de materias primas no tienen garantizado un futuro socioeconómico halagüeño. Tampoco los que ahora disponen de una abundante mano de obra barata. Incluso aquellos que habiendo sido capaces de impulsar importantes sectores industriales y de servicios han de ser muy diligentes para desarrollar o adaptarse a nuevos modelos de negocio.

En Europa contamos con algunos hándicaps cuando hablamos de la automatización inteligente y de la economía digital en general<sup>14</sup>. Algunos son el reflejo de nuestra diversidad cultural o idiomática, pero otros, ciertamente, los creamos nosotros mismos. Así, y a modo de ejemplo, la libre circulación de trabajadores en la UE se ve limitada por las diversas certificaciones profesionales en los países de la Unión. Además, la UE es muy conservadora en cuanto a las barreras que aplica al desarrollo de la economía digital.

## 9. Epílogo

Al igual que una producción sostenible de alimentos y su adecuado reparto garantizarían el fin del hambre en el

mundo, también se podría lograr que todos pudiésemos vivir dignamente a partir de la productividad del trabajo de personas y máquinas. No obstante, esto requerirá cambios muy significativos en el modelo económico, de producción, de reparto de beneficios y del trabajo, entre otras medidas. Necesitamos una nueva economía y que sea el Estado y no el mercado quienes fijen ciertas reglas.

## Referencias bibliográficas

- [1] ACEMOGLU, D. y RESTREPO, P. (2017). «Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets». *NBER Working Paper*, nº 23.285.
- [2] BARRO, S. (2017). «Automatización Inteligente». *Revista Integración & Comercio*. Año 21, nº 42, agosto, pp. 290-303.
- [3] BEAUDRY, P.; GREEN, D. A. y SAND, B. M. (2016). «The Great Reversal in the Demand for Skill and Cognitive Tasks». *Journal of Labor Economics*, vol. 34, enero, nº S1, parte 2, pp. S199-S247.
- [4] BUGHIN, J.; HAZAN, E.; LABAYE, E.; MANYIKA, J.; DAHLSTRÖM, P.; RAMASWAMY, S. y COCHINDE BILLY, C. (2016). *Digital Europe: Realizing the Continent's Potential*, McKinsey Global Institute. Junio.
- [5] CHUI, M.; MANYIKA, J. y MIREMADI, M. (2016). «Where Machines Could Replace Humans –and Where they Can't (yet)». *McKinsey Quarterly*. Julio.
- [6] CHUI, M.; MANYIKA, J. y MIREMADI, M. (2016). «Four Fundamentals of Workplace Automation». *McKinsey Quarterly*. Julio.
- [7] CHUI, M.; MANYIKA, J.; MIREMADI, M.; BUGHIN, J.; GEORGE, K.; WILLMOTT, P. y DEWHURST, M. (2017). «*Harnessing Automation for a Future that Works*», McKinsey Global Institute. Enero.
- [8] FREY, C. B. y OSBORNE, M. A. (2013). «The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?». *Technological Forecasting and Social Change*, nº 114, enero, pp. 254-280.
- [9] MANYIKA, J. (2017). *What's Now and Next in Analytics, AI, and Automation*. McKinsey Global Institute. Mayo.
- [10] OFICINA EJECUTIVA DEL PRESIDENTE DE EE UU (2016). *Artificial Intelligence, Automation and the Economy*. 20 de diciembre. EOP.
- [11] PARIKH, K. S. y WILSON-SMYTHE, E. (2016). «Intelligent Automation for Competitive Advantage. A Framework for Innovation and Efficiency Across the Business Value Chain» Avasant. Recuperado en agosto de 2017 de <http://info.avasant.com/intelligent-automation-for-competitive-advantage>

<sup>13</sup> Entrevista en *ABC Cultura*, 28 de enero de 2017, comentando su libro: *Contra el tiempo: filosofía práctica del instante*.

<sup>14</sup> MCKINSEY estima que de forma generalizada se está infrautilizando la tecnología digital disponible. Sin embargo, mientras EE UU aprovecharía a día de hoy alrededor del 18 por 100 del potencial de la misma, Europa se sitúa, con un 12 por 100, muy por detrás (BUGHIN, J. et al., 2016).

[12] PURDY, M. y DAUGHERTY, P. (2016). *Why Intelligence is the Future of Growth*, Accenture.

[13] TORKINGTON, S. (2016). *The Jobs of the Future – and Two Skills you Need to Get them*. World Economic Forum. Septiembre.

[14] VARIOS AUTORES (2015). *El trabajo en un mundo de sistemas inteligentes*, Madrid: Ariel.

[15] WORLD ECONOMIC FORUM (2016). «The Future of Jobs. Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution», enero, p. 157. WEF.