

El Impacto del Cambio Tecnológico y el Futuro del Empleo

R. Doménech, J. R. García, M. Montañez y A. Neut

FIDE
Madrid, 22 de noviembre de 2017

Mensajes principales

El progreso económico y el bienestar social dependen a largo plazo del progreso técnico. **La transformación tecnológica y digital es una oportunidad en la historia de la humanidad pero también un reto**

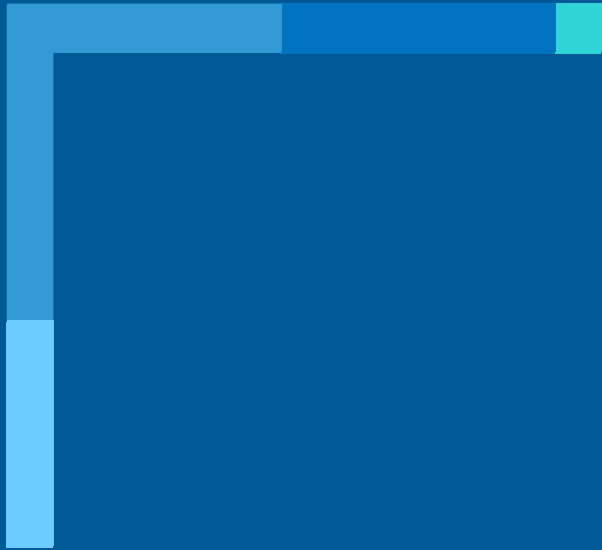
La revolución industrial 4.0 tiene **efectos disruptivos sobre el empleo, las ocupaciones, las habilidades necesarias, la brecha salarial, la desigualdad y la polarización**, aunque de momento no hay bases para afirmar que afecta al **desempleo** a nivel agregado

Es imprescindible que la sociedad (sector público, empresas y trabajadores) **se prepare y gobierne el cambio de manera activa con un amplio conjunto de políticas** que

- garanticen la igualdad de oportunidades,
- potencien a largo plazo los efectos positivos de un progreso técnico y digital inclusivo, que ponga al alcance de todos las oportunidades de esta nueva era, y
- reduzcan los costes de la transición a corto y medio plazo

Índice

- 01** Introducción
- 02** Panorámica y evidencia histórica de los efectos del progreso técnico
- 03** Efectos de la revolución industrial 4.0
- 04** Las políticas públicas y la gestión de la transformación tecnológica y digital



01

Introducción

Introducción (I)

El progreso y el bienestar de las sociedades está determinado por el cambio tecnológico, que aumenta la productividad, los salarios y la renta per cápita

A nivel agregado, el cambio tecnológico no ha impedido el aumento de las tasas de empleo, sin afectar a la tasa de desempleo en los últimos dos siglos

A nivel individual, el empleo y los salarios de los trabajadores que son complementarios a las nuevas tecnologías y máquinas aumenta (mayor productividad y división del trabajo, A. Smith)

El salario de los trabajadores que son sustitutos disminuye y algunas ocupaciones incluso pueden desaparecer, generando unos costes de transición importantes para algunos colectivos

El progreso conlleva un proceso de destrucción creativa y de transformación estructural, con una reasignación de empleo entre los distintos sectores productivos, presente desde el inicio de la primera revolución industrial

Introducción (II)

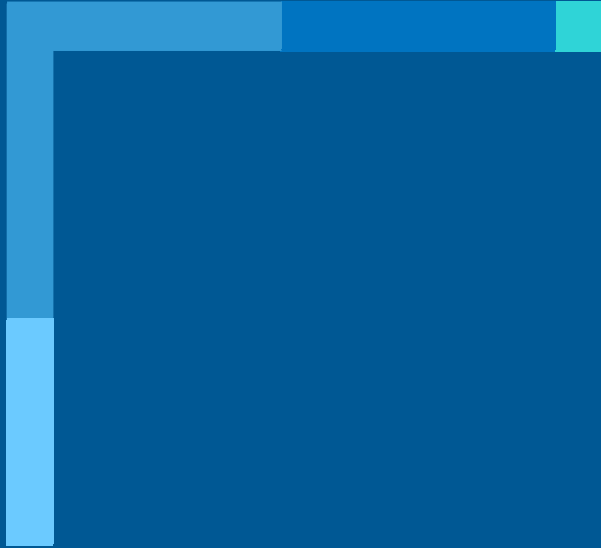
¿Es la transformación tecnológica y digital en curso distinta a las anteriores?

¿Hasta dónde llegará la sustitución de tareas rutinarias y no rutinarias que puedan realizar las máquinas?

¿Tendrá la robotización, la automatización, el *big data* y la inteligencia artificial efectos muy distintos a los cambios tecnológicos anteriores?

Podemos tratar de anticipar algunas tendencias futuras con los efectos que se empiezan a conocer de las innovaciones más recientes

Preguntas de un interés creciente y de difícil respuesta, analizadas por un conjunto cada vez más amplio de expertos: [Brynjolfsson and McAfee \(2014\)](#), [Autor \(2015\)](#), [Pissarides \(2016\)](#), [Pijoan \(2017\)](#) o en www.futurodelempleo.es



02

Panorámica y evidencia histórica de los efectos del progreso técnico

Efectos de la transformación tecnológica y digital

Los efectos del cambio tecnológico sobre el empleo dependen de muchos factores:

- **Complementariedad o sustituibilidad** entre trabajo y máquinas: las máquinas sustituyen trabajo, aumentan la productividad de otros trabajadores y crean empleo en otras ocupaciones.
- **Elasticidad** de la oferta de trabajo a los salarios
- **Las regulaciones laborales, eficiencia y flexibilidad** del mercado de trabajo
- **La movilidad geográfica y ocupacional** de los trabajadores y de la **reasignación entre sectores**
- Las mejoras en el **nivel de cualificación**
- El **grado de competencia** en los mercados de bienes, servicios y trabajo
- La elasticidad de **la demanda de bienes y servicios** a la renta (e.g., salud frente a alimentación)
- **El efecto renta del cambio tecnológico**: abarata unos bienes y libera renta que se puede gastar en otros. El consumo agregado ha crecido en paralelo a la productividad agregada, sin alcanzar un nivel de saturación, al tiempo que **aumenta la demanda de ocio y disminuye el número de horas trabajadas**
- **Interacción** con la globalización

Panorámica: la visión pesimista hacia un mundo sin trabajo

Luditas, que destruyeron telares industriales entre 1811 y 1816, y los **disturbios Swing** en 1830, que destruyeron trilladoras ([Caprettini y Voth, 2017](#))

[Marx \(1867\)](#): las máquinas sustituyen a los trabajadores, que pierden su valor. Esta contradicción será el final del capitalismo

...

[Frey y Osborne \(2013\)](#): **un 47% del empleo en EE.UU. se encuentra amenazado por la computación**

[Brynjolsson and McAfee \(2014\)](#): Las innovaciones digitales están contribuyendo al estancamiento de las medias en los Estados Unidos y a la desaparición de muchos empleos de nivel medio

[Piketty \(2014\)](#): **El capital (en manos de pocos) crece más que el PIB y aumenta la desigualdad.**

[Autor \(2015\)](#): **el riesgo más importante no es la tecnología per se sino una mala gobernanza que impida un impuesto sobre el capital que maximice el bienestar social. Incluso si no reduce el nivel de empleo puede afectar a la calidad de los empleos disponibles.**

[Benzell et al \(2015\)](#): Disminución a largo plazo de la participación del trabajo en la redistribución del ingreso de ganadores a perdedores. **Las máquinas inteligentes puede significar una miseria a largo plazo para todos.**

[De Stefano \(2016\)](#): **riesgos para los trabajadores de las nuevas formas de trabajo**

[Milanovic \(2016\)](#): el progreso tecnológico, la reasignación intersectorial del trabajo, laglobalización y la políticas actuales están generando una segunda curva de Kuznets que no desaparecerá pronto

[Avent \(2016\)](#): Las nuevas tecnologías crearan empleos nuevos y buenos, pero no serán suficiente para absorber la sobreabundancia de mano de obra.

PESIMISTAS

Panorámica: una visión más optimista del progreso técnico

El progreso técnico ha sido **una constante en la historia**, sobre todo en los dos últimos siglos ... en pleno movimiento luditas nació **A. Lovelace** en 1815, creadora del primer algoritmo de programación

El progreso en unos sectores da lugar a un crecimiento de la renta, que aumenta la demanda de producción de otros sectores y a la aparición de nuevos bienes y servicios, **que a su vez aumentan el empleo de otros sectores**

OPTIMISTAS

[Moretti \(2010\)](#): **cada trabajo creado en sectores high-tech crea 4,9 empleos** en sectores de bienes no comercializables

[Mokyr \(2014\)](#): el futuro contiene ocupaciones que nos parecerán tan extrañas como muchas de las actuales a nuestros abuelos. Nuestra falta de **imaginación es en gran parte responsable del pesimismo actual**

[Arntz et al \(2016\)](#): cuando se tienen en cuenta las diferentes tareas de cada ocupación, **solo un 9% del empleo es automatizable, de media** en 21 países de la OCDE, muy por debajo de los estimados por Frey y Osborne (2013)

[Gregory et al \(2016\)](#): el cambio técnico que sustituye trabajo rutinario tiene **efectos netos positivos sobre el empleo total** en una muestra de 27 países entre 1999 y 2010, al dominar las externalidades que compensan la sustitución de ciertos empleos por capital

[Conseil d'Orientation pour l'Emploi \(2017\)](#): las estimaciones de los riesgos de la automatización y digitalización no tienen en cuenta que **los empleos actuales van a cambiar**, ni la **creación de empleo directa e indirecta derivada del cambio tecnológico**

La **“gig economy”** puede mejorar los emparejamientos laborales y la eficiencia del mercado de trabajo

Panorámica: una visión más optimista del progreso técnico

[Autor \(2015\)](#). La mayor parte del progreso técnico ha venido acompañado de un **ahorro en costes laborales**. Sin embargo, durante los dos últimos siglos la automatización y el progreso técnico no ha provocado la obsolescencia del capital humano. La tasa de empleo ha aumentado a lo largo del S. XX por la incorporación de la mujer al mercado de trabajo..

La polarización del empleo no continuará indefinidamente, con las políticas adecuadas

OPTIMISTAS

El progreso técnico ha provocado un cambio estructural masivo: en 1900 el 41% de empleo en EE.UU. y el 64% en España estaba en la agricultura. Cien años más tarde estos porcentajes habían caído al 2% y por debajo del 4% respectivamente. Sin embargo, con menos empleo la producción es mucho mayor gracias a las maquinas y al progreso técnico.

El progreso en unos sectores da lugar a un crecimiento de la renta, que aumenta la demanda de producción de otros sectores y a la aparición de nuevos bienes y servicios, que a su vez aumentan la demanda de trabajo: el empleo pasa de unos sectores a otros.

El efecto final durante buena parte del S.XX fue un aumento de la productividad y de los salarios reales, sobre todo, tras la segunda revolución industrial, sin que aumentara el desempleo.. Al contrario, la evidencia para muchos países es que cuanto más rápido crece la productividad tendencialmente menor es la tasa de desempleo como, por ejemplo, en EE.UU. ([Ball y Mankiw, 2002](#)) o España en los años 60 y 70.

El progreso técnico no ha destruido empleo

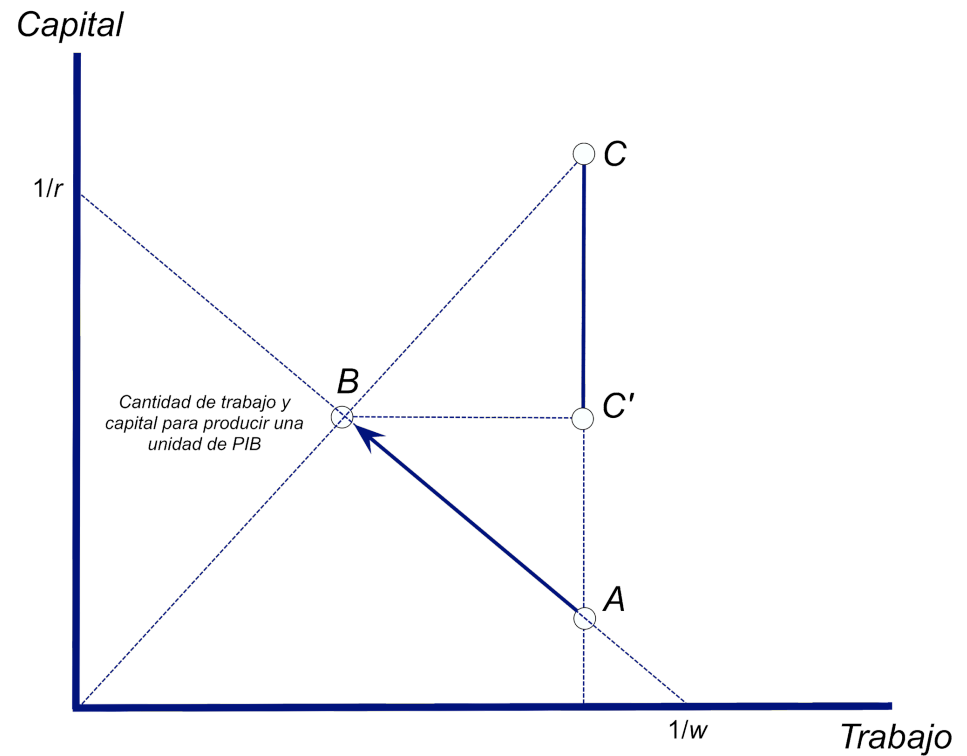
La carrera del hombre con el capital

A medida que el progreso técnico ha permitido utilizar nuevas herramientas y bienes de capital en la producción, no se ha destruido empleo (como del punto *A* al *B* como en [Krugman, 2017](#))

Se ha ido liberando trabajo de unas actividades, para realizar otras tareas y producir nuevos bienes y servicios, de manera que el PIB ha ido aumentando (del punto *A* a *CC'*)

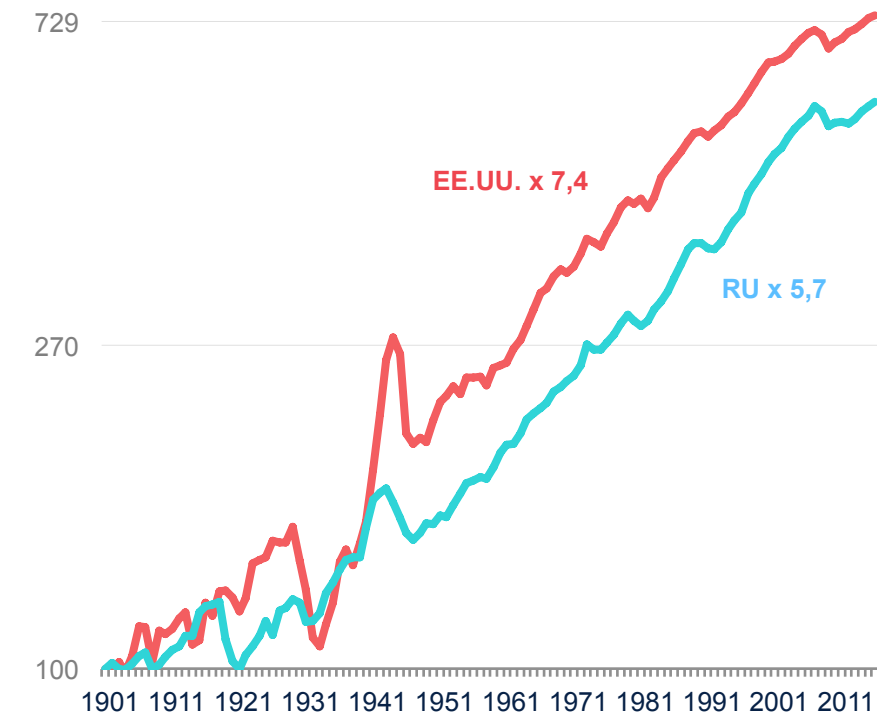
Hasta la actualidad el capital ha sido complementario con el empleo a nivel agregado

Capital y trabajo utilizados en la producción de bienes y servicios



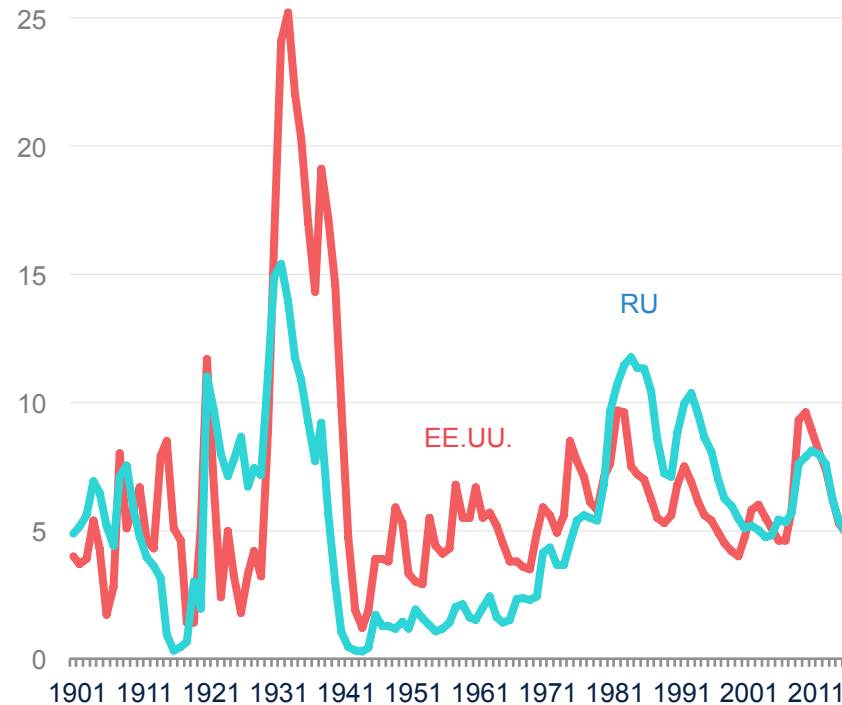
El paro en 2016 estaba el mismo nivel que en 1901

PIB per cápita en EE.UU. y Reino Unido, 1901-2016 (1901=100)



Fuente: elaboración propia a partir de Maddison Project y OCDE. Datos en logaritmos.

Tasa de paro en EE.UU. y Reino Unido, 1901-2016



Fuente: elaboración propia a partir de Lebergott (1957), BLS, BoE y OCDE

Durante más de un siglo el progreso técnico no ha destruido empleo a nivel agregado

En 2016 la tasa de desempleo era la misma que a principios del siglo XX ...

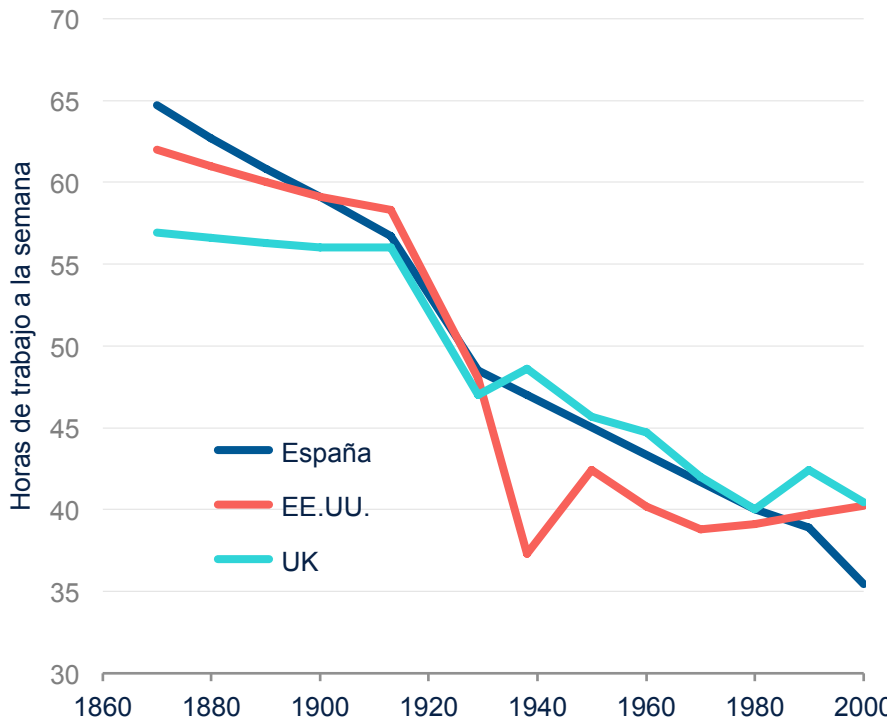
... a pesar del intenso **aumento de la productividad**
(que permitió que la renta per cápita se multiplicara por 5,7 en el Reino Unido y por 7,4 en EE.UU.),

del **crecimiento de la población** y

del **aumento de la población activa**
(por la incorporación de la mujer al mercado de trabajo).

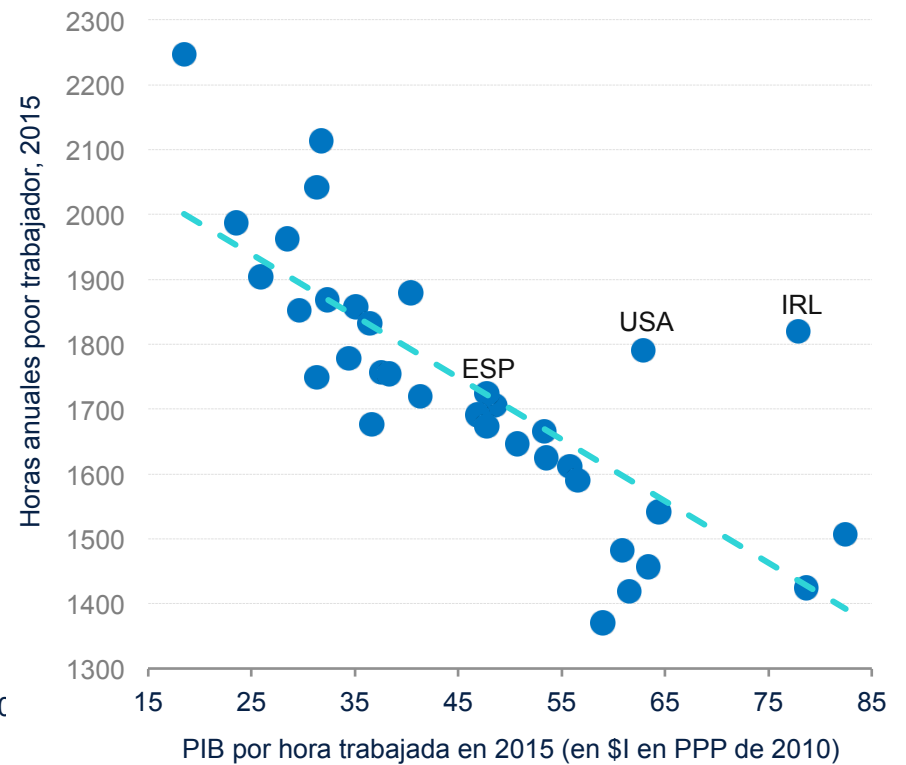
Las horas de trabajo disminuyen con el progreso técnico

Horas semanales de trabajo en EE.UU., Reino Unido y España, 1870-2000



Fuente: elaboración propia a partir de Huberman y Minns (2007).

Horas de trabajo y productividad en la OCDE, 2015



Fuente: elaboración propia a partir de OCDE

Las horas de trabajo disminuyen con el progreso técnico

Keynes (1930) pronosticó que a largo plazo **la semana de trabajo tendría 15 horas para mantener el empleo**, una previsión que no se ha cumplido por el momento aunque sí parcialmente

Una parte del progreso y del crecimiento de la renta disponible da lugar a un **aumento del tiempo de ocio**: el efecto renta aumenta el consumo de bienes y servicios y el tiempo de ocio.

En los países con menor productividad se trabajan más horas anuales por empleado

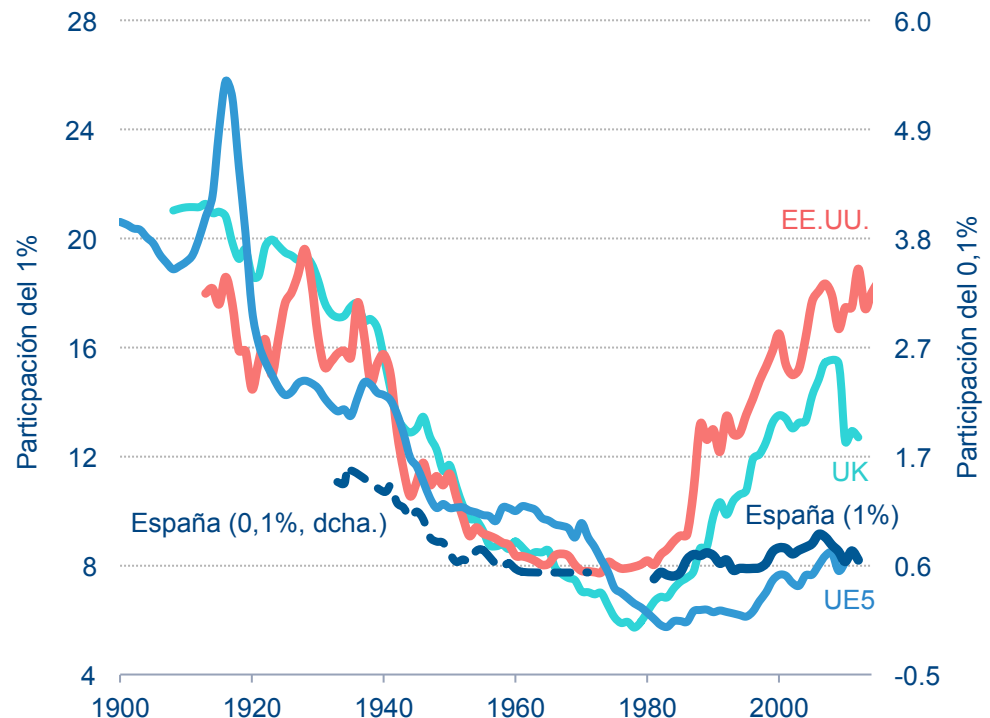
Desigualdad: una evolución heterogénea y cambiante

La evidencia apunta que la desigualdad aumentó a finales del s. XIX y principios del s. XX ([Lindert y Williamson](#), 2016, y [Milanovic](#), 2016). Disminuyó entre 1920 y 1950 (la Gran Nivelación)

La desigualdad se ve afectada por la interacción entre progreso técnico con la demografía, política educativa, globalización, la competencia en los mercados de productos y trabajo, y la regulación financiera, y la respuesta del Estado del bienestar

Divergencia a partir de 1980 entre los países anglosajones (EE.UU., Reino Unido, Canadá, Irlanda y Australia) y la UE5 y España

Participación de la renta del 1% de la población en la parte superior de la distribución, 1900-2012



Fuente: elaboración propia en base a www.wid.world
 UE5: Alemania, Dinamarca, Finlandia, Holanda y Suecia

Progreso técnico y esperanza de vida

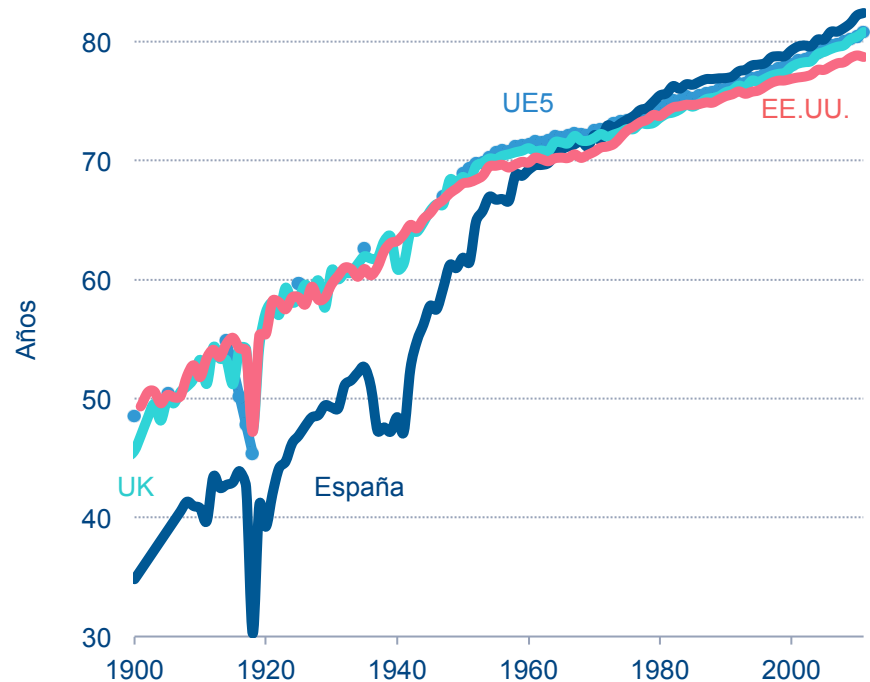
La esperanza de vida al nacer ha aumentado a medida que lo hacía la renta per cápita. Desde 1960 aumenta a razón de 1.9 años por década, en promedio

La esperanza de vida a partir de los 65 años aumenta a un ritmo superior a un año por década

El aumento de la esperanza de vida es uno de los **determinantes de la intensa mejora del bienestar**

También supone un reto para la sostenibilidad y suficiencia de los sistema de pensiones, que han mantenido prácticamente sin cambios la edad de jubilación (65 años) desde 1916 en Alemania (frente a los 70 años de 1889, cuando se crea el sistema de reparto)

Esperanza de vida al nacer, 1900-2011



Fuente: elaboración propia en base a www.clio-infra.eu
 UE5: Alemania, Dinamarca, Finlandia, Holanda y Suecia



03

**Efectos de la revolución
industrial 4.0
¿Será esta vez diferente?**

¿Destruye empleo la automatización?

La carrera del hombre frente a la máquina

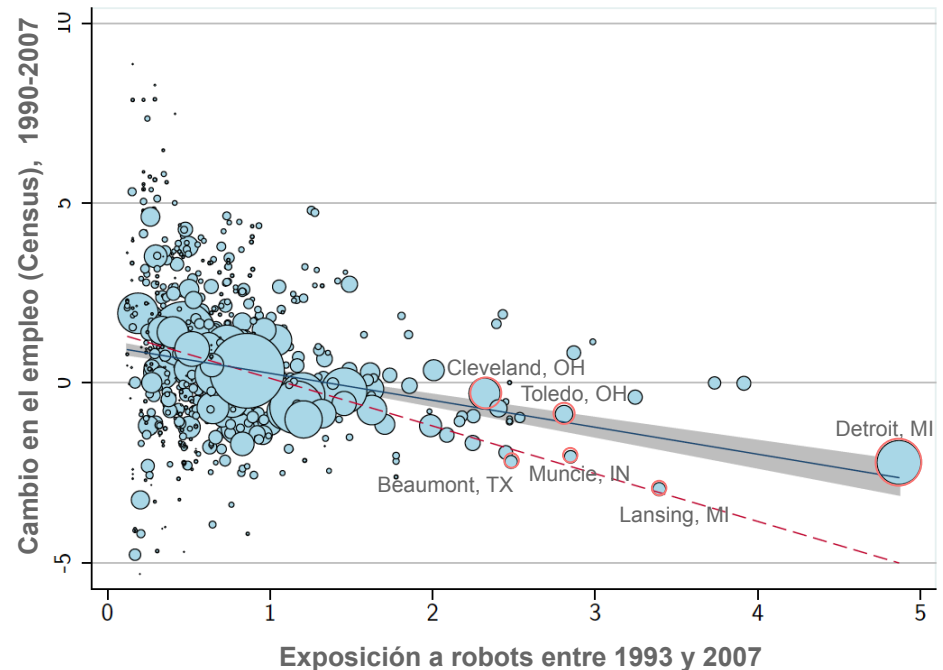
[Acemoglu y Restrepo \(2017\)](#) analizan áreas metropolitanas en EE.UU., 1990 y 2007

Un robot (máquinas autónomas, de múltiples aplicaciones y reprogramables) adicional por cada mil empleados reduce la tasa de empleo entre 0,18 y 0,34 pp y los salarios entre 0,25 y 0,5 pp

Efecto es mayor en las industrias más expuestas, ocupaciones manuales y trabajadores no universitarios

[Graetz y Michaels \(2016\)](#) analizan 14 industrias en 17 países (1993-2007): los robots aumentan productividad y salarios, reduce precios pero no el empleo agregado, pero si el menos cualificado

Relación entre exposición a los robots y empleo, áreas metropolitanas de EE.UU., 1990-2007



Fuente: [Acemoglu y Restrepo \(2017\)](#).

La automatización no implica más paro agregado

La carrera del hombre con la máquina

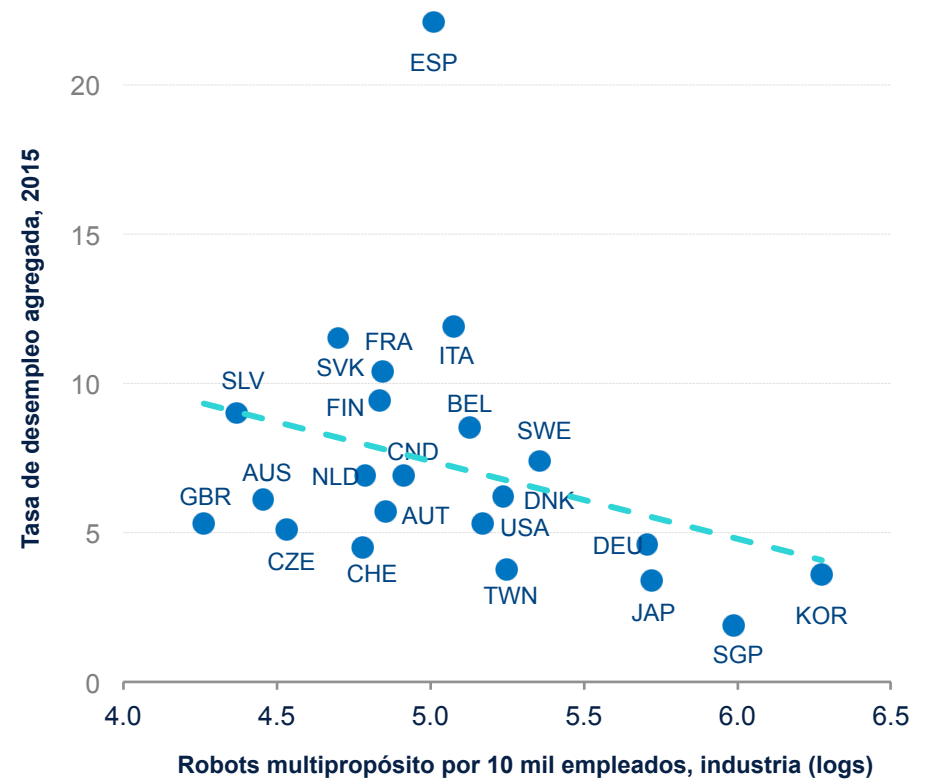
Aunque la automatización implica en muchos casos sustituir trabajo por robots, el balance neto agregado parece positivo

En línea con [Gregory et al \(2016\)](#) no puede concluirse que la mayor intensidad en el uso de robots esté asociado a mayores tasas de paro

Gracias a la automatización se desarrollan nuevas actividades o se generan externalidades en otros sectores, que generan empleo neto

¿Problema de causalidad inversa por el que una tasa de desempleo reducida o el envejecimiento incentivan la mayor automatización? ([Acemoglu y Restrepo, 2017](#))

Robots en la industria y tasa de desempleo en los 22 países más automatizados, 2015



Fuente: BBVA Research a partir de International Federation of Robotics, OCDE y OIT.

La digitalización tampoco implica más paro agregado

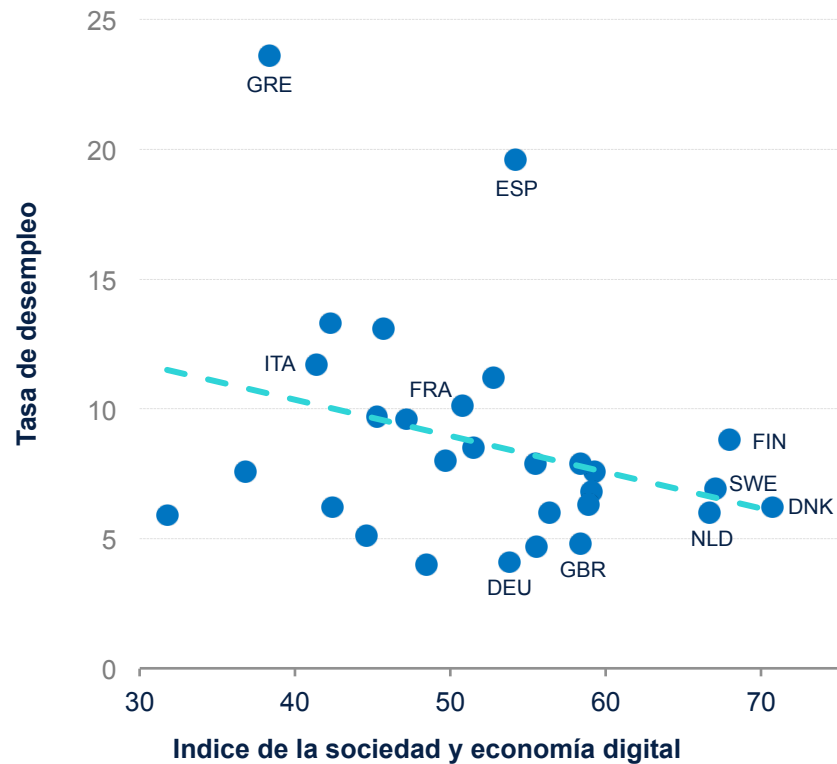
La carrera del hombre con el dato

Los países más avanzados en la digitalización no presentan tasas de desempleo mayores

Al contrario, se observa una correlación negativa entre digitalización y desempleo, de la que no puede extraerse ninguna conclusión sobre causalidad

La comparación entre España (+ internet y digitalización sector público) y Alemania (+infraestructuras y capital humano) resulta interesante: un nivel similar de digitalización (54) con tasas de paro muy diferentes en 2016: 19,6% frente a 4,1%

Digitalización y tasa de desempleo en Europa, 2016



Fuente: BBVA Research a partir de DESI (2017) y Eurostat.

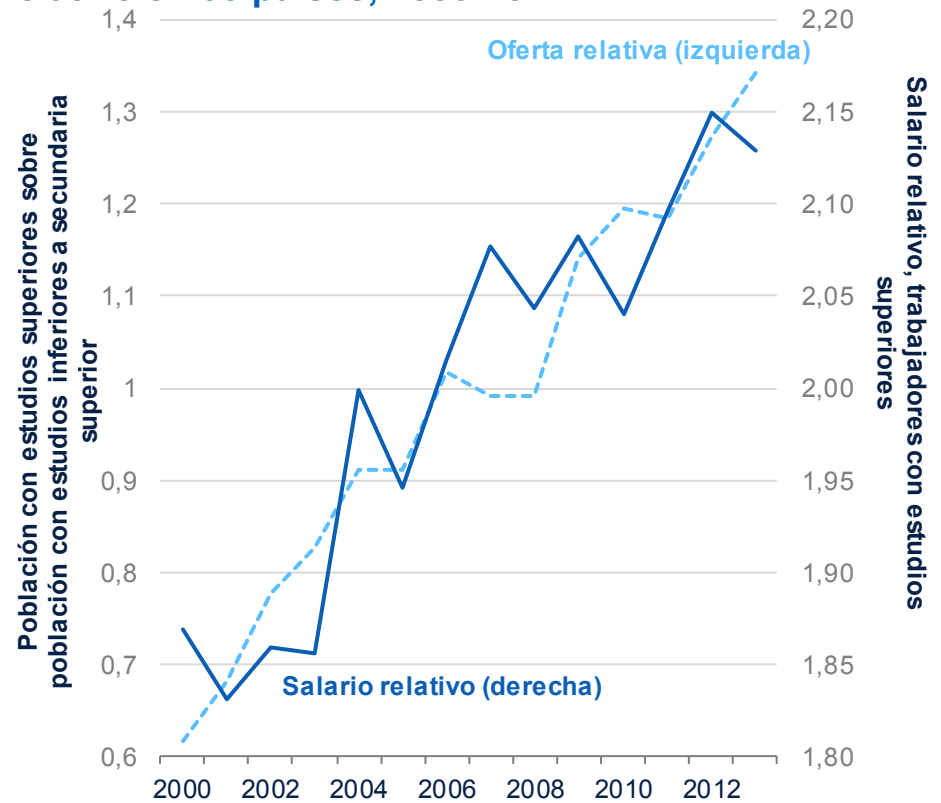
Evidencia: progreso técnico sesgado tecnológicamente

La carrera del hombre frente a la máquina

Tinbergen (1974) y Goldin y Katz (2008): la evidencia muestra que, a pesar del aumento de su oferta, el salario relativo de los trabajadores con estudios superiores ha aumentado respecto a los trabajadores con menores niveles de estudios

El progreso técnico es complementario a los trabajadores de mayor cualificación y aumenta su demanda más rápidamente que su oferta

Oferta relativa de capital humano y salario relativo en 33 países, 2000-13



Fuente: Castelló y Doménech (2017) a partir de OCDE (2015)

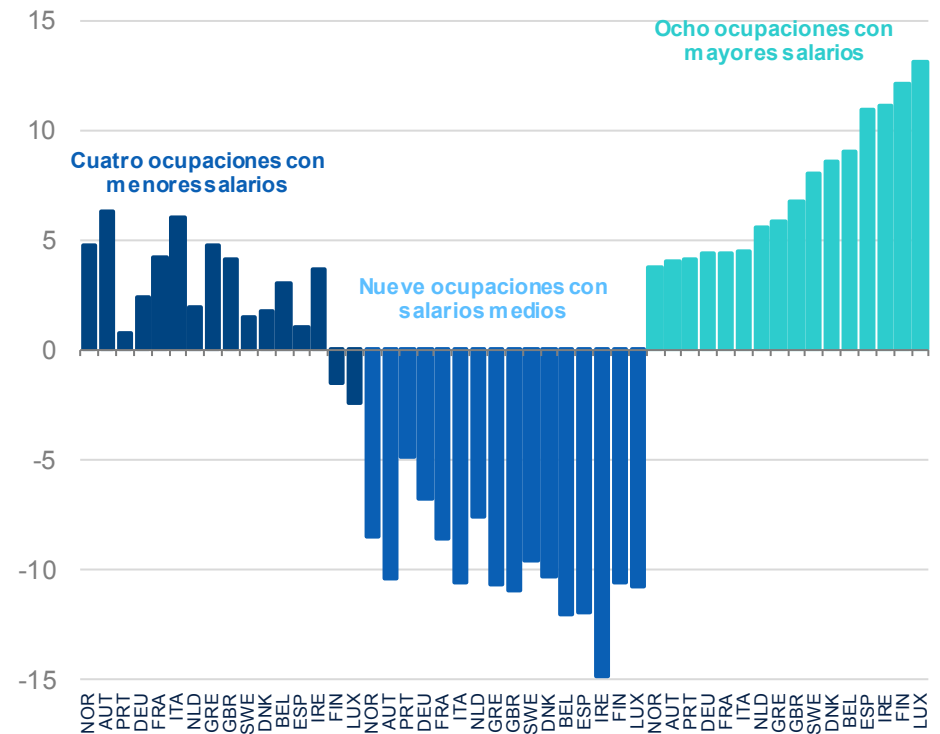
Evidencia: polarización

Progreso técnico sesgado en contra del trabajo rutinario

Autor, Katz y Kearney (2006) encuentran que la automatización y la computerización complementan a los trabajadores que realizan tareas no rutinarias y abstractas, sustituyen a los que ejecutan tareas rutinarias, y no afectan a los que realizan tareas manuales y no rutinarias

La polarización también se ha producido en Europa en las dos últimas décadas

Cambio en el empleo entre 1993 y 2010 en 16 países europeos



Fuente: elaboración propia a partir de Goos, Manning y Salomons (2014)

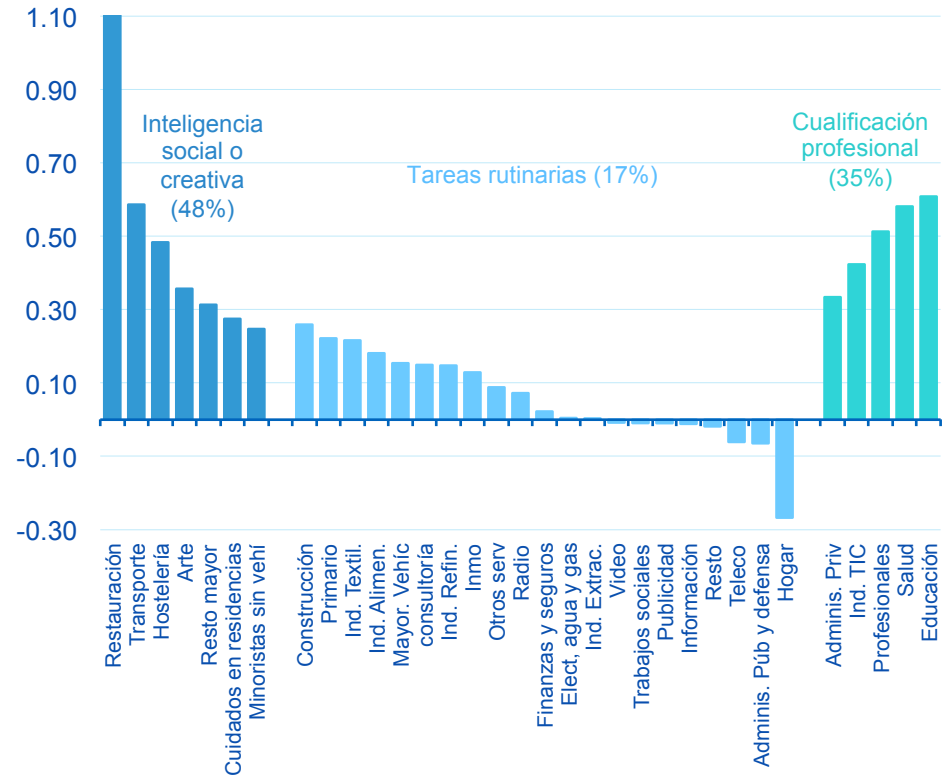
Evidencia: polarización

Progreso técnico sesgado en contra del trabajo rutinario

En España, la contribución de los sectores al crecimiento del empleo de los últimos 3 años se encuentra claramente polarizada.

Mayor avance de ocupaciones con alto contenido cognitivo (especialmente vinculadas con el trato al cliente) O CON requerimientos de cualificación específica.

Cambio en el empleo entre 2013 y 2016 en España (contribuciones pp)



Fuente: BBVA Research a partir de Autor (2014) e INE.



Evidencia: desigualdad

- ◆ Las decilas inferiores de la distribución de renta se estancan porque no son complementarias al cambio tecnológico
- ◆ La parte alta gana: el cambio técnico mejora su productividad y “winners take all” ([Rifkin, 2014](#))
- ◆ ¿Hasta qué punto el aumento de la desigualdad está ocasionado por el cambio tecnológico? Para Pissarides es la principal razón
- ◆ La evidencia es controvertida y hay otros factores ([Doménech, 2016](#)):
 - Globalización y cambios en el poder de mercado
 - Cambios en el Estado de bienestar
 - Menor movilidad intergeneracional (difícil de explicar por el cambio tecnológico)
- ◆ Algunos países donde más ha avanzado el proceso de transformación tecnológica y digital no son en los que más ha aumentado la desigualdad

El futuro

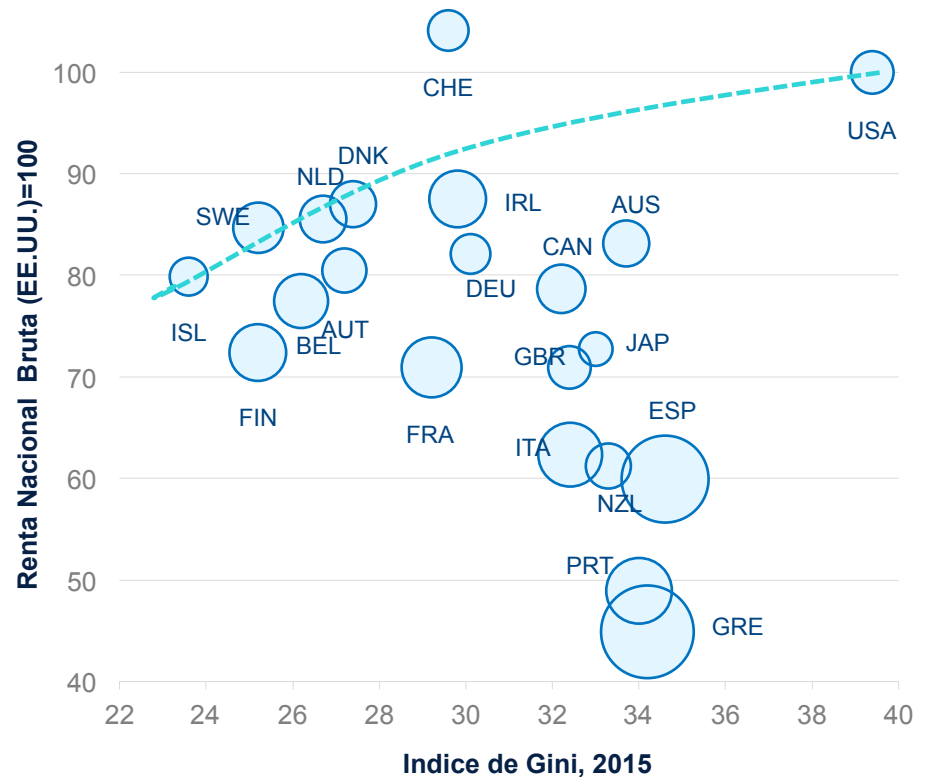
Una transición eficiente y equitativa

Existe una gran disparidad entre las economías avanzadas en cuanto a su renta per cápita, desempleo y desigualdad

El reto es gobernar la transformación tecnológica y digital, con niveles reducidos de desigualdad y de tasa de desempleo, como hacen los países nórdicos

Algunos países como España se encuentran lejos de la frontera. Las políticas que reducen el desempleo también reducen la desigualdad

Renta per cápita, desigualdad y desempleo OCDE, 2016

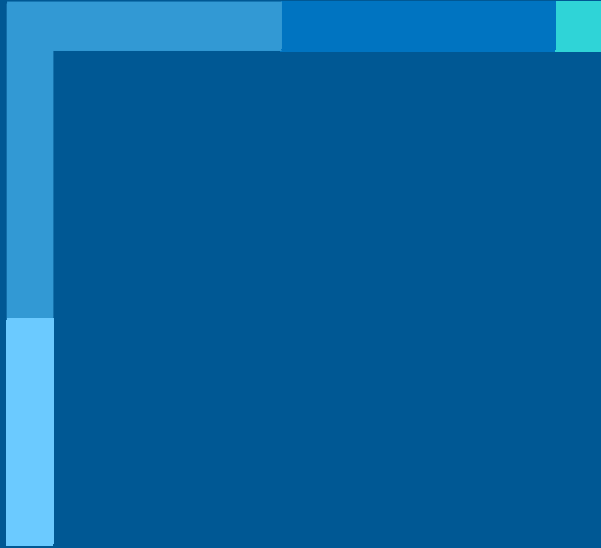


Fuente: BBVA Research a partir de OCDE y Eurostat. El tamaño de cada círculo es proporcional al desempleo



El Futuro

- ◆ Robots, IoT, IA y datos irán desplazando más y más trabajo de algunas actividades actuales y desarrollarán otras nuevas en la que se crearán nuevos empleos que en la actualidad no podemos imaginar
- ◆ A medida que la sociedad se hace más rica se demandan más servicios de sectores más intensivos en trabajo, por los que se estarán dispuestos a pagar mayores salarios ([Baumol, 2012](#)): sanidad y cuidados personales (envejecimiento), educación, industria del ocio y turismo, servicios a las familias y a las personas, etc.
- ◆ El reto consiste en que la transición entre empleos que se crean y se destruyan sea los más eficiente y equitativa posible: proteger a las personas y no los puestos de trabajo ([Tirole, 2017](#))



04

**Las políticas públicas:
gobernando los cambios de la
transformación tecnológica y
digital**

Políticas para gobernar el cambio tecnológico: educación

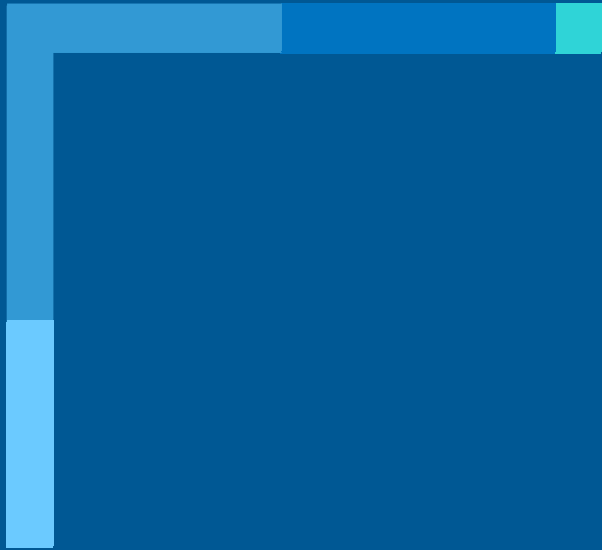
- ◆ La inversión en capital humano es crucial para **conseguir habilidades con las que el progreso técnico sea complementario** en lugar de sustitutivo, incluso en tareas menos cualificadas
- ◆ Pissarides (2017): **mejorar la percepción social y la calidad de empleos en el sector servicios** para hacerlos socialmente más respetables y atractivos, y más productivos
- ◆ **Mejora de los conocimientos** (p.e., idiomas) y de las **habilidades sociales, gerenciales y personales** necesarias para atender las necesidades crecientes de la sociedad
- ◆ **Formación continua y reciclaje**: flexibilidad para cambiar y diversificar habilidades durante toda la carrera laboral. Nuevas tareas de los servicios públicos de empleo y de la negociación colectiva
- ◆ **Progreso técnico sesgado en habilidades**: para muchas empresas (incluso en España con 18% de paro) la principal restricción es encontrar trabajadores cualificados -> más y mejor educación
- ◆ El **sistema educativo debe evolucionar conforme lo haga la sociedad**, fomentando la creatividad, potenciando las capacidades no cognitivas y mejorando la inteligencia social

Políticas para gobernar el cambio tecnológico: empleo

- ◆ **Eliminación de barreras a la creación de empleo, inversión y el crecimiento de las empresas**
 - **Financiación para start-ups**
 - **Regulación eficiente y equitativa del mercado de trabajo**
 - **Estructura fiscal eficiente**
 - **Costes administrativos reducidos**
 - **Transformación tecnológica y digital del sector público: más y mejores servicios a los ciudadanos y a las empresas**
- ◆ **Políticas activas y pasivas del mercado de trabajo eficaces:** aumentar la empleabilidad, reducir periodos de paro y mejorar la cobertura de las prestaciones mientras se está desempleado
- ◆ **Mejorar el proceso de emparejamiento entre vacantes y desempleo** mediante una plataforma pública que utilice *big data* de forma inteligente y aproveche economías de escala, permitiendo anticipar las necesidades de las empresas y la formación de trabajadores en centros con mejor desempeño
- ◆ **Buscar el equilibrio en la presión fiscal y en su estructura** de manera que la mayor redistribución no perjudique al empleo ni a la inversión en nuevas tecnologías
- ◆ [Harris y Krueger \(2015\)](#): **modernizar las regulaciones laborales** para el siglo XXI, atendiendo las necesidades del **trabajador independiente y de los nuevos intermediarios** en el mercado de trabajo

Políticas para gobernar el cambio tecnológico: equidad

- ◆ La **educación y políticas de empleo son condiciones necesarias** pero puede que no sean suficientes para asegurar un crecimiento inclusivo
- ◆ Incluso aunque a largo plazo el cambio tecnológico suponga mayor bienestar para todos es posible que a corto y medio plazo tenga **costes de transición** importantes para muchos trabajadores
- ◆ El Estado de bienestar y la calidad de las instituciones resulta central para garantizar primero la **igual de oportunidades** y, posteriormente, el **seguro en situaciones individuales adversas**
- ◆ El reto es diseñar, implementar y evaluar de manera continua políticas públicas que garanticen la **equidad al menor coste posible en términos de empleo e inversión en innovación**
- ◆ No tiene sentido frenar el progreso con impuestos sobre la automatización (¿qué es un robot?), la inteligencia artificial o el *big data*. **El reto es repartir la nueva de riqueza no frenar su creación**
- ◆ [Doménech \(2017\)](#) y [OCDE \(2017\)](#): el **Estado de bienestar** todavía tiene muchos márgenes de mejora para aumentar el empleo, la renta y la equidad antes de plantear una **renta básica universal**



05

Conclusiones

Mensajes principales

El progreso económico y el bienestar social dependen a largo plazo del progreso técnico. **La transformación tecnológica y digital es una oportunidad en la historia de la humanidad pero también un reto**

La revolución industrial 4.0 tiene **efectos disruptivos sobre el empleo, las ocupaciones, las habilidades necesarias, la brecha salarial, la desigualdad y la polarización**, aunque de momento no hay bases para afirmar que afecta al **desempleo** a nivel agregado

Es imprescindible que la sociedad (sector público, empresas y trabajadores) **se prepare y gobierne el cambio de manera activa con un amplio conjunto de políticas** que

- garanticen la igualdad de oportunidades,
- potencien a largo plazo los efectos positivos de un progreso técnico y digital inclusivo, que ponga al alcance de todos las oportunidades de esta nueva era, y
- reduzcan los costes de la transición a corto y medio plazo

El Impacto del Cambio Tecnológico y el Futuro del Empleo

R. Doménech, J. R. García, M. Montañez y A. Neut

FIDE
Madrid, 22 de noviembre de 2017