

Transformación digital y consecuencias para el empleo en España

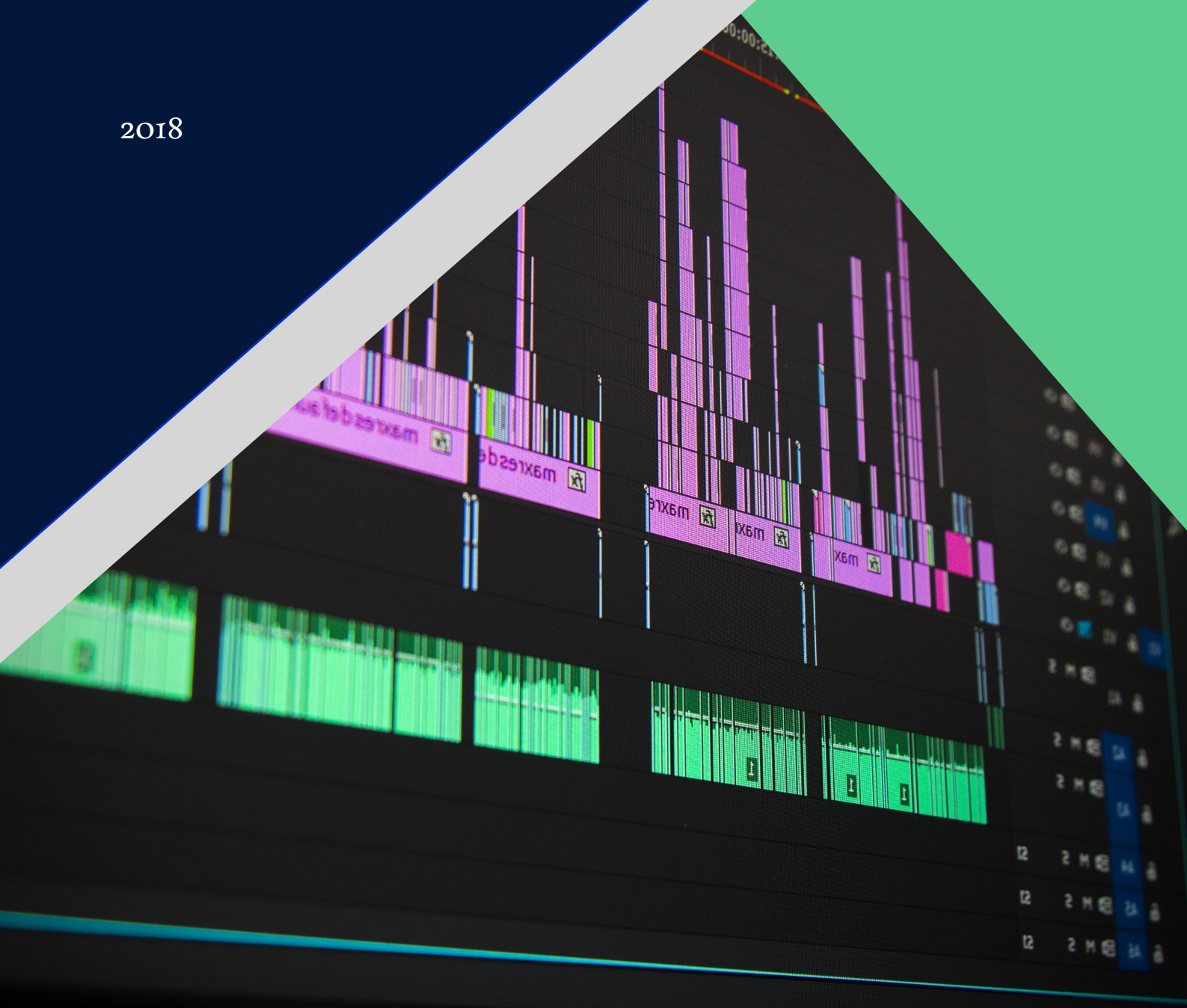
Una revisión de la
investigación reciente

iseak

Autor:

Lucas Gortazar

2018



I. Resumen

En este trabajo se revisa la literatura reciente sobre la incidencia de la digitalización de la economía en el empleo. Tras repasar brevemente la experiencia histórica sobre los efectos de anteriores revoluciones tecnológicas y el marco teórico de referencia, se revisa la evidencia empírica sobre el tema en Europa y Estados Unidos y se avanzan algunas propuestas de política para lidiar con los problemas que plantea la digitalización.

El marco de análisis de buena parte de esta literatura se basa en un modelo desarrollado por Autor, Levy y Murnane (ALM, 2003). Los autores parten de la hipótesis de que las nuevas tecnologías son buenas sustitutas del trabajo rutinario y complementarias con el trabajo más complejo y creativo. Por lo tanto, la rápida caída de los precios del capital tecnológico registrada en las últimas décadas debería haber aumentado la demanda relativa de trabajadores cualificados, con ventaja comparativa en tareas no rutinarias. Para intentar contrastar empíricamente esta hipótesis, ALM parten de una clasificación de las tareas que llevan a cabo los trabajadores en tres grandes grupos (analíticas o cognitivas, interpersonales, y manuales o físicas) distinguiendo dentro de cada grupo entre las que tienen carácter rutinario o mecánico y repetitivo y las que no lo tienen y exigen por tanto mayores habilidades, autonomía y flexibilidad. Seguidamente, utilizan datos del *Dictionary of Occupational Titles* para cuantificar el contenido de las distintas ocupaciones en términos de tareas, así como su evolución a lo largo del tiempo. Su análisis de los datos de Estados Unidos en las últimas décadas tiende a confirmar las hipótesis de partida: los sectores más intensos inicialmente en tareas rutinarias son los que han experimentado una mayor automatización con el paso del tiempo, y el empleo en las ocupaciones con estructuras de tareas menos rutinarias ha crecido en las últimas décadas, mientras que se reducía en las más rutinarias.

Tras el trabajo de ALM se han realizado numerosos estudios que han aplicado técnicas similares a distintos períodos y países. Muchos de ellos se han centrado en la identificación de los perdedores ante la digitalización. Una hipótesis que ha recibido considerable atención es la de la creciente polarización del empleo ante la caída de los puestos de trabajo de cualificación media, que tenderían a ser más fáciles de automatizar que los menos rutinarios, que tienen mayor peso en los dos extremos de la distribución salarial. Así, ni los trabajos más cualificados, intensivos en tareas interpersonales y analíticas no rutinarias, ni muchos de los empleos menos cualificados, incluyendo servicios personales y otras tareas manuales, serían sencillos de automatizar, frente a trabajos industriales y clericales repetitivos, que sí lo serían.

Los resultados de estos estudios tienden a confirmar el incremento del empleo en ocupaciones intensivas en tareas no rutinarias, pero no necesariamente el descenso de la demanda de trabajo poco cualificado. Por otra parte, sí existe evidencia clara de que

la penetración de la tecnología en las empresas está generando bolsas importantes de perdedores y ganadores, en las que los primeros se concentran entre los trabajadores que realizan tareas rutinarias y cuentan con cualificaciones y salarios medios o bajos. El problema que esto supone puede verse agravado por la aparición de nuevas plataformas y aplicaciones digitales que tienden a precarizar las relaciones laborales.

El autor sostiene que, ante estos retos, es necesario plantear una nueva agenda de actuación, que combine políticas educativas, sociales y laborales, para afrontar el futuro del empleo desde una perspectiva inclusiva, incrementando la protección de los segmentos de la población más vulnerables a la digitalización. El trabajo concluye con algunas reflexiones sobre posibles líneas de trabajo en este campo en nuestro país.

Tabla de Contenidos

I.	Resumen	2
II.	Introducción	5
III.	La digitalización y las consecuencias sobre el empleo	6
	Un debate de dos siglos	6
	El modelo canónico de tecnología, tareas y empleo	6
	Perdedores de la digitalización y la hipótesis de la polarización	8
	Las consecuencias en los salarios	13
IV.	La nueva economía digital en la sociedad del conocimiento	15
	El impacto de las TICs en el empleo	15
	Plataformas Peer-to-Peer	17
	Inteligencia artificial, robots y empleo	18
V.	Un debate incompleto para el futuro del empleo	19
	Las dimensiones de la demanda más allá de la tecnología	19
	Las otras dimensiones clave en la oferta: educación e inmigración.	21
	Las hipótesis del futuro del empleo	24
VI.	Una agenda de políticas para la digitalización y el empleo	27
	Consecuencias de la digitalización en la fuerza laboral futura	27
	Las respuestas de las instituciones educativas, laborales y de políticas sociales	27
VII.	Una agenda de investigación para la digitalización y el empleo	30
	La metodología del modelo canónico y sus alternativas	30
	Empleo, plataformas e inteligencia artificial	32
	Evaluar la agenda de políticas	32
VIII.	Bibliografía	34
	Anexo: Metodología Acemoglu y Autor (2011)	40

II. Introducción

Las economías desarrolladas llevan desde finales de 1970 experimentando un notable cambio tecnológico que está afectando a sus empresas y trabajadores. Esta transformación es fundamentalmente una consecuencia del progreso científico, que ha causado una importante caída de los precios del capital tecnológico. A partir de ahí, las economías desarrolladas han ido adoptando en los distintos sectores dicho capital como sustituto o complemento de la fuerza laboral. La crisis económica ha supuesto un duro jarro de agua fría para el futuro y las aspiraciones de millones de trabajadores y familias en los países desarrollados, incluyendo España. En este sentido, la recuperación que comienza en 2013 ha venido acompañado de un aumento de la desigualdad que se mantiene, y de un porcentaje de temporalidad laboral que aumenta fuertemente con la aparición de cada vez más contratos de muy corta duración (Conde-Ruiz et al, 2017).

Y esto está fuertemente relacionado a su vez con la estructura ocupacional, el nivel educativo de la población y los sectores de la economía. En las últimas décadas, el sector servicios ha ido progresivamente sustituyendo a la agricultura y manufactura, de forma que el tipo de competencias que se requieren en el mercado de trabajo difieren de las que se requerían hace 15 o 20 años. Además, el cambio tecnológico prosigue su curso y se instala ya en una nueva fase de transformación económica con la aparición de plataformas y aplicaciones que unen compradores y vendedores, y que pueden generar, sobre todo a nivel urbano, importantes cambios. Con todo ello, es necesario llevar a cabo un resumen que valore 40 años de transformación tecnológica poniendo el foco en las perspectivas de un futuro incierto, dinámico y rápidamente cambiante.

En particular, el segundo capítulo de este informe propone mostrar de qué manera los procesos de digitalización están teniendo un impacto en la economía y el empleo de los estados de la UE, y en particular, en la economía española. En el tercer capítulo se aborda la llegada de las plataformas y aplicaciones en lo que conocemos como la *gig economy*. Se plantea un marco de análisis y se discute la evidencia reciente, además de los retos y oportunidades que esta agenda puede traer en los próximos años. En el capítulo 4, se aborda la evidencia reciente sobre el cambio de tareas y ocupaciones como consecuencia de la aparición de la tecnología y se plantea un marco de análisis donde otros elementos como la globalización, el envejecimiento o la educación juegan un papel crucial. Finalmente, se propone un debate sobre el futuro del empleo desde una aproximación equilibrada y tratando de no caer en planteamientos negacionistas o exagerados. En el capítulo 5, se abordan distintas perspectivas de políticas educativas, sociales y laborales que pueden mitigar los riesgos y potenciar las oportunidades de la

digitalización de la economía. En el capítulo 6, se propone una agenda de investigación de la digitalización y el empleo para la economía española en los próximos años.

III. La digitalización y las consecuencias sobre el empleo

Un debate de dos siglos

El debate de la llegada de nuevas tecnologías en las últimas décadas y su impacto en el empleo no es sino una constante de los últimos dos siglos. Cada transformación tecnológica o innovación disruptiva ha tenido un enorme eco a nivel público y ha generado una gran preocupación por la desaparición de empleos. Como apunta David Autor (2015), el ejemplo más antiguo y conocido de esta reacción data de comienzos del siglo XIX, cuando el movimiento ludita en Inglaterra se alzó contra la automatización de la producción textil, tratando de boicotear y destruir las nuevas máquinas como forma de negociación. El miedo ludita de la “cantidad fija de trabajo” a desempeñar o bien por trabajadores o bien por máquinas ha tenido en sus versiones más atenuadas la famosa formulación de Keynes (1930) sobre la reducción de la jornada laboral a unas pocas horas, fenómeno que describió como “desempleo tecnológico”. Sin embargo, tras tantos cambios en las economías occidentales, la evidencia apunta a que, al contrario de lo que los miedos de muchos anunciaban, la llegada de los nuevos procesos de producción durante los siglos XIX y XX ha ido acompañada de mayores tasas de empleo en todas las economías desarrolladas (Autor, 2014).

Aún y todo, no está claro que esto vaya a ser así en esta ocasión. El progreso científico que ha tenido lugar durante las últimas décadas ha situado a las economías avanzadas (y también las economías en desarrollo) en la frontera de un nuevo paradigma de los procesos de producción y, por ende, de las relaciones laborales y el empleo. Las tecnologías de la información y comunicación han supuesto enormes avances a distintos niveles, y lo que es más importante, cambian y evolucionan a una velocidad casi-exponencial que plantea el cambio como una constante más a tener en cuenta en el futuro. Por ello, este informe tiene como primer objetivo plantear un análisis de la evidencia reciente sobre el efecto que la llegada de las tecnologías ha tenido sobre el empleo, y más en concreto las consecuencias sobre la desigualdad en el empleo y los salarios.

El modelo canónico de tecnología, tareas y empleo

La investigación académica ha estudiado ampliamente los cambios tecnológicos y su relación con la demanda de empleo más cualificado a la par que los sistemas educativos progresaban en términos de más años de escolarización. Sin embargo, esta nueva relación entre la demanda (más empleo cualificado) y oferta (más población

universitaria) seguía estando poco definida en cuanto a los mecanismos que explican las nuevas demandas de ocupaciones según el puesto de trabajo y la cualificación. La contribución seminal de Autor, Levy y Murnane (2003) plantea un marco de análisis que aún prevalece como modelo canónico de la investigación académica para esta cuestión.

Según el modelo de Autor, Levy y Murnane (ALM), aquellas tareas que son complementarias a la llegada de la tecnología (no repetitivas, no fácilmente codificables) y que llamamos *tareas no-rutinarias*, han aumentado en los empleos respecto al resto de tareas. Por el contrario, las actividades más fácilmente sustituibles o codificables por máquinas, computadores u otro capital tecnológico y que llamamos *tareas rutinarias*, están decreciendo. Y esto ocurre, no por generación espontánea, sino porque durante la segunda mitad del siglo XX la investigación y el progreso científico han sido tales que, mientras se creaban nuevas formas de capital tecnológico, el precio del mismo ha ido cayendo convirtiéndose en un bien accesible para la producción de la mayor parte de las empresas.

Esta adopción de tecnologías ha alterado sustancialmente la distribución de trabajo en las tareas a desempeñar por los trabajadores. Mientras que el capital tecnológico y el trabajo son complementos para desempeñar tareas no rutinarias (normalmente asociadas a trabajadores con mayor nivel educativo), el capital tecnológico y el empleo son sustitutos perfectos para ciertas tareas más rutinarias que en general requieren niveles educativos intermedios (y en ocasiones, bajos). Además de la distinción entre tareas rutinarias y no-rutinarias, el modelo de ALM distingue entre tareas manuales, cognitivas (o analíticas) e interpersonales:

- Las *tareas cognitivas* (o analíticas) incluyen, entre otros, los procesos de análisis y diagnóstico (jurídicos, médicos o científicos) que constituyen tareas no-rutinarias, pero también procesos de recuento, administración, análisis simples, o inventariados, de carácter más rutinario.
- A la vez, las *tareas interpersonales* incluyen un componente humano difícilmente sustituible que se considera básicamente no-rutinario. Entre otras cosas, se incluyen aquí la persuasión, supervisión, comunicación o la gestión de personas, tareas todas ellas que requieren en general de buenas habilidades sociales y emocionales.
- Las *tareas manuales* tienen una naturaleza eminentemente física aunque se pueden dividir en claramente rutinarias (escoger y ordenar objetos, procesos de ensamblaje) o tareas que no son fácilmente sustituibles (cuidados, limpieza, seguridad, conducción de máquinas o vehículos). Mientras que las primeras están más bien asociadas a la industria, el segundo tipo de tareas suelen estar asociadas a ocupaciones en el sector servicios.

El trabajo de Autor, Levy y Murnane (2003) presenta evidencia de un aumento relativo de tareas no-rutinarias (cognitivas e interpersonales) desde 1970 en Estados Unidos, un descenso de tareas rutinarias (cognitivas y manuales) desde 1980 y un estancamiento en el descenso de tareas no-rutinarias manuales a partir de 1990. A partir de este artículo se han sucedido diversos estudios que han ampliado el foco del análisis, tanto en Estados Unidos como en otras economías, fundamentalmente en Europa. Tras la contribución de ALM, esta divergencia en las tareas en el empleo fue rápidamente identificada en países como Gran Bretaña entre 1977 y 1991 (Goos y Manning, 2007) o Alemania entre 1979 y 1999 (Spitz-Oener, 2006).

En los años siguientes, otros estudios han contribuido a extender el análisis a más países. Por ejemplo, recientemente, Szymon et al (2017) analizan la evolución de las tareas en el empleo siguiendo el modelo ALM para todos los países de la UE entre 2000 y 2015, mostrando un aumento claro en todos los países en las tareas no-rutinarias, pero una disparidad de evoluciones en cuanto las tareas rutinarias que no siempre se corresponde por lo encontrado en Estados Unidos, Alemania y Reino Unido.

La métrica de las tareas en el empleo es una cuestión relevante desde el punto de vista metodológico. Por lo general, la metodología seguida por Acemoglu y Autor (2011) es la que ha logrado asentarse en la literatura. Como punto de partida, se toman las encuestas de mercado laboral y a nivel ocupación (a 3 o 4 dígitos ISCO), se asignan los valores de cada tarea para cada ocupación. Estos valores se desprenden de encuestas de características de los empleos, en las que los encuestadores visitan lugares de trabajo para observar y preguntar a las empresas por los tipos de empleos, sus características y el tipo de tareas que cada empleado desempeña. Las más conocidas y pioneras en Estados Unidos han sido DOT (Dictionary of Occupational Titles) y su sucesora O*NET (Occupational Information Network). A partir de ahí, se trasladan los resultados de dichas encuestas a Europa, algo que Handel (2015) ha mostrado como un supuesto razonable a nivel ocupación. Para más información, véase el Anexo.

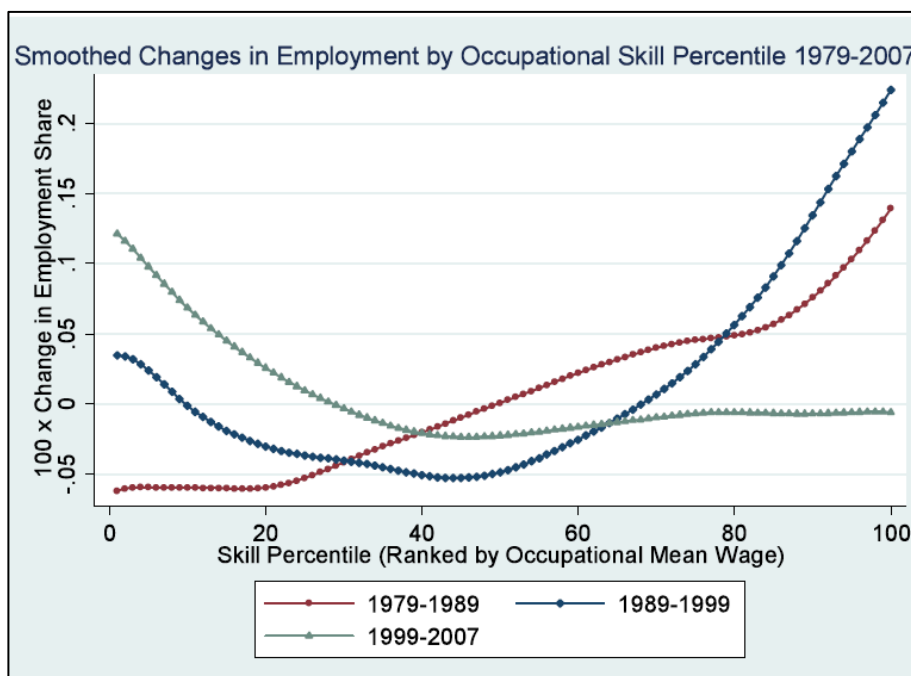
Perdedores de la digitalización y la hipótesis de la polarización

Estados Unidos, Reino Unido y Alemania

El hecho de que se esté produciendo un cambio en las tareas que los trabajadores desempeñan en el puesto de trabajo implica que, si a corto o medio plazo no ocurre una adaptación total de la fuerza laboral a las nuevas demandas, se producirán ganadores y perdedores por el camino. La distribución de las tareas en la fuerza de trabajo no es homogénea según la educación, la edad, el salario de los individuos, el tipo de contrato o el momento del ciclo económico (Autor y Handel, 2014; Jaimovich y Siu, 2014). Por tanto, algunos colectivos de trabajadores han estado y estarán más expuestos a los efectos que tienen los cambios tecnológicos en el empleo.

En este sentido, la literatura ha investigado las distintas formas de desigualdad que se han producido en los trabajadores según tareas desempeñadas en el trabajo. Si ordenamos las ocupaciones de los trabajadores según su salario (o educación) por percentiles, observamos, para el caso de Estados Unidos, el Reino Unido y Alemania, un aumento relevante del empleo en las ocupaciones con mayor salario, una disminución del empleo en la zona intermedia de la distribución de ocupaciones, y un ligero aumento del empleo las ocupaciones con salarios más bajos (Acemoglu, 1999; Autor, Katz y Kearney, 2006; Goos & Manning, 2007; Michaels et al., 2014; Spitz-Oener, 2006). Esto es lo que se conoce como *la polarización del empleo*: la caída de los empleos de cualificación media fruto del cambio tecnológico. Una revisión reciente para Estados Unidos de Acemoglu y Autor (2011) en la que se analizan distintos periodos desde 1979 muestra que el crecimiento del empleo fue monótono por ocupaciones durante los años 80, experimentando una caída en la ocupaciones por debajo de la mediana de salarios y un aumento en aquellas ocupaciones por encima de la mediana de salario. Sin embargo, en los años 90, el patrón cambia: el empleo crece más rápido en percentiles altos de la distribución de ocupaciones, pero comienza a crecer también en ocupaciones de bajos salarios. En la década de los 2000, las mejoras en empleo se concentran en esta parte baja de ocupaciones. Estos resultados pueden apreciarse con mayor claridad en la Figura 1.

Figura 1. Cambios en empleo según nivel de ocupación entre 1979-2007 en EEUU.



Fuente: Acemoglu y Autor (2011).

Para ligar el cambio tecnológico con la polarización del empleo, la premisa del párrafo anterior asume que esta ordenación de ocupaciones según el salario se corresponde

con tareas en el empleo que son más intensas en la parte baja, media o alta de la distribución de salarios. Este es precisamente el argumento de Autor, Katz y Kearney (2006), que plantean una simplificación de las tareas en el marco ALM: tareas Abstractas (no-rutinarias cognitivas e interpersonales), tareas Rutinarias (Cognitivas y manuales, asociadas a niveles educativos y salariales medianos) y tareas Manuales (no-rutinarias, asociadas a niveles educativos y salariales bajos). Para el caso de Estados Unidos muestran que las tareas Abstractas están asociadas a mayores niveles educativos y salariales, las Rutinarias a niveles educativos y salarios intermedios y las tareas Manuales a niveles educativos y salariales bajos. Sin embargo, como se plantea más adelante, estos supuestos metodológicos no han funcionado tan bien al extrapolarlos a otros países.

Evidencia en el resto de Europa y España

La evidencia para otros países no se ha hecho esperar. Goos, Manning y Salomons (2008) muestran para los países europeos esta relación entre las tareas y los niveles de salarios por ocupación semejante, aunque de forma más atenuada. De hecho, Goos y Salomons (2009, 2014) extienden el análisis temporal de Acemoglu y Autor (2011) con los datos de O*NET para muchos países europeos con datos de la encuesta EU-LFS durante el periodo pre-crisis (1993-2006) y mientras que encuentran un aumento claro en las ocupaciones de mayores salarios para casi todos los países y una disminución en las ocupaciones de los salarios medios, en la parte baja de la distribución los resultados son muy variados y en general no claros en cuanto al signo del efecto. Solo en cuatro países con una alta proporción de servicios en la economía (Finlandia, Irlanda, Noruega y Reino Unido) la subida de empleo en ocupaciones de bajos salarios resulta relevante, pero es por ejemplo prácticamente nula en el caso de España.

No obstante, resulta relevante el contraste para España entre este estudio y los resultados obtenidos por Anghel, De la Rica y Lacuesta (2013), que sí identifican signos de polarización del empleo durante la crisis, pero siguiendo la metodología de Goos y Manning (2014) alterando levemente los supuestos, otros autores como Sebastián Lago (2017) observan una caída del empleo en las ocupaciones más bajas, un cambio nulo en las medias, y un aumento en las altas. Esta visión es la que otros autores también encuentran (Muñoz de Bustillo y Antón, 2015; Oesch y Menés, 2011). Como apunta Sebastián Lago (2017), esta divergencia de resultados observados tiene más que ver con los datos empleados y los supuestos metodológicos que con el fenómeno en sí¹.

A pesar de todas estas cuestiones, la propia Sebastián Lago (2017) termina por inclinarse por la hipótesis de la polarización entre 1994 y 2008 llevando a cabo diversos ajustes metodológicos. Es decir, en este periodo se ha producido un aumento de la polarización del empleo, es decir, se crean más empleos en la parte baja y alta de

¹ Tras una larga discusión metodológica, Sebastian Lago (2017) se decanta por seguir la metodología de Anghel et al (2013) con la Encuesta de Estructura Salarial en España.

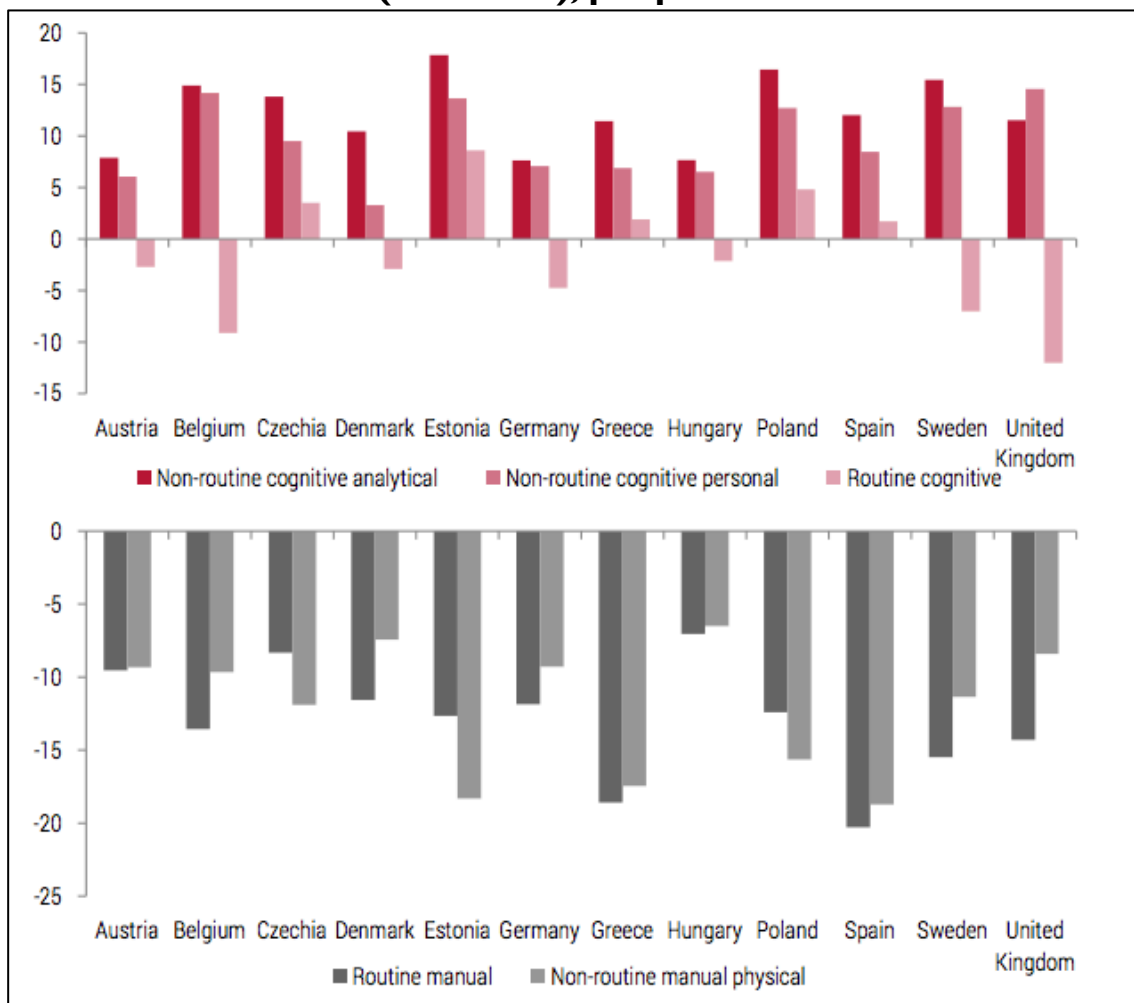
la distribución salarial, y se destruyen en la parte media de la distribución. Por último, solo se ha realizado una única exploración de la polarización del empleo en España para los años de la crisis: el informe de Eurofound (2017) muestra amplias diferencias en la evolución de empleo según los países de la UE, pero evidencia clara de mayor polarización entre 2011 y 2015 para España.

Las críticas metodológicas al análisis del fenómeno

Independientemente de los trabajos aquí descritos, es posible que el supuesto de relacionar tareas y ocupaciones según el nivel de salario, algo que Goos, Manning y Salomons (2009) extienden para Europa (y España), haya ido demasiado lejos y esté resultando poco útil en cuanto al debate de la polarización del empleo en términos de tareas y el modelo de ALM. Esta divergencia de resultados entre tareas y distribución de salarios se observa con más fuerza en el trabajo de Gorka, Hardy, Lewandowski, y Keister (2017) con los datos de la encuesta EU-LFS, previamente citado al comienzo de esta sección². En este trabajo, los autores analizan la evolución de empleo según las tareas a lo largo del periodo 2000-2015 en todos los países de la UE: los resultados muestran que mientras el aumento de empleo con altos niveles de tareas no-rutinarias es claro y generalizado a todos los países, la evolución del empleo con tareas rutinarias cognitivas (teóricamente en el medio de la distribución de salarios) varía mucho según el país seleccionado. En el caso de España, por ejemplo, los resultados muestran un aumento de las tareas no-rutinarias, un estancamiento de las tareas rutinarias cognitivas y la caída de las tareas manuales (tanto rutinarias como no rutinarias). Estos resultados no se corresponden con la interpretación de Goos, Manning y Salomons (2014) para la UE (incluyendo a España) en términos de polarización. Es por tanto más sensato dar por probado el aumento de empleos con tareas no-rutinarias (normalmente asociados a trabajadores más educados) pero ser más bien agnóstico con el resto de tareas y más en general, con la hipótesis de la polarización y su relación con el modelo canónico ALM.

² Los autores adaptan la metodología de Acemoglu y Autor (2011) extrapolando los datos O*NET a la EU-LFS europea, y realizando los ajustes oportunos (sobre todo con los cambios que se producen en la estructura ocupacional de la encuesta entre 2010 y 2011) para su comparabilidad a lo largo de los años.

Figura 2. Cambios en la intensidad de tareas del empleo total (2000-2015), por países.



Fuente: Gorka et al (2017) en base a EU-LFS y O*NET .

Lo que en cualquier caso todo esto manifiesta es que la penetración de la tecnología en las empresas está generando perdedores que generalmente realizan tareas rutinarias y con salarios medio-bajos, y esto se observa con claridad en aquellos países con una mayor renta per cápita, como los países anglosajones o nórdicos. Más que polarización del empleo generalizada, se observa una clara de-rutinización, llegando a la polarización en países donde el sector servicios y la digitalización (en suma, los países más desarrollados) es más prevalente. De la Rica y Gortazar (2016) muestran que las diferencias en el uso de tecnologías en el empleo explica una parte de las diferencias en des-rutinización de tareas en países de la OCDE. A su vez, Hardy et al (2018) explican que las diferencias en uso de computadores, stock de capital tecnológico y uso de robots explica parte de las diferencias en la intensidad de tareas rutinarias en el empleo, tanto entre grupos ocupacionales como también dentro de cada tipo de ocupación. El desplazamiento de trabajadores que realizan tareas rutinarias tiene consecuencias importantes: muchos trabajadores se enfrenta a peores expectativas laborales en el medio y largo plazo, con una minoría que logra actualizarse a empleos con tareas no-rutinarias (Bachmann et al., 2018; Cortes, 2016). Existen además

diferencias relevantes entre hombres y mujeres (Acemoglu & Autor, 2011; Black & Spitz-Oener, 2010) y entre trabajadores con distintas dinámicas de empleo a lo largo de la vida laboral (De la Rica & Rebollo, 2017). Es por tanto razonable pensar que estas dinámicas pueden ir apareciendo en economías como la española conforme vaya aumentando el nivel de desarrollo económico y digitalización.

Por último es importante resaltar un elemento igualmente clave en la medición del fenómeno siguiendo el marco de Autor, Levy y Murnane (2003). Como apunta Autor (2013) uno de los problemas metodológicos más importante es que las distintas metodologías empleadas desde ALM (2003) (basadas en encuestas como O*NET o su antecesora DOT a trabajadores sobre las tareas desempeñadas según ocupación) se realizan a nivel ocupación. La extrapolación, por tanto, ignora toda la heterogeneidad de tareas dentro de cada ocupación. Disponemos sin embargo de evidencia de que esta heterogeneidad existe y es muy relevante, con datos de encuestas a trabajadores en Alemania (Spitz-Oener, 2006), Estados Unidos (Autor y Handel, 2013) y un grupo relevante de países de la OCDE a través de la encuesta PIAAC (De la Rica y Gortazar, 2016) que también incluye a España. En este sentido, en una agenda de investigación futura, además de profundizar en las dinámicas temporales de los trabajadores, será fundamental incorporar información de tareas en el trabajo desempeñadas por cada uno de ellos, mediante encuestas individuales.

Las consecuencias en los salarios

Una pregunta natural que sigue de lo anterior es saber cuales son las consecuencias que esta transformación del empleo tiene sobre los salarios a través del desplazamiento de trabajo rutinario. En Estados Unidos, Acemoglu y Autor (2011) documentan un crecimiento de salarios en forma de U, y por tanto en forma polarizada, una vez ordenan los salarios por percentiles en el periodo 1988-2008.

En este sentido, tanto Firpo, Fortin y Lemieux (2013) como Autor y Dorn (2013) muestran para Estados Unidos cómo la adopción de la tecnología en los procesos de producción ha tenido un papel significativo en la polarización de salarios. En Europa, la evidencia es sin embargo menos concluyente: Massari, Naticchioni y Ragusa (2014)³ estudian la estructura salarial de 12 países europeos, incluyendo a España, entre 1996 y 2007 y analizan el impacto del cambio de tareas en el empleo siguiendo la metodología de Firpo, Fortin y Lemieux (2013). Los resultados muestran escasa evidencia de polarización salarial del empleo debido a los cambios tecnológicos y de tareas en el empleo. Al contrario, en todo caso, se observa en la mayoría de países un descenso de los salarios en la parte baja de la distribución. Los autores apuntan a las instituciones laborales que han acompañado el proceso de cambio tecnológico durante las últimas

³ El trabajo de Massari, Naticchioni y Ragusa (2014) construye una base de datos a través de la European Community Household Panel (ECHP) y la EPA Europea (EU-LFS).

décadas: mayor empleo temporal y parcial han tenido un efecto negativo en la distribución de salarios, superando el potencial efecto (positivo) del cambio tecnológico en los empleos de baja cualificación.

En el caso de España, disponemos de escasa evidencia en lo que se refiere a digitalización y salarios. Queda pendiente un análisis exhaustivo de las consecuencias del cambio tecnológico que explore la polarización en los salarios. En este sentido, el camino a seguir, tal y como apuntan Anghel, De la Rica y Lacuesta (2013) y Sebastián Lago (2017), podría ser probablemente explotando los datos de la Encuesta de Estructura Salarial (EES) y la Muestra Continua de Vidas Laborales (MCVL), que dispone de datos precisos de ocupación y salarios, combinándola con otras fuentes como la encuesta PIAAC de la OCDE, que mide competencias cognitivas de la población adulta. En relación a otras bases de datos alternativas que incluyen información de ocupación y salarios (como EU-SILC, que en España tiene por versión la Encuesta de Condiciones de Vida), Sebastián Lago (2017) apunta a que para este tipo de análisis, la EES proporciona información más representativa de los salarios y por tanto puede permitir medir polarización de una forma más precisa. En este sentido, podría explotarse la información de las últimas olas de la EES, tanto de 2010 como la más reciente de 2014, para poder tener una visión panorámica de la crisis económica.

IV. La nueva economía digital en la sociedad del conocimiento

Más allá de la discusión de la entrada de la tecnología en los procesos de producción de bienes y servicios, la tecnología juega un papel a muchos niveles de la economía, tanto en el sector servicios como en el de la industria. Esta sección describe tres aspectos clave que están teniendo y tendrán enormes consecuencias sobre la economía y el empleo. En primer lugar, la llegada de tecnología de la información y comunicación a toda la ciudadanía facilita, también para el empleo, el acceso al conocimiento, las formas relacionales dentro y fuera del empleo, además de las formas de comunicación y el transporte. En segundo lugar, la llegada de las plataformas digitales está permitiendo formas alternativas de relación y colaboración entre usuarios, y por tanto trabajadores, que alterarán el mercado de bienes y servicios, y por tanto el empleo. En tercer lugar, las distintas formas de progreso tecnológico y computacional pueden avanzar a tal velocidad que no solo las tareas rutinarias pueden ser reemplazadas sino también las no-rutinarias: la inteligencia artificial y el aprendizaje automático (*machine learning*).

El impacto de las TICs en el empleo

El impacto de la llegada de las TICs (Tecnologías de la información y comunicación) en aspectos laborales (calidad y tareas desempeñadas en el empleo) y vitales (indicadores de salud y bienestar) ha sido ampliamente estudiado en la literatura. Por ejemplo, la exposición a medios tecnológicos o al uso de internet puede tener un impacto en el mercado de trabajo en la vida adulta. Falck, Heimisch y Wiederhold analizan la encuesta PIAAC para 19 países (incluido España) y estiman retornos en ingresos que los retornos de la competencia digital son de un 8% por cada desviación estándar de dicha competencia. A nivel poblacional, la llegada de la tecnología presenta retos para la población de mayor edad, que normalmente suele experimentar una caída de sus competencias cognitivas a lo largo de la vida (Bonsang et al., 2012).

Más allá de las tareas en el trabajo anteriormente descritas, el elemento disruptivo de la llegada de las TICs está teniendo una gran incidencia en el tipo de habilidades asociadas a dichas tareas. Por ejemplo, Blebavy, Fabo y Lenaerts (2016) describen la inminente importancia de la competencia digital y su fuerte interacción con las competencias y capacidades sociales en el trabajo. Deming (2017) va más allá y explica cómo las capacidades sociales (que define como la combinación de coordinación, negociación, persuasión, percepción social y empatía) reducen costes de transacción y coordinación en el empleo, y permiten mayor especialización facilita una cooperación de manera más eficiente en las empresas: el autor observa un aumento relevante de la demanda de los trabajadores que tienen altos niveles de capacidades sociales, en especial aquellos que además adquieren competencias y habilidades cognitivas de tipo analítico.

A nivel educativo, la encuesta PISA también ha estudiado la capacidad de los alumnos de 15 años para resolver problemas en entornos altamente digitalizados. En concreto, la encuesta de PISA 2102 analiza la capacidad individual de resolución de problemas en contextos digitales, considerando situaciones y contextos de la vida real y evaluando cómo los jóvenes se enfrentan a dichas situaciones de manera creativa (OCDE, 2014). Los resultados muestran a Japón, Australia y Corea del Sur al frente de esta competencia y describen cómo los jóvenes españoles se encuentran significativamente por detrás de la media de la OCDE. En particular, las diferencias con respecto a otros países se descompone en dos elementos: por una parte la competencia digital, y por otra, la competencia de resolución de problemas en contextos de la vida real. En PISA 2015, la OCDE repitió dicha encuesta, pero con un marco evaluativo colaborativo, en el que el alumno interactúa con otros agentes en entornos digitales: en dicha evaluación, Singapur, Japón y de nuevo Corea del Sur mostraban los niveles más altos de capacidad, con los jóvenes españoles en niveles de capacidad semejantes a los de la media de los países de la OCDE (OCDE, 2018).

Más allá de la incidencia que la tecnología tiene en la demanda y adquisición de habilidades, existe también una discusión importante sobre cómo las TICs pueden tener incidencia en aspectos generales de la calidad del empleo y el bienestar físico e individual. Por ejemplo, Clarck (2005) estudia la evolución de aspectos relevantes sobre seguridad, satisfacción y relaciones en el empleo en varios países desarrollados: el autor muestra que estos indicadores parecen haber disminuido en los últimos años, a la vez que se ha producido una mayor desigualdad en estos resultados, con resultados preocupantes para trabajadores con niveles educativos altos y trabajadores jóvenes. Sin embargo, no está claro si esto se debe a la incidencia de la tecnología u a otros factores. En concreto, la evidencia que relaciona el uso de las TICs (ordenadores, internet) y la satisfacción laboral y vital es todavía incipiente, aunque ya empiezan a observarse resultados positivos sobre aspectos como la motivación laboral (Martin, 2017). Por ejemplo, Bloom et al (2014) encuentran que las tecnologías de la información facilitan más autonomía y control sobre las tareas, mientras que las tecnologías de la comunicación actúan como fuerza centralizadora en la producción y por tanto reducen la autonomía de los trabajadores. Sin embargo, queda pendiente, además de extender la literatura en cuanto a distintos resultados en el empleo, realizar una desagregación por distintos grupos socio-demográficos.

Por otro lado, nuevas formas de organización del empleo (que a su vez tienen implicaciones sobre la producción y el bienestar de los trabajadores) están surgiendo como consecuencia de la llegada de las TICs. El teletrabajo es probablemente el formato más habitual en el debate de políticas públicas. Sin embargo, la evidencia al respecto es reciente y los resultados son más bien mixtos (Baines & Gelder, 2003; Eurofound & ILO, 2017; Kimble, 2011).

Por último, la llegada de la tecnología también puede provocar de manera disruptiva externalidades negativas en la productividad y el bienestar en el trabajo. Nuevos estudios han analizado el impacto negativo que puede tener la hiper-conexión tecnológica (por ejemplo, que implica mayor carga de trabajo en espacios y momentos de ocio gracias a la tecnología) además de la exposición excesiva a información (vía email, canales de información o mensajes) sobre la productividad, el cansancio y el estrés (Fenner & Renn, 2010; Mark et al., 2016; Wright et al., 2014). En la escuela, también son prevalentes estudios que asocian sobre-exposición a la tecnología (en el hogar y la escuela) y atención y demanda para el aprendizaje en la institución escolar, por ejemplo en Finlandia (Väljärvi and Alasuutari 2017). Queda pendiente tener un debate sobre cómo mitigar el impacto negativo de la sobre-exposición a la tecnología. En este sentido, en muchos países de nuestro entorno (como Francia) se están planteando distintas medidas de conexión y desconexión en horario laboral y personal que requerirán ser evaluadas en los próximos años.

Plataformas Peer-to-Peer

Las plataformas digitales son una de las nuevas formas de producción de distribución y acceso a bienes y servicios a través de la digitalización. Se caracterizan por la aparición de aplicaciones digitales que canalizan y conectan oferta y demanda, y que en algunos casos incorporan elementos colaborativos al mercado.

Sin embargo, es frecuente confundir terminologías y plantear definiciones que engloben el fenómeno en su totalidad, tal y como se discute en el debate público. Mientras que muchas plataformas digitales (como BlablaCar, Uber o Airbnb) unen muchos demandantes y oferentes de servicios, otras simplemente actúan como agregadores de mercados (como Amazon) en el que un solo oferente pone a disposición múltiples mercados al servicio del consumidor en una estructura de mercado clásica, donde se reducen costes de transacción, pero no existen elementos de colaboración.

Es por ello que una definición apropiada para la cuestión podría ser la planteada por Aslam y Shah (2017) como plataformas Peer-to-Peer (P2P): el modelo económico de transacción de bienes y servicios entre compradores y vendedores ha sido catapultado por la llegada del desarrollo tecnológico y digital, la cuál ha permitido la reducción de costes de transacción y por tanto el surgimiento de nuevas plataformas con pocas barreras de entrada. Las plataformas P2P se define como una “colección de mercados virtuales que conectan individuos y empresas que compran y venden a través de plataformas o aplicaciones digitales”. Por tanto, es sobre todo la digitalización y no tanto los formatos de actividad económica lo que define la llegada de estas plataformas digitales.

En los últimos años, han surgido numerosas plataformas y aplicaciones en la Unión Europea y España, atrayendo atención en usuarios y público en general. Aunque es difícil cuantificar el valor que esto está teniendo en términos de empleo, la economía de plataformas P2P dibuja numerosos retos en términos de expectativas laborales,

calidad del empleo, bienestar social e ingresos públicos (Drahokoupil & Piasna, 2017), aunque dichas cuestiones dependen enormemente del tipo de plataforma o aplicación, tipo de actividad o empleo y características del trabajador (Rolandsson et al., 2017).

Sin embargo, la investigación es apenas incipiente en esta cuestión, en parte por la escasez de datos, y en parte (o quizás debido a) por la dificultades de acordar un marco conceptual que englobe las distintas formas de plataformas y aplicaciones digitales (Huws et al., 2016). A pesar de todo, es cierto, como apunta Hamari et al (2016), que en general los estudios se han enfocado sobre todo en la perspectiva del usuario y consumidor, y no tanto en la dimensión laboral del fenómeno.

En este sentido, más allá de las oportunidades de acceso al mercado laboral a trabajadores de baja cualificación y entornos socioeconómicos desaventajados (De Groen et al., 2017; Katz & Krueger, 2016), es necesario ampliar el foco de investigación futura en términos de precariedad laboral, e impacto redistributivo, de la dimensión fiscal y de la sostenibilidad de los sistemas de bienestar y protección social asociados a este nuevo fenómeno económico.

Inteligencia artificial, robots y empleo

La inteligencia artificial y robotización es el otro aspecto clave en la frontera del progreso tecnológico que puede tener una incidencia importante en el empleo, aunque de nuevo, la evidencia es aún incipiente. En un reciente estudio, Acemoglu y Restrepo (2018) muestran que el progreso económico ligado a la robotización tiene cuatro canales de impacto sobre el empleo: aumento de la productividad del trabajo, automatización de tareas desempeñadas por humanos (incluso las no-rutinarias), contribución y complementariedad en la productividad de ciertas tareas ya desempeñadas por máquinas y aparición de nuevas tareas desempeñadas por trabajadores. En este sentido, los mismos autores analizan en otro estudio el impacto de la robotización sobre el empleo a nivel local en Estados Unidos (Acemoglu y Restrepo, 2017) y encuentran que el aumento de la proporción de robots por número de trabajadores tiene un efecto negativo sobre el empleo y los salarios. A su vez, un reciente estudio de Chiacchio et al (2018) replica los resultados y encuentra resultados semejantes en países europeos.

Sin embargo, de cara al futuro, es complejo establecer criterios y marcos que permitan predecir o adivinar de qué manera el progreso tecnológico exponencial puede alterar los patrones de empleo. A muy corto plazo, no parece que el desarrollo tecnológico vaya a ser lo suficientemente fuerte como para traer fuertes cambios en el mercado de trabajo. Por ejemplo, Brynjolfsson & Mitchell (2017) plantean un modelo para identificar qué tareas son también reemplazables por robots o inteligencia artificial. En un reciente artículo, Kleinberg et al. (2018) muestra cómo las técnicas de *machine learning* (una forma específica de inteligencia artificial que genera sistemas que aprenden de forma automática) pueden ser aplicada en decisiones, no tanto para

sustituir decisiones humanas, sino más bien para complementarlas. Sin embargo a medio y largo plazo, es más probable que los cambios de fondo sean cada vez más disruptivos.

Finalmente, la disponibilidad de datos sobre la penetración de la inteligencia artificial es de momento escasa, con algunas iniciativas a nivel global o en Estados Unidos (AI Index). En algunos casos, se han utilizado mediciones de patentes (Mann y Püttmann, 2017) como *proxy* para medidas a nivel país. Por su parte, la Federación Internacional de Robots (IFR) recoge datos anuales en encuestas a proveedores de robots en 50 países, aunque los datos anuales desde los años 90 solo están disponibles para unos pocos países, incluido, España. Por último, la Electronic Frontier Foundation también dispone de datos de progreso de robotización, con la que Felten et al. (2018) plantean una metodología para unir estos datos con datos de empleo.

V. Un debate incompleto para el futuro del empleo

El futuro del empleo, un tema de discusión permanente en los últimos años, suele plantear debates maximalistas basados en planteamientos descontextualizados a la realidad económica y social de las economías avanzadas. En esta cuestión, siguiendo el marco de análisis de Hoftijzer y Gortazar (2018), se discute qué elementos permiten definir ese contexto para comprender mejor los retos y oportunidades que la llegada de la tecnología plantea en la economía española. En primer lugar, se plantean elementos asociados (aunque no únicamente) a la demanda de bienes y servicios pero también empleo, como son la estructura económica, el envejecimiento y la globalización. En segundo lugar, se plantean dos elementos clave para la oferta de empleo, como son el nivel educativo de la población adulta y la inmigración. Tras este planteamiento, se lleva a cabo un análisis prospectivo de los análisis predictivos que se han producido en los últimos años, tratando de aportar cierta cautela en las perspectivas a futuro.

Las dimensiones de la demanda más allá de la tecnología

Las secciones anteriores describen el impacto que está teniendo la tecnología en la demanda de empleo y tareas en el empleo. Como se ha discutido previamente, la aportación de Autor, Levy y Murnane (2003) muestra cómo el capital tecnológico tiene la capacidad de sustituir tareas de tipo rutinario y repetitivo pero a su vez genera complementariedades con tareas no-rutinarias y no fácilmente codificables. No obstante, las narrativas recientes sobre el futuro del empleo, tienden a sobre-enfatizar o enfatizar de forma única el peso que tiene y tendrá la tecnología y los robots sobre el empleo. En este sentido, el contexto es importante y no debe ignorarse para sentar las bases de una discusión rigurosa. Una revisión relevante de la literatura académica muestra que la relación entre tecnología (o digitalización) y el empleo no es fácilmente

explicable y que la realidad es compleja y tiene múltiples aristas. En este sentido, se observa que la relación tecnología-empleo está fuertemente mediada por otros factores clave que inciden en la demanda de empleo y que son, el desarrollo económico, la globalización y el envejecimiento.

Por ejemplo, el nivel de desarrollo económico de un país o región explica una parte importante de la relación entre tecnología y las tareas que los trabajadores desempeñan en el trabajo. A nivel internacional, las tareas que desempeñan los trabajadores (siguiendo el marco de análisis de ALM) son muy distintas en países como Irlanda o Finlandia en comparación a otros como Bulgaria o Eslovenia. Como muestran Gorka et al (2017), los países más desarrollados, tanto anglosajones como nórdicos, están experimentando una fuerte demanda de empleo en tareas no-rutinarias (tanto cognitivas como manuales) y a su vez, un descenso en la demanda de tareas rutinarias cognitivas. A su vez, los países del este (y en menor medida sur) de Europa todavía no han observado una caída del empleo intensivo en tareas rutinarias cognitivas, mientras que con la caída de la agricultura, aún experimentan una reducción de las tareas rutinarias manuales. En general esto está asociado a una mayor incidencia del sector servicios y, por ende, a una relación endógena con el nivel de desarrollo económico y la penetración de la tecnología. Como apuntan De la Rica y Gortazar (2016), la digitalización en el trabajo explica una parte de las diferencias internacionales en las tareas desempeñadas por trabajadores en distintos países de la OCDE.

Otro elemento clave para entender las diferencias y perspectivas entre las economías avanzadas al estudiar la relación entre digitalización y empleo es la interacción entre tecnología y globalización. Como apuntan Hummels, Munch y Xiang (2016), la globalización es la nueva expresión de una vieja idea: ganancias del comercio debidas a la especialización. La estructura de costes, geografía económica o especialización de las economías avanzadas tienen una incidencia en su nivel de especialización y la de las economías para las que trabajan. En este sentido, más allá de la tecnología, la globalización puede tener implicaciones directas sobre los mercados de trabajo locales (Autor y Dorn, 2013), convirtiéndose así en una cuestión con implicaciones políticas (Dorn et al, 2017) que pasa a ocupar directamente el debate público.

Finalmente, la digitalización tiene una fuerte asociación a la estructura poblacional de la economía. En este sentido, son múltiples las evidencias recientes que asocian envejecimiento, cambio tecnológico, demanda y empleo. Por ejemplo, Moreno-Galbis y Sopraseduth (2013) encuentran para el caso de Francia que la entrada progresiva de tecnología que provoca el aumento de empleos de baja cualificación y salario en el sector servicios (y más específicamente servicios personales y de cuidados) está asociada al envejecimiento de la población. Como apuntan las autoras, es razonable pensar que una sociedad como la española podría experimentar un aumento importante en la demanda de servicios de baja cualificación conforme la población sigue envejeciendo y aumenta la población en edad de jubilación. Sin embargo, la nueva demanda asociada al envejecimiento plantea un efecto neto en el crecimiento (y el

empleo) cuya evidencia es inconclusa: mientras que muchos estudios han hablado de la caída del empleo asociada al envejecimiento, dos trabajos recientes de Acemoglu y Restrepo (2017, 2018) vinculan, por un lado, la relación positiva envejecimiento-crecimiento (y empleo) a nivel internacional. Por otro, encuentran que la adopción de tecnología y automatización de la producción está asociada al envejecimiento, de manera que inciden de nuevo en el potencial positivo (y los riesgos) que puede tener el envejecimiento en conexión con la transformación tecnológica.

Las otras dimensiones clave en la oferta: educación e inmigración.

La relación entre tecnología y empleo no solo se determina en los factores de demanda, sino que también viene condicionada por la oferta de fuerza laboral. El caso típico de estudio es el de Acemoglu (1998) con la población americana con estudios superiores que se incorpora de forma significativa en los años 70 al mercado de trabajo. Los factores de la oferta tienen en parte una dimensión exógena. Por ejemplo, la inmigración se debe a shocks económicos fuera del país y su economía, mientras que la expansión de la educación se debe, en parte también, a las demandas de universalización del acceso y las oportunidades de sectores de la población previamente excluidos. A su vez, como ya se ha discutido previamente, también los factores de la demanda se determinan de forma exógena y endógena.

Con todo ello, no es posible ignorar la transformación educativa que ha sucedido en España (y Europa) a lo largo de las últimas décadas a la hora de comprender la relación entre digitalización y empleo. Según datos de Eurostat, el porcentaje de adultos (de 25 a 64 años) con estudios superiores aumentó de un 22.7% en 2000 a un 35.1% en 2015. A su vez, el porcentaje de adultos con niveles educativos bajos se ha reducido en un 18% en este mismo periodo. Este enorme esfuerzo de escolarización ha ocurrido en buena parte de los países europeos.

En términos de competencias de lectoescritura y matemáticas medidas por la encuesta PIAAC de la OCDE, España es uno de los países donde mayor distancia hay entre la población joven y la población de mayor edad. Como apuntan Calero et al (2016) para un estudio de varios países incluyendo España, la expansión del acceso a más años de educación no ha supuesto una merma de aprendizaje para la población que adquiere estudios post-obligatorios. Esto significa que, en promedio, la población nacida a partir de 1970 con estudios superiores que se incorporó al mercado de trabajo tenía competencias de lectoescritura y matemáticas semejantes a aquellos que se graduaron en las décadas anteriores.

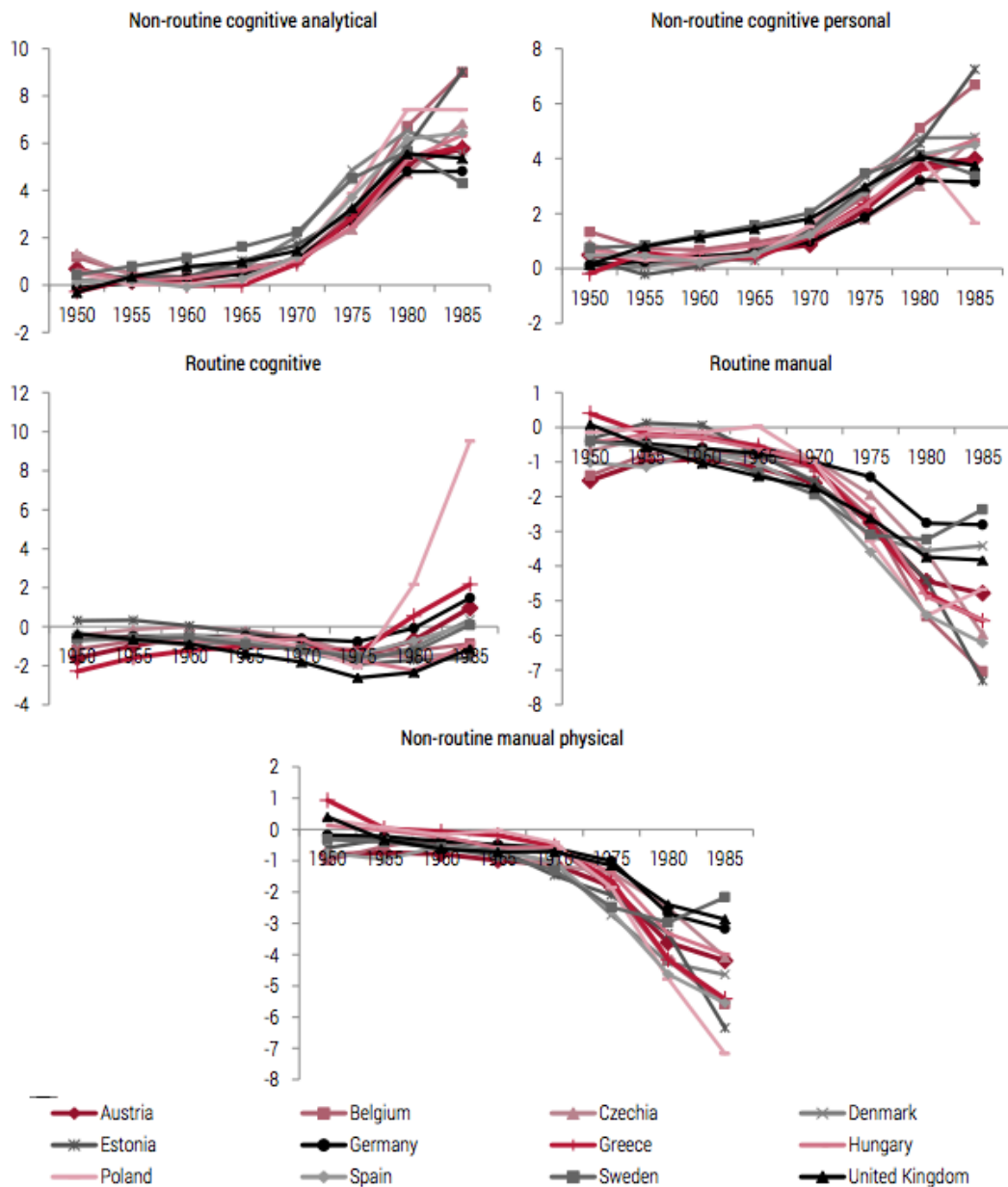
Sin embargo, también es cierto que para las últimas generaciones nacidas a partir de los años 80, los resultados muestran un ligero descenso de las competencias adquiridas en la población con estudios superiores, aunque el efecto total en el aprendizaje sigue siendo positivo por el efecto composición de tener más jóvenes con estudios superiores. Existe evidencia reciente para el caso de España que es consistente con lo

anterior, y que vincula la llegada de la LOGSE y un mayor número de años de escolarización con unos resultados de aprendizaje ligeramente menores a los de los estudiantes pre-LOGSE (Robles-Zurita, 2017).

Al analizar el mercado de trabajo desde una perspectiva histórica, el cambio en las tareas desempeñadas por los trabajadores también tiene un componente de cohorte (y por tanto, educativo). Esto se puede observar cuando el mercado de trabajo se ajusta a nuevas demandas, que se asocia de forma más intensiva a ciertos grupos de edad. En Alemania, Gordo y Skirbekk (2012) encuentran que la caída en tareas físicas en los años 90 y principios de los 2000 estaba sobre todo asociada a trabajadores en edades medias y no tanto a trabajadores jóvenes. En un estudio internacional que amplía el foco del análisis para 12 países (incluido España), Gorka et al (2018) analizan con datos de la EU-LFS el periodo que va de 2000 a 2015: los autores llegan a resultados semejantes, donde hay un fuerte efecto cohorte en el cambio de tareas en el empleo, siendo los trabajadores más jóvenes (nacidos en los años 70 y 80) los que experimentan un mayor aumento de tareas no-rutinarias cognitivas y una mayor caída en el desempeño de tareas rutinarias cognitivas en el trabajo. Esto puede observarse en la

Figura 3 con mayor nitidez, incluido en el caso de España. Los autores muestran que el aumento de tareas no-rutinarias está fuertemente vinculada a la proporción de alumnado con estudios superiores en cada cohorte, en especial para explicar el aumento de tareas no-rutinarias cognitivas y personales y el descenso de tareas manuales (tanto rutinarias como no-rutinarias).

Figura 3. Coeficiente lineal de tiempo para cada tarea en el cambio 1998-2014 por cohortes.



Nota: Basado en Lewandowski et al (2017).

Yendo más allá, la evidencia reciente sobre la calidad y equidad de la educación en la escuela obligatoria muestra que, en España (y Europa), los resultados muestran una cierta constancia en la última década, a pesar del impacto de la crisis económica. Mientras el porcentaje de alumnos escolarizados desde edades tempranas (3 años o antes) hasta edades post-obligatorias (16 años en adelante) ha aumentado desde principio de siglo (debido al descenso de abandono educativo temprano), los datos de la encuesta PISA de la OCDE (pero también otras como TIMSS y PIRLS) muestran que el nivel de aprendizaje en lectoescritura y matemáticas ha permanecido demasiado

constante, de modo que se podría esperar un ligero aumento de las habilidades de la fuerza laboral en los próximos años debido al efecto composición.

Por último, es importante recordar que otro aspecto igualmente clave que puede determinar la relación entre tecnología y empleo es la inmigración. La llegada de millones de inmigrantes a Europa –y España– en las últimas décadas ha supuesto un enorme influjo de fuerza laboral proveniente de todo el mundo. En España, la entrada de millones de trabajadores inmigrantes ha supuesto el influjo de fuerza laboral con niveles educativos variados que ha tenido una fuerte incorporación al mercado de trabajo (Dolado y Vazquez, 2008). A la hora de analizar el futuro del empleo en términos de digitalización, será de nuevo importante tener en cuenta la fuerza laboral que puede llegar y llegar de otros países, sus niveles educativos y habilidades, y su capacidad para adaptarse a los cambios tecnológicos de la economía.

Las hipótesis del futuro del empleo

La crisis económica ha supuesto el principio del fin de las aspiraciones de una parte importante de la fuerza laboral y las empresas españolas. A pesar de la recuperación, se ha instalado una sensación de incertidumbre que se agrava por factores como el del riesgo de sustitución de fuerza laboral por nuevo capital tecnológico. El pánico a la robotización de algunos contrasta con el abrazo ciego de otros. Por ello, este informe tiene por uno de sus objetivos fundamentales sentar las bases de un debate razonado y basado en la evidencia rigurosa más reciente. Esto permite trazar distintas hipótesis de futuro basadas en los factores clave que van más allá de la tecnología, y que han sido descritos y explicados en esta sección.

El objetivo no es otro que evitar análisis basados en perspectivas lineales o simplemente que carecen de fundamentación teórica. Por ejemplo, en el trabajo de Frey y Osborne (2013), fuertemente citado en medios de difusión o en informes de empresas multinacionales, los autores estiman que un 47% de las ocupaciones de la economía estadounidense están en riesgo de desaparecer en el medio y largo plazo debido a la digitalización. Esto ha dado pie a titulares en los que un porcentaje relevante de empleos tal y como los conocemos desaparecerán en las próximas décadas.

Sin embargo, este trabajo no hace sino extender la metodología de Acemoglu y Autor (2011) con la base de datos O*NET para ocupaciones basándose en una doble metodología predictiva hacia el futuro: por un lado, se realiza un análisis subjetivo (por parte de jueces) y por otro, un análisis estadístico objetivo basado en las respuestas de los trabajadores de cada ocupación en la encuesta O*NET, y la relación de esas respuestas con el riesgo de digitalización o automatización que los autores deciden de forma arbitraria. En este sentido, desde un punto de vista de predicción de futuro del empleo, el valor que aporta este análisis es más bien escaso, ya que como se ha discutido en esta sección, es un futuro complejo y tiene múltiples aristas y factores que

endógenamente lo determinan. Y este valor es sobre todo escaso, ya que varía mucho en función de los supuestos realizados: otros planteamientos metodológicos sobre el futuro del empleo (como el de Arntz et al (2016) o el más reciente de la OCDE (2018), apuntan a un número de empleos en alto riesgo de automatización (en países de la OCDE, incluido España) mucho menor que el planteado por Frey y Osborne (2013).

En este sentido, y retomando la discusión de la primera parte de este informe, esta revisión de la literatura deja una pregunta abierta y una certeza. La pregunta es, obviamente, cuál es el futuro del empleo en las próximas décadas en un entorno fuertemente digital, global y dinámico. Como parece apuntar la discusión previa, no hay blancos ni negros, sino grises. No existe evidencia suficiente que permita presagiar una reducción estructural del empleo en los próximos años. Por ejemplo, Graetz y Michaels (2015) apuntan, para Estados Unidos que como consecuencia de la derutinización del empleo, se ha producido un aumento de la productividad y los salarios y una ligera disminución del empleo total en países desarrollados, algo que Acemoglu y Restrepo avalan también para la economía estadounidense. Sin embargo, Dauth et al (2017) encuentran que para Alemania, la caída de empleo en manufactura viene compensada del aumento de empleo en servicios. Finalmente, Jaimovich et al (2014) muestran que la polarización del empleo en Estados Unidos está parcialmente asociada al ciclo económico, tanto en las recesiones como en las recuperaciones. En resumen, la evidencia reciente es mixta, aunque apunta a leves descensos del empleo durante el proceso de digitalización de los próximos años.

A su vez, la perspectiva histórica nos muestra que las revoluciones industriales previas también extendieron una enorme preocupación sobre el fin del empleo, pero las visiones agoreras fueron, más que confirmadas, desmentidas. La proporción de la población empleada es estable en las últimas décadas (Banco de Inglaterra, 2015). Sin embargo, cabe recordar dos cosas. Primero, el proceso de digitalización acentúa los efectos negativos de las crisis económicas y por tanto, tampoco debemos ignorar la discusión que se está produciendo sobre el estancamiento secular (Gordon, 2013; Summers, 2013) que habla de leves mejoras de productividad futuras a pesar del progreso tecnológico.

Por otro lado, Autor (2013) argumenta que la polarización observada a corto plazo en Estados Unidos, Reino Unido o Alemania puede frenarse pronto. Por un lado, no tiene por qué durar de manera indefinida ya que hay ocupaciones intermedias futuras que van a requerir una mezcla de competencias que hacen imposible su automatización y que no son fácilmente separables. Por otro, a medio plazo la educación y formación de los jóvenes puede seguir avanzando y progresando a mejores competencias y capacidades. Autor (2013) pone como ejemplo a profesionales de apoyo en servicios sanitarios, que deben tener competencias sociales y de cuidados, pero a la vez un entendimiento razonable de la medicina y enfermería, un manejo adecuado de máquinas avanzadas, y una capacidad de análisis de información, datos y situaciones

complejas. Separar estas tareas en espacio estancos y suplantar cada uno por una máquina puede generar importantes costes de transacción, de manera que se sigue produciendo una cierta coexistencia de tareas rutinarias y no-rutinarias en una misma ocupación.

Sin embargo, la incertidumbre global nos lleva a la siguiente cuestión, que es la de las certezas que sí se pueden ir formulando cada vez más. Más que el fin del empleo, lo que la digitalización parece apuntar con claridad es a un fin del empleo tal y como lo conocemos, con bolsas enormes de ganadores y perdedores, transferencias de renta y riqueza entre grupos, y por tanto, fuertes desajustes económicos y sociales. En este sentido, sabemos que la sustitución de tareas rutinarias por parte de máquinas va a generar desempleo de larga duración en trabajadores con niveles educativos bajos. A su vez, las plataformas y aplicaciones digitales pueden fomentar relaciones laborales sin marcos contractuales sólidos que protejan a los trabajadores y que, vía out-sourcing, normalicen situaciones de precariedad para los cuales el debate sobre la protección (vía indemnización por despido) al empleo ya no sirve. En este sentido, es necesario plantear una nueva agenda de políticas públicas para afrontar el futuro del empleo desde una perspectiva dinámica, consistente e inclusiva.

VI. Una agenda de políticas para la digitalización y el empleo

Mientras que las grandes preguntas sobre el futuro del empleo tienen de momento difícil respuesta, sí sabemos que la digitalización va a erosionar las posibilidades laborales de una buena parte de la fuerza laboral española, que no es otra que aquella con niveles educativos medios y sobre todo bajos.

Consecuencias de la digitalización en la fuerza laboral futura

La sección anterior apunta a que el futuro del empleo es a grandes rasgos incierto, pero es razonable pensar que millones de trabajadores queden excluidos de un mercado laboral cambiante, dinámico y basado en nuevas relaciones laborales. Es difícil predecir qué empleos están en riesgo y cuáles parecen tener un futuro más seguro. La agencia europea Cedefop está recogiendo datos de puestos de trabajo publicados online para construir nuevos indicadores de requerimientos de habilidades para ocupaciones de cara al futuro (Cedefop, 2017). Cabe por tanto seguir de cerca aquellas ocupaciones que más en riesgo de ser sustituidas o complementadas por la llegada de capital tecnológico. Lo que queda claro a partir de la evidencia presentada es que las habilidades asociadas a las tareas no-rutinarias (como la capacidad de resolución de problemas, el pensamiento crítico o la empatía y la capacidad de trabajo en equipo) van a tener una gran demanda en los próximos años. De hecho, son las habilidades asociadas al modelo educativo prescriptivo (basado exclusivamente en contenidos), asociados a empleos con tareas repetitivas y codificables, las que están siendo cada vez menos importantes en el empleo.

El reciente informe del Banco Mundial (2018) *Growing United* sobre la Unión Europea habla de los riesgos que plantea la aceleración tecnológica sobre el modelo de convergencia entre estados-nación y sobre la cohesión social de los mismos. A su vez, las políticas educativas, laborales y de empleo están teniendo muchas dificultades, en numerosos países, para proteger a sectores de la población que provienen de entornos socioeconómicos desaventajados. Es por ello que es fundamental repensar el papel de las instituciones públicas en el modelo de oportunidades y acceso al empleo de la población adulta actual y futura.

Las respuestas de las instituciones educativas, laborales y de políticas sociales

El hecho de que la agenda de digitalización demande nuevas habilidades y competencias no está en disonancia con las políticas educativas promovidas por las instituciones europeas y nacionales en la última década. La agenda de Competencias Clave (Key Competences), acordada en 2006 por todos los países miembros de la Unión, habla de modelos educativos y formativos (también en la vida adulta). Esta agenda, actualmente en revisión por parte de las instituciones europeas, declaraba 7 competencias clave para la vida: comunicación lingüística, competencia matemática y científica,

competencia digital, aprender a aprender, competencias sociales y cívicas, sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor, conciencia y expresiones culturales.

La agenda de aprendizaje por competencias, refrendada por las dos últimas leyes educativas en España (LOE y LOMCE), tiene la virtud de combinar las necesidades de un mercado de trabajo cambiante y digital, con la construcción de ciudadanía crítica en sociedades democráticas. No hay por tanto disenso sobre lo que se debe aprender de cara el futuro, sino, en todo caso, y para el caso de muchos países miembros de la Unión, una cierta dificultad de poner en práctica ese currículum en los procesos de aprendizaje dentro y fuera de la escuela (Eurydice, 2014).

Lo que sí resulta importante es la articulación de un proyecto educativo que pueda materializar el principio de igualdad de oportunidades para todos los alumnos y sea por tanto verdaderamente eficaz en la inclusión. En España, la adquisición de competencias cognitivas (al menos, las de lectoescritura, matemáticas y ciencias) se produce de forma razonablemente equitativa entre y dentro de todas las comunidades autónomas (OCDE, 2016). Sin embargo, lo que determina el futuro del empleo de todos los jóvenes es sobre todo la capacidad de progresar en los estudios post-obligatorios, de forma que el abandono temprano escolar o la repetición de curso - que es un fuerte predictor del abandono, ver Fernandez-Enguita et al (2010)- son en realidad muy relevantes para determinar las oportunidades futuras. Como argumenta Gortazar (2018), esto es en realidad problemático, porque tanto en lo que se refiere al abandono educativo temprano como a la repetición, los indicadores de equidad en relación al origen social del alumnado muestran evidencias preocupantes para España en su conjunto y para las Comunidades Autónomas, y que se han acentuado en los últimos años desde la llegada de la crisis.

Pero no es menos cierto que el sistema educativo español dificulta también que los mejores alumnos alcancen su máximo potencial, como muestran las distintas evaluaciones internacionales de alumnos de primaria y secundaria. Esto a su vez tiene una incidencia para el crecimiento y la innovación. En este sentido, es necesario preguntarse qué tipo de agenda educativa puede combinar la equidad y la excelencia, algo que los sistemas educativos más avanzados (como Finlandia, Irlanda, Canadá o Corea del Sur) han demostrado como binomio clave que define su éxito. Basta con mirar con cierta honestidad qué políticas han articulado estos sistemas para comprender cuales son los pasos a dar de cara al futuro, pero que en cualquier caso pasan inexorablemente por: (i) un modelo de profesionalidad docente y de dirección de centros; (ii) modelo de evaluación integral orientado a la mejora; (iii) currículo comprensivo, flexible, basado en el marco de competencias de la UE y adaptado al alumno en una sociedad del conocimiento; (iv) modelo de financiación suficiente que garantice un acceso, equilibrado y adecuado a las necesidades de cada alumno y que proporcione posibilidades reales de aprendizaje desde edades tempranas.

Por supuesto, este tipo de agenda educativa no tiene la capacidad de garantizar un empleo que dure toda la vida, pero sí permite que todos los alumnos accedan al mercado de trabajo con una serie de competencias y habilidades que van a ser clave en un mundo cambiante y dinámico. En cualquier caso, la agenda de políticas educativas debe de ir acompañada de un mercado laboral que funciona e incluye a una buena parte de la sociedad. En este sentido, la evidencia reciente nos muestra lo contrario (Cabrales et al, 2015): el mercado de trabajo español, con una fuerte tasa de temporalidad, destruye las capacidades y habilidades de los trabajadores jóvenes, por la fuerte rotación laboral y el débil vínculo que se crea entre empleador y empleado. Esto refuerza la exclusión y la desigualdad de ciertos trabajadores jóvenes (y de más edad, normalmente en desempleo de larga duración) que requiere una respuesta ya muchas veces discutida pero que pasa por la igualación de los costes de despido (en sus múltiples formatos), protegiendo de una forma más equitativa a los trabajadores. Del mismo modo, las políticas de empleo en España son principalmente pasivas, mientras que son las políticas activas las que pueden permitir mejorar las capacidades y habilidades de los trabajadores con más necesidades, aunque los resultados a nivel internacional muestren un camino largo, iterativo y costoso.

Además, este informe sugiere que la temporalidad laboral está siendo acompañada por nuevas formas de precariedad, asociadas a formas contractuales por servicios (normalmente como trabajadores autónomos). La digitalización y la aparición de plataformas de prestación de servicios pueden fomentar relaciones laborales en las que el trabajador asume cada vez más riesgo y la empresa cada vez menos. En este sentido, sería conveniente acompañar la llegada de la economía de medidas que vuelvan a equilibrar los riesgos entre plataformas y trabajadores, como por ejemplo la incorporación de seguros y derechos para los trabajadores por parte de las plataformas o el desarrollo de una política fiscal efectiva para canalizar de forma eficaz y justa este tipo de actividad económica.

Finalmente, estos periodos y etapas vitales de inestabilidad laboral que pueden verse acentuados por la digitalización requieren de un nuevo modelo de bienestar, que sea capaz de combinar seguridad con flexibilidad. En este papel, las políticas que combinan rentas mínimas con medidas de activación podrían ayudar a dinamizar y poner en marcha esa lógica de flexi-seguridad reduciendo la exposición a la pobreza y exclusión y sin retrasar la vuelta al empleo, algo que ya ha puesto en marcha la Comunidad Autónoma Vasca (De la Rica y Gorjón, 2017).

VII. Una agenda de investigación para la digitalización y el empleo

Además de plantear una agenda de políticas públicas para el futuro del empleo como consecuencia de la digitalización de la economía, será necesario poner en marcha una agenda de investigación que permita identificar las dinámicas de los trabajadores y los trabajos que van surgiendo y desapareciendo, además de cuantificar los riesgos y oportunidades que irán apareciendo. La agenda de investigación en España es aún incipiente y el camino por recorrer es por tanto enorme.

La primera sección de este informe ha discutido la evidencia reciente y hasta donde ha podido llegar la literatura, en especial para el caso de Estados Unidos, Reino Unido y Alemania. Además, se comenta las aportaciones realizadas para el caso de la economía española (Anghel et al, 2013; Sebastián Lago, 2017). Por tanto, es relevante poner encima de la mesa cuáles podrían ser las líneas de investigación futuras que pudieran contribuir a responder a las preguntas relevantes de cara al futuro.

La metodología del modelo canónico y sus alternativas

A nivel técnico y de medición, es necesario sentar las bases de qué preguntas se pueden responder y que metodologías podrían servir para comprender las dinámicas del futuro del empleo en España.

En primer lugar, de cara a la evolución del empleo, la primera aproximación podría ser la metodología de Acemoglu y Autor (2011) que desarrolla el modelo canónico de ALM. Esto es precisamente lo que hacen Goroka et al (2017) con los datos de la EU-LFS (EPA en España) entre 2000 y 2015, de modo que para los próximos años sería deseable monitorizar la evolución de las tareas del empleo a través de la información que proporciona O*NET a nivel ocupación. En este sentido, podría analizarse dicha información en cada trimestre o año para cada una de las Comunidades Autónomas. Sin embargo, como se ha apuntado previamente, las lagunas de esta metodología son dos. Primero, se utiliza una encuesta de tareas en ocupaciones de la economía estadounidense, y por tanto se pierde algo de comparabilidad por el camino, aunque no de manera preocupante (Handel, 2012). Segundo, y más importante, el análisis a nivel ocupación ignora todas las dinámicas de heterogeneidad dentro de cada ocupación, algo que tanto Spitz-Oener (2006) para el caso de Alemania, Autor y Handel (2013) para el caso de Estados Unidos, y De la Rica y Gortazar (2018) para varios países de la OCDE (incluido España) muestran. Esta cuestión no es ni mucho menos baladí. Como apunta el propio Autor (2013):

“It is self-evident that individual worker skills and actual job tasks differ among workers within an occupation, and it seems likely that these within-occupation skill-task assignments are an important component of the overall equilibrium

relationship between skills and tasks. Thus, at best, occupation level task measures provide a rough approximation to the microeconomic assignment process.”

La encuesta PIAAC ha permitido superar estos dos escollos ya que realiza una encuesta a nivel trabajador para los países de la OCDE en la que se realizan preguntas sobre tareas desempeñadas en el trabajo. En este sentido, De la Rica y Gortazar (2018) muestran una relación sólida y robusta a cada uno de los países en relación a O*NET, pero si cabe, mostrando una mayor representatividad al disponer de datos para cada país. Además, dicha encuesta tiene información muy relevante sobre las competencias de lectoescritura, matemáticas y resolución de problemas de los trabajadores, medidas en una evaluación competencial que sigue el mismo marco que PISA. El proyecto PIAAC tiene previsto realizar una segunda ola de recolección de datos en los próximos años, y por tanto, permitirá llevar a cabo análisis dinámicos mucho más precisos sobre la relación de la digitalización con el empleo. Otras alternativas podrían incluir encuestas nacionales de trabajadores en las que se incluya información específicas de las tareas desarrolladas en el empleo, además de información precisa sobre sus competencias cognitivas y socio-emocionales.

En segundo lugar, los análisis de evolución del empleo por tareas van a requerir una cierta jerarquía de las ocupaciones que normalmente la literatura ha ordenado a través de los salarios. Para el caso de España, se han planteado diversas aproximaciones metodológicas, como las de Anghel et al (2014) con la Encuesta de Estructura Salarial, Fernandez-Macias (2012) con la encuesta EU-SILC (Statistics on Income and Living Conditions, que en España toma por muestra la Encuesta de Condiciones de Vida), Goos, Manning y Salomons (2014) con el European Community Household Panel (ECHP) y la EU-SILC, Oesch y Menés (2011) con datos del CIS (1989 y 2006). En este sentido, como apunta Sebastián Lago (2017), la opción más adecuada es la Encuesta de Estructura Salarial, cuyos más recientes datos podrían contribuir a actualizar una foto de la estructura salarial de las ocupaciones de cara a análisis futuros sobre el futuro del empleo.

En tercer lugar, el análisis de empleo debe ir acompañado de análisis de la evolución de los salarios y su relación con la digitalización. En este sentido, las hipótesis a comprobar son básicamente dos: si la digitalización de la economía genera una disminución de los salarios en las ocupaciones de niveles educativos y de cualificación más baja (cambio tecnológico sesgado) o, por el contrario, si la digitalización ha generado un aumento de los salarios en la parte baja de la distribución y una caída de los salarios en la parte media de la distribución (polarización de salarios). Para ello, será necesario disponer de información actualizada, sostenida en el tiempo y precisa de salarios y horas, a la vez que información de ocupaciones. Esto podría darse con una combinación de la Encuesta de Estructura Salarial (EES) y la Muestra Continua de Vidas Laborales (MCVL).

Empleo, plataformas e inteligencia artificial

El análisis de las plataformas y la llegada de robots o formas de inteligencia artificial es, como se ha apuntado en este texto, una de las agendas pendientes en cuanto a avance del conocimiento y la investigación científica. Pero la información acerca de las plataformas empieza a estar cada vez más cerca de la investigación y esto representa una buena oportunidad para analizar grandes bases de datos que pueden venir de webs o proveedores de servicios.

Por ejemplo, más allá de las encuestas de la fuerza laboral, numerosas webs canalizan oferta y demanda de trabajo con información precisa de los puestos de trabajo demandados y las cualificaciones requeridas. Mediante técnicas de *Web scraping* y minería de datos, podría obtenerse información sobre vacantes de empleo para identificar las competencias y habilidades al alza en el mercado de trabajo, con metodologías que permiten asociar dichas competencias a cada ocupación.

En cuanto a la identificación de tendencias con respecto a la inteligencia artificial, la información de encuestas como la IFR pueden dar información anual sobre la robotización a nivel país, que puede ser útil para comparativas internacional. A nivel intra-país, un análisis para España o por Comunidades Autónomas requiere de una información más desagregada que las técnicas de *Web scraping* permiten también obtener información online en el mercado de trabajo sobre inteligencia artificial. A partir de ahí, se podría realizar un análisis de perfil de trabajadores en riesgo de ser sustituidos por formas de inteligencia artificial desde un punto de vista sociodemográfico, a través de información precisa en las ocupaciones.

Por último, la información proveniente de plataformas podría ser de gran utilidad para comprender tanto la oferta como la demanda en los mercados en los que estas plataformas operan. Esto permitiría, por un lado, entender la lógica de los mercados asociados a plataformas y el efecto en la competencia y productividad. Y por otro, tener una idea muy detallada del tipo de perfiles que trabajan para estas plataformas, algo que ya se ha producido por ejemplo, con Uber en Estados Unidos (Katz y Krueger, 2017).

Evaluar la agenda de políticas

Los retos a los que va a enfrentarse el modelo de bienestar español debido a la digitalización de la economía son cada vez más urgentes. En este sentido, solo queda intensificar la agenda de investigación en tres cuestiones clave como son el mercado de trabajo, las políticas sociales y el sistema educativo.

Más allá de grandes preguntas, la aproximación para responder progresiva y gradualmente a las cuestiones y retos de políticas que se van a ir planteando debe ser experimental e iterativo, pues las grandes soluciones no van a funcionar para una

fuerza laboral fuertemente segmentada, con realidades socioeconómicas muy diversas y con necesidades formativas muy distintas.

Es por ello, que en primer lugar, se debe seguir avanzando en el pilotaje de diversas iniciativas de formación en capacidades cognitivas, pero sobre todo socioemocionales, en alumnado de entornos socioeconómicos bajos en la etapa secundaria (obligatoria y post-obligatoria) con el objetivo de mejorar su auto-percepción, confianza, empatía y sentido crítico de cara a su incorporación al mercado de trabajo. Por otro lado, existen proyectos de innovación y apoyo en redes de centros y centros (frecuentemente impulsados por organizaciones del tercer sector) que se enmarcan en proyectos de centro o formación docente para el desarrollo de capacidades y competencias específicas del alumnado en mayor riesgo de exclusión. En resumen, en España se realizan numerosas iniciativas de este tipo a nivel autonómico y local, y es fundamental ir construyendo un corpus de evidencias de programas e iniciativas que tanto por su diseño como su implementación han ido funcionando y generando conocimiento que puede aportar valor en futuras ampliaciones. A nivel educativo, además, una prioridad de investigación debería ser el papel disruptivo (tanto positivo como negativo) que puede estar teniendo la tecnología sobre el aprendizaje, siguiendo la línea de lo expuesto en el capítulo 3.

Además, en este mismo plano se enmarcan las políticas activas de empleo de formación y orientación de la población adulta por parte de las agencias de empleo público. La evaluación de estas políticas es crucial para orientar las decisiones públicas a la mejora de los servicios públicos. Como apunta De la Rica (2015), una política de evaluación debería: (i) requerir comprender la eficacia de los cursos de formación a parados en cuanto a empleabilidad y la relación coste-beneficio con otras iniciativas, incluyendo la posibilidad de perfilado de parados en relación a la tipología de cursos; (ii) evaluar las iniciativas de asesoramiento y seguimiento de parados, en particular para trabajadores jóvenes, utilizando la información de los registros de la seguridad social.

VIII. Bibliografía

- Acemoglu, D. (1998). Why do new technologies complement skills? Directed technical change and wage inequality. *The Quarterly Journal of Economics*, 113(4), 1055-1089.
- Acemoglu, D., & Autor, D. (2011). Skills, tasks and technologies: Implications for employment and earnings. In *Handbook of labor economics* (Vol. 4, pp. 1043-1171). Elsevier.
- Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2017). Secular stagnation? The effect of aging on economic growth in the age of automation. *American Economic Review*, 107(5), 174-79.
- Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2017). *Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets* (No. w23285). National Bureau of Economic Research.
- Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2018). *Artificial Intelligence, Automation and Work* (No. w24196). National Bureau of Economic Research.
- Anghel, B., De la Rica, S., & Lacuesta, A. (2014). The impact of the great recession on employment polarization in Spain. *SERIEs*, 5(2-3), 143-171.
- Arntz, M., Gregory, T., & Zierahn, U. (2016). The risk of automation for jobs in OECD countries: A comparative analysis. *OECD Social, Employment, and Migration Working Papers*, (189), 0_1.
- Aslam, A., & Shah, M. A. (2017). *Taxation and the Peer-to-Peer Economy*. International Monetary Fund.
- Autor, David H., Frank Levy & Richard J. Murnane. 2003. "The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration." *The Quarterly Journal of Economics*, vol.118(4), pages 1279-1333, November.
- Autor, David H., Lawrence F. Katz, and Melissa S. Kearney. 2006. "The Polarization of the U.S. Labor Market." *American Economic Review*, 96(2): 189-194.
- Autor, David H. and Michael J. Handel. 2013. "Putting Tasks to the Test: Human Capital, Job Tasks, and Wages". *Journal of Labor Economics*, 31(2): S59-S96.
- Autor, David. 2013. *The Task Approach to Labor Markets: An Overview*. NBER Working paper 18711.
- Autor, David H., and David Dorn. 2013. "The Growth of Low-Skill Service Jobs and the Polarization of the US Labor Market." *American Economic Review*, 103(5): 1553-97.
- Autor, David. 2015. *Polanyi's Paradox and the Shape of Employment Growth*. NBER Working paper 20485.

Bachmann, R., Bechara, A., Kramer, A. & Rzepka, S. (2015). Labour market dynamics and worker heterogeneity during the Great Recession - Evidence from Europe. *IZA Journal of European Labor Studies* 4 (19).

Baines, S. & Gelder, U. (2003). What is family friendly about the workplace in the home? The case of self-employed parents and their children. *Technology, Work and Employment* 18(3), 223-234.

Banco Mundial. 2018. Growing United: Upgrading Europe's Convergence Machine. World Bank Group.

Bank of England. 2015. The Uk Recession in context - what do three centuries of data tell us?

Beblavý, M., Fabo, B. & Lenaerts, K. (2016). Demand for Digital Skills in the US Labour Market: The IT Skills Pyramid. *CEPS Special Report No. 154*.

Black, S. & Spitz-Oener, A. (2010). Technological Change and the Skill Content of Women's Work. *Review of Economics and Statistics* 92(1), 187-194.

Bloom, N., Garicano, L., Sadun, R. & Van Reenen, J. (2014). The distinct effects of information technology and communication technology on firm organization. *Management Science* 60(12), 2859-2885.

Bonsang, E., Dohmen, T., Dupuy, A. & de Grip, T. (2012). Cognitive functioning over the life cycle. *Netspar panel papers* 29.

Brynjolfsson, E. & Mitchell, T. (2017). What Can Machine Learning Do? Workforce Implications. *Science* 358(6370), 1530-1534.

Cabrales, Antonio, Juan J. Dolado, and Ricardo Mora. 2014. Dual Labour Markets and (Lack of) On-the-Job Training: PIAAC Evidence from Spain and other EU Countries. *IZA Discussion Papers No. 8649*.

Calero, J., Murillo Huertas, I. P., & Raymond, J. (2016). Education, age and skills: An analysis using the PIAAC survey.

Cedefop (2017). Real-time Labour Market Information on Skill Requirements: Setting up the EU System for Online Vacancy Analysis (2017-2020). *Insights from the Expert Workshop in the Landscaping Activity*.

Chiacchio, Francesco, Georgios Petropoulos and David Pitcher. The impact of industrial robots on EU employment and wages: A local labour market approach. *Bruegel Working Paper*.

Conde-Ruiz, Jose Ignacio, Manu Garcia, Luis A. Puch, Jesus Ruiz. 2018. Calendar Effects in Daily Aggregate Employment Creation and Destruction in Spain. *Fedea Working Paper 2018/10*.

Cortes, G.M. (2016). Where Have the Middle-Wage Workers Gone? A Study of

- Polarization Using Panel Data. *Journal of Labor Economics* 34(1), 63-105.
- Clark, A. (2005). Your money or your life: Changing job quality in OECD countries. *British Journal of Industrial Relations* 43(3), 377-400.
- Dauth, W., Findeisen, S., Südekum, J. & Wößner, N. (2017). German Robots – The Impact of Industrial Robots on Workers. *CEPR Discussion Paper* 12306.
- De Groen, W.P., Lenaerts, K., Bosc, R. & Paquier, F. (2017). Impact of digitalisation and the on-demand economy on labour markets and the consequences for employment and industrial relations, *Study prepared at the request of the Employers' Group of the European Economic and Social Committee*.
- De la Rica, S. (2015). Políticas activas de empleo: una panorámica. *Universidad del País Vasco (UPV/EHU) y FEDEA, Fedea Policy Papers*.
- De La Rica, S., & Gortazar, L. (2016). Differences in Job De-Routinization in OECD Countries: Evidence from PIAAC. *IZA Discussion Paper*.
- De la Rica, S. & Rebollo-Sanz, Y. (2017). Gender Differentials in Unemployment Ins and Outs during the Great Recession in Spain. *De Economist* 165(1), 67-99.
- De la Rica, S. y Lucía Gorjon. 2017. Assessing the Impact of a Minimum Income Scheme in the Basque Country. *IZA Discussion Paper*.
- De la Rica, S. y Lucas Gortazar. 2018. Job Tasks and Wages across the world: Evidence from PIAAC. *Forthcoming*.
- Deming, D. (2017). The Growing Importance of Social Skills in the Labor Market. *The Quarterly Journal of Economics* 132 (4), 1593–1640.
- Dolado, J. J., & Vázquez, P. (2008). Ensayos sobre los efectos económicos de la inmigración en España. *FEDEA*.
- Dorn, D., Hanson, G., & Majlesi, K. (2016). *Importing political polarization? The electoral consequences of rising trade exposure* (No. w22637). National Bureau of Economic Research.
- Drahokoupil, J. & Piasna, A. (2017). Work in the platform economy: Beyond lower transaction costs. *Intereconomics: Review of European Economic Policy* 52(6), 335-340.
- Eurofound. 2017. Income inequalities and employment patterns in Europe before and after the Great Recession. Luxembourg: Publications Office of the European Union
- Eurofound & the International Labour Office (2017). *Working anytime, anywhere: The effects on the world of work*, Publications Office of the European Union, Luxembourg, and the International Labour Office, Geneva
- Falck, O., Heimisch, A., & Wiederhold, S. (2016). Returns to ICT Skills. *IEB Working Paper* 2016/05.

- Felten, E., Raj, M. & Seamans, R. (2018). A Method to Link Advances in Artificial Intelligence to Occupational Abilities. *American Economic Association Papers & Proceedings*, forthcoming.
- Fenner, G.H. & Renn, R.W. (2010). Technology-assisted supplemental work and work-to-family conflict: The role of instrumentality beliefs, organizational expectations and time management. *Human Relations* 63(1), 63-82.
- Enguita, M. F., Martínez, L. M., & Gómez, J. R. Fracaso y abandono escolar en España.
- Firpo, Sergio, Nicole M. Fortin, and Thomas Lemieux. 2011. "Occupational Tasks and Changes in the Wage Structure." IZA Discussion Papers No. 5542.
- Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?. *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254-280.
- Goos, Maarten, and Alan Manning. 2007. "Lousy and Lovely Jobs: The Rising Polarization of Work in Britain." *Review of Economics and Statistics* 89 (1): 118-123.
- Goos, Maarten, Alan Manning, and Anna Salomons. 2009. "Job Polarization in Europe." *American Economic Review*, 99(2): 58-63.
- Goos, Maarten, Alan Manning, and Anna Salomons. 2014. "Explaining Job Polarization: Routine-Biased Technological Change and Offshoring." *American Economic Review*, 104(8): 2509-26.
- Gordo, L. R., & Skirbekk, V. (2013). Skill demand and the comparative advantage of age: Jobs tasks and earnings from the 1980s to the 2000s in Germany. *Labour Economics*, 22, 61-69.
- Gordon. 2016. *The Rise and Fall of American Growth: The U.S. Standard of Living Since the Civil War*. Princeton Economic History Press.
- Gortazar, Lucas. 2018. La institución escolar ante los nuevos retos. Parte de "La Calidad de las instituciones en España."
- Gorka, Szymon, Wojciech Hardy Roma Keister Piotr Lewandowski. 2017. Tasks and Skills in European Labour Markets. Background Paper for the World Bank Report Growing United: Upgrading Europe's Convergence Machine.
- Gorka, Szymon, Wojciech Hardy Roma Keister Piotr Lewandowski. 2018. Age, tasks and skills in European labour markets. Background Paper for the World Bank Report Growing United: Upgrading Europe's Convergence Machine.
- Graetz, G. & Michaels, G. (2015). Robots at Work. *CEP Discussion Papers* 1335.
- Handel, M. J. (2012). Trends in job skill demands in OECD countries. OECD.
- Hardy, W., Lewandowski, P., Park, A. & Yang, D. (2018a). The global distribution of

routine and non-routine work. Findings from PIAAC, STEP and CULS. *IBS Working Paper* 01/2018.

Hoftijzer, Margo y Lucas Gortazar (2018). Skills Demand Background Report for Growing United Report. World Bank Group.

Hummels, D., Munch, J. R., Skipper, L., & Xiang, C. (2012). Offshoring, transition, and training: Evidence from Danish matched worker-firm data. *American Economic Review*, 102(3), 424-28.

Huws, U., Spencer, N.H. & Joyce, S. (2016). Crowd work in Europe: Preliminary results from a survey in the UK, Sweden, Germany, Austria and the Netherlands, *FEPS Studies*, December.

Jaimovich, N., & Siu, H. E. (2012). *The trend is the cycle: Job polarization and jobless recoveries* (No. w18334). National Bureau of Economic Research.

Katz, L. & Krueger, A. (2016). The Rise and Nature of Alternative Work Arrangements in the United States, 1995-2015. *NBER WP No. 22667*

Keynes, John Maynard. 1933. "Economic Possibilities for our Grandchildren (1930)." *Essays in Persuasion*: 358–373.

Kimble, C. (2011). Building effective virtual teams: How to overcome the problems of trust and identity in virtual teams. *Global Business and Organizational Excellence* 30(2), 6-15.

Kleinberg, J., Lakkaraju, H., Leskovec, J., Ludwig, J. & Mullainathan, S. (2018). Human Decisions and Machine Predictions. *The Quarterly Journal of Economics* 133(1), 237–293.

Mann, K. & Püttmann, L. (2017). Benign Effects of Automation: New Evidence from Patent Texts. *SSRN Paper* 2959584.

Mark, G., Iqbal, S.T., Czerwinski, M., Johns, P. & Sano, A. (2016). Email duration, batching and self-interruption: Patterns of email use on productivity and stress. *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1717-1728.

Martin, L. & Omrani, N. (2015). An assessment of trends in technology use, innovative work practices and employees' attitudes in Europe. *Applied Economics* 47(6), 623-638.

Massari, Riccardo, Paolo Naticchion, and Giuseppe Ragusa. 2014. "Unconditional and Conditional Wage Polarization in Europe." *IZA Discussion Papers* No. 8465.

Michaels, G., Natraj, A., & Van Reenen, J. (2014). Has ICT polarized skill demand? Evidence from eleven countries over twenty-five years. *Review of Economics and Statistics*, 96(1), 60-77.

Moreno-Galbis, E., & Sopraseuth, T. (2014). Job polarization in aging economies. *Labour*

Economics, 27, 44-55.
Chicago

Muñoz de Bustillo, R. y J.I. Antón. 2015. “Long-terms trends in the job structure in Spain: 1977-2013”, Technical report: Eurofound.

Oesch, D. y Rodríguez Menés, J. 2011. “Upgrading or polarization? Occupational change in Britain, Germany, Spain and Switzerland, 1990-2008”, *Socio-Economic Review*, 9(3): 503-531.

OECD. 2014. PISA 2012 Results: Creative Problem Solving Skills. OECD Paris.

OECD. 2018. PISA 2015 Results Volume V: Collaborative Problem Solving Skills. OECD Paris.

Rolandsson, B., Petersson, J., Berglund, T. (2017). Sweden, in: Rasmussen et al., Nordic labour markets and the sharing economy, *National Background Reports, Nordic Working Papers*, Nordic Council of Ministers.

Robles-Zurita, J. A. (2017). Cognitive skills and the LOGSE reform in Spain: evidence from PIAAC. *SERIEs*, 8(4), 401-415.

Sebastian Lago, 2017. Cambio tecnológico y polarización en España: un análisis sobre la relación entre los resultados y los métodos. *Revista Encrucijadas*.

Spitz-Oener, Alexandra. 2006. “Technical Change, Job Tasks, and Rising Educational Demands: Looking outside the Wage Structure.” *Journal of Labor Economics*, 2006, 24(2), pp 235-270.

Summers, Larry. 2013. IMF Fourteenth Annual Research Conference in Honor of Stanley Fischer.

Välijärvi, Jouni and Hanna Alasuutari. 2017. The current challenges of Finnish education Changes of the society affecting quality and equity in schools. Background note to Growing United Report: World Bank.

Wright, K.B., Abendschein, B., Wombache, K., O'Connor, M., Hoffman, M., Dempsey, M., Krull, C., Dewes, A. & Shelton, A. (2014). Work-related communication technology use outside of regular work hours and work life conflict: The influence of communication technologies on perceived work life conflict, burnout, job satisfaction, and turnover intentions. *Management Communication Quarterly* 28(4), 507-530.

Anexo: Metodología Acemoglu y Autor (2011)

Para calcular las tareas en el empleo en España, la metodología de Acemoglu y Autor (2011) sirve como punto de referencia ampliamente utilizado en la literatura reciente, tal y como se explica en Hardy et al (2018). En particular, se parte de la clasificación ISCO de ocupaciones a 3 dígitos, y a través de la encuesta O*NET (y sus ediciones de 2003 y 2014), se asigna de forma estandarizada un vector de tareas a cada ocupación. Dicho vector tiene por categorías las 5 dimensiones del modelo canónico de Autor, Levy y Murnane (2003): no-rutinario cognitivo, no-rutinario interpersonal, rutinario cognitivo, rutinario manual y no-rutinario manual.

Es importante resaltar que ISCO llevó a cabo una transición a un nuevo sistema de clasificación en 2011 y por tanto, es necesario un ajuste en las ocupaciones, tal y como hacen Goos et al (2014). Por otro lado, en la combinación de O*NET 2003 y O*NET 2014 es importante ponderar los años intermedios, de tal manera que los pesos varíen para cada año en función de su distancia a 2003 y 2014.