

EL FUTURO DEL TRABAJO: UNA VISIÓN GENERAL*

Javier Andrés

Catedrático de Análisis económico
Universitat de València

Rafael Doménech

Catedrático de Análisis económico
Universitat de València

Sumario: 1. Introducción. 2. La evidencia histórica hasta la cuarta revolución industrial. 3. El futuro del empleo: ¿será esta vez diferente? 3.1. Dos escenarios extremos: empleo sin crecimiento o desempleo tecnológico. 3.2 Empleo, salarios y transformación tecnológica y digital: tendencias recientes. 3.3. Un futuro con crecimiento y empleo. 3.4. Implicaciones para las regulaciones y políticas del mercado de trabajo. 4. Conclusiones. Notas. Bibliografía.

1. INTRODUCCIÓN

Los determinantes del crecimiento económico y el reparto de los beneficios del progreso técnico han sido preocupaciones centrales del pensamiento económico. A lo largo de los dos últimos siglos, el progreso técnico ha motivado también previsiones lúgubres sobre la sustitución de los trabajadores por máquinas, la posibilidad de desempleo tecnológico y la participación del trabajo en la distribución de la renta. Sin embargo, aunque no sin tensiones ni conflictos, la historia de las sucesivas revoluciones industriales ha seguido hasta ahora un patrón de mejora generalizada del bienestar a largo plazo en las economías avanzadas. Al margen de las crisis recurrentes que caracterizan el ciclo económico, a medida que se han utilizado más y mejores máquinas ha aumentado la demanda de trabajo a nivel agregado, sin tendencia creciente alguna en las tasas de paro, a pesar del fuerte aumento de la población en edad y disposición de trabajar. La desigualdad de la renta no ha seguido tampoco ningún patrón tendencial a largo plazo. Tras su aumento a finales del siglo XIX

* Este trabajo ha sido preparado para el volumen monográfico «Economía digital, robotización y relaciones laborales» de la revista *Teoría & Derecho*. Los autores agradecen los comentarios y sugerencias de J. R. García, M. Montañez, A. Neut y de los asistentes a las conferencias en el II Encuentro de Economía Laboral (EAL), FIDE y Fundación Rafael del Pino, así como la ayuda de los proyectos de MINECO CICYT ECO2014-53150, ECO2017-84632 y Generalitat Valenciana PROMETEO2016-097.

y principios del XX siguió una fase de mejora de la equidad entre los años 30 y 70 del siglo pasado, conocida como la *Gran nivelación*, muy ligada al desarrollo del Estado del bienestar. Solo en las últimas décadas ha vuelto a apreciarse un aumento de la desigualdad, aunque con mucha heterogeneidad entre países.

Son cuatro los factores que han contribuido a este patrón de progreso. El primero, tecnológico: el progreso técnico ha sido hasta décadas recientes general, es decir, ha contribuido a aumentar de manera generalizada la productividad del trabajo y, con ella, su demanda y sus salarios. Aunque ese progreso técnico ha sido sesgado, durante décadas los trabajadores han podido adquirir fácilmente las habilidades necesarias para utilizar nuevas técnicas, procesos y máquinas, en muchas ocasiones son con el aprendizaje en el puesto de trabajo, lo que ha facilitado la transición de unas ocupaciones a otras en distintos sectores. El segundo factor ha sido la competencia. Los avances tecnológicos han acabado trasladándose a los precios de muchos bienes, cuyo descenso ha generado el aumento de su demanda. En tercer lugar, la mejora de la productividad en unos sectores y el incremento de la renta han provocado un incremento de la demanda de otros bienes y servicios complementarios. Esta complementariedad ha dado lugar a que los salarios hayan aumentado también en sectores en los que las mejoras de productividad han sido más modestas. En cuarto y último factor ha sido el desarrollo del Estado del bienestar, que ha podido financiarse con los mayores recursos generados por el progreso.

¿Será la revolución digital diferente a las anteriores? El peor de los escenarios que algunos especialistas auguran es que el ritmo de avance tecnológico insesgado se debilite y derive en avances espectaculares (y aún hoy difícilmente predecibles) en tecnologías disruptivas y *sesgadas* en habilidades y tareas que potenciarán la eficiencia de unos pocos trabajadores y sustituirán —y destruirán— muchos otros empleos.

Para que este escenario catastrofista de paro tecnológico masivo y de desigualdad creciente se materialice deben darse simultáneamente dos condiciones. En primer lugar, que el ritmo ya constatado de polarización y prima salarial de los trabajadores más cualificados se acelere con la sustitución de ocupaciones por robots e inteligencia artificial, y se destruya más empleo del que se crea. En segundo lugar, que la regulaciones que determinan la competencia, la demanda de bienes y servicios complementarios, y el Estado de bienestar sean incapaces de compensar los efectos de una sustituibilidad tecnológica extrema o incluso de reconducirla por cauces menos disruptivos. Es difícil predecir el futuro a largo plazo, pero hay razones para ser optimistas y confiar en que la cuarta revolución industrial puede no ser tan diferente a las anteriores, siempre que las sociedades sean capaces de anticiparse, gestionar los cambios y adaptarse a las nuevas condiciones impuestas por el proceso de transformación tecnológica y digital¹.

La estructura de este trabajo es la siguiente. En la segunda sección analizamos la evidencia de las revoluciones industriales anteriores, prestando especial atención a la productividad, el empleo y la desigualdad. En la tercera sección, se discuten las razones por las que la revolución digital en curso podría ser diferente a las revoluciones anteriores. Empezamos analizando dos escenarios extremos, uno sin crecimiento y otro con desempleo tecnológico masivo, antes de presentar la evidencia más reciente. Posteriormente, discutimos cómo

sería un escenario con crecimiento y empleo, para analizar sus implicaciones sobre las regulaciones y políticas del mercado de trabajo. En la sección cuarta exponemos brevemente algunas consideraciones conclusivas.

2. LA EVIDENCIA HISTÓRICA HASTA LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

Desde finales del siglo XVIII, las economías avanzadas han experimentado un crecimiento de la renta per cápita sin precedentes en la historia de la humanidad. Este progreso ha llegado también en las últimas décadas a algunas economías emergentes y ha sido consecuencia, fundamentalmente, del progreso tecnológico, que ha propiciado un crecimiento sostenido del empleo, del capital físico, tecnológico y humano, así como un aumento tendencial de la productividad, la esperanza de vida y la población. El incremento de la productividad ha venido acompañado de un crecimiento continuado de la población activa, a pesar de lo cual las tasas de desempleo han sido muy estables y no han mostrado tendencia temporal alguna a largo plazo.

Para analizar más detalladamente la relación entre progreso técnico y empleo, conviene partir de una sencilla fórmula, según la cual el PIB es el resultado de multiplicar el empleo (L^d) por la productividad del trabajo (PIB/L^d), de manera que la tasa de crecimiento del PIB (γ) es igual a la suma de la tasa de crecimiento de la productividad (g) y la del empleo (n). En la medida en que la tasa de desempleo no muestra tendencia alguna, en promedio el crecimiento del empleo es igual al de la oferta de trabajo (n^s), de modo que, a largo plazo, el crecimiento económico se nutre del avance tecnológico y del aumento del número de personas dispuestas a trabajar.

$$(\gamma = g + n^s)$$

El temor a que los avances tecnológicos y la automatización destruyan empleo no es nuevo. La creencia compartida por muchos ya desde el siglo XIX ha sido que el progreso técnico (g) favorecería la sustitución de mano de obra por máquinas y haría que el crecimiento de la demanda de trabajo fuera muy inferior al de la población ($n < n^s$), dando lugar así a un desempleo creciente. Marx (1867) sostenía que esta sustitución iría reduciendo paulatinamente el valor del trabajo, lo que supondría el final del capitalismo. La visión apocalíptica de Marx contrastaba con la que casi medio siglo antes sostenía Ricardo (1821), para quien los impedimentos para el empleo de maquinaria en un país contribuirían a trasladar la producción al exterior; lo que a su vez provocaría perjuicios más graves para los trabajadores, que no se beneficiarían del empleo que a largo plazo crea la maquinaria ni de los menores precios de los bienes producidos gracias a ella. No obstante, el propio Ricardo reconocía que la opinión de los trabajadores de que la maquinaria era a menudo perjudicial a corto plazo para sus intereses «no se basa en prejuicios y errores, sino que se ajusta a los principios correctos de la economía política».

¿Qué nos dice la evidencia empírica disponible desde principios del siglo XX? La renta per cápita se ha multiplicado en España por 10,1 desde 1901 hasta 2018, y por 7,6 en Estados Unidos y por 5,8 en el Reino Unido, tal y como muestra el Gráfico 1. En el mismo periodo de tiempo, la esperanza de vida pasó en España de 35,6 a 82,2 años entre 1901 y 2010 (en EE. UU. de 49,3 a 78,3 años y en Reino Unido de 46,9 a 80,4 años). Este crecimiento de la renta per cápita ha sido, fundamentalmente, una consecuencia del progreso técnico, que ha propiciado el aumento de la productividad y, con ella, de los salarios, con una tasa de desempleo muy estable.

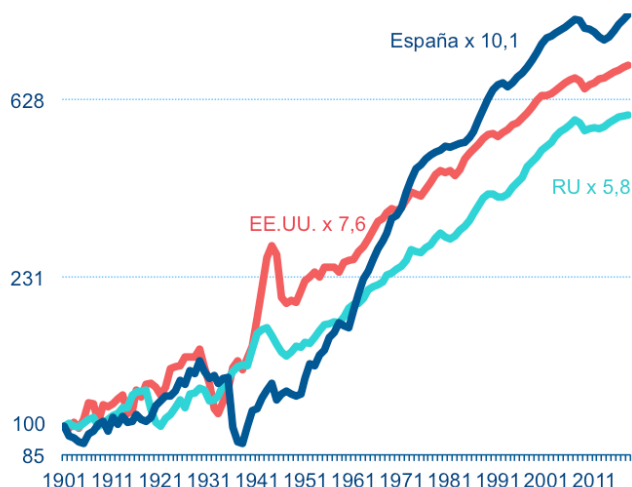


Gráfico 1: Renta per cápita, 1901=100. Fuente: elaboración propia a partir de Prados de la Escosura (2017) y The Maddison Project (Bolt y van Zanden, 2014).

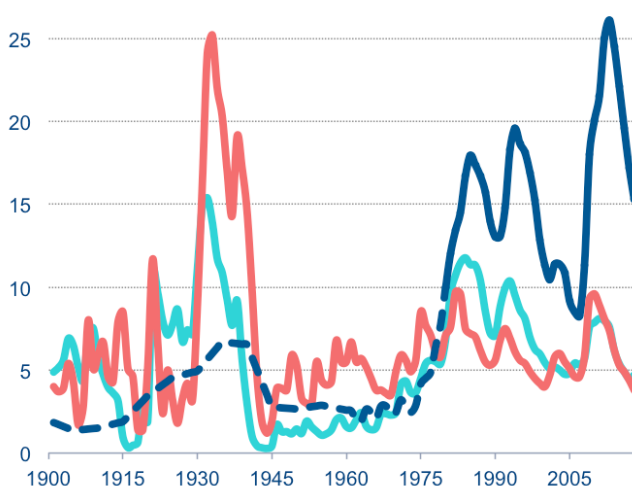


Gráfico 2: Tasa de desempleo, 1901-2018. Fuente: elaboración propia a partir de Lebergott (1957), BLS, BoE, OCDE, INE, Alcaide (2007) y de la Fuente (2015).

Como muestra el Gráfico 2, la tasa de desempleo ha fluctuado entre el 1 y el 25 por ciento, y ha alcanzado los valores más elevados por causas principalmente cíclicas en momentos de recesión especialmente profunda (la Gran Depresión de los años 30 o las recesiones en España desde 1980) y sin tendencia temporal alguna, a pesar del aumento de la población total y activa.

En España, la población se multiplicó por 2,2 entre 1900 y el año 2000, mientras que la población activa lo hizo por 2,5 y el empleo equivalente a tiempo completo por 2,4. De hecho la evidencia internacional indica que, al menos desde 1960, se observa una correlación negativa entre el crecimiento de la población en edad de trabajar y la tasa de desempleo, lo que corrobora que a largo plazo el desempleo ha sido consecuencia de la ineficiencia del mercado laboral y no tiene nada que ver con el «desempleo tecnológico»².

Esta evolución ha venido acompañada de un continuo proceso de destrucción creativa que acabó con muchas ocupaciones pero creó muchas más en otros sectores más avanzados. En España, el empleo equivalente a tiempo completo creció entre 1900 y 2000 a una tasa anual promedio del 1,1 % mientras que la productividad lo hizo al 2,2 % y el PIB al 3,3 %. A medida que se destruían unos empleos y se creaban otros, el progreso técnico ha provocado un profundo cambio estructural. Como puede verse en el Gráfico 3, en 1900 el 60,8 % del empleo equivalente a tiempo completo en España se concentraba en el sector primario. En 2015, ese porcentaje había caído al 4,1 %, mientras que el empleo en los servicios había aumentado del 22,0 % al 77,3 %. Ese patrón es muy similar al seguido por otros países. Por ejemplo, Estados Unidos tenía en 1900 el 40,2 % de su empleo en el sector primario, mientras que un siglo más tarde ese porcentaje apenas representaba un 2,0 %, a pesar de lo cual la producción en este sector es hoy día muy superior.

Estos cambios son consecuencia de la transformación impulsada por el progreso técnico (Herrendorf *et al.*, 2014). En una primera etapa, a medida que se difunden los avances tecnológicos el empleo se desplaza del sector primario a la industria. El porcentaje del empleo en el sector industrial es creciente durante algún tiempo, y luego decae a medida que sigue aumentando la productividad. Mientras, la terciarización del empleo es imparable, sin que necesariamente se produzca un aumento del desempleo. El Gráfico 4 muestra que esta relación positiva entre el porcentaje del empleo en el sector terciario y el crecimiento de la renta per cápita sigue siendo bastante estrecha en las principales economías de la OCDE desde mediados del siglo XIX hasta comienzos del siglo XXI. España, Estados Unidos o el Reino Unido no han sido una excepción a este patrón.

Obviamente, estos cambios sectoriales en el empleo no son solo consecuencia del progreso técnico; también han sido motivados por la creciente globalización de la economía y por los cambios en las preferencias de los consumidores. El comercio internacional ha permitido que algunos países y regiones aprovechen el progreso técnico y se especialicen en actividades vinculadas a los servicios, dejando una parte de la producción de bienes primarios o de manufacturas a otros.

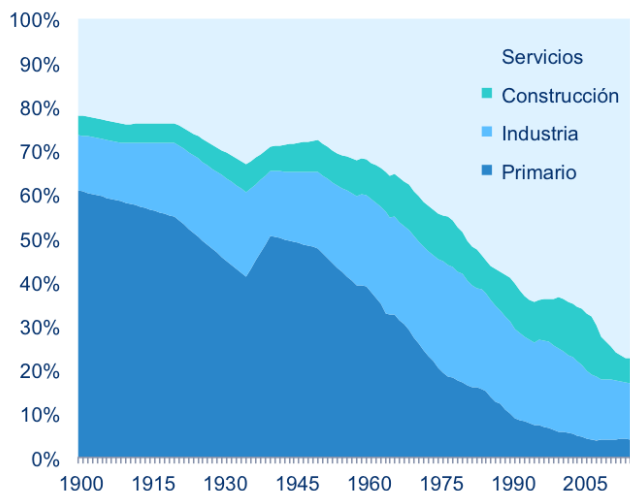


Gráfico 3: Distribución sectorial del empleo equivalente a tiempo completo, 1900-2015. Fuente: elaboración propia a partir de Prados de la Escosura (2017).

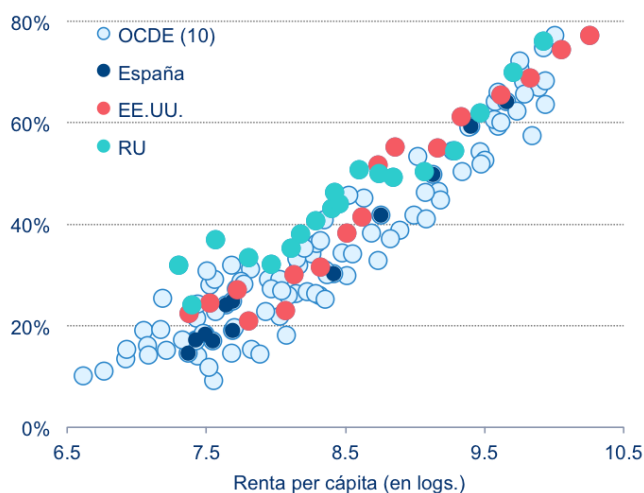


Gráfico 4: Porcentaje del empleo en el sector servicios y renta per cápita en 10 países de la OCDE, 1840-2000. Fuente: elaboración propia a partir de Herrendorf *et al.* (2014).

Algunas de las lúgubres predicciones del pasado se referían tanto al riesgo de un desempleo tecnológico masivo como a la posibilidad de una reducción drástica en las horas trabajadas por empleado para repartir una demanda de trabajo menguante. Y es cierto que la evidencia muestra que, conforme las economías son más productivas, el número de horas trabajadas por empleado disminuye tendencialmente. Esta evidencia puede presentarse de dos formas diferentes. La primera se relaciona con la evolución a largo plazo de las horas semanales de trabajo por empleado, tal y como muestra el Gráfico 5. Para los tres países del Gráfico 1, a principios del siglo XX el número de horas trabajadas a la semana se situaba

entre las 56 horas del Reino Unido y las 59 de EE. UU. y España. Un siglo más tarde, el número de horas trabajadas había disminuido hasta situarse entre las 35 y 40 horas semanales. Por su parte, el Gráfico 6 muestra la evidencia para un espectro amplio de países en 2015. Con algunas excepciones, como Irlanda o Estados Unidos, existe una estrecha relación entre la productividad por hora trabajada (en paridad de poder de compra de 2010) y el número de horas anuales de trabajo por empleado. Cada 10 % de aumento de la productividad está asociado a una disminución del 2,6 % en el número de horas trabajadas.

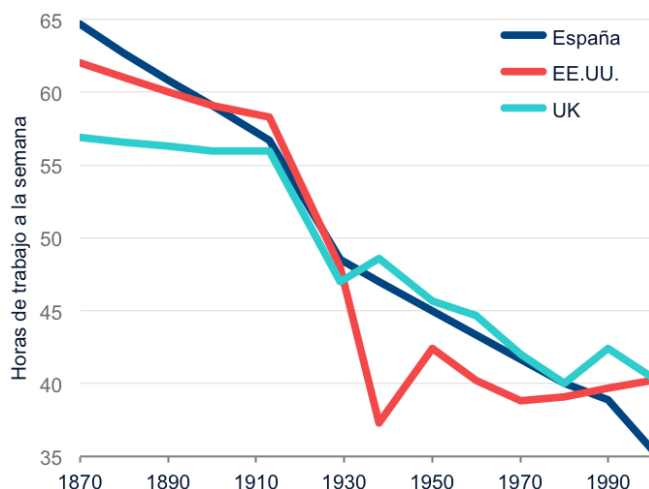


Gráfico 5: Horas semanales por trabajador en España, EE. UU. y Reino Unido, 1870-2010. Fuente: elaboración propia a partir de Haberman y Minns (2007).

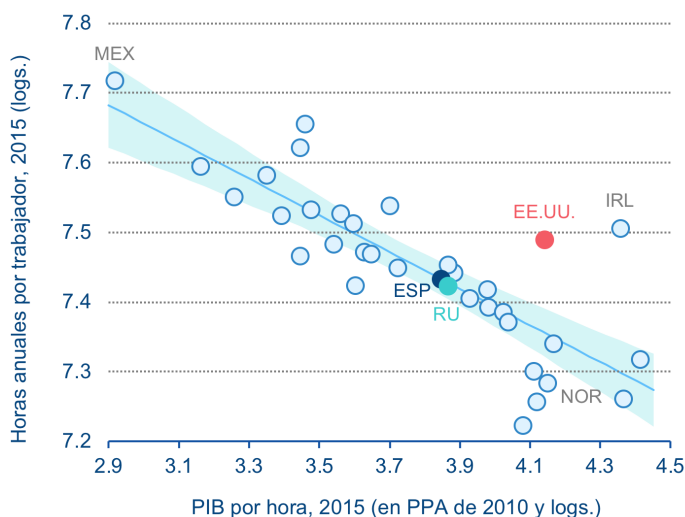


Gráfico 6: Horas anuales por trabajador y PIB por hora trabajada, en paridad de poder de compra (dólares internacionales de 2010), OCDE, 2015. Fuente: elaboración propia a partir de OCDE.

Pero la disminución de las horas trabajadas ante el aumento de la productividad no indica que estemos ante un mero reparto de las horas totales entre trabajadores, como pronosticaba Keynes (1930) cuando afirmaba que la jornada semanal de trabajo tendría que disminuir a 15 horas para mantener el empleo a consecuencia del avance tecnológico. En los tres países del Gráfico 5, el número total de horas trabajadas creció considerablemente debido a que el aumento del número de trabajadores fue muy superior a la reducción de la jornada por trabajador. Esta reducción ha venido acompañada de un notable crecimiento del salario por hora y, lejos de ser la consecuencia de un efecto expulsión del hombre por la máquina, ha sido el resultado de una reivindicación tradicional del movimiento obrero para mejorar las condiciones sociales de los trabajadores. Es decir, no estaríamos ante una caída de la demanda de trabajo, sino ante una reducción de la oferta del mismo que no tiene que ver con el progreso técnico, sino con el reparto de las ganancias de renta entre consumo y ocio (Bick, Fuchs-Schündeln y Lagakos, 2018).

Todas las mejoras que hemos documentado hasta el momento han dado lugar a un aumento del bienestar social, en la medida en que no han tenido lugar en un contexto de crecimiento tendencial de la desigualdad. No obstante, estos beneficios no siempre se han distribuido equitativamente entre todos los grupos sociales y la evolución de la desigualdad ha sido bastante dispar en las economías avanzadas. Como pone de manifiesto el Gráfico 7, la desigualdad medida a través del porcentaje de renta en manos del 1 % de la población en la parte superior de la distribución era bastante elevada en las dos primeras décadas del siglo XX. A medida que los avances económicos fueron extendiéndose al conjunto de la población, en el segundo tercio del siglo XX se produce la *Gran nivelación*: la renta per cápita aumenta y la desigualdad disminuye. Este proceso se detiene en los años setenta y, en algunos países, la desigualdad ha empezado a aumentar de nuevo en las décadas recientes.

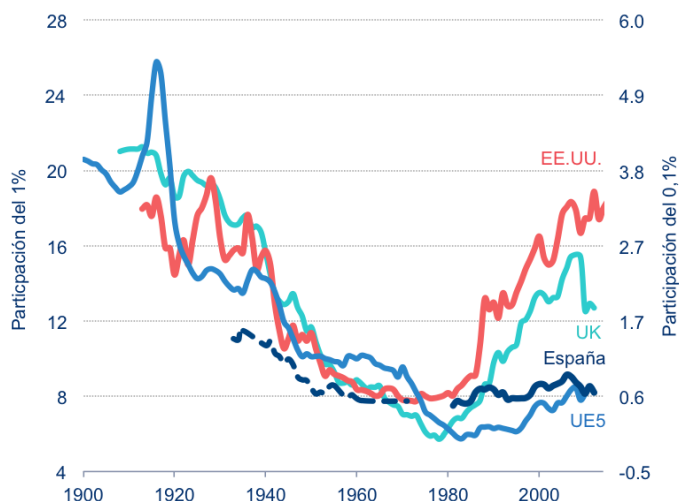


Gráfico 7: Participación de la renta del 1 % de la población en la parte superior de la distribución, 1900-2012. Fuente: elaboración propia con base en www.wid.world. UE5: Alemania, Dinamarca, Finlandia, Holanda y Suecia.

Aunque el balance a largo plazo ha sido positivo, la transición en el proceso de transformación no siempre fue fácil ni vino acompañada inmediatamente de avances sociales. Como sostiene Milanovic (2016), las revoluciones industriales producen olas en la relación entre desigualdad y renta per cápita, de manera que la hipótesis de Kuznets (1955) no es estable en el tiempo. Según esta hipótesis, la desigualdad es baja para niveles muy bajos de renta per cápita, aumenta con el desarrollo económico y disminuye cuando los países alcanzan un nivel de renta suficientemente elevado. Sin embargo, la evidencia de los Gráficos 1 y 7 muestra que la relación entre renta per cápita y desigualdad está lejos de ser consistente con esta hipótesis. Como se ha indicado anteriormente, en las últimas décadas la desigualdad en EE. UU., donde la renta per cápita ya era muy alta, ha vuelto a aumentar tendencialmente.

Varios factores pueden explicar estas oscilaciones que dan lugar a largos ciclos en la desigualdad. En sus fases iniciales, las mejoras de renta y el proceso de transformación tecnológica y productiva llegan a pocos segmentos de la población, dando lugar a una economía dual que provoca un aumento de la desigualdad (Castelló y Doménech, 2017). A medida que más segmentos de la sociedad se benefician de ese proceso, la desigualdad empieza a disminuir. Estos beneficios se generan tanto por las mejoras de la productividad, salarios y empleos asociados al progreso técnico como por la mejora del capital humano de los trabajadores, el desarrollo del Estado del bienestar y la aplicación de regulaciones adecuadas en los mercados de trabajo y productos.

En particular, el papel de las regulaciones es fundamental para evitar la acumulación de poder de mercado en manos de unos pocos agentes económicos, lo que puede poner en peligro tanto una distribución equitativa (*ex ante* o vía mercado) de la renta per cápita como el crecimiento mismo a largo plazo. El progreso técnico y las innovaciones no afectan a todos los sectores y productos por igual. Cuando estas mejoras se traducen en reducciones de precios y/o aumentos de calidad en mercados competitivos, se producen cambios en precios relativos. Los bienes y servicios en cuya producción aumenta más la productividad pueden producirse a más bajo coste, una ventaja que, si se transmite a precios más bajos, alcanza a todos los sectores sociales, bien sea como consumidores o como productores de otros bienes cuyo precio relativo aumenta. Sin embargo, si los sectores más productivos no trasladan estos logros a precios sino a beneficios extraordinarios (debido a su poder de mercado), el beneficio del progreso técnico es apropiado por unos pocos. En la medida en que estos cambios en los precios relativos se producen sin que una parte de sociedad monopolice los beneficios del progreso técnico, el crecimiento puede generar un aumento del bienestar social en el que toda la población progresa y ningún segmento social se estanca.

Con carácter general, puede afirmarse que el progreso técnico ha venido acompañado por tasas de desempleo estacionarias y por el desarrollo del Estado del bienestar, que ha limitado la desigualdad o incluso la ha reducido durante décadas. Estos dos efectos tienen mucho que ver con algunas características de ese progreso técnico. Muchos de los avances a lo largo del siglo XX, particularmente entre los años veinte y setenta, han sido predominantemente de tipo general, con escasos costes de entrada para los trabajadores que pasaban a las nuevas ocupaciones a las que daba lugar el progreso técnico, y con mucho aprendizaje en el mismo puesto de trabajo (*learning by doing*). Esta portabilidad del

conocimiento permite rápidas transiciones entre sectores, lo que explica la estabilidad de las tasas de desempleo, a pesar de la extraordinaria dinámica subyacente en la estructura productiva, con la creación y destrucción de empresas, el auge y la decadencia de sectores, o la relocalización geográfica de factores productivos. Además de que muchos trabajadores asumieron fácilmente el progreso técnico, las mejoras salariales debidas a los aumentos de productividad permitían que ese complejo proceso no solo no fuera traumático, sino que incentivaba los cambios de unas ocupaciones a otras y las migraciones, ante las expectativas de mejoras salariales para todos, sin que ningún segmento social o grupo educativo quedara definitivamente relegado.

El progreso técnico generó un excedente productivo que las administraciones públicas pudieron dedicar para construir y ampliar el Estado del bienestar, que creció a un ritmo mayor que el del propio PIB. A través de la sanidad y la educación aumentaba la igualdad de oportunidades, al tiempo que la fiscalidad y las transferencias corregían la distribución *ex post* de la renta. Por su parte, las regulaciones laborales y en los mercados de bienes y servicios, trataban de acompañar los cambios en la estructura productiva facilitando el ajuste entre trabajadores, empresas, sectores y territorios, con la protección de quienes sufrían los costes, normalmente transitorios, de estos cambios. En este proceso, la regulación del mercado laboral ha jugado un papel esencial. En los países en los que esta ha sido más ineficiente y su adaptación a los cambios menos ágil, observamos problemas en los dos frentes: más desigualdad y mayores tasas de desempleo estructural.

3. EL FUTURO DEL EMPLEO: ¿SERÁ ESTA VEZ DIFERENTE?

El progreso técnico ha sido el motor del bienestar, al potenciar la participación en el mercado de trabajo con empleos razonablemente estables, más productivos y mejor remunerados, así como la capacidad de generar un excedente con el que financiar el Estado del bienestar. Si la cuarta revolución industrial sigue unas pautas similares a las anteriores, las preocupaciones sobre las consecuencias del proceso de transformación tecnológica no están justificadas. A pesar de ello, muchas voces anticipan que las nuevas tendencias del progreso técnico pueden afectar a la capacidad de crear puestos de trabajo estables y productivos, así como a la distribución de la renta.

3.1. DOS ESCENARIOS EXTREMOS: EMPLEO SIN CRECIMIENTO O DESEMPLEO TECNOLÓGICO

Aunque nos hemos acostumbrado a él, un crecimiento de la productividad como el del último siglo no está garantizado. De hecho, para algunos especialistas, más que pensar en los efectos del crecimiento hay que empezar a preocuparse por la ausencia del mismo. Esta visión abarca desde la hipótesis de un estancamiento secular por un déficit crónico de demanda hasta una perspectiva más estructural en la que el crecimiento potencial de las economías más avanzadas se habría instalado en unas tasas sustancialmente inferiores a las

anteriores a 1970, ya que a la moderación generalizada del crecimiento de la productividad desde hace algunas décadas (Syverson, 2017) se ha sumado recientemente un ritmo más lento en la inversión y en la adopción de nuevas tecnologías (Smith, 2017) que ya no aseguraría el crecimiento económico futuro. Algunos economistas argumentan que los últimos 200 años han sido un paréntesis en la historia de la humanidad, un lapso fuera del cual ha dominado una visión maltusiana de la historia económica en la que el crecimiento del PIB está determinado fundamentalmente por la evolución demográfica, con una escasa contribución de la productividad.

Hay distintas explicaciones de una posible ralentización del crecimiento (Cochrane, 2016*b*). La primera, tal y como argumenta Gordon (2017), es que los avances que conlleva la cuarta revolución industrial son menos disruptivos y aumentan menos la productividad del trabajo que los que tuvieron lugar, por ejemplo, con la segunda revolución industrial. Las ideas que permiten seguir creciendo como antes son más difíciles de encontrar y más caras de financiar (Bloom *et al.*, 2017). Otra posibilidad es que, tras la gran recesión iniciada en 2008, la economía mundial se encuentre ante un exceso de ahorro, elevada desigualdad y falta de demanda, que dan lugar a un estancamiento secular (Summers, 2014 y 2016) similar al señalado por Hansen (1939) tras la Gran Depresión de los años 30. La tercera posibilidad es que «el leviatán regulatorio fuera de control» (Cochrane, 2015 y 2016*b*, o Davis, 2017) y las enormes incertidumbres sobre la política económica (Taylor, 2013) sean responsables del menor crecimiento.

Si se materializa este escenario, la sustitución de mano de obra por ordenadores y robots no tendría necesariamente que acelerarse, a pesar de lo cual las consecuencias sobre el empleo serían muy negativas. El estancamiento de la productividad es uno de los mayores peligros para el crecimiento del empleo y para el mantenimiento y mejora del Estado del bienestar, en especial ante el escenario del envejecimiento de la población en las economías avanzadas.

Sin embargo, el riesgo de un estancamiento de la productividad parece poco compatible con la evidencia del avance de la automatización, la inteligencia artificial, el internet de las cosas (IoT) y el *big data* en nuestros días, tal y como han señalado Brynjolfsson, Rock y Syverson (2017). Frente a la perspectiva de un menor crecimiento potencial, algunos especialistas como Avent (2016) plantean un escenario de aceleración de la productividad en el que las nuevas tecnologías serán tremendamente disruptivas y crearán nuevos y buenos empleos, pero no en cantidad suficiente para absorber toda la mano de obra disponible, lo que eventualmente conducirá a una situación de desempleo tecnológico masivo que generará un problema social de primera magnitud en la distribución de la renta (Rifkin, 1995).

Ambos escenarios no son incompatibles. Podríamos estar asistiendo a un cierto agotamiento del progreso tecnológico de carácter más general, del que se aprovechan la mayor parte de los trabajadores, junto al auge de unos avances tecnológicos que benefician más a unos trabajadores que a otros, según la cualificación o las habilidades que poseen (Tinbergen, 1974; y Goldin y Katz, 2008). En este caso, se habla de un progreso técnico *sesgado* en favor de los empleos de elevada cualificación (*skill-biased technological progress* o SBTP). Este tipo de progreso tiene efectos bien conocidos sobre el salario y el empleo cualificado

en relación con el poco cualificado —que, además, está sometido a una fuerte competencia de países emergentes como consecuencia de la globalización—. El Gráfico 8 muestra una evidencia clara de esta *carrera del hombre frente a la máquina* para el conjunto de la OCDE desde 2000: el aumento de la oferta relativa de trabajadores cualificados, con los niveles de estudios más elevados (que se ha más que duplicado en poco más de una década), no ha impedido que su salario aumentara más de un 10 % de media respecto a los trabajadores con estudios inferiores a la educación secundaria superior.

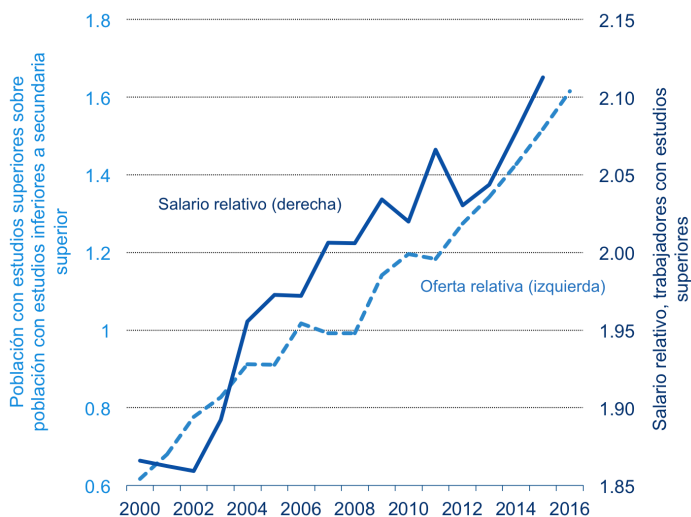


Gráfico 8: Oferta relativa de capital humano y salario relativo en la OCDE (2000). Castelló y Doménech (2017) a partir de OCDE (2017).

Una forma particular de progreso técnico sesgado es aquel que sustituye no tanto trabajadores poco cualificados por máquinas, sino las actividades más rutinarias o automatizables por robots y ordenadores capaces de operar siguiendo procesos bien diseñados mediante algoritmos. Este tipo de avance tecnológico se conoce como *routine o task biased technological progress* (TBTP) y está contribuyendo a polarizar el empleo en múltiples direcciones. Frente a la pérdida de empleo no cualificado (y de salarios) respecto al cualificado que se produjo, por ejemplo, en EE. UU. hasta finales de los 80, se observa desde entonces una recuperación del empleo (y, en menor medida, de los salarios) en las ocupaciones de servicios de mayor contenido manual no rutinario, que no requieren una elevada formación, pero que son difíciles de sustituir por máquinas (Autor y Dorn, 2013). La intensificación de este proceso podría dar lugar a un escenario en el que, además del desempleo de aquellos trabajadores hoy empleados en ocupaciones que los robots pueden realizar de forma económicamente eficiente, haya grandes diferencias de ingresos entre los trabajadores empleados: por un lado, trabajadores con bajos salarios desempeñando tareas poco rutinarias pero de escaso valor añadido y con bajo crecimiento de su productividad; por otro, trabajadores altamente cualificados que se benefician del progreso técnico mediante mejoras de productividad que dan lugar a salarios cada vez más elevados.

3.2. EMPLEO, SALARIOS Y TRANSFORMACIÓN TECNOLÓGICA Y DIGITAL: TENDENCIAS RECIENTES

Estos dos escenarios (empleo con escaso crecimiento o crecimiento sin empleo) que se acaban de describir no tienen por qué materializarse en su forma más extrema. La cuestión de si estamos ante el fin de las grandes innovaciones productivas de carácter general está todavía abierta por la dificultad intrínseca de prever el futuro de la tecnología, que depende en buena medida de decisiones económicas y sociales y que, por lo tanto, no está predeterminado. En cuanto al proceso de polarización de las tareas, el empleo y los salarios, es un fenómeno relativamente poco conocido; una serie de trabajos recientes han tratado de cuantificar su evolución, evaluar su magnitud y extraer una serie de patrones de los que vaticinar tendencias para el futuro.

Con datos de EE.UU., 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. El resultado es que el empleo ha crecido más en las colas de la distribución de salarios y se ha estancado o incluso ha disminuido en la parte central de la misma distribución. Como muestra el Gráfico 9, la evidencia es similar en los 16 países europeos que analizan Goos, Manning y Salomons (2014) entre 1993 y 2010: el empleo ha crecido en las ocupaciones con mayores y menores salarios, pero ha disminuido en aquellas con salarios medios. Bárány and Siegel (2017) evidencian que en EE. UU. la polarización se ha producido al menos desde 1950 y que, por lo tanto, no es una tendencia típica de la cuarta revolución industrial.

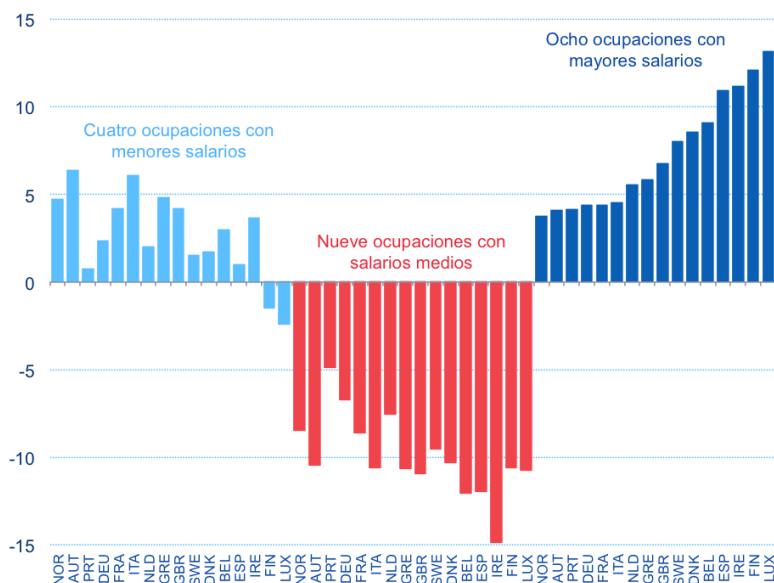


Gráfico 9: Cambio en el empleo entre 1993 y 2010 en 16 países europeos, por ocupaciones según su nivel salarial. Fuente: elaboración propia a partir de Goos, Manning y Salomons (2014).

La polarización del empleo se observa claramente en los datos, pero la cuestión es hasta qué punto esta tendencia apunta a un escenario de polarización extrema caracterizada por la desaparición de muchos empleos y a la temida escasez de puestos de trabajo disponibles para el conjunto de la fuerza laboral.

Uno de los estudios empíricos de mayor impacto que ha alertado de los riesgos de la automatización y de la transformación digital sobre el empleo es la investigación realizada por Frey y Osborne (2017). Los autores realizan una estimación de las probabilidades de automatización de 702 ocupaciones del mercado de trabajo de EE. UU. y distinguen los niveles de riesgo —elevado, medio y bajo— de que aquellas sean automatizadas. Según sus cálculos, el 47 % de los empleos se enfrenta a un riesgo elevado, posiblemente en una o dos décadas. Sus resultados predicen que la mayoría de los trabajadores empleados en las ocupaciones vinculadas al transporte y logística, en tareas de oficina y apoyo administrativo y en manufacturas están en riesgo. Según Frey y Osborne, a diferencia de lo ocurrido en el siglo XIX, cuando el progreso fue sustitutivo del empleo cualificado, las tendencias recientes de polarización que han reducido la demanda de ocupaciones de ingresos medios; sus resultados predicen que la digitalización sustituirá principalmente los empleos de media y baja cualificación y bajos salarios en un futuro próximo.

Doménech *et al.* (2018) utilizan las predicciones de Frey y Osborne (2017) junto con los microdatos de la muestra anual de la EPA entre 2011 y 2016 para determinar qué características condicionan el riesgo de automatización. Los resultados para España indican que un 36 % de las ocupaciones tiene un riesgo elevado de ser automatizadas. Este riesgo disminuye significativamente con el grado de responsabilidad, el nivel educativo, la participación en acciones formativas o la adopción de nuevas formas de trabajo.

Arntz, Gregory y Zierahn (2016) tienen en cuenta que el riesgo de automatización de las distintas tareas que definen cada una de las ocupaciones es diferente. Para estos autores, el hecho de que una tarea sea automatizable no significa que una ocupación a través de la que dicha tarea (entre otras) se lleva a cabo también lo sea. Al contrario, la automatización de una tarea puede aumentar la productividad de las restantes, reduciendo el riesgo de automatización de la ocupación. Según Arntz, Gregory y Zierahn (2016), cuando se tiene en cuenta la heterogeneidad de las diferentes tareas de cada ocupación en 21 países de la OCDE, solo un 9 % del empleo se enfrenta a un riesgo elevado de ser automatizable, porcentaje que coincide con el de Estados Unidos y que, por consiguiente, está muy por debajo de la probabilidad estimada por Frey y Osborne (2017). Arntz, Gregory y Zierahn (2016) encuentran que España es uno de los países más expuestos, ya que el 12 % del empleo tiene un riesgo elevado de automatización, es decir, la tercera parte de la probabilidad calculada por Doménech *et al.* (2016) para las ocupaciones cuando no se toma en consideración la heterogeneidad de las tareas dentro de cada ocupación. En el otro extremo, en Corea y Estonia solo un 6 % de la población tiene un riesgo elevado de automatización. Adicionalmente, Arntz, Gregory y Zierahn (2016) encuentran que las diferencias en el riesgo de automatización por niveles educativos son significativas. El Gráfico 10 resume estas estimaciones del porcentaje de trabajadores en ocupaciones con un riesgo elevado de

automatización, estimaciones que pueden interpretarse como aproximaciones a las cuotas superiores e inferiores de dicho riesgo.

Los trabajos anteriores evalúan en qué medida es tecnológicamente factible que distintas ocupaciones puedan ser automatizadas, lo que no significa que sea económicamente rentable hacerlo. Sin embargo, algunas investigaciones ya han evaluado cómo la robotización ha afectado al empleo en sectores y geografías concretas. Por ejemplo, Acemoglu y Restrepo (2017a) analizan determinadas áreas metropolitanas en EE. UU., entre 1990 y 2007, y concluyen que un robot adicional (en referencia a las máquinas autónomas, de múltiples aplicaciones y reprogramables) por cada mil empleados reduce la tasa de empleo entre 0,18 y 0,34 puntos porcentuales y los salarios entre 0,25 y 0,5. El efecto es mayor en las industrias más expuestas, en las ocupaciones manuales y en el caso de los trabajadores no universitarios. Sin embargo, estos resultados no evalúan el efecto neto final a nivel más agregado. Que la robotización (y/o la globalización) destruyan empleos en las industrias del *Rust Belt* norteamericano dice poco sobre el empleo que se puede estar creando en otras industrias y áreas geográficas como consecuencia del proceso de automatización.

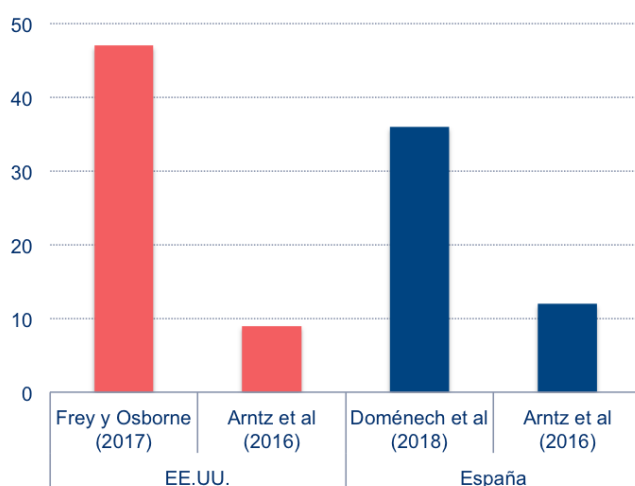


Gráfico 10: Porcentaje de trabajadores en ocupaciones con riesgo elevado de automatización en EE. UU. y España. Fuente: elaboración propia a partir de los estudios citados.

Cuando se adopta una perspectiva menos granular y más agregada se obtienen resultados muy diferentes. Por ejemplo, Graetz y Michaels (2017) utilizan la misma fuente de datos que Acemoglu y Restrepo (2017a), y analizan 14 industrias en 17 países entre 1993 y 2007. Según los resultados de su análisis, la robotización aumenta la productividad y los salarios, y reduce los precios. El empleo agregado no se ve afectado, pero los efectos son negativos en el caso del empleo menos cualificado. Aunque la automatización implica en muchos casos la sustitución de empleos por robots, el balance neto agregado parece positivo.

De hecho, la evidencia sobre la correlación entre robotización y desempleo a nivel de países es consistente con los resultados de la investigación de Gregory, Salomons y Zierahn

(2016). Utilizando datos de la International Federation of Robotics para 22 economías avanzadas en 2015, la correlación entre la tasa de paro y el número de robots multipropósito por cada diez mil empleados en la industria es negativa (-0.31), y aumenta a -0.48 si se excluye España de la muestra. En los países en los que la intensidad en el uso de robots es mayor, como es el caso de Alemania, Japón, Singapur o Corea, la tasa de desempleo es menor. Con las debidas cautelas, puesto que correlación no implica causalidad, no puede concluirse que la mayor intensidad en el uso de robots se asocie a mayores tasas de paro entre las economías avanzadas. Y no puede descartarse que la escasez de mano de obra (reducida tasa de desempleo) sea precisamente una de las razones (junto con el envejecimiento de la población, como señalan Acemoglu y Restrepo, 2017^b) de la robotización)³.

La evidencia es similar cuando, en lugar de la intensidad en el uso de los robots, se analiza la penetración de la sociedad y la economía digital. Utilizando los datos del Digital Economy and Society Index de la Comisión Europea para los países de la UE en 2017, la correlación de este índice con las tasas de paro es negativa (-0.31). Dinamarca, Holanda y Suecia son los países en los que el proceso de transformación digital está más avanzado y al mismo tiempo están entre las economías con menores tasas de desempleo.

Sin embargo, aunque a nivel agregado el balance neto fuera positivo, como ocurre con la globalización, el actual proceso de transformación tecnológica y digital puede tener efectos heterogéneos según las características de los trabajadores a los que afecta. Es decir, puede haber ganadores y perdedores, sobre todo a corto y medio plazo, por lo que es necesario plantearse el impacto sobre la distribución de la renta de estas nuevas pautas tecnológicas y laborales. Para Pissarides (2017), esta dinámica sesgada del empleo y de los salarios en función del progreso técnico es la principal causa del aumento de la desigualdad que se ha producido en muchas economías avanzadas. Sin embargo, otros factores pueden explicar también el aumento de la misma o condicionar los efectos del progreso técnico.

Entre los primeros, un determinante importante es la globalización. El aumento del comercio internacional explica por qué es posible observar simultáneamente un aumento de la desigualdad a nivel nacional y una disminución a nivel internacional (Milanovic, 2016) como consecuencia de la convergencia en renta per cápita de muchas economías emergentes. La interacción de la globalización y el proceso de transformación tecnológica y digital facilita que la parte alta de la distribución de rentas gane más que la parte baja (*winners take all*). Otro factor que puede explicar el aumento de la desigualdad en algunos países son los cambios en la progresividad del sistema fiscal, en la movilidad intergeneracional o en las regulaciones de los mercados. Por ejemplo, en el caso de EE. UU. De Loecker y Eeckhout (2017) encuentran que se ha ido produciendo un aumento de los precios sobre costes marginales (es decir, un aumento de los *markups*) desde el 18 % de 1980 hasta el 67 % de la actualidad, frente a la estabilidad o incluso disminución de décadas anteriores. Este aumento de los márgenes contribuye a explicar el fuerte aumento de los beneficios empresariales extraordinarios, por encima de lo que se hubiera observado en competencia perfecta. Aunque estos autores no se pronuncian sobre las causas de este aumento de márgenes empresariales, sí señalan que la aceleración del cambio tecnológico permite a las empresas crear y preservar mejor las situaciones de poder de mercado. Y esto a su vez

apunta a que la regulación de los mercados de bienes y servicios no se ha adecuado a las nuevas formas productivas.

No obstante, muchas políticas pueden contrarrestar los efectos adversos sobre la desigualdad. Por ello, de la evidencia verificada en algunos países concretos no puede extraerse un patrón general de los efectos del progreso técnico sobre la equidad. De hecho, muchos de los países donde más ha avanzado el proceso de transformación tecnológica y digital son aquellos en los que menos ha aumentado la desigualdad. El Gráfico 11 se muestra que existe una gran disparidad entre las economías avanzadas en lo que respecta a su nivel de renta per cápita y sus tasas de desempleo y desigualdad. El reto es gobernar el progreso como hasta ahora lo han hecho los países del norte de Europa. Por el contrario, otros países se encuentran lejos de la frontera; tal es el caso de España, en donde, como discutiremos más adelante, resultan cruciales las políticas que reducen el desempleo (la causa principal de la desigualdad).

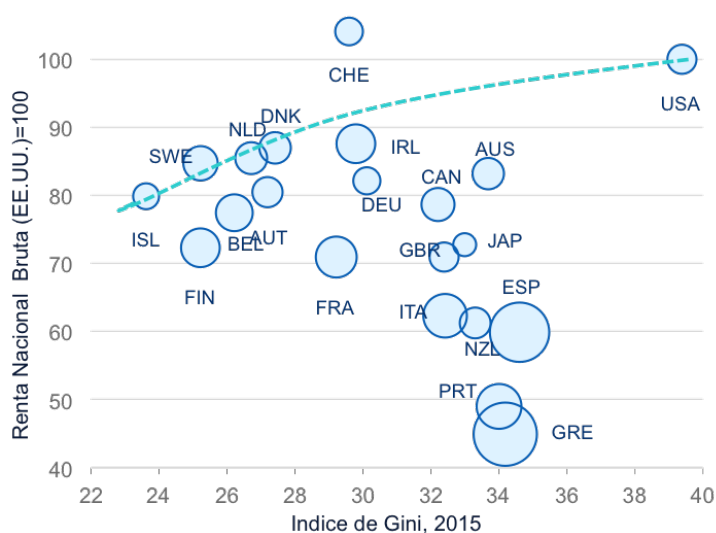


Gráfico 11: Renta per cápita, desigualdad y desempleo, OCDE (2016). Fuente: elaboración propia a partir de OCDE y Eurostat. El tamaño de cada círculo es proporcional a la tasa de desempleo.

3.3. UN FUTURO CON CRECIMIENTO Y EMPLEO

¿Estamos, pues, ante un proceso imparable de polarización y abocados al desempleo tecnológico y la desigualdad persistente? Las sociedades en general y la economía en particular experimentan procesos dinámicos endógenos determinados por las decisiones de los agentes económicos que responden a incentivos, restricciones y regulaciones que son cambiantes en el tiempo. Si bien los datos que acabamos de ver reflejan la polarización del empleo, la desaparición de puestos de trabajo en los que predominan las tareas rutinarias y el riesgo de mayores diferencias salariales, el escenario de desempleo tecnológico masivo y de incremento de la desigualdad no es inevitable. Autor y Dorn (2013) muestran que, des-

de los años 90 del siglo pasado, los mercados de trabajo locales en los que la concentración de tareas rutinarias era más alta fueron aquellos en los que más creció el empleo y los salarios en los servicios manuales de escasas habilidades. El resultado ha sido una polarización de la distribución de empleos y de salarios con mayores crecimientos en los extremos, que da lugar a una distribución en forma de U como la que se observa en el Gráfico 9, si bien el proceso de destrucción creativa continúa, de modo que la desaparición de unos empleos genera otros nuevos.

Autor y Dorn (2013) explican esta evidencia de la siguiente manera. La sustituibilidad tecnológica expulsa trabajadores de las ocupaciones rutinarias hacia empleos que desempeñan tareas manuales no rutinarias en el sector servicios, difícilmente sustituibles por capital. En la mayor parte de las ocupaciones, la innovación será complementaria y podrá aumentar su productividad, tal y como plantea Autor (2015) haciendo uso del modelo *O-ring* de Kremer (1993): la mejora en una tarea del proceso de producción es complementaria del resto de tareas, que mejoran su productividad conjunta. Esto puede ocurrir en cualquier ocupación y no necesariamente se limita a las que requieren más cualificación. Aunque pequeñas y circunscritas a ciertas tareas, estas mejoras en la productividad de los servicios manuales y no rutinarios redundan tanto en el empleo como en los salarios de estas ocupaciones o de otras que se pueden crear, que complementan a la nueva tecnología.

Así pues, la automatización, la inteligencia artificial o el *big data* pueden ser sustitutos de algunas ocupaciones (las que incorporan un mayor volumen de tareas rutinarias), pero complementarios de otras y neutrales respecto a aquellas que ni se ven sustituidas ni especialmente favorecidas por las nuevas tecnologías. Además, como señala Dorn (2015), aunque es relativamente fácil sustituir algunas tareas, los puestos de trabajo incluyen normalmente tareas de todo tipo, algunas de las cuales son difícilmente replicables por las máquinas. Por ello, la capacidad para sustituir tareas no es equivalente a la de sustituir al trabajador, por lo que la polarización no tiene que ser ilimitada.

Pero, además de que la sustituibilidad tecnológica es más compleja de lo que una visión simplista de la capacidad de las máquinas pueda inducir a pensar, hay otro elemento a tener en cuenta a la hora de evaluar el efecto de las mismas sobre el empleo. Este opera por el lado de la demanda. En línea con el efecto Baumol (1967), la complementariedad en consumo entre distintos bienes y servicios asegura que los aumentos de renta se traducen en una demanda creciente de servicios bastante intensivos en trabajo y con escasas ganancias de productividad. Este aumento de la demanda se refleja también en la remuneración y contribuye a la reducción de la desigualdad salarial a medio plazo, incluso aunque estos servicios manuales no rutinarios experimenten un crecimiento de la productividad muy inferior al de las ocupaciones más cualificadas. Además de la elevada elasticidad renta de muchos servicios manuales no rutinarios, hay otros factores que pueden asegurar un cierto reequilibrio en la distribución salarial, como la mejora de la educación (aumento en la oferta de trabajadores cualificados), el envejecimiento de la población o la mayor tasa de actividad de las mujeres, factores estos últimos que aumentan la demanda de servicios personales. Por todo ello, incluso las innovaciones que dan lugar a la creación de empleo cualificado también pueden generar la creación de empleo menos cualificado. Por ejemplo, Moretti

(2010) encuentra que cada trabajo creado en sectores *high-tech* crea 4.9 empleos en sectores de bienes y servicios no comercializables en el exterior.

Por lo tanto, no hay que descartar en absoluto un escenario con crecimiento inclusivo, tasas de desempleo estables —en línea con lo observado durante buena parte del último siglo— y más ocio, a medida que los aumentos de la renta den lugar a mayores niveles consumo y jornadas de trabajo más reducidas. Los efectos de la cuarta revolución industrial al cabo de una década podrían ser como los de las anteriores. El progreso técnico y la automatización irán tornando obsoletas o redundantes algunas ocupaciones en las que se destruirá empleo, si bien aparecerán otras nuevas. En unos casos, por razones tecnológicas, ya que las innovaciones crearán nuevas ocupaciones en múltiples sectores. En otros, como respuesta a las preferencias por el consumo de servicios, incluso de aquellos con escaso crecimiento de la productividad, ante el aumento de la renta disponible.

En definitiva, las mejoras de calidad y productividad, y la reducción de costes asociados a las nuevas tecnologías pueden permitir una mayor demanda de diferentes bienes y servicios y, por ello, de empleo. Sin embargo, este resultado tampoco está garantizado sin un gobierno eficiente de las relaciones económicas. La eficacia de la regulación laboral y la mejora de la eficiencia del Estado del bienestar serán determinantes para que el futuro del empleo vaya en esta dirección. Como en la lucha contra cualquier tipo de desempleo, la reducción del riesgo de desempleo tecnológico requiere una regulación adecuada también de los mercados de productos. Es necesario evitar que las nuevas tecnologías den lugar a situaciones de poder de mercado y barreras de entrada en favor de unos pocos. El progreso técnico que se atisba tiene que venir acompañado por un funcionamiento más competitivo de los mercados de productos que incentiven la actividad y permitan una buena distribución *ex ante* de la renta.

3.4. IMPLICACIONES PARA LAS REGULACIONES Y POLÍTICAS DEL MERCADO DE TRABAJO

Las nuevas tecnologías irán cambiando el marco regulatorio del trabajo, como ya ha ocurrido con las revoluciones industriales anteriores. A su vez, las regulaciones y políticas tendrán efectos sobre el ritmo de adopción de las nuevas tecnologías. En línea con la argumentación de Ricardo (1821), en una economía mundial globalizada no tiene sentido frenar el progreso con políticas y regulaciones que contribuyan a trasladar la producción y el empleo a otros países. El reto es repartir la nueva riqueza, no frenar su creación. Con el proceso de transformación tecnológica y digital, las relaciones laborales y el desempeño del mercado de trabajo se verán afectados por las nuevas formas y características del empleo en distintas dimensiones.

La primera tiene que ver con los tipos de contrato. El contrato predominante tras la Segunda Guerra Mundial ha sido el contrato indefinido, revestido con diversos grados de protección y asociado a largas carreras laborales de los trabajadores en una misma empresa. Este tipo de relación contractual ha permitido unas relaciones laborales saludables en un contexto en el que la capacidad de realizar con más eficiencia tareas de carácter rutinario

y el aprendizaje en el puesto de trabajo han sido los factores fundamentales de estabilidad y promoción laboral. Sin embargo, en las últimas décadas este modelo ha sido puesto en cuestión por diversos motivos. La globalización, el comercio internacional y la nueva configuración de las cadenas globales de producción han requerido un mayor dinamismo productivo. La respuesta a estos retos ha sido muy diferente según los países, lo que se ha traducido en enormes diferencias en las tasas de desempleo estructural. Algunos han promovido la flexibilidad contractual con políticas activas y pasivas eficaces, mientras que en otros se ha generado una enorme dualización entre un segmento del mercado de trabajo muy rígido y otro tremendamente flexible, con políticas activas y pasivas poco eficaces. España es un claro —y negativo— ejemplo de esta *flexirigidez* (Andrés y Doménech, 2015).

Las nuevas tendencias de los mercados laborales representan un desafío de otro tipo para las formas actualmente vigentes de contratación. Por una parte, un contrato fuertemente regulado, ideal para actividades más rutinarias, puede no ser deseable para la empresa si las actividades están sometidas a un rápido proceso de sustitución por máquinas y/o deslocalización geográfica. También puede ser poco eficiente para atraer, motivar y mantener a trabajadores con altas cualificaciones y complementarias de los nuevos desarrollos tecnológicos, con preferencia por la movilidad y carreras laborales en un mercado global. Por otra parte, el abuso de la contratación temporal no favorece el aprendizaje de aquellos colectivos que deben reciclarse al ritmo de las innovaciones. La excesiva rotación laboral, cuyos efectos negativos son bien conocidos, puede agudizarse en un contexto de cambio tecnológico disruptivo.

Todo ello requiere de nuevas formas de contratos que flexibilicen las relaciones laborales y que reduzcan la dualidad, al tiempo que se protege a los trabajadores y se mejora su empleabilidad, reduciendo el tiempo que están desempleados y potenciando figuras como las del modelo austriaco o la *flexiseguridad* (BBVA Research, 2016). Posiblemente, las diferencias entre los contratos laborales y los mercantiles de prestación de servicios a las empresas se irán difuminando. El reto es compaginar la relación laboral flexible que reclaman las nuevas tecnologías con una protección social similar al contrato por cuenta ajena. Este reto no tiene solo una dimensión nacional. Los mercados de trabajo son cada vez más globales y están más integrados internacionalmente, por lo que la homogeneización de las relaciones laborales entre países y áreas económicas va a ir adquiriendo una importancia creciente, sobre todo en el marco de la Unión Europea, que ya ha avanzado notablemente en la homogeneización de la regulación en otros campos.

La segunda dimensión que afectará a las relaciones laborales es la de la negociación colectiva. La capacidad de adaptación a condiciones de mercado cambiantes dependerá de la respuesta rápida y eficiente de empresas y trabajadores en el marco de la negociación colectiva. A cambio de relaciones laborales más estables, la remuneración variable con base en objetivos y resultados económicos de las empresas está cobrando cada vez más fuerza. Al mismo tiempo, se van diluyendo las diferencias entre propietarios de las empresas y trabajadores. En muchas nuevas empresas tecnológicas, los trabajadores son también accionistas y una parte de su remuneración adopta la forma de acciones o derechos de propiedad. Las ocupaciones son cada vez más multidimensionales. No tiene sentido que la negociación

colectiva se base en categorías profesionales que ya han desaparecido o que pueden cambiar drásticamente de tareas y funciones a medida que muchas de ellas se automatizan. Ya es cada vez más importante introducir en la negociación colectiva cláusulas para potenciar la formación y la capacidad de asimilación de nuevas innovaciones. Las empresas producen bienes y servicios cada vez más difíciles de encuadrar en sectores tradicionales, lo que requerirá una negociación a nivel de empresa cada vez más intensa y eficiente.

La tercera dimensión en la que la normativa laboral se va a ver afectada tiene que ver con las políticas educativas y activas del mercado de trabajo. El crecimiento de la brecha salarial (*wage premium*) entre los trabajadores según sus niveles de cualificación pone de manifiesto la insuficiencia de la oferta de trabajo para atender la demanda creciente de ocupaciones que exigen mayores niveles de formación. A esto hay que añadir la necesidad de reasignar rápidamente trabajadores actualmente en ocupaciones rutinarias que se enfrentan al riesgo de la automatización. En función de la eficiencia del sistema educativo y de las políticas activas, el impacto de las nuevas tecnologías sobre el empleo puede ser más o menos disruptivo.

La formación en la empresa —y desde el desempleo— será determinante para que muchos trabajadores puedan mantener su empleo corriente o acceder a uno diferente en caso de desaparición de muchas de las ocupaciones actuales. La perspectiva de nuevos empleos emergentes, el emparejamiento adecuado entre los trabajadores que buscan empleo y las ocupaciones vacantes, la búsqueda de personal cualificado para la formación en nuevos conocimientos demandados por el mercado, la formación continua dentro de la empresa, una colaboración público/privada ágil y eficiente en la intermediación laboral, así como la eficacia de los servicios de empleo para dirigir a los trabajadores a las nuevas ocupaciones son retos fundamentales a los que se enfrentará tanto el sector público como el privado. El diseño de las políticas activas y pasivas debe enfatizar el incentivo individual a la búsqueda de nuevos empleos y a la formación, al mismo tiempo que debe suavizar el proceso de ajuste por la transición de unas ocupaciones y actividades a otras.

Por último, las políticas de protección social, de igualdad de oportunidades y de redistribución van a ser más importantes, si cabe, en los próximos años, aunque no se confirmen las tendencias disgregadoras del nuevo modelo productivo —y más aún si estas se acaban materializando—. Las nuevas formas de desigualdad pueden presentar una distribución geográfica inédita y afectar a colectivos de las economías desarrolladas tradicionalmente protegidos frente a la competencia de trabajadores en otras geografías o las máquinas. Estas políticas deben ayudar a amortiguar los efectos más desfavorables del proceso actual de transformación tecnológica y digital, y extender sus beneficios a la mayor parte de la población y serán cruciales para que este proceso tenga el apoyo y la legitimidad social necesarios para avanzar adecuadamente⁴. Todavía es demasiado pronto para saber si, de la misma manera que tras la segunda revolución industrial surgió el Estado de bienestar —que se fue desarrollando a lo largo del siglo XX—, ahora nos enfrentamos al reto de reinventarlo y mejorar su funcionamiento, en línea con los argumentos de Micklethwait y Wooldridge (2014), o construir un nuevo contrato social, como propone Muñiz (2017).

En concreto, es necesario rediseñar y mejorar la eficiencia de las políticas de protección social ligadas a los periodos de desempleo mientras se produce la reasignación de empleo entre ocupaciones, a la financiación, portabilidad y transparencia de las pensiones públicas en economías en las que se reducen las diferencias entre trabajadores por cuenta ajena y propia, el salario mínimo, las rentas de reinserción, etc. También es pronto para anticipar si la renta básica universal será la nueva frontera del Estado de bienestar, dado que este todavía tiene muchos márgenes de mejora gradual en políticas de igualdad de oportunidades, empleo, formación, complementos salariales, etc.

4. CONCLUSIONES

En este artículo se ha presentado una panorámica de los retos a los que se enfrenta el mercado de trabajo como consecuencia de la transformación tecnológica y digital en curso. Tras analizar la evidencia del modo en que el progreso técnico ha afectado al empleo, a la productividad, al desempleo o a la desigualdad a lo largo del siglo XX, se ha evaluado en qué aspectos el avance tecnológico actual está teniendo efectos diferentes a los observados en el pasado.

La tendencia a la polarización del empleo parece más evidente que en décadas anteriores y el proceso de destrucción creativa ha sido más intenso, con la desaparición de algunos tipos específicos de ocupaciones y/o tareas que son fácilmente sustituibles por máquinas, procesos e inteligencia artificial. Simultáneamente, otras actividades que requieren determinadas cualificaciones y habilidades, sociales o manuales, son complementarias del progreso técnico y se ven favorecidas por su crecimiento. Muchas de estas innovaciones se convierten en disruptivas muy rápidamente. Al mismo tiempo que se observa una polarización en el empleo, la evidencia apunta a un aumento de la prima salarial en favor de aquellos empleados más cualificados, a pesar del aumento tendencial de la oferta relativa de trabajadores con estudios superiores. Estas tendencias caracterizan el desarrollo tecnológico actual, por lo que hay prepararse para convivir con él, gestionarlo activamente y sacar el máximo partido del mismo en términos de crecimiento y bienestar.

Algunos expertos han anticipado un imparable aumento del paro tecnológico y un empobrecimiento de amplias capas de la población como consecuencia de la polarización del empleo y la desigualdad salarial. Sin duda, estos son riesgos para el futuro, como lo fueron en otras fases de desarrollo del capitalismo, aunque las previsiones más catastrofistas no acaban de materializarse. Sin embargo, desempleo y desigualdad crecientes no son los únicos efectos imaginables de las tendencias recientes y, desde luego, no son inevitables, como muestra la enorme heterogeneidad internacional existente.

Hay razones para el optimismo. En primer lugar, los efectos del avance tecnológico sobre tareas y ocupaciones son muy diversos y en muchos casos claramente positivos. La productividad de muchos trabajadores hoy ocupados en empleos rutinarios seguirá aumentando gracias a las nuevas tecnologías, que tienen que ser supervisadas, mantenidas o monitorizadas. En segundo término, la combinación de unas regulaciones laborales y de mercados eficientes, junto al diseño adecuado de políticas de formación y capital humano

puede favorecer la reasignación de trabajadores a otras actividades con exigencias de cualificación similares y demandas creciente, evitando una dispersión salarial y de empleo excesiva (OCDE, 2012). Por último, las ganancias de costes asociadas a los avances tecnológicos pueden alcanzar al conjunto de la población mediante una adecuada regulación de los mercados, y favorecer la demanda de otros bienes y servicios con una elevada sensibilidad al aumento de la renta.

El progreso técnico y la globalización suponen un reto innegable para el gobierno de las relaciones económicas de los países, particularmente para sus Estados de bienestar. Cada sociedad deberá decidir dónde quiere ubicarse en el nuevo mapa de creación de valor que se está rediseñando en el mundo y los esfuerzos que está dispuesta a realizar para ello. En función de cómo los países gestionen estos cambios, son posibles múltiples equilibrios en términos de las combinaciones de empleo, productividad y equidad. En un extremo, las sociedades más exitosas podrán alcanzar elevadas tasas de empleo y productividad con reducidos niveles de desigualdad. En el otro, el desempleo y la dualidad de productividad pueden ser elevados y contribuir a que la desigualdad sea excesiva.

La atención a la distribución de los beneficios del progreso es de suma importancia, ya que, aunque estos sean positivos a largo plazo a nivel agregado, no se puede descartar un ajuste transitorio costoso con ganadores y perdedores. Las sociedades no están abocadas a una situación de desempleo tecnológico masivo, pero deben gestionar con éxito los cambios necesarios en las políticas de empleo, en la educación, en la I+D+i o la modernización del Estado del bienestar para asegurar la igualdad de oportunidades y una redistribución *ex ante* y *ex post* eficientes. Como sostiene Tirole (2017), el reto consiste en que la transición entre empleos que se crean y se destruyen sea lo más eficiente y equitativa posible, y que proteja a las personas, no a los puestos de trabajo obsoletos.

NOTAS

1. Recomendaciones similares pueden encontrarse, por ejemplo, en González-Páramo (2017) y en el informe elaborado por la Oficina Ejecutiva del Presidente de EE. UU. (2016).
2. Utilizando datos de AMECO de la Comisión Europea para 32 economías avanzadas desde 1960 hasta 2017, la correlación entre el crecimiento medio anual de la población en edad de trabajar y la media de la tasa de desempleo es -0,22.
3. En esta línea argumental, Jimeno (2017) señala la necesidad de abordar las implicaciones económicas del progreso técnico conjuntamente con las del envejecimiento de la población.
4. Este reto no es muy distinto al que se enfrentan los países europeos para aumentar el apoyo social al proyecto de la UE, potenciando un crecimiento más inclusivo y socialmente sostenible, tal y como señalan Andrés y Doménech (2018).

BIBLIOGRAFÍA

ACEMOGLU, Daron y Paul RESTREPO (2017a): «Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets» NBER WP 23285 [en línea] <<https://goo.gl/sL6Q4f>>.

- (2017b): «Secular Stagnation? The Effect of Aging on Economic Growth in the Age of Automation», *American Economic Review*, 107 (5), 174-179.
- ALCAIDE, Julio (2007): *Evolución de la Población Española en el Siglo XX*, Madrid: Fundación BBVA [en línea] <<https://goo.gl/it2Vy7>>.
- ANDRÉS, Javier y Rafael DOMÉNECH (2015): *En Busca de la Prosperidad*, Deusto: ediciones Deusto.
- (2018): «Reflexiones sobre la Dimensión Social de la UE» en F. Fernández (ed.), *Anuario del Euro*, 2018. ICO (en prensa).
- ARNTZ, Melanie, Terry GREGORY y Ulrich ZIERAHN (2016): «The risk of automation for jobs in OECD countries: A comparative analysis», OECD, Social, Employment, and Migration Working Papers, 189 [en línea] <<https://goo.gl/3iBkvk>>.
- AUTOR, David 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.
- AUTOR, David H. y David DORN (2013): «The Growth of Low-Skill Service Jobs and the Polarization of the US Labor Market», *American Economic Review*, 103 (5): 1553-1597.
- AUTOR, David H., Lawrence F. KATZ y Melissa S. KEARNEY (2006): «The Polarization of the US Labor Market», *American Economic Review*, 96 (2), 189-194.
- AVENT, Ryan (2016): *The Wealth of Humans. Work and Its Absence in the Twenty-first Century*, Londres: Penguin.
- BÁRÁNY, Zsófia L. y Christian SIEGEL (2017): «Job Polarization and Structural Change», *American Economic Journal: Macroeconomics*, 10 (1), 57-89.
- BAUMOL, William (1967): «Macroeconomics of Unbalanced Growth: The Anatomy of Urban Crisis», *American Economic Review*, 57 (3), 415-26.
- BBVA Research (2016): *Hacia un mercado de trabajo más eficiente y equitativo*, Observatorio Económico de España [en línea] <<https://goo.gl/H25n9X>>.
- BICK, Alexander, Nicola FUCHS-SCHÜNDELN y David LAGAKOS (2018): «How Do Hours Worked Vary with Income? Cross-Country Evidence and Implications», *American Economic Review*, 108 (1), 170-99.
- BLOOM, Nicholas, Charles I. JONES, John van REENEN y Michael WEBB (2017): «Are ideas getting harder to find?» NBER No. w23782 [en línea] <<https://goo.gl/6Zjp5L>>.
- BOLT, Jutta y Jan Luiten van ZANDEN (2014): «The Maddison Project: collaborative research on historical national accounts», *The Economic History Review*, 67 (3): 627-651.
- BRYNJOLFSSON, Erik, Daniel ROCK y Chad SYVERSON (2017): «Artificial Intelligence and the Modern Productivity Paradox: A Clash of Expectations and Statistics» NBER WP No. 24001 [en línea] <<https://goo.gl/pLqHfO>>.
- CASTELLÓ, Amparo y Rafael DOMÉNECH (2017): «Human Capital and Income Inequality: New Facts and Some Explanations» [en línea] <<https://goo.gl/E2ARnN>>.
- COCHRANE, John (2015): «Economic Growth» [en línea] <<https://goo.gl/YyrLaF>>.
- (2016a): «Syverson on the productivity slowdown» [en línea] <https://goo.gl/BXmf3K>.
- (2016b): «Ending America's Slow-Growth Tailspin», *Wall Street Journal*, A13 [en línea] <<https://goo.gl/2t9NsV>>.
- DAVIS, Steven (2017): «Regulatory Complexity and Policy Uncertainty: Headwinds of Our Own Making» [en línea] <<https://goo.gl/r46TmF>>.
- DE LA FUENTE, Ángel (2015): «Series enlazadas de los principales agregados nacionales de la EPA, 1964-2014», *Estadística española*, 57 (187), 87-132.
- DE LOECKER, Jan y Jan ECKHOUT (2017): «The Rise of Market Power and the Macroeconomic Implications», NBER Working Paper No. 23687.
- DOMÉNECH, Rafael, Juan Ramón GARCÍA, Miriam MONTAÑEZ y Alejandro NEUT (2017): «El Impacto del Cambio Tecnológico y el Futuro del Empleo», Madrid: BBVA Research.
- (2018): «Afectados por la Revolución Digital: el Caso de España», *Papeles de Economía Española* (en prensa).

- DORN, David (2015): «The Rise of the Machines How Computers Have Changed Work», UBS International Center of Economics in Society, Public Paper #4.
- FREY, Carl B. y Michael A. OSBORNE (2017): «The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?», *Technological Forecasting and Social Change*, 114.
- GOLDIN, Claudia y Lawrence KATZ (2008): *The Race Between Education and Technology*, Cambridge-Masachusetts: Harvard University Press.
- GOOS, Maarten, Alan MANNING y Ann SALOMONS (2014): «Explaining job polarization: routine-biased technological change and offshoring», *American Economic Review*, 104 (8), 2509-2526.
- GONZÁLEZ-PÁRAMO, José M. (2017): «Cuarta Revolución Industrial, Empleo y Estado de Bienestar», Real Academia de las Ciencias Morales y Políticas [en línea] <<https://goo.gl/ehQYup>>.
- GORDON, Robert J. (2017): *The rise and fall of American growth: The US standard of living since the civil war*, Princeton: Princeton University Press.
- GRAETZ, Georg, y Guy MICHAELS (2017): «Robots at work», Mimeo [en línea] <<https://goo.gl/HLSbvU>>.
- GREGORY, Terry, Anna SALOMONS y Ulrich ZIERAHN (2016): «Racing With or Against the Machine? Evidence from Europe», ZEW Discussion Paper No. 16-053.
- HANSEN, Alvin H. (1939): «Economic progress and declining population growth», *The American Economic Review*, 29 (1), 1-15.
- HERRENDORF, Berthold, Richard ROGERSON y Ákos VALENTINYI: (2014): «Structural Transformation and Economic Growth», en P. Aghion y S. Durlauf (eds.), *Handbook of Economic Growth*, vol. 2B, North Holland: Elsevier.
- Huberman, Michael, y Chris Minns (2007): «The Times They Are not Changin': Days and Hours of Work in Old and New Worlds, 1870-2000», *Explorations in Economic History*, 44 (4), 538-567.
- JIMENO, Juan F. (2017): «From Secular Stagnation to Robocalypse? Implications of Demographic and Technological Changes». Banco de España, 42 Simposio de la Asociación Española de Economía, Mimeo.
- KEYNES, John Maynard (1930): «Economic possibilities for our grandchildren», en *Id.*, *Essays in Persuasion*, Londres: Palgrave Macmillan, 321-332.
- KREMER, Michael (1993): «The O-Ring Theory of Economic Development», *Quarterly Journal of Economics*, 108 (3), 551-75.
- LEBERGOTT, Stanley (1957): «Annual estimates of unemployment in the United States, 1900-1954», en NBER *The measurement and behavior of unemployment*, 211-242.
- MARX, Karl ([1867] 1906): *Capital. A Critique of Political Economy*. Volume I, Book One: *The Process of Production of Capital*, Chicago: Charles H. Kerr & Co.
- MICKLETHWAIT, John y Adrian WOOLDRIDGE (2014): *The Fourth Revolution: The Global Race to Reinvent the State*, Londres: Penguin.
- MILANOVIC, Branco (2016): *Global Inequality. A New Approach for the Age of Globalization*, Cambridge-Masachusetts: Harvard University Press.
- MORETTI, Enrico (2010): «Local Multipliers», *American Economic Review*, 100 (2), 373-77.
- MUÑIZ, Manuel (2017): «El Futuro del Gobierno y de la Acción Pública en el Siglo XXI», *Revista Información Comercial Económica*, 891, 7-19.
- OCDE (2012): *Better Skills, Better Jobs, Better Lives. A Strategic Approach to Skills Policies*, Paris [en línea] <<https://goo.gl/HTMHY7>>.
- Oficina Ejecutiva del Presidente (2016): «Artificial Intelligence, Automation, and the Economy», The White House [en línea] <<https://goo.gl/K1bVwY>>.
- PISSARIDES, Chris A. (2017): «Technology, Jobs and Wages: The Future of Work», presentación en la conferencia Globalization in Danger, organizada por NABE y Banco de Italia.
- PRADOS de la ESCOSURA, Leandro (2017): «Spain's Historical National Accounts: Expenditure and Output, 1850-2015», *Espacio Investiga*. Fundación Rafael del Pino [en línea] <<https://goo.gl/89v3HP>>.
- RICARDO, David (³1821): *On the Principles of Political Economy and Taxation*. London: John Murray.

- RIFKIN, Jeremy (1995): *The end of work: Technology, jobs, and your future*. New York: Putnam.
- SMITH, Noah (2017): «What's Wrong With Bill Gates' Robot Tax», *Bloomberg Views* [en línea] <<https://goo.gl/5vhyG9>>.
- SUMMERS, Lawrence H. (2014): «US economic prospects: Secular stagnation, hysteresis, and the zero lower bound», *Business Economics*, 49 (2), 65-73.
- (2016): «The age of secular stagnation: What it is and what to do about it», *Foreign Affairs*, 95, 2-9.
- SYVERSON, Chad (2017): «Challenges to mismeasurement explanations for the US productivity slowdown» *Journal of Economic Perspectives*, 31 (2), 165-186.
- TAYLOR, John B. (2013): *First Principles: Five Keys to Restoring America's Prosperity*, Nueva York: W. W. Norton & Company.
- TINBERGEN, Jan (1974): «Substitution of Graduate by other Labour», *Kyklos*, 27 (2), 217-226.
- TIROLE, Jean (2017): *La economía del bien común*, Barcelona: Penguin Random House.