

Semana de ciencia y tecnología

**Robótica e inteligencia artificial:
impacto en los nichos de empleo y en los
sistemas de formación**

Miguel Moreno Muñoz

Universidad de Granada

mm3@ugr.es

Contenido

- **Tipos de automatización e impacto en el empleo**
 - Equilibrio entre demanda industrial y capacidades de formación
- **Desarrollo de sistemas robóticos con Inteligencia Artificial (AI), movilidad y conexión en red (4ª Gen.)**
 - Combinación de desarrollos parciales: computación, robótica, sensores, software
 - Programas de Inteligencia Artificial aplicada y logros recientes
- **Desfase entre sistemas educativos y mercado laboral**
 - Desarrollos recientes para tareas complejas → especialización, autonomía
 - Integración de tecnologías con resultados que superan las capacidades humanas
 - Múltiples aplicaciones: robótica industrial, transporte, traducción, sanidad...
 - Implicaciones socio-laborales en contexto globalizado, desempleo estructural

Ideas centrales

- **Desfase importante y acelerado entre nuevos nichos de empleo y los sistemas de formación/cualificación**
 - Acentuado por la **digitalización** e incorporación de **inteligencia artificial** en los sistemas robóticos avanzados
 - Las **capacidades** de estos sistemas **compiten ya o sobrepasan** a las de trabajadores especializados en muchos tipos de actividad.
 - **Competitividad global y nuevas fuentes de ingresos** para cubrir demanda de servicios sociales requiere **rediseño del sistema educativo, financiación y decisiones estratégicas.**

Automatización y mecanización

Impacto de la primera generación de máquinas y robots industriales en el empleo

Educación para nichos de empleo masivo

CB Frey, MA Osborne (2013): [*The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?*](#)

- **La automatización determina la dinámica social**
 - Cada fase del proceso de mecanización y automatización impacta en el empleo y en la dinámica social (s. XVIII-s. XXI)
 - Importa diferenciar ecosistemas de innovaciones tecnológicas
 - 702 profesiones actuales altamente automatizables
 - Sistemas automatizados pueden sustituir a trabajadores con una cualificación media o alta
- **Desfase entre mercado laboral y sist. educativo**
 - Sistemas de formación diseñados para demandas de cualificación propias de la 2ª y 3ª industrialización
 - 1960-2005
 - Aceleración inducida por la digitalización y la robótica avanzada (móvil, con IA y sensores, conectada en red)

Primera generación de máquinas

- **Potencial limitado para aprovechar fuentes de energía natural fácilmente disponibles**
 - corrientes de agua
 - viento
 - mareas...
- **Dispositivos con un funcionamiento fiable sin necesidad de supervisión humana constante**
 - sistemas de poleas, resortes, contrapesos y canalizaciones
 - tareas relativamente simples, de uso militar o civil

1ª y 2ª revolución industrial

- **Telares y máquinas de vapor**
 - 1891: Joseph Marie Jacquard patentó un **telar automático** programable mediante tarjetas perforadas.
 - Había diseñado antes que Charles Babbage una **primera máquina computacional** capaz de automatizar los procesos asociados a una actividad que requería mano de obra intensiva.
- **Sucesivas revoluciones industriales**
 - combinación de invenciones, desarrollos tecnológicos y conocimientos científicos, que aprovecharon
 - nuevas fuentes de energía (petróleo y electricidad),
 - propiedades de nuevos materiales (acero, cemento, plástico, silicio)
 - diseño de máquinas que transformaron a gran escala la producción industrial, el transporte y las comunicaciones.

1ª y 2ª revolución industrial

- **Ventajas de la automatización, finales s. XIX**
 - mejora de la calidad y eficiencia en la producción
 - incremento significativo del nivel de vida de gran parte de la población en pocas décadas
- **Inconvenientes**
 - reducción de la oferta de trabajo
 - rigidez en los procesos de ajuste a la evolución de las necesidades
 - dependencia de servicios costosos de reparación y mantenimiento

3ª revolución industrial

- **2ª mitad s. XX**
 - Desarrollo de la electrónica y de la computación digital
 - Múltiples aplicaciones industriales, comunicaciones globales
 - Humanos supervisando sólo señales de alarma y mantenimiento
- **Desde 1960**
 - **Tendencia a sustituir a trabajadores humanos por sistemas de computación digital**
 - en tareas que requerían una **cualificación o especialización media**
 - en muchas dependientes de la **información proporcionada por sensores específicos** (temperatura, humedad, presión, viscosidad, etc.) para controlar la acción precisa de actuadores muy diversos.

3ª revolución industrial

- **Ejemplos**

- **1972: FIAT (Italia) y Nissan (Japón) ya disponían de línea de producción con soldadura automatizada**
- **1980: las grandes empresas suministradoras de equipamiento industrial en Estados Unidos, Japón, Italia, Suiza y Alemania entraron de lleno en la fabricación de robots articulados para uso industrial**
- **1983: ya funcionaban unos 66.000 robots**
 - **para tareas repetitivas que exigían manipulación muy precisa**

4ª revolución industrial

Convergencia e integración de tecnologías avanzadas de IA en robótica industrial

4ª revolución industrial (digitalización, AI)

- **Primera década del s. XXI**

- Desarrollo de **sistemas robóticos con inteligencia artificial**
- Aplicaciones masivas de los desarrollos en **electrónica**, capacidad de **computación** y **revolución digital**
- Actividad industrial muy dependiente de **robots articulados programables** para aplicaciones de montaje, corte y soldadura.
 - **Brazos sofisticados** con accionamiento electromecánico y capacidad para **articular movimientos en 4, 6 o más ejes**.
 - Para **tareas específicas** (soldadura, pintura, corte, prensado, envasado, apilado y gestión de almacén, tareas en entornos de altas temperaturas, limpieza, etc.).

4ª revolución industrial (digitalización, AI)

- **“Robot industrial”** (ISO 8373:1994,I)
 - *Un manipulador programable en tres o más ejes multipropósito, controlado automáticamente y reprogramable.*
 - **1998:** Ya existían configuraciones de robots industriales dotados de **movimiento para desplazarse por entornos cerrados**, con **brazos** cuyo movimiento estaba **guiado por láser** y capaces de **coordinar los movimientos de 27 o más ejes**.
 - **¿Qué humano podría hacer lo mismo?**

4ª revolución industrial (digitalización, AI)

- **Sistemas robóticos “revolucionarios”**
 - Utilizables **fuera del entorno de producción industrial**
 - sustituyen a trabajadores humanos en tareas monótonas, repetitivas, pesadas o peligrosas.
 - Con **sensores avanzados e inteligencia artificial**
 - **Esenciales** ya en servicios como
 - seguridad y emergencias
 - prestación de asistencia sanitaria
 - exploración científica
 - extracción minera o de energía...
 - operaciones militares

4ª revolución industrial (digitalización, AI)

- **Avances determinantes (2000-2010):**
 - Empleo de **tecnologías de comunicación inalámbricas**
 - suprimen los inconvenientes de tener el robot conectado a la unidad de control.
 - Diseños de **robots mucho más eficientes y ligeros**, con múltiples **sensores integrados y menor consumo energético.**
 - Con **algoritmos que permiten reajustar su funcionamiento** para evitar vibraciones o movimientos innecesarios y reaccionar al entorno.
 - La **digitalización de gran parte de los procesos productivos** en todos los sectores de la economía mundial
 - niveles altos de personalización y flexibilidad
 - capacidad para reprogramar toda la producción (inimaginables en el s. XX)
 - **Incorporación de inteligencia artificial**, sensores avanzados y *machine learning* a los robots y sistemas robóticos.
 - La integración de estos desarrollos con avances en **nanotecnología e impresión 3D** (sistemas robóticos con grado de autonomía y versatilidad según demanda).

4ª revolución industrial (autonomía)

- **Funcionalidad extendida (2015-2020):**
 - **Monitorizar procesos físicos** en entornos no aptos para humanos
 - Construir copias o **diseños virtuales** de entornos físicos determinados
 - Los sistemas **pueden cooperar entre sí, o con seres humanos**
 - Sustentan una serie de servicios complejos, en interacción con otras plataformas de servicios ligadas a una misma cadena de valor.
 - **Flexibles como para tomar decisiones en tiempo real**
 - Con **algoritmos especializados** para analizar grandes cantidades de datos sobre preferencias de los clientes/usuarios (**IoT, Big Data**)
 - Desplazamiento de la capacidad de computación a los **centros de datos y el servicios en la nube**, en redes de comunicaciones con gran ancho de banda
 - Las **plataformas de ensamblaje son flexibles**, pueden trasladarse fácilmente y facilitan modelos de vinculación laboral no presenciales.

Desafíos de la 4ª revolución industrial

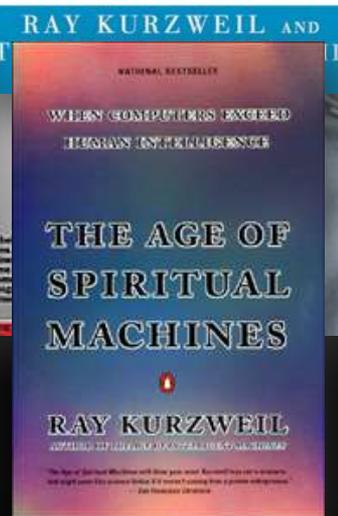
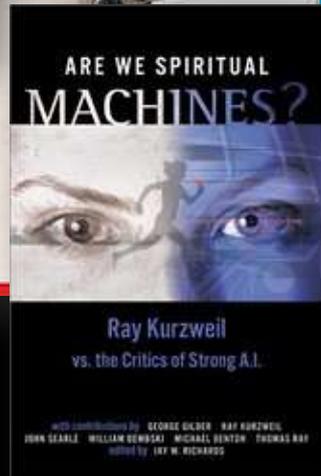
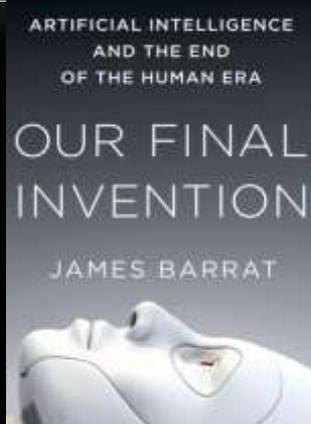
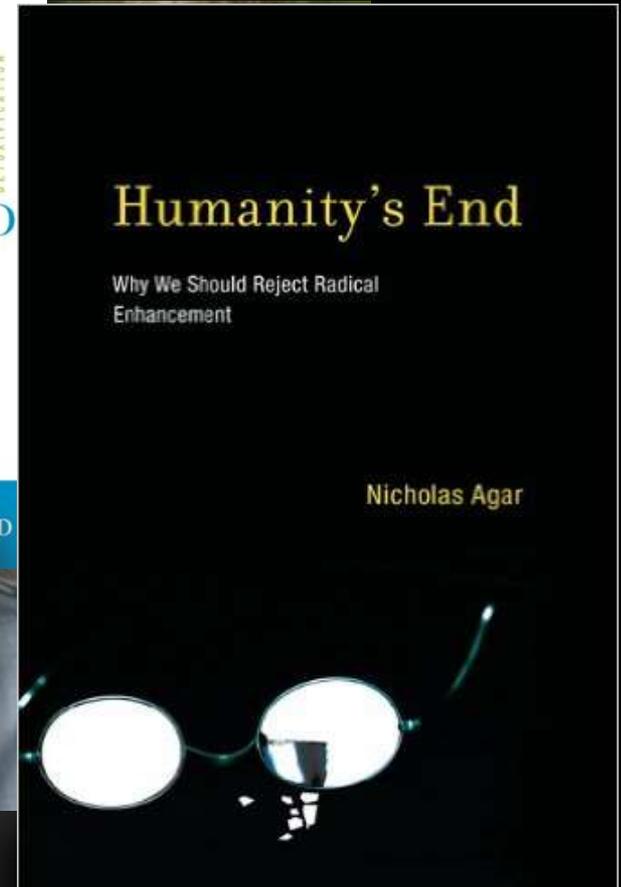
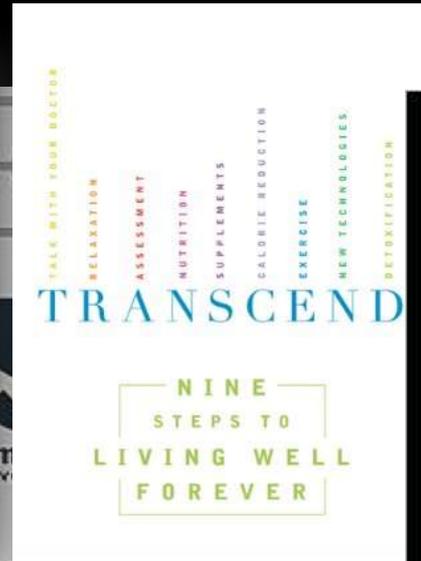
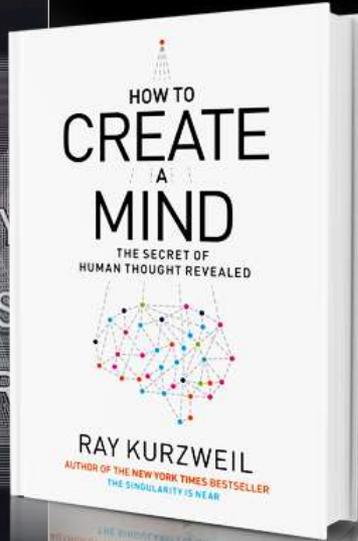
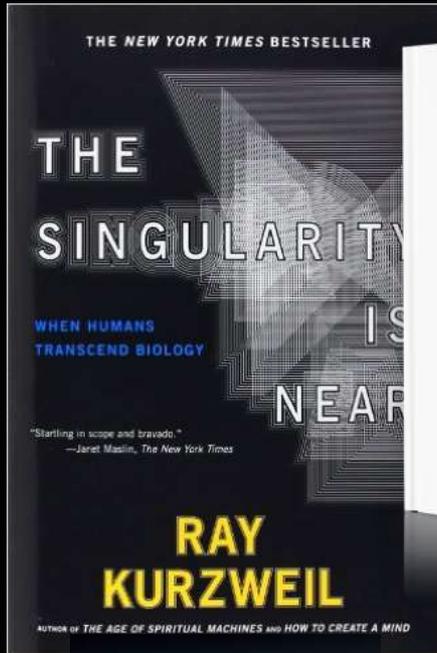
1. La **automatización y la digitalización** han contribuido a transformar de modo radical el mercado de trabajo.
2. La **integración de robótica con sistemas de inteligencia artificial** para gestionar flujos de información, carga de trabajo e incertidumbre en sistemas complejos constituye ahora el principal motor de transformaciones sustantivas.
3. El **trabajo, la planificación del tiempo, la formación, el ocio y la salud** no volverán a ser como eran en el s. XX.

percepción pública

**¿Está sobrevalorado el potencial
de la IA y sus riesgos**

Ligero cambio en las perspectivas viables de mejora

La era de las máquinas inteligentes ha comenzado



Nuevas profesiones

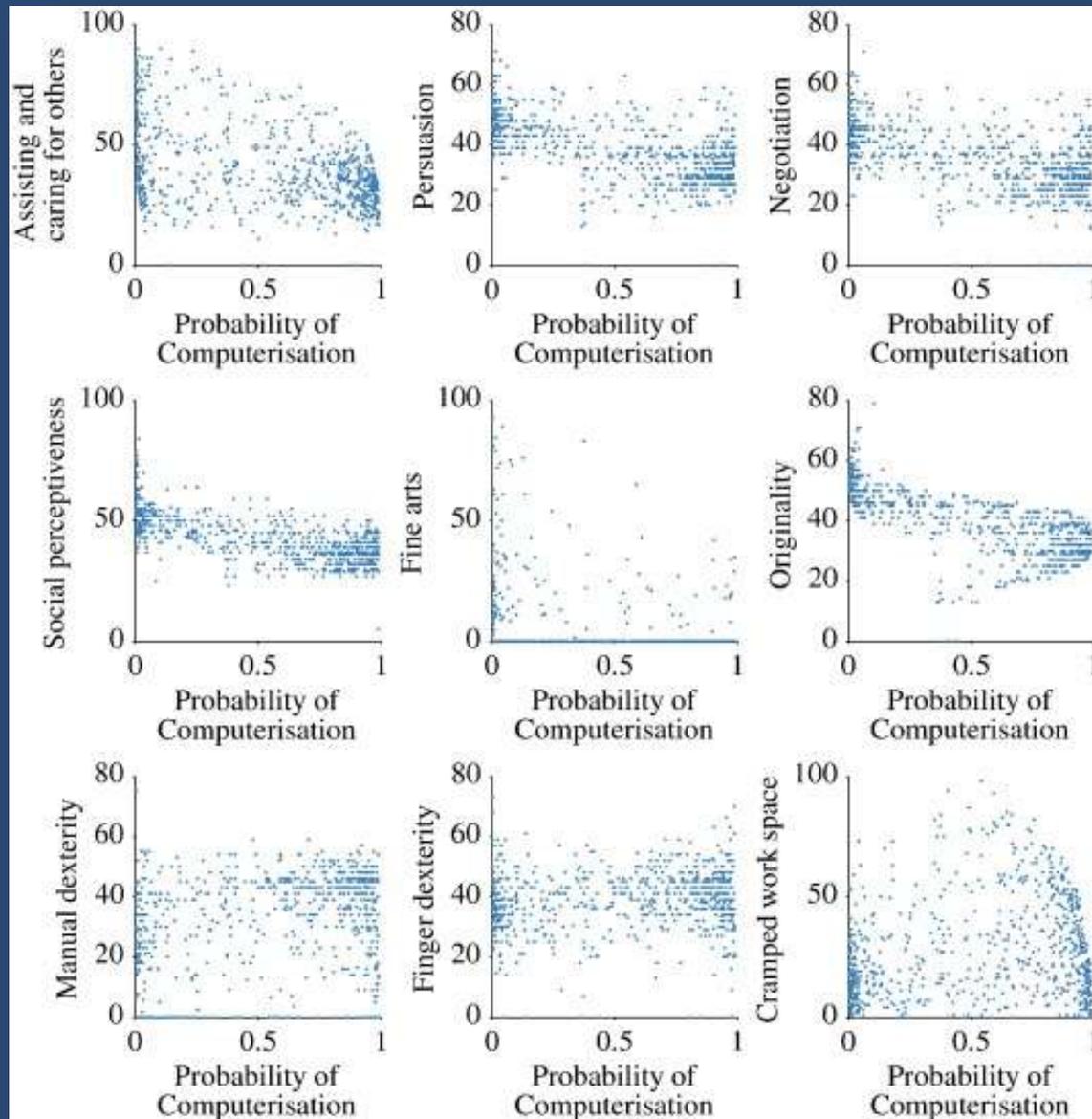
https://elpais.com/elpais/2016/10/26/talento_digital/1477502097_899751.html

www.expansion.com/emprendedores-empleo/empleo/2016/04/22/571a193c22601d24078b4614.html

1. Analistas y programadores de Internet de las cosas (IoT)
2. Arquitectos de realidad virtual / aumentada
3. Científico de datos /especialista en big data
4. Diseñador de órganos
5. Robotista
6. Diseñador de redes neuronales robóticas e inteligencia artificial
7. Terapeuta de empatía artificial
8. Impresor 3-D / bioimpresión en 3D
9. Protésico robótico
10. Ingeniero de nanorobots médicos
11. Abogado especializado en drones y ciberseguridad
12. especialistas en ciberseguridad
13. Expertos en salud medioambiental
14. Diseñadores / probadores de juegos
15. Creativos emocionales / gestión de relaciones virtuales
16. Expertos ligados al desarrollo de energías renovables

Actividades automatizables

CB Frey, MA Osborne (2013): [*The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?*](#) (p. 266)



Factores de cambio en el mercado de trabajo

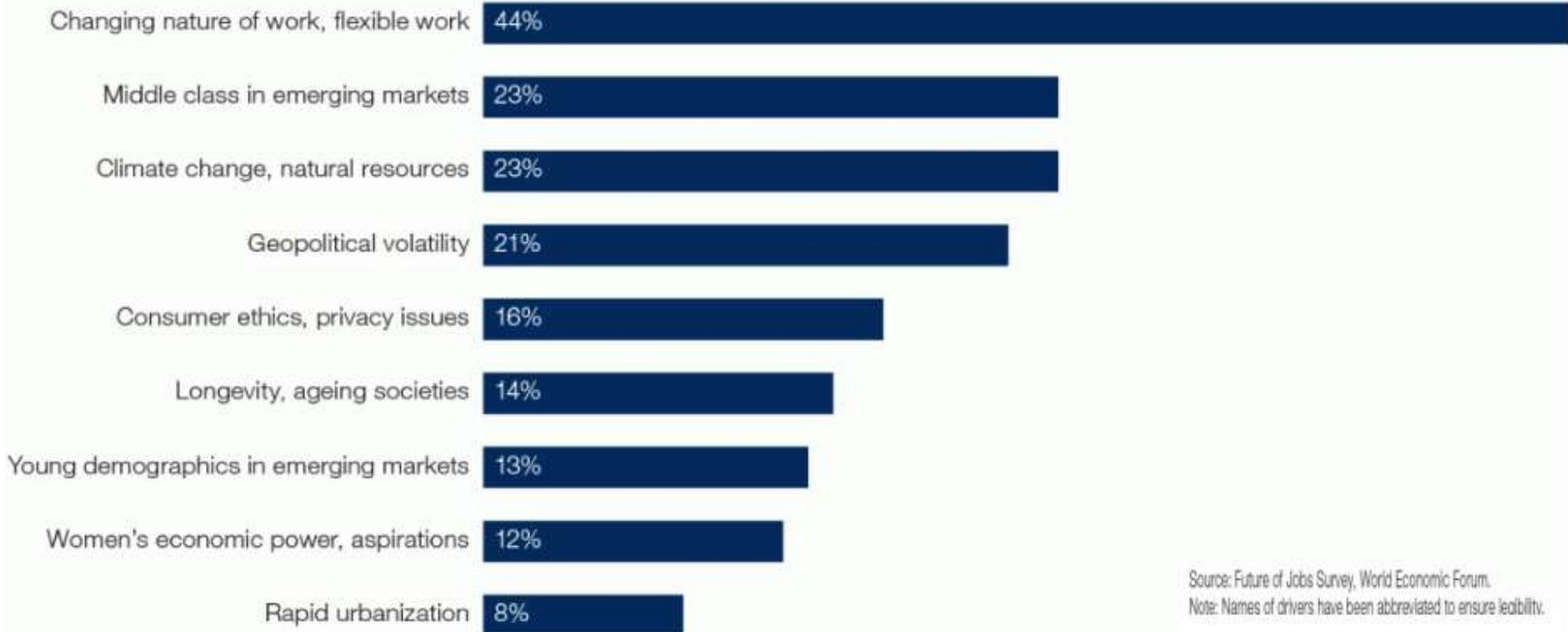
World Economic Forum (2016): *The Future of Jobs*

<http://reports.weforum.org/future-of-jobs-2016/drivers-of-change>

Figure 2: Drivers of change, industries overall

Share of respondents rating driver as top trend, %

DEMOGRAPHIC AND SOCIO-ECONOMIC



Source: Future of Jobs Survey, World Economic Forum.
Note: Names of drivers have been abbreviated to ensure legibility.

Tendencias empresariales

**La IA como objetivo de adquisiciones estratégicas
de grandes empresas**

Adquisición estratégica de Google: Deep Mind

<http://www.deepmind.com/publications.html>



[WHO WE ARE](#) [OUR MISSION](#)

Nature 2015

HUMAN LEVEL CONTROL THROUGH DEEP REINFORCEMENT LEARNING

This paper describes a Deep Q-Network (DQN), which is able to master a diverse range of Atari 2600 games, through combining Deep Neural Networks with Reinforcement Learning.

[READ MORE](#) [NEWS & VIEWS](#)

WE ARE HIRING!

arXiv 2014

NEURAL TURING MACHINES

Neural Turing Machines (NTMs) couple differentiable, external memory resources to neural network controllers. Unlike classical computers, they can be optimized by stochastic gradient descent to infer algorithms from data.

[READ MORE](#)

NIPS 2015

TEACHING MACHINES TO READ AND COMPREHEND

We define a new methodology for capturing large scale supervised reading comprehension data, as well as novel mechanisms for teaching machines to read and comprehend.

ICML 2015

DRAW: A RECURRENT NEURAL NETWORK FOR IMAGE GENERATION

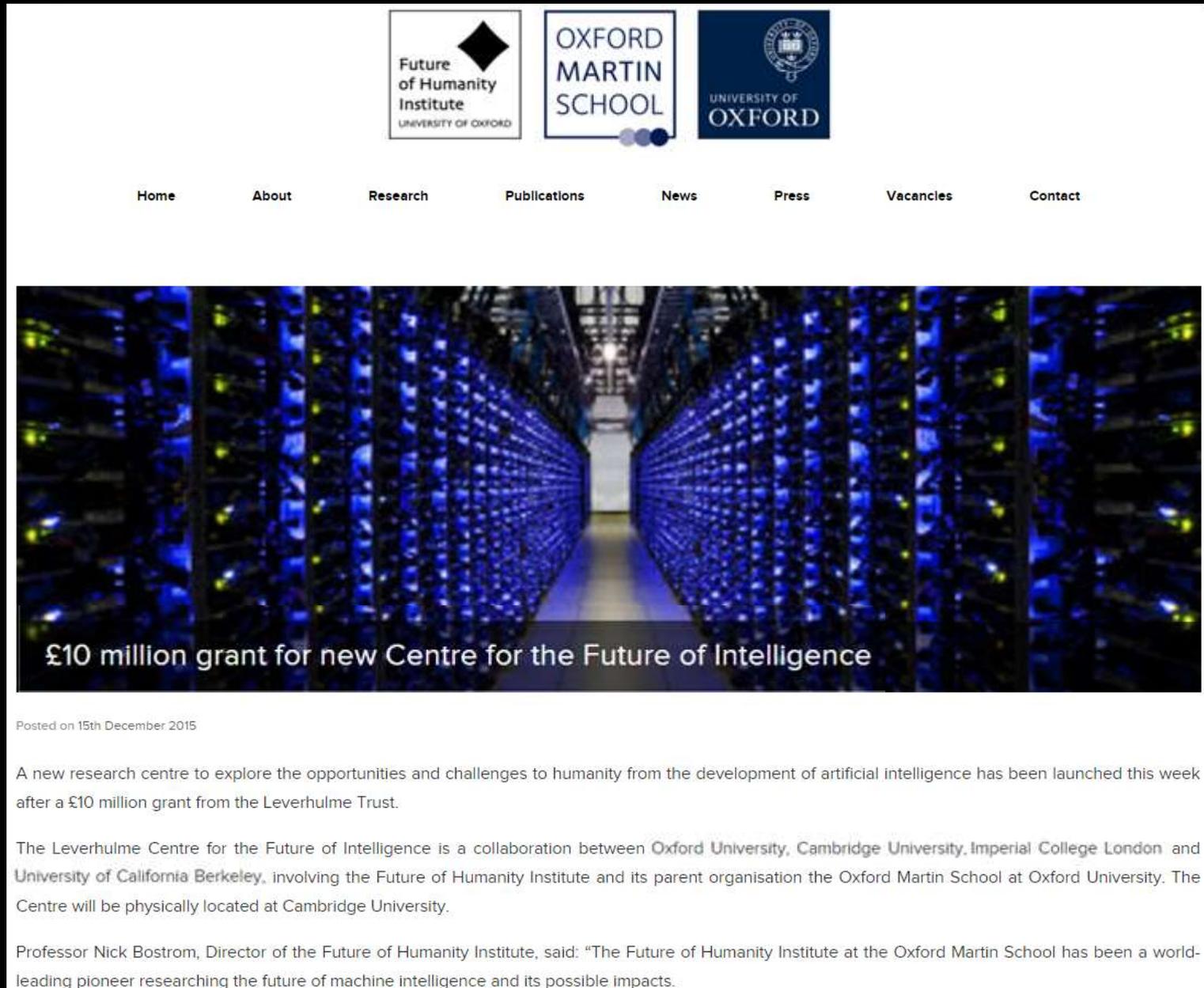
This paper introduces the Deep Recurrent Attentive Writer (DRAW) architecture for image generation with neural networks.

ICML 2015

UNIVERSAL VALUE FUNCTION APPROXIMATORS

UVFAs jointly represent many goals/rewards simultaneously and generalize to unseen ones; a factored embedding approach makes training efficient.

Área de financiación prioritaria (2015: > 13 millones EUR)



The image shows a screenshot of a website header and a news article. The header features three logos: the Future of Humanity Institute (University of Oxford), the Oxford Martin School, and the University of Oxford. Below the logos is a navigation menu with links for Home, About, Research, Publications, News, Press, Vacancies, and Contact. The main content area displays a photograph of a server room with blue and yellow lights. Overlaid on the bottom of the photo is the text: "£10 million grant for new Centre for the Future of Intelligence". Below the photo, the text reads: "Posted on 15th December 2015". The article text states: "A new research centre to explore the opportunities and challenges to humanity from the development of artificial intelligence has been launched this week after a £10 million grant from the Leverhulme Trust." It further details the collaboration between Oxford University, Cambridge University, Imperial College London, and University of California Berkeley, involving the Future of Humanity Institute and the Oxford Martin School. The article concludes with a quote from Professor Nick Bostrom, Director of the Future of Humanity Institute, stating that the institute has been a world-leading pioneer in researching the future of machine intelligence and its possible impacts.

Future of Humanity Institute
UNIVERSITY OF OXFORD

OXFORD
MARTIN
SCHOOL

UNIVERSITY OF
OXFORD

Home About Research Publications News Press Vacancies Contact

£10 million grant for new Centre for the Future of Intelligence

Posted on 15th December 2015

A new research centre to explore the opportunities and challenges to humanity from the development of artificial intelligence has been launched this week after a £10 million grant from the Leverhulme Trust.

The Leverhulme Centre for the Future of Intelligence is a collaboration between [Oxford University](#), [Cambridge University](#), [Imperial College London](#) and [University of California Berkeley](#), involving the Future of Humanity Institute and its parent organisation the Oxford Martin School at Oxford University. The Centre will be physically located at Cambridge University.

Professor Nick Bostrom, Director of the Future of Humanity Institute, said: "The Future of Humanity Institute at the Oxford Martin School has been a world-leading pioneer researching the future of machine intelligence and its possible impacts."

Adquisición estratégica de Apple: Emotient Inc.

<http://www.wsj.com/articles/apple-buys-artificial-intelligence-startup-emotient-1452188715>

THE WALL STREET JOURNAL

TECH

Apple Buys Artificial-Intelligence Startup Emotient

Emotient technology is used to assess emotions by reading facial expressions

By **ROLFE WINKLER**, **DAISUKE WAKABAYASHI** and **ELIZABETH DWOSKIN**

Updated Jan. 7, 2016 1:13 p.m. ET

Apple Inc. has purchased Emotient Inc., a startup that uses artificial-intelligence technology to read people's emotions by analyzing facial expressions.

EMOTIENT™

Emotions Predict Attitudes and Actions

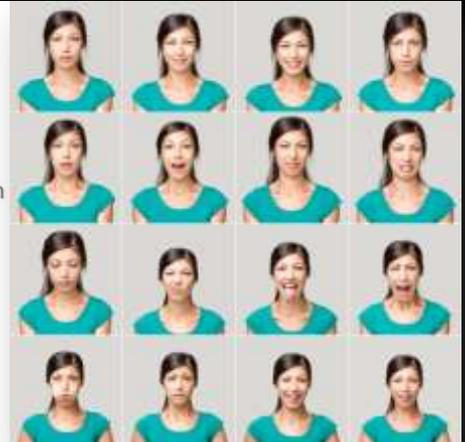
Emotient delivers insights in the form of three key performance indicators (KPIs), and detailed data on emotions, for every face in each video frame:

Emotient KPIs

Attention – Is your advertising or product getting noticed?

Engagement – Are people responding emotionally?

Sentiment – Are they showing positive, negative or no emotion?



Facebook y Tesla: Vicarious FPC (29 mill. EUR)

<http://blogs.wsj.com/digits/2014/03/21/zuckerberg-musk-invest-in-artificial-intelligence-company-vicarious>

Digits Tech News & Analysis From the WSJ

7:19 am ET
Mar 21, 2014

BIG DATA

Zuckerberg, Musk Invest in Artificial-Intelligence Company

ARTICLE

VIDEO

COMMENTS (18)

ARTIFICIAL INTELLIGENCE

ELON MUSK

FACEBOOK

MARK ZUCKERBERG

VICARIOUS

Email

Print

f 1.4k

t

By REED ALBERGOTTI

CONNECT

Elon Musk made the electric car cool. **Mark Zuckerberg** created **Facebook**. Ashton Kutcher portrayed **Apple** founder **Steve Jobs** in a movie. Now, the three are joining in a \$40 million investment in Vicarious FPC, a secretive artificial-intelligence company.



- Replicar el neocórtex en un sistema informático capaz de entender el lenguaje y realizar cálculos.
- Diseñar un ordenador que piensa como un ser humano.
- Facilitar el reconocimiento facial en una gran base de datos inteligente.

Desafíos sociales

Desajustes en los sistemas de formación
Masificación e infrafinanciación
Carencia de visión estratégica

Aceleración inducida por la tecnología

- **Ritmos de aprendizaje demasiado lentos**
 - Cualificación y renta se desvinculan
 - El 1% de los mejor cualificados aumentan su participación en el total de la renta nacional, mientras disminuye para el resto
 - **Ciclos de 15-20 años de formación y reciclaje humano**
 - Frente a cambios tecnológicos que se dan en 5 años o menos
 - Aceleración tecnológica y evolución rápida del mercado laboral
 - Aparición rápida de nuevas ocupaciones con alta cualificación
 - Sólo en el mercado internacional pueden reclutarse los trabajadores con la cualificación / especialización requerida

Inercias de los sistemas educativos

- **Burocratización**
 - Ineficiencia, resistencia al cambio, exclusión del talento
- **Politización**
 - Visible en cada intento de reforma del sistema
 - Período obligatorio, bachillerato y educación superior
- **Sin consenso experto ni visión estratégica**
 - Tantos sistemas como países y comunidades autónomas
- **Infrafinanciación crónica**
 - Medios materiales insuficientes
 - Obsolescencia del factor humano

Prioridades y financiación

- **La sociedad industrial que hemos conocido desde el s. XIX llega a su fin**
 - El **poder** deriva hoy de la capacidad que aportan máquinas complejas, sistemas avanzados de IA y los equipos de ingeniería necesarios para diseñarlos y mejorarlos.
 - Previsiblemente, **el mercado laboral desplazará masivamente incluso a trabajadores muy cualificados**
 - escenario verosímil, trasfondo de conflictos importantes.
- **Financiación pública de la I+D en robótica e IA**
 - Es importante no dejar a la iniciativa privada el diseño, desarrollos y aplicaciones en robótica avanzada e IA.
 - **Los Estados terminan pagando doblemente por sus aplicaciones y servicios**: tanto la investigación y capacitación de personal cualificado como los derechos por patentes industriales de terceros.

Referencias y bibliografía

- Autor, D.H. 2015 “Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation”, *Journal of Economic Perspectives*, nº 29 (3): 3-30. [DOI: 10.1257/jep.29.3.3](https://doi.org/10.1257/jep.29.3.3)
- Bertocchi, Graziella (y Michael Spagat) 2004 “The Evolution of Modern Educational Systems”, *Journal of Development Economics*, nº 73 (2): 559-82. [DOI: 10.1016/j.jdeveco.2003.05.003](https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2003.05.003)
- Brynjolfsson, E., y McAfee, A. 2014 *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. WW Norton and Co.
- Carr, N. 2015 *The glass cage: Where automation is taking us*. London, The Bodley Head.
- Danaher, John 2016 “Will Life Be Worth Living in a World Without Work? Technological Unemployment and the Meaning of Life”, *Science and Engineering Ethics*, March. [DOI: 10.1007/s11948-016-9770-5](https://doi.org/10.1007/s11948-016-9770-5)
- Dirican, C. 2015 “The Impacts of Robotics, Artificial Intelligence On Business and Economics”, *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, nº 195 (July): 564-573. [DOI: 10.1016/j.sbspro.2015.06.134](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.134)
- Bostrom, N. 2014 *Superintelligence: paths, dangers, strategies*. Oxford University Press.
- Ford, M. 2015 *The rise of the robots: Technology and the threat of a jobless future*. New York, Basic Books.
- Frankish, K., & Ramsey, W. M. 2014 *The Cambridge Handbook of Artificial Intelligence*. Cambridge University Press.
- Kaplan, J. 2015 *Humans need not apply: A guide to wealth and work in the age of artificial intelligence*. New Haven, CT, Yale University Press.
- Kottenstette, Nicholas (y Panos J. Antsaklis) 2009 “Communication in Automation, Including Networking and Wireless”, en Shimon Y. Nof (ed.), *Springer Handbook of Automation*, Berlin/Heidelberg, Springer: 237-248. [DOI: 10.1007/978-3-540-78831-7_13](https://doi.org/10.1007/978-3-540-78831-7_13)
- Krueger, Dirk (y Krishna B. Kumar) 2004 “US-Europe Differences in Technology-Driven Growth: Quantifying the Role of Education”, *Journal of Monetary Economics*, nº 51 (1): 161-190. [DOI: 10.1016/j.jmoneco.2003.07.005](https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2003.07.005)
- Maher, Frances A. (y Mary K. Tetreault) 2008 “The Knowledge Economy and Academic Capitalism”, *British Journal of Sociology of Education*, nº 9 (6): 733-740. [DOI: 10.1080/01425690802423726](https://doi.org/10.1080/01425690802423726)
- Nau, Dana S. 2009 “Artificial Intelligence and Automation”, en Shimon Y. Nof (ed.), *Springer Handbook of Automation*. Berlin/Heidelberg, Springer: 249-268. [DOI: 10.1007/978-3-540-78831-7_14](https://doi.org/10.1007/978-3-540-78831-7_14)
- Nof, Shimon Y. (ed.) 2009 *Springer Handbook of Automation*. Berlin, Heidelberg, Springer. [DOI: 10.1007/978-3-540-78831-7](https://doi.org/10.1007/978-3-540-78831-7)
- Rifkin, Jeremy 1995 *The End of Work: The Decline of the Global Labor Force and the Dawn of the Post-Market Era*. New York, G. P. Putnam’s Sons.