

Cuando los robots lo hacen todo y el ocio es obligatorio: No durante otros 100 años

Shushanik Papanyan

26 junio 2017

Los avances en el aprendizaje automático, la robótica móvil y la potencia informática han dado lugar a máquinas cada vez más capaces de realizar tareas no rutinarias y navegar en tiempo real. La inteligencia artificial gana terreno como una inversión atractiva dentro de la industria de la tecnología. Es probable que las máquinas se hagan cargo de muchas tareas que realizan los seres humanos, pero no podrán desempeñar muchos empleos por completo. Es improbable que se pierdan puestos de trabajo a gran escala, ya que el impacto del progreso tecnológico en el ahorro de mano de obra se ponderará con respecto al efecto de creación de empleo, que en el pasado superó a las pérdidas de puestos de trabajo. La necesidad de programas flexibles de readaptación laboral es esencial debido a los cambios en el mercado laboral entre empleos y a los ajustes de tareas dentro de estos empleos. El mayor impacto documentado derivado de la automatización en el trabajo ha sido una disminución de las horas de trabajo junto con un crecimiento en los niveles de vida.

Realidad o ficción

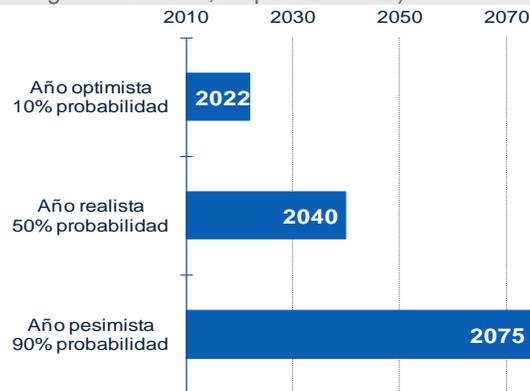
¿Pueden los robots convertirse en el próximo Einstein, Picasso o Mozart? ¿Cuáles son las perspectivas de trabajo para los seres humanos? Los científicos informáticos insisten en que en algún momento dentro de los próximos veinte años la potencia informática y la velocidad de procesamiento superarán las capacidades del cerebro humano. Poco después, las máquinas de inteligencia artificial pasarán por la siguiente fase de inteligencia artificial, la fase de inteligencia general, y llegarán a la superinteligencia. La superinteligencia se describe como un intelecto que es mucho más inteligente que el mejor de los cerebros humanos combinados en todos los campos: científico, creatividad, sabiduría general, y habilidades sociales. En ese punto, la humanidad cruzará el punto de la Singularidad, donde la primera máquina súper inteligente se convertirá en la última invención que los humanos tendrán que hacer, ya que la capacidad informática de la máquina no dejará espacio para las invenciones humanas. Impulsado por máquinas súper inteligentes, el crecimiento económico se acelerará de manera contundente, porque el ritmo amplificado de las mejoras obtenidas por las máquinas caerá en cascada en toda la economía.

Gráfica 1. Cuando los participantes pensaban que se lograría la Inteligencia General Artificial (IGA) (Encuesta anual de participantes de la conferencia IGA,%)



Fuente: BBVA Research y Barrat (2013)

Gráfica 2. ¿En qué año considera probable que exista la Inteligencia General Artificial (Encuesta de expertos de Inteligencia Artificial, respuesta media)



Fuente: BBVA Research y Müller and Bostrom (2016)

Dada nuestra adaptabilidad a las nuevas tecnologías, habrá muchos trabajos para los humanos. El miedo al desempleo tecnológico no se ha materializado en el pasado y probablemente no lo hará en el futuro previsible, porque los empleos perdidos en aras de la automatización serán igualados por los nuevos empleos creados por el efecto multiplicador del crecimiento tecnológico. Además, la potencia informática no se traduce directamente en inteligencia humana, y muchos ámbitos en el mundo laboral siguen siendo genuinamente humanos: inteligencia social, creatividad, nuevos conceptos y soluciones, persuadir, negociar y cuidar a los demás.

La lejanía de la Superinteligencia

La Inteligencia Artificial (IA) actual se define como la Inteligencia Artificial Estrecha (IAE), donde cada máquina de IA se especializa en un área: jugar al ajedrez, hacer selecciones de música, traducir lenguajes, negociar algoritmos de alta frecuencia, etc. La segunda etapa es la Inteligencia General Artificial (IGA), donde una máquina de IA alcanza y supera el nivel de inteligencia de un solo humano. En esta etapa, la máquina tendría la capacidad de pensar en abstracto, razonar, comprender ideas complejas y aprender de la experiencia. La última etapa del desarrollo de las máquinas de IA es la de la Superinteligencia Artificial (SIA), donde la máquina sería más inteligente que toda la humanidad combinada.¹

La velocidad computacional de los ordenadores crece exponencialmente, duplicándose cada doce a dieciocho meses, y las estimaciones sugieren que para el 2030 habrá un ordenador asequible con una velocidad de computación de 10^{18} operaciones de punto flotante por segundo (FLOPS), equivalente a la velocidad del cerebro humano. Sin embargo, la velocidad de procesamiento por sí sola no se traduce necesariamente en inteligencia humana. Los ordenadores superan al cerebro humano en complicados problemas computacionales, pero flaquean en funciones humanas básicas que damos por sentadas: visión, movimiento, manipulación y percepción. Para que la SIA fuera un éxito se tendría que implicar a neurocientíficos y muy probablemente supondría imitar el enfoque ascendente del cerebro biológico al crear el software de la máquina de IA. Las máquinas superinteligentes del futuro no se parecerán necesariamente a los robots humanos que aparecen en las películas. Podrían ser ordenadores digitales, una red colectiva de ordenadores, o tejido cortical cultivado.

“Fueron necesarios 40 minutos con el músculo combinado de 82,944 procesadores en el ordenador K [en el momento del artículo, el cuarto superordenador más rápido del mundo] para obtener sólo 1 segundo de tiempo de procesamiento biológico del cerebro. Mientras se ejecutaba, la simulación consumía aproximadamente 1PB de memoria del sistema, ya que cada sinapsis se modelaba individualmente”. Whitwam (2013)

Los desafíos a los que se enfrentan los ingenieros y los científicos informáticos en el campo de la robótica son reales. El amplio uso de robots industriales fue la parte relativamente fácil de la automatización, ya que los robots están programados para realizar tareas de rutina en un entorno controlado. A pesar de ello, las mejoras continuas en Aprendizaje de Máquina (ML) y Robótica Móvil (MR) (donde las máquinas son cada vez más capaces de realizar tareas no rutinarias y tienen la capacidad de navegar en tiempo real), la cognición, la manipulación y las capacidades de interacción de los robots en un entorno no estructurado son el cuello de botella de la ingeniería.

Más importante aún, al igual que los robots industriales, las ganancias de productividad derivadas de los robots/máquinas inteligentes tienen que materializarse y alcanzar la escala en la que el análisis de costo-beneficio respaldaría el desarrollo y la

1: Sysiak (2016)

producción independientes a gran escala por parte de empresas privadas. Actualmente, la robótica se ha ganado el estatus de un “hijastro pobre de cualquier otra industria” porque ha reutilizado tecnologías ya desarrolladas en otras industrias.²

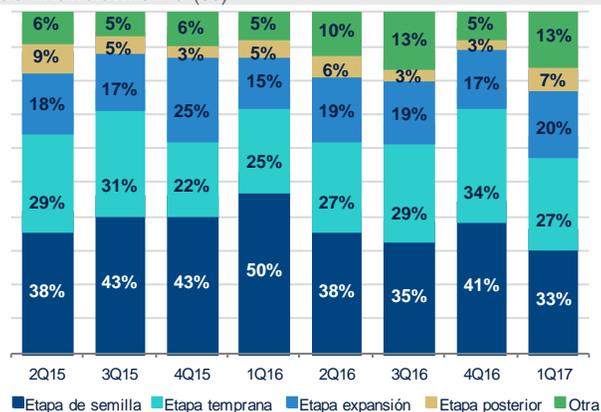
No obstante, la inteligencia artificial gana terreno como una inversión atractiva dentro de la industria de la tecnología. En 2015, las inversiones de capital riesgo en robótica duplicaron con creces el nivel alcanzado en 2014. Las inversiones en IA están proliferando con inversores de capital privado que construyen carteras de “inversiones en robots”.³ El primer trimestre de 2017 ha marcado el mayor número de acuerdos de financiamiento de IA por parte de inversores de capital riesgo, inversores corporativos y otros inversores y ha registrado siete cuartas partes de al menos 500 millones de dólares estadounidenses en financiamiento.⁴ La IA se convertirá en una de las tendencias de inversión más populares en la escena de las *start-ups* desde el lanzamiento de las inversiones de “big data”. Se estima que las inversiones globales en los mercados de robots crecerán a 188 mil millones de dólares en 2020.⁵

Gráfica 3. Financiamiento de Inteligencia Artificial (Millones de dólares, número de acuerdos)



Fuente: BBVA Research y PwC|CB Insights (2017)

Gráfica 4. Porcentaje de acuerdos en EEUU por etapa de financiamiento (%)



Fuente: BBVA Research y PwC|CB Insights (2017)

La economía de la Singularidad

La Singularidad, definida como la aceleración del crecimiento económico debido al rápido crecimiento de la productividad de las máquinas inteligentes, es la percepción de los economistas de cuán lejos o cerca estamos de la llegada de la SIA. La Singularidad tiene que ser respaldada por el efecto del lado de la demanda, el efecto del lado de la oferta, o ambos. El factor clave para definir el mapa a largo plazo hacia la Singularidad es la elasticidad de sustitución entre el capital digital, incluidas las tecnologías de la información y otros insumos y productos convencionales. Los efectos del lado de la demanda o de la oferta deben afectar a los precios relativos de tal manera que sea viable sustituir los insumos y productos económicos estancados por insumos y productos de alto crecimiento y de alta productividad. Por el lado de la demanda, las preferencias del gasto de los consumidores deberían dirigirse cada vez más hacia industrias de alto crecimiento de la productividad para aumentar rápidamente la participación de esas industrias en los gastos de consumo. Por el lado de la oferta, la producción debe tener una posibilidad de sustitución suficiente para que los insumos avancen hacia la rápida mejora del capital digital y, por lo tanto, para aumentar la participación del capital digital en el conjunto de insumos.

2: PwC (2016)

3: Waters y Bradshaw (2016)

4: PwC (2017)

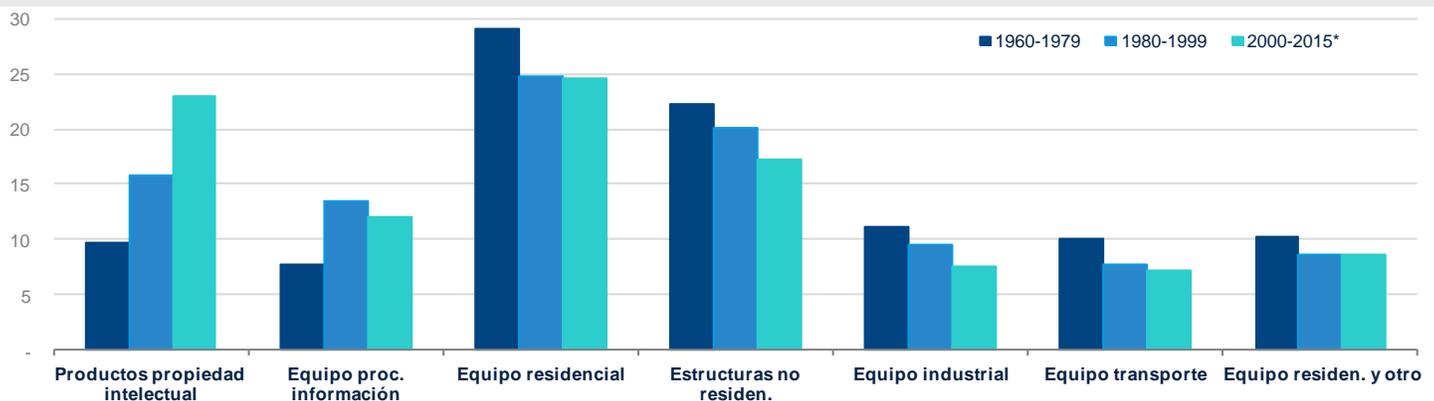
5: International Data Corporation (2017)

El economista Nordhaus ha formalizado siete pruebas empíricas⁶ (una del lado de la demanda y seis del lado de la oferta) para probar la viabilidad de la Singularidad. Por el lado de la demanda, la suposición clave para alcanzar la Singularidad es que haya demanda elástica para los bienes en sectores de alta crecimiento de la productividad. La teoría económica sugiere que los sectores con un rápido aumento de la productividad debido a los avances tecnológicos deberían experimentar un rápido descenso de los precios y deberían ver aumentar su participación en los gastos de consumo en lugar de disminuir. Las pruebas empíricas han demostrado que, aunque los precios de los bienes en los nuevos sectores tecnológicos están disminuyendo, no existe un patrón consistente de demanda elástica. En conjunto, el lado de la demanda de la Singularidad no se sostiene. El porcentaje de las industrias de alta y baja productividad dentro de los gastos de consumo apenas ha cambiado en las dos últimas décadas, porque las industrias en las que han caído los precios también han experimentado una disminución en la participación en el gasto.

Del lado de la oferta, la asunción clave de la Singularidad es que haya elasticidad de sustitución en la producción. La elasticidad de la sustitución en la producción del capital digital por el trabajo debería ser superior a uno, por lo que la producción pasaría de la productividad de los factores fijos a los insumos de alto crecimiento de la productividad y aumentaría la participación del capital digital en la producción. La simulación de un modelo de crecimiento neoclásico de economía cerrada estándar con una hipótesis de Singularidad produce un crecimiento ilimitado de la producción: la participación del capital digital en el conjunto de insumos se reduce al 100% a medida que se acelera la tasa de crecimiento de la producción. Además, un modesto supuesto de elasticidad entre la mano de obra y la sustitución del capital digital también se traduce en salarios de rápido crecimiento.

Las pruebas empíricas del lado de la oferta de Singularidad equivalen a probar varias predicciones de simulación del modelo de crecimiento: 1) el aumento de la productividad del trabajo o el aumento de la productividad total de los factores, 2) un aumento del capital nominal en el valor de los insumos, que eventualmente alcanzará el 100%, 3) la caída de los precios relativos de la inversión y de los bienes de capital, 4) el rápido aumento de la relación entre el capital y el producto, 5) la participación del capital digital en el capital total que eventualmente va hacia la unidad y 6) el aumento de los salarios, conforme a una elasticidad plausible del supuesto de sustitución entre el trabajo y el capital.

Gráfica 5. Inversión en activos fijos privados por tipo, participación del total (%)



Fuente: BBVA Research y BEA

6: Nordhaus (2015)

Las estimaciones empíricas no muestran aceleración en la productividad multifactorial y/o laboral, en la tasa de disminución de los precios del capital en relación con los salarios, en el crecimiento de la relación capital-producto, ni en el crecimiento salarial (1, 3, 4 y 6). Al mismo tiempo, hay signos de aceleración en la tendencia de la participación en el capital y en la participación del capital digital en el capital social (2 y 5). Por lo tanto, la Singularidad del lado de la oferta es plausible, pero la extrapolación de las tendencias estimadas sugiere que el tiempo en que se puede alcanzar es de 100 años o más.

Habrá muchos trabajos para los humanos

La idea de que la automatización y la digitalización están penetrando en el dominio de tareas verdaderamente humanas como el razonamiento y la percepción ha reavivado el temor de que las nuevas tecnologías desplacen a los trabajadores y generen desempleo tecnológico. La preocupación por la amenaza tecnológica del desempleo no es nueva. Una preocupación similar en los años 1950 y 1960 había desembocado en la creación de la “Comisión Nacional Blue-Ribbon sobre Tecnología, Automatización y Progreso Económico”. En la década de 1960, los economistas observaban un rápido aumento de la productividad y temían que su crecimiento pudiera superar la demanda de mano de obra. La amenaza se tomó con la suficiente seriedad para que la Comisión recomendara “un ingreso mínimo garantizado para cada familia; utilizando al gobierno como empleador de último recurso para los desempleados de larga duración; dos años de educación gratuita en colegios comunitarios o profesionales; un servicio federal de empleo plenamente administrado”.⁷

Sin embargo, en la década de 2010, a pesar del rápido crecimiento de las tecnologías de la información, la digitalización, el aprendizaje automático y la robótica móvil, los economistas se muestran perplejos por el bajo crecimiento de la productividad, el fuerte incremento de las plantillas y una tasa de desempleo que ha bajado a su mínimo histórico. Si bien resulta complicado cuantificar el desempleo tecnológico, el desempleo estructural, definido como desempleo debido a cambios estructurales en la industria, combinado con el desempleo friccional, se ha corregido a un mínimo de 4.4% (estimado como la tasa natural de desempleo), una tasa tan baja no se registraba desde la década de los cincuenta.

Mientras tanto, los avances en la potencia informática, la inteligencia artificial y la robótica móvil han redefinido las capacidades de las máquinas y han dado lugar a estimaciones elevadas de cuántos trabajos se perderían debido a los robots. Un estudio innovador realizado por Frey y Osborne ha calculado que hasta el 47% de todos los empleos en los Estados Unidos se perderán debido a la automatización en los próximos 10 a 20 años.⁸ No obstante, hay dos advertencias cruciales con respecto a esa estimación.

En primer lugar, el porcentaje estimado de empleos que tienen una alta probabilidad de automatización se basa en la encuesta que evalúa la probabilidad de automatización de las tareas realizadas en el núcleo de setenta empleos. Existe una probabilidad significativa de que la evaluación de estas probabilidades exagere las capacidades tecnológicas y el ritmo de utilización de la tecnología. Más importante aún, la automatización de tareas dentro de los empleos evaluados no se traduce necesariamente en la automatización del propio empleo. Los empleos consisten en un conjunto de tareas y no todas estas tareas se pueden automatizar de un modo tan sencillo. Muchos empleos que se considerarían altamente automatizables incorporan tareas como la interacción cara a cara, la flexibilidad, el juicio y el sentido común, que son difíciles de automatizar. Alternativamente, un

7: Autor (2015)

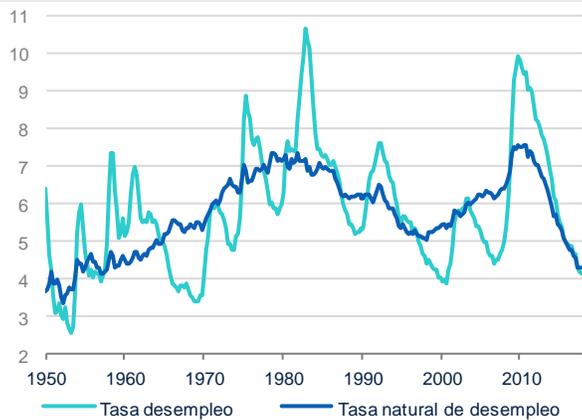
8: Frey y Osborne (2017)

enfoque basado en tareas ha estimado un porcentaje mucho menor: el 9% de todos los empleos que tienen una alta probabilidad de ser automatizados.⁹

En segundo lugar, aunque es posible derivar estimaciones de cuántos trabajos se perderían debido a la automatización, resulta imposible estimar cuántos nuevos empleos se crearían gracias a ella. Los robots tendrán que convivir con los humanos. Así, las máquinas inteligentes mejorarán la productividad de la mano de obra, pero no necesariamente la desplazarán. Por otra parte, los robots están todavía en el proceso de aprender a realizar tareas rutinarias básicas en un entorno no estructurado, tareas que no se suelen incluir en un currículo, como caminar por el pasillo sin chocar con la gente, orientarse y tomar el ascensor.

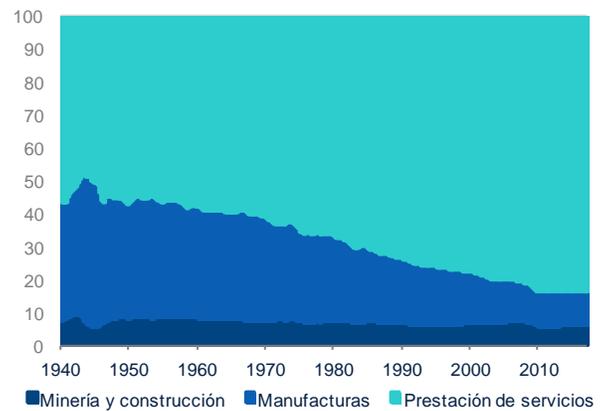
Aun cuando la automatización ha pasado del sector manufacturero al sector de servicios, la automatización de las habilidades mundanas permite a los empleados reorientarse hacia otras tareas de servicio al cliente, tareas que requieren habilidades superiores e interacción humana. Por ejemplo, la introducción de Wally, que es el robot de servicio de habitaciones en el hotel Marriott de Los Ángeles Residence Inn que navega de manera independiente para entregar pedidos, no se ha traducido en una caída de la contratación de empleados, pero ha permitido a la dirección del hotel ampliar la gama de servicios de habitaciones, acortar el tiempo de entrega de las habitaciones, y proporcionar un mayor nivel de servicio en la recepción.¹⁰

Gráfica 6. Tasa de desempleo, (%)



Fuente: BBVA Research y BLS

Gráfica 7. Porcentaje del empleo asalariado del privado total (%)



Fuente: BBVA Research y BLS

Lo que el futuro depara: impacto económico

El progreso firme en todos los dominios está haciendo avanzar el ecosistema de la robótica y se espera una aceleración del ritmo con el que se utilizan las innovaciones tecnológicas en las industrias y con el que se ofrecen para el consumo general.

Es improbable que se pierdan puestos de trabajo a gran escala, ya que el impacto del progreso tecnológico en el ahorro de mano de obra se ponderará con respecto a los mecanismos de respuestas económicas que deberían incrementar la demanda de trabajo. La demanda laboral podría recibir un impulso positivo gracias a las industrias que fabrican nuevas tecnologías y a las que se enfrentarán a una mayor demanda de productos, dado que su competitividad se estimulará con la aparición de nuevas tecnologías. El mayor impacto documentado derivado de la automatización en el trabajo ha sido la disminución de las

9: Arntz y Zierahn (2016)

10: Wood (2016)

horas de trabajo junto con un crecimiento en los niveles de vida. Aprovechar la automatización puede reducir lentamente el estándar de 40 horas de trabajo semanales.

Al mismo tiempo, los economistas esperan grandes cambios en el empleo entre industrias y empleos, así como ajustes de tareas dentro de los empleos. Los estudios económicos basados en el empleo y en las tareas realizados sobre la automatización y el reemplazo de puestos de trabajo coinciden en que los empleos que corren peligro de desaparecer son los poco cualificados y los de bajos ingresos. La probabilidad de que las máquinas realicen un empleo disminuye con un mayor nivel educativo y mayores ingresos. Dado que se espera que las máquinas que realizan tareas sean cada vez más complejas, las perspectivas de empleo para un segmento de la fuerza de trabajo que carece de la educación, las habilidades y/o la capacitación necesarias se deteriorarán. Por lo tanto, la automatización y la digitalización están en el centro de la brecha creciente en la desigualdad salarial y la polarización de los salarios, ya que los trabajadores con bajos salarios y bajas cualificaciones son los que tienen que soportar el costo económico de la automatización y los más desfavorecidos por lo que respecta a la preparación para los puestos de trabajo del futuro.

Además, es probable que el alcance de la política monetaria se vea limitado por un entorno de inflación baja, ya que los avances en las tecnologías de la información y la comunicación, la digitalización, el aprendizaje automático y la robótica móvil también han dado lugar a una nueva inflación normal y moderada. Las tecnologías de la automatización y de la comunicación de la información ejercen una presión a la baja sobre el crecimiento de los salarios con una mayor competencia por los empleos tanto de las máquinas como de la deslocalización. Además, la automatización y la digitalización continúan ejerciendo una presión a la baja sobre el precio del capital, ya que la perspectiva del capital digital es convertirse en un recurso abundante, con bajos costos marginales y fundamental para todas las industrias.

En un entorno donde el crecimiento económico podría acelerarse a medida que el ritmo ampliado de las mejoras por parte de las máquinas caiga en cascada en toda la economía, las tendencias demográficas a largo plazo y la creciente desigualdad de ingresos seguirán imponiendo restricciones. Por lo tanto, las políticas gubernamentales dirigidas a la educación y a la capacitación de la fuerza laboral, la innovación, la profundización de las infraestructuras de las tecnologías de la información y la comunicación, y la promoción de la inversión de capital tanto privado como público pueden tener un alto impacto en los niveles de vida futuros. La necesidad de programas flexibles de reciclaje laboral es esencial y está en aumento, pudiendo adaptarse tanto la formación privada como la pública al entorno del mercado laboral en constante cambio.

En general, el futuro del crecimiento de la productividad, las condiciones del mercado de trabajo y el crecimiento de los salarios vienen en gran medida determinados por la capacidad de los Estados Unidos de establecer un plan estratégico de inversión de capital humano a largo plazo para producir habilidades que complementen a las máquinas en lugar de sustituirlas: la inteligencia social, la resolución de problemas, la creatividad, la coordinación y la capacidad de hacer frente a la incertidumbre derivada de la rápida evolución de la tecnología.

Citas

Arntz, M., Gregory, T., y Zierahn, U. (2016). The risk of automation for jobs in OECD countries: A comparative analysis. *OECD Social, Employment, and Migration Working Papers*, (189). DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/5jlz9h56dvq7-en>

Autor, D. H. (2015). Why are there still so many jobs? The History and Future of Workplace Automation. *The Journal of Economic Perspectives*, 29(3), 3-30.

Barrat, J. (2013). *Our final invention: Artificial intelligence and the end of the human era*. Macmillan.

Frey, C. B., y Osborne, M. A. (2017). The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254-280.

International Data Corporation. (2017, January 10). Press Release. Obtenido de <http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS42213817>

Müller, V. C., y Bostrom, N. (2016). Future progress in artificial intelligence: A survey of expert opinion. In *Fundamental issues of artificial intelligence* (pp. 553-570). Springer International Publishing. Obtenido de <http://www.nickbostrom.com/papers/survey.pdf>

Nordhaus, W. D. (2015). *Are We Approaching an Economic Singularity? Information Technology and the Future of Economic Growth* (No. w21547). National Bureau of Economic Research.

PwC y CB Insights. (2017). MoneyTree Report Q1 2017. Obtenido de https://www.pwc.com/us/en/moneytree-report/assets/MoneyTree_Report_Q1_2017_FINAL_F.pdf

PwC Interview with Steve Cousins, the CEO of Saviok. (9 septiembre 2016). The rise of robots working in human spaces [PwC blog]. Obtenido de <http://usblogs.pwc.com/emerging-technology/the-rise-of-robots-working-in-human-spaces/>

Skidelsky, R. (2013). The rise of the robots. *Project Syndicate*, 19 febrero 2013: <http://www.project-syndicate.org/commentary/the-future-of-work-in-a-world-of-automation-by-robert-skidelsk>

Spitz-Oener, A. (2006). Technical change, job tasks, and rising educational demands: looking outside the wage structure. *Journal of labor economics*, 24(2), 235-270.

Sysiak, P. (2016, Marzo-Julio). AI Revolution: A maximally condensed overview of the Artificial Intelligence Revolution [Proyecto se basa en un artículo de dos partes: AI Revolution por Tim Urban y Wait But Why blog]. Obtenido de <https://medium.com/ai-revolution>

Waters, R y Bradshaw, T. (4 mayo 2016). The rise of the robots: How the market is booming [World Economic Forum artículo publicados en colaboración con The Financial Times]. Obtenido de <https://www.weforum.org/agenda/2016/05/the-rise-of-the-robots-how-the-market-is-booming>

Whitwam, R. (5 agosto 2013). Simulating 1 second of human brain activity takes 82,944 processors [ExtremeTech]. <https://www.extremetech.com/extreme/163051-simulating-1-second-of-human-brain-activity-takes-82944-processors>

Wood, L. (8 septiembre 2016). Service robots: The next big productivity platform [PwC blog]. Obtenido de <http://usblogs.pwc.com/emerging-technology/service-robots-the-next-big-productivity-platform/>

Aviso Legal

Este documento ha sido preparado por el Servicio de Estudios Económicos del BBVA de EEUU del Banco Bilbao Vizcaya Argentaria (BBVA) en su propio nombre y en nombre de sus filiales (cada una de ellas una compañía del Grupo BBVA) para su distribución en los Estados Unidos y en el resto del mundo, y se facilita exclusivamente a efectos informativos. En EEUU, BBVA desarrolla su actividad principalmente a través de su filial Compass Bank. La información, opiniones, estimaciones y previsiones contenidas en este documento hacen referencia a su fecha específica y están sujetas a cambios que pueden producirse sin previo aviso en función de las fluctuaciones del mercado. La información, opiniones, estimaciones y previsiones contenidas en este documento han sido recopiladas u obtenidas de fuentes públicas que la Compañía estima exactas, completas y/o correctas. Este documento no constituye una oferta de venta ni una incitación a adquirir o disponer de interés alguno en valores.