



04

**Cuarta revolución industrial,
automatización y
digitalización: una visión
desde la periferia de la Unión
Europea en tiempos de
pandemia**

Francisco-Javier Braña Pino

WorkingPapers

1. Resumen¹

Este trabajo trata de analizar cómo el proceso de innovación tecnológica conocido como digitalización afecta al modo de producción capitalista y sus relaciones de producción, en particular en España, así como de América Latina, respondiendo a cuatro preguntas. Se comienza estudiando la aparición gradual o despliegue, desde el último cuarto del siglo pasado, de un conjunto de tecnologías de la información y la comunicación, que permiten la hibridación entre el mundo físico y el mundo digital, borrando las fronteras entre ambos, que ha llevado a que se hable de la Industria 4.0, preguntando si estamos ante “la cuarta revolución industrial”. Tras esta supuesta revolución estaría una revolución digital. Y ello a pesar de que la industria no deja de perder peso en la economía, tanto en empleo como en la participación en el Valor Añadido Bruto. A continuación, se analiza cuál es el grado de digitalización alcanzado. En la tercera sección se revisan cuáles son los efectos de la digitalización y la automatización sobre las condiciones de trabajo y empleo, en particular la polarización, los cambios en las participaciones en el empleo entre ocupaciones y los trabajos que están en riesgo de perderse, con un cierto énfasis en España. En la última sección se intenta responder a la pregunta de si hay una política industrial posible para hacer frente a estos cambios.

Abstract

The paper tries to analyse how the process of technological innovation known as digitization affects the capitalist production mode and its relations of production, particularly in Spain and Latin America, answering four questions. It begins by studying the gradual appearance or development, since the last quarter of the last century, of a set of information and communication technologies, which allow the hybridization between the physical and the digital world, erasing the borders between both worlds, which has led to talk of Industry 4.0 asking if we are facing “the fourth industrial revolution”. After this supposed revolution, there would be a digital revolution. Moreover, this despite the fact that manufacturing continues to lose weight in the economy as a whole, in employment and participation in Gross Value Added. The degree of digitization achieved is analysed below. The third section reviews the effects of digitalization and automation on employment and working conditions, in particular polarization, changes in employment shares across occupations, and jobs at risk, with some emphasis in the Spanish case. In the last section, the paper intends to answer the question whether there is a progressive industrial policy feasible to cope with these changes.

Keywords: Digital revolution • Industrial revolution • Industry 4.0 • Labour • Employment and Work organization • Industrial policy

JEL Classification: O33 • O25 • L50 • J21 • J30

¹ Este documento surge en paralelo a dos trabajos: Braña (2019) y Braña y Molero (2019). Una primera versión sufrió la evaluación anónima, resultado de la cual ha sido su ampliación sustancial, espero que para bien de los que lo lean. Agradezco la revisión minuciosa y las sugerencias del Dr. José de No (Foro de Empresas Innovadoras) y de Mauricio León (CEPAL). Como es habitual, asumo todos los errores y omisiones que pueda contener. El autor declara no tener conflictos de interés. Los datos de los gráficos están disponibles bajo petición al autor.

Instituto Complutense de Estudios Internacionales, Universidad Complutense de Madrid. Campus de Somosaguas, Finca Mas Ferré. 28223, Pozuelo de Alarcón, Madrid, Spain.

© Dr. Francisco-Javier Braña Pino

Dr. Francisco-Javier Braña Pino: Investigador Asociado. Cátedra de Estudios de la Innovación. Universidad Complutense de Madrid

fjbrana@ucm.es

El ICEI no comparte necesariamente las opiniones expresadas en este trabajo, que son de exclusiva responsabilidad de sus autores.



ICEI Instituto Complutense
de Estudios Internacionales

1 ¿Una cuarta revolución industrial?

El objetivo de este trabajo es ofrecer, en su primera parte, una panorámica de cómo el proceso de innovación tecnológica conocido como *digitalización*¹ está afectando al modo de producción capitalista y sus relaciones de producción, en particular en España, basándonos en una revisión de la bibliografía y de las fuentes estadísticas disponibles, si bien debe advertirse que no se ha pretendido hacer una revisión exhaustiva, siendo más bien una revisión selectiva.

Partimos de la base de que el diseño y la aplicación de todas las tecnologías son parte de una relación social (Molero, 2017; 75), de unas relaciones de producción específicas que forman parte de un modo de acumulación y un modo de regulación. Por ello, el cambio tecnológico es un proceso que da forma y al tiempo es moldeado por factores económicos y sociales. Desde el fin de la Segunda Guerra Mundial, el modo de acumulación, el régimen de crecimiento, se ha caracterizado por la tecnología, la electro-mecánica y la producción y el consumo de masas (al menos en las sociedades del centro capitalista). El modo de regulación que garantiza el orden social se basó en un pacto social entre las diferentes clases y fracciones de clase, donde la intervención del Estado adquiere una especial importancia cuantitativa y cualitativa, dando lugar a una fase del modo de producción capitalista que se ha denominado “capitalismo monopolista de estado” (Braña, Buesa y Molero; 1984, Cap. II).

Esas relaciones de producción entran en crisis a principios de los años 70 del siglo pasado, con una ruptura del pacto social, mientras que en el ámbito de la producción emergen la llamada revolución de las tecnologías de la información y comunicación (TIC), la “financiarización” de la economía y un nuevo estadio de la globalización, en el que la competencia capitalista se basa en los flujos de información y en el conocimiento necesario para aprovechar esa información, con una integración a escala mundial de los procesos de producción (Palacio, 2019; 34).

Como señala Giovanni Dosi (2017; 72), comienza “un desajuste creciente entre el sistema tecnológico, la maquinaria económica –esto es, la maquinaria que produce y distribuye la renta- y el sistema de relaciones sociales e instituciones”. No es este el lugar

¹ Se entiende por digitalización convertir o codificar en números dígitos datos o informaciones de carácter continuo o analógico.

para profundizar en el desajuste que conduce a la ruptura del equilibrio entre las rentas del trabajo y las del capital, en favor de estas últimas, que desde finales del siglo pasado amenaza las llamadas “clases medias” (OECD, 2019a), mientras que el 10 por 100 y, por encima, el 1 por 100 con más renta y riqueza están tomando una parte creciente de la tarta.

Por supuesto, la aparición gradual o el despliegue, desde principios de los años 70 del siglo pasado, de un conjunto de tecnologías de la información y la comunicación que permiten la hibridación entre el mundo físico y el digital, borrando las fronteras entre ambos, ha llevado a que se hable de una cuarta revolución industrial². Tras esta supuesta revolución habría una *revolución digital*, entendida “como una aceleración general en el ritmo de cambio tecnológico en la economía, impulsado por una expansión masiva de nuestra capacidad de almacenar, procesar y comunicar la información utilizando dispositivos electrónicos” (Eurofound, 2018b; 1). La invención del microprocesador de Intel en 1971 es la tecnología clave de esta “revolución”, una innovación radical, pero también deben mencionarse las primeras incursiones en ingeniería genética, que abrieron las puertas al campo de la biotecnología (Valenduc, 2018; 8).

Se argumenta que estamos ante una nueva revolución debido a la rapidez de los cambios que están teniendo lugar, debido a su naturaleza disruptiva y debido a “la transformación de sistemas de producción enteros, gestión y gobernanza” (K. Schwab, 2016). Más aún, que la combinación con cambios similares en la geopolítica, el medioambiente y la sociedad, estaría dando a luz a una nueva fase de la globalización a la que llaman Globalización 4.0 (World Economic Forum, 2019b).

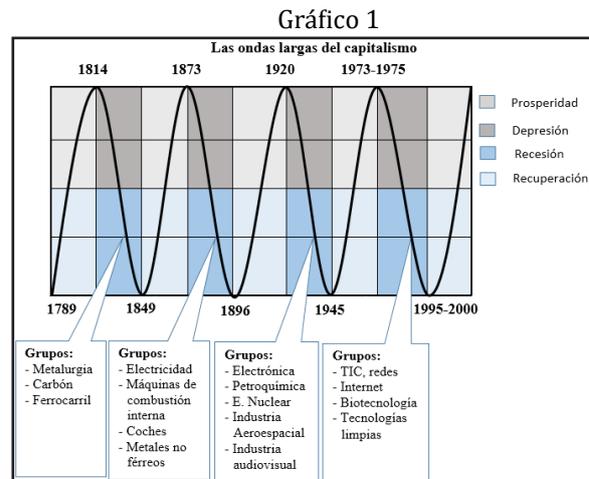
² Hay un consenso en que la primera habría tenido lugar en Inglaterra en 1784, con la invención del primer telar mecánico por Edward Cartwright, movido primero con energía hidráulica y luego con una máquina de vapor; la segunda en 1870, con la primera cinta transportadora en un matadero, basada en la producción en masa gracias a la división de tareas y al uso de la energía eléctrica; la tercera en 1969, con el primer controlador lógico programable (PLC), basada en el uso de la electrónica y la informática para la producción automatizada. Desde otra perspectiva, Carlota Pérez (2010) habla de cinco revoluciones tecnológicas, la primera con la revolución industrial que se iniciaría en 1771 con la primera factoría de algodón hidráulica (tras el invento del bastidor de hilado movido por agua en 1769 por Richard Arkwright), a la que siguen otras cuatro: en 1829 la edad del vapor y los ferrocarriles; en 1875 la edad del acero, la electricidad y la ingeniería pesada; en 1908 la edad del petróleo, el automóvil y la producción en masa; y en 1971 la edad de la información y las telecomunicaciones.

Como es aconsejable utilizar la teoría de la economía política para analizar este tipo de transformaciones, parece más bien que nos encontramos en una quinta onda larga del capitalismo, que empezó en los últimos años del siglo pasado con la decadencia del paradigma tecno-económico conocido como *fordismo* y con la crisis de los años 90. Las investigaciones publicadas por Chris Freeman, en colaboración con Francisco Louça y con Luc Soete, ya en la década de los 90, hacen referencia al establecimiento de ese nuevo paradigma tecno-económico, basado en las tecnologías de la información y las redes, el desarrollo de la economía basada en el conocimiento, el cambio en la provisión de necesidades colectivas y una reconfiguración de las relaciones sociales. También Manuel Castells y desde la sociología, en el primer volumen de su monumental obra *La era de la información: economía, sociedad y cultura*, publicado en 1996 y que titula en inglés *The rise of the Network Society* (Castells, 1997), cuando hace referencia a la revolución tecnológica que suponen las nuevas tecnologías de la información, que se caracteriza no tanto por el desarrollo tecnológico en sí mismo, sino por la aplicación del conocimiento y la información a la propia generación de conocimiento y a los procesos de información y comunicación, por su globalidad y por la orientación al mercado de las innovaciones, dando lugar a un nuevo “paradigma técnico-económico” del que destaca la primera de sus cinco características: que la materia prima es la propia información.

Así que, “lo que llamamos digitalización de la economía no es, por tanto, una nueva revolución industrial, sino la transición laboriosa e incierta entre los períodos de instalación y despliegue de este nuevo paradigma” (Valenduc, 2018; 9), que se produce en ondas largas en el tiempo. Es el paso de un capitalismo industrial a un capitalismo cibernético o digital (Álvarez, 2018), que en sus comienzos se caracteriza por la utilización de unas tecnologías de la producción que algunos denominan *post-fordistas* (producción flexible, con la personalización masiva y las cadenas de suministro), para ya en pleno siglo XXI empezar a introducirse la Inteligencia Artificial.

El gráfico 1 resume las características de esas ondas largas, como es bien sabido detectadas primero por Nikolai Kondratiev (1892-1938) y refinadas después por Joseph Schumpeter (1883-1950) - aunque también fueron utilizadas por economistas marxistas como Ernest Mandel (1923-1995) y Jacques Nagels (1937-2014)-, basándose en la tradición schumpeteriana tal como la recoge Valenduc (2018) y

según la cual el paso de la cuarta a la quinta onda larga se puede ubicar en los años 1995-2000.



Fuente: Adaptado de Valenduc (2018)

Volviendo al tema de la revolución digital, por cierto, “un concepto que no debe tomarse como dado” (Mahnkopf, 2019; 1), hay quien la define diciendo que es un nivel más alto de automatización en el que el uso de los robots se empareja con la Inteligencia Artificial. El World Economic Forum cita nada menos que doce tecnologías “emergentes” características de esa revolución, que “están estimulando el desarrollo de nuevas técnicas de producción y modelos de negocio que transformarán fundamentalmente los sistemas globales de producción” (World Economic Forum, 2018a; 1):

- Inteligencia Artificial y robótica (*);
- Sensores vinculados ubíquos (Internet de las Cosas) (*);
- Realidad virtual y aumentada (*);
- Producción aditiva (impresión en 3D) (*);
- Cadenas de bloques (block chains) y tecnología de contabilidad distribuida;
- Materiales y nanomateriales avanzados;
- Captura, almacenamiento y transmisión de energía;
- Nuevas tecnologías de computación;
- Biotecnologías;
- Geo-ingeniería;
- Neurotecnología;
- Tecnologías del espacio.

Algunas personas se refieren únicamente a siete tecnologías, que se consideran esenciales para la llamada Industria 4.0 (Foro de Empresas Innovadoras, 2018; 80-81), las cuatro primeras que hemos marcado con un asterisco (desglosando la inteligencia artificial y la ro-

bótica al referirse a la robótica colaborativa o *Cobot*), a las que añaden el uso de los grandes datos (Big Data) y las técnicas de aprendizaje automatizado (Machine Learning)³. Otros las reducen a solo tres tecnologías que “cambian el juego” (Eurofound, 2017 y 2018a): Internet de las Cosas (conectividad), Fabricación Aditiva (impresión en 3D) y Robótica Avanzada (automatización flexible)⁴. Todas ellas se considera que pertenecen a la categoría de Tecnologías de Utilidad General, pues por definición se pueden aplicar a la mayoría de los sectores económicos y pueden extenderse favoreciendo aplicaciones adicionales e innovación incremental.

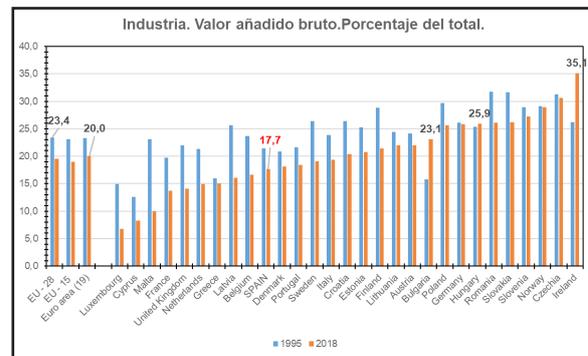
Pues bien, esta “revolución” digital se ha vinculado de manera muy estrecha a la llamada Industria 4.0, también llamada la Cuarta Revolución Industrial. De las muchas definiciones disponibles de estas dos últimas, he escogido la de Gadi (2018; 38): “la organización de los procesos productivos basados en la tecnología –especialmente Internet- y en el uso de dispositivos tales como sensores y *chips*, que se comunican de manera autónoma unos con los otros a lo largo de toda la cadena de valor. Estos dispositivos, gracias a la conectividad, se incorporan en el mismo proceso de producción (...) y en los productos finales”, dando lugar a nuevos tipos de bienes y servicios. Sin embargo, el término Industria 4.0 se creó en Alemania. No es el nombre para un tipo de tecnología; es el nombre de un programa de política económica en el que se juntaron el gobierno alemán, los empresarios y los sindicatos, para esencialmente decir: “Hemos perdido el tren de la revolución de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). No podemos perder este tren. Queremos ser los que produzcan los robots inteligentes que produce la industria inteligente y así, crear un tipo de aristocracia mundial del trabajo que está muy bien pagada y es capaz de diseñar esas cosas” (Dosi, 2017; 72-73).

Por eso, es sorprendente que lo que empezó como una política económica nacional para hacer frente a los retos de las TIC para un país, haya terminado considerándose nada menos que como una nueva revolución industrial que, según los partidarios del concepto, sería la cuarta⁵. Pero como destaca Atkinson (2018; 105),

3 Para algunos autores el aprendizaje automatizado en un sub-campo de la Inteligencia Artificial, para otros los términos son equivalentes.
4 Para una excelente revisión y explicación de las principales tecnologías, en español y con énfasis en la realidad de América Latina, puede consultarse CEPAL (2018).
5 Smitetalia (2016), señalan que no hay una definición clara y falta comprensión de lo que comprende la Industria 4.0 y de lo que realmente resultará en las próximas dos décadas.

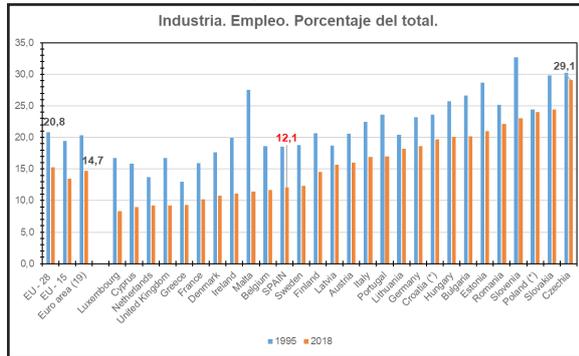
si la primera revolución industrial se produjo por la introducción de la máquina de vapor entre 1780 y 1790, la introducción de las tecnologías de la información y la comunicación en la última década del siglo pasado sería la quinta, por lo que según estos autores la digitalización y la automatización serían entonces la sexta⁶.

Gráfico 2



en las principales economías de América Latina, como se pone de relieve en el gráfico 3.

Gráfico 4

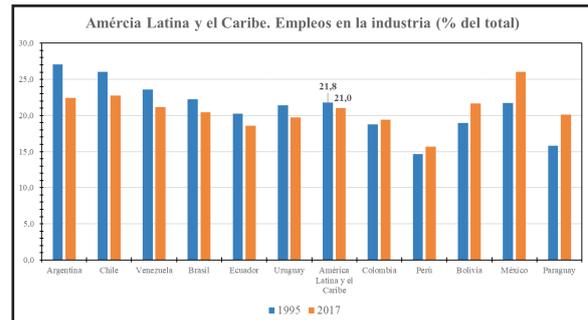


Fuente: Eurostat Database y elaboración propia.

El gráfico 4 representa la participación en el empleo en los países de la UE. Los descensos son más pronunciados que en el valor añadido y ahora en todos los países, sin excepciones, la industria ha perdido participación en el empleo. En términos absolutos, solo Polonia (desde el año 2000), la República Checa y Luxemburgo han visto un aumento del número de empleados en la industria. Para América Latina los datos de empleo nos resultan sorprendentes, pues entre 2001 y 2017, el promedio ponderado de la población ocupada en la industria, basado en las estadísticas de 18 países, se ha mantenido casi igual, pues ha pasado del 20,8 al 20,2 por 100⁷. El gráfico 5 muestra la evolución del empleo en la industria en el conjunto de América Latina y el Caribe y en 11 países entre 1995 y 2017: si para el conjunto de la región el empleo ha disminuido ligeramente (0,72 pp.), la disparidad es evidente, con países en los que ha aumentado el empleo, especialmente en Paraguay, México y Bolivia y seis en los que ha descendido.

7 Datos extraídos de CEPAL-CEPALSTAT, Estadísticas e Indicadores económicos, última consulta el 4 de octubre de 2019. Un buen análisis, en doce hechos estilizados, de cómo ha cambiado el panorama mundial de las manufacturas desde los últimos años del siglo pasado, tras la revolución de las tecnologías de la información y la comunicación hasta ahora, se encuentra en el capítulo 2 de Hallward-Driemeier y Nayyar (2018).

Gráfico 5



Fuente: Banco Mundial. Indicadores del desarrollo mundial y elaboración propia.

No se está diciendo que la digitalización sea la causa principal de la pérdida de peso de la industria en el conjunto de la economía, un fenómeno al que se la ha denominado “desindustrialización”, aunque pudiera ser que sí esté contribuyendo a la misma en las dos últimas décadas. La llamada “desindustrialización” en un proceso ampliamente estudiado, desde hace ya años (Rowthorn and Ramaswamy, 1997), que se produce en los países desarrollados del centro del capitalismo desde los años 70 del siglo pasado, en algunos incluso antes, mientras que en los países de la periferia el proceso es posterior⁸. Sería simplemente el resultado natural del desarrollo económico, generalmente asociado al aumento de los estándares de vida, reflejando la mayor productividad en la industria que en los servicios, gracias al impacto del cambio tecnológico (Chang, 2012; Cap. 9). La digitalización y la automatización lo que estarían es dando lugar a nuevos aumentos de la productividad en la industria.

Sí es más reciente lo que se ha denominado desindustrialización “prematura”, que hace referencia a que la importancia de la industria, en términos de empleo y de participación en el valor añadido (medida en términos nominales y en términos reales), ha empezado a reducirse a niveles de renta nacional y de empleo en la industria mucho más bajos de aquellos en los que las economías avanzadas comenzaron a desindustrializarse⁹, un fenómeno que estaría afectando sobre todo a los países de América Latina y del África sub-sahariana, no así a los países de Asia. Para unos, esta desindustrialización prematura estaría causada por

8 En España, que como país de la periferia experimentó un proceso de industrialización tardía, la desindustrialización tendrá lugar también con retraso, a partir de los años 80 del siglo pasado. Para un análisis comparado de la desindustrialización por áreas económicas, desde los años 70 a la actualidad, puede verse Schlogl y Sumner (2020, Capítulo 3).
9 Para un detallado análisis, estático y dinámico, de cuáles son esos niveles puede verse Felipe, Mehta, Rhee (2019).

los efectos del comercio mundial y la globalización, no por el cambio tecnológico (Rodrik, 2016; 4); mientras que para otros ambos factores son la causa, al existir una convergencia incondicional o absoluta en la productividad del trabajo en la industria, debido a que “la internacionalización de las cadenas de suministro ha inducido aumentos más rápidos en la productividad del trabajo de la industria en las economías en desarrollo que en las economías avanzadas, y que el aumento resultante en la competencia promueve más cambios tecnológicos, especialmente en las economías avanzadas” (Felipe, Mehta, Rhee, 2019; 162).

Lo que sí parece novedoso es que la digitalización ha empezado a borrar las diferencias entre la industria y los servicios, de manera que la distinción relevante en esta quinta onda larga del capitalismo sería entre las tareas no rutinarias (no repetitivas, no fácilmente codificables) y las tareas rutinarias, que están asociadas respectivamente asociadas con el trabajo cualificado o con un alto nivel educativo y el trabajo no cualificado (distinción que no es exactamente la misma que puestos de trabajo con salarios altos y con salarios bajos), con independencia de cuál sea el sector productivo. De hecho, cuando se analiza la importancia de los trabajos denominados STEM (acrónimo inglés de Science, Technology, Engineering and Mathematics), hay quien afirma que “la visión tradicional de que la innovación y el empleo en alta tecnología está relacionado con las actividades manufactureras no parece sostenerse ya. Por lo tanto, cuando queremos entender el crecimiento del empleo en alta tecnología necesitamos ir más allá de la división tradicional entre manufacturas y no manufacturas. La intensidad en STEM, relacionada con el contenido no rutinario de los trabajos de alta tecnología proporciona una distinción más significativa” (Goos, Konings and Rademakers; 2016: 18-19).

Adicionalmente, hay un crecimiento de la “servitización”, un concepto que hace referencia a la importancia creciente de los servicios vinculados al producto en el valor agregado de las empresas manufactureras (Eurofound, 2018a; 12). “Tradicionalmente, las empresas industriales se han centrado principalmente en la elaboración y venta de sus productos físicos. Hoy en día, la base de la diferenciación y la ventaja competitiva se está desplazando y extendiendo...Las empresas están comenzando a pasar a una oferta de extremo a extremo, incluido un producto, aplicaciones de *software* (sistemas lógicos) y servicios asociados” (World Economic Forum, 2018; 15). En consecuencia, el aumento del sector ser-

vicios, desde finales del siglo pasado, vendría en parte asociado a la externalización y consecuente sub-contratación de actividades que antes se realizaban dentro de las empresas, actividades que estadísticamente se considera que pertenecen al sector de servicios y la digitalización favorece ese proceso¹⁰. De hecho, trabajando con la información que proporcionan las tablas insumo-producto Sarra, Di Bernardino y Quaglione (2019), encuentran que para los países de la Unión Europea-27 una parte del aumento de las horas de trabajo en los servicios de mercado se ha destinado a proporcionar al sector manufacturero insumos intermedios, lo que significa por cierto que no todo el crecimiento del sector servicios se debe a un proceso de desindustrialización.

Para terminar este apartado, no debe dejarse de mencionar otro efecto de la digitalización sobre la estructura y dinámica empresarial, la aparición de nuevas empresas transnacionales, las “multinacionales de la economía digital” que valoran más los activos intangibles¹¹, no físicos, que los activos físicos, lo que Brun, Gereffi y Zhan (2019) denominan “ligereza”. Con ese término se refieren a una estrategia competitiva que valora más las formas de producción internacional con activos “ligeros”, en tanto obtienen una parte significativa de sus ventas en el extranjero con pocos activos¹², de manera que necesitan en menor medida llevar a cabo actividades de fabricación y servicios fuera de su país de origen. Esto tiene consecuencias para los proce-

10 Ha-Joon Chang (2011; 111) señala que el crecimiento del sector servicios es también un reflejo de cambios en la clasificación estadística, pues algunas empresas pueden haber solicitado la reclasificación de sus actividades.

11 Se consideran activos intangibles aquellos que “generalmente implican el desarrollo de productos o procesos específicos o son inversiones en capacidades organizacionales, creando o fortaleciendo plataformas de productos que posicionan a una empresa para competir en ciertos mercados” (Haskel and Westlake, 2018; 5). Se clasifican en tres grupos: 1. Información digitalizada (programas lógicos y bases de datos); 2. Propiedad de las innovaciones (I+D; prospección minera y originales de obras recreativas, literarias y artísticas; diseño y otros productos nuevos); 3. Competencias económicas (publicidad, estudios de mercado, formación a cargo del empleador; estructura organizativa). De todos estos componentes, el grupo 1 y los dos primeros del grupo 2 ya están recogidos en las estimaciones del PIB que utilizan la metodología del Sistema Europeo de Cuentas SEC 2010. Una panorámica de la inversión en activos tangibles comparada con los intangibles, para los Estados Unidos y ocho países europeos, incluida España, para el periodo 1995-2010, la proporcionan Mas et allia (2017; cap. 1).

12 De hecho, los activos físicos los ponen los trabajadores de los países, como son los autos en Uber y Cabify, las bicicletas y motocicletas de Deliveroo o Glovo.

Los procesos de fragmentación, externalización y deslocalización de la producción adoptados por las empresas transnacionales en el último cuarto del siglo pasado, con la aparición de las llamadas *cadena global de valor*¹³, que se ven afectadas por los procesos, ligados a la digitalización, de des-intermediación extensiva, de “servitización” y de producción flexible y distribuida (Brun, Gereffi y Zhan, 2019; 45-51). Estos procesos dan lugar a que las actividades de fabricación y servicios puedan ser realizadas por la propia empresa en el país de origen, revirtiendo con ello la tendencia característica de las cadenas de valor, hasta la aparición de la economía digital. Además, se han abierto diferentes posibilidades, diferentes escenarios, sobre cómo estas nuevas multinacionales digitales van a relacionarse con las empresas líderes hasta hoy, pues estas últimas pueden complementarse, pueden ser desplazadas o pueden adaptarse (Brun, Gereffi y Zhan, 2019; 61).

2 ¿Cuál es el grado de digitalización alcanzado?

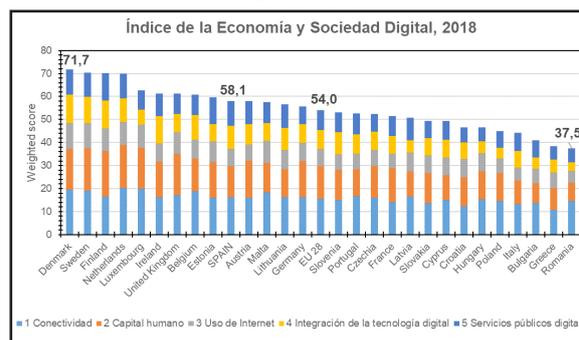
Antes de entrar a analizar los efectos de la digitalización y las perspectivas de futuro, conviene examinar cuál es el grado de digitalización alcanzado en nuestras sociedades, a partir de la información disponible al respecto ¹⁴

En primer lugar, vamos a utilizar los datos del Índice sobre Economía y Sociedad Digital (DESI, acrónimo del inglés) que elabora la Comisión Europea, representado en el gráfico 6 para el año 2018. El DESI se calcula como el promedio ponderado de cinco dimensiones principales (aunque el usuario puede cambiar a su gusto los pesos de los componentes): 1. Conectividad; 2. Capital “humano”; 3. Uso de Internet; 4. Integración de la tecnología digital; y 5. Servicios Públicos Digitales. Es interesante que España, con un valor de 58,1 sea el único país de la periferia europea que está por encima de la media de la Unión Europea de los 28 (54,0, siendo la desviación estándar de 9,3).

Como complemento, prestamos atención a la Evaluación realizada por el World

Economic Forum (WEF), con el nombre Preparación para el Futuro de la Producción (Readiness for the Future of Production). Por “preparación” el WEF quiere referirse a “la habilidad para capitalizar las oportunidades de producción futura, mitigar los riesgos y retos y ser resiliente y ágil para responder a futuros *shocks* desconocidos. La evaluación mide la preparación para el futuro de la producción, más que el desempeño productivo de hoy” (World Economic Forum, 2018a; 5).

Gráfico 6



Fuente: European Commission, Digital Scoreboard. <https://digital-agenda-data.eu/>

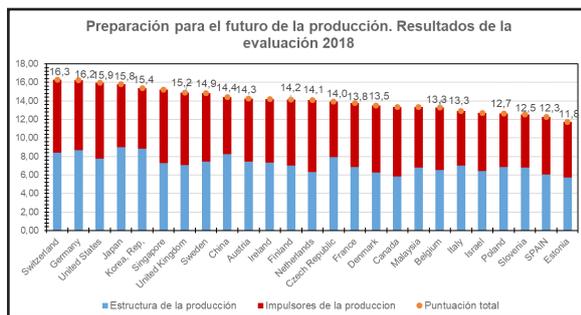
La evaluación tiene dos componentes: la estructura de la producción y los impulsores de la producción. La *Estructura de la Producción* intenta reflejar la complejidad y escala de la base productiva de un país, evaluando la complejidad económica (utilizando el Índice de Complejidad Económica de Hausmann e Hidalgo) y el valor añadido de las manufacturas, dando un peso del 60 por 100 al primer componente y un 40 por 100 al segundo componente. Los *Impulsores de la Producción* “son habilitadores clave que posicionan a un país para capitalizar las tecnologías y las oportunidades emergentes en el futuro de la producción (World Economic Forum, 2018a; 6). Hay seis impulsores a los que también se les da diferente peso: tecnología e innovación (20 por 100); capital “humano” (20 por 100); comercio global e inversión (20 por 100); estructura institucional (20 por 100); recursos sostenibles (5 por 100); entorno de la demanda (15 por 100). La evaluación incluye 59 indicadores para 100 países y todas las puntuaciones se miden en una escala de 0 a 10. La evaluación construye cuatro arquetipos para clasificar a los países, basándose en las puntuaciones ponderadas de los dos componentes: Liderazgo; Legado; Potencial Alto; y Naciente. Las líneas para dividir los cuatro cuadrantes se dibujan utilizando la puntuación media de los Impulsores de la producción (5,7) y de la Estructura de

13 De la abundante bibliografía existente, una reciente revisión de lo que son las cadenas globales de valor, en el contexto de la economía industrial, puede verse en Durand, Flacher y Frigant (2018), introduciendo un número monográfico sobre el tema.

14 La OCDE ha publicado un detallado trabajo de medición del grado de digitalización de sus países asociados, así como desarrolla una propuesta de nueve acciones para que cada país pueda avanzar en su capacidad de monitorizar la transformación digital y sus impactos (OCDE, 2019c), si bien no elabora índice alguno.

la Producción (5,7) obtenidas para 75 países.

Gráfico 7



Fuente: Adaptado de World Economic Forum (2018,a).

Gráfico 8



Fuente: Adaptado de World Economic Forum (2018,a).

El gráfico 7 ordena 25 países por el valor de la suma de los dos criterios. Por lo que respecta a la Unión Europea, 16 países pertenecen al arquetipo Liderazgo; 4 pertenecen al arquetipo Legado (Hungría, Lituania, Rumania y Eslovaquia); 1 pertenece al de Potencial Alto (Portugal); y los restantes 5 países (Bulgaria, Grecia, Chipre; Croacia y Letonia) pertenecen al arquetipo Naciente. No se evalúan dos países de la Unión Europea, Luxemburgo y Malta.

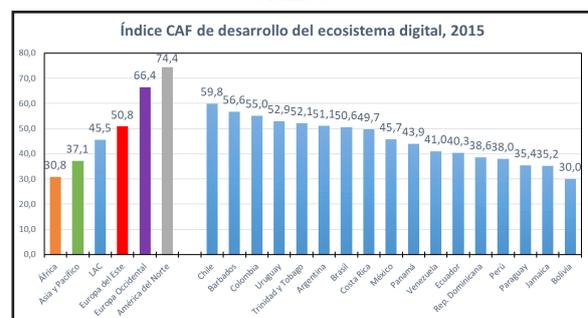
No hay ningún país de América Latina y el Caribe en los tres primeros cuadrantes de la evaluación realizada por World Economic Forum, todos los evaluados se consideran países “nacientes”. Por ello en el gráfico 8 se han representado los valores de los catorce países de América Latina evaluados, indicando la suma de los dos criterios.

La Corporación Andina de Fomento (CAF) ha elaborado un índice de desarrollo de lo que denomina “ecosistema digital”, utilizando 64 indicadores que se agrupan en 8 pilares: Institucional y regulatorio; Conectividad; Digitalización de los hogares; Competencia; Infraestructura; Factores de producción; Producción; e Industrias digitales. El gráfico 9 recoge el índice para diecisiete países de América Latina y el Caribe analizados, comparado con otras cinco regiones del mundo para el año 2015.

En una escala de 0 a 100 la puntuación es de

45,47 situándose la región en una posición intermedia, habiendo crecido a una tasa anual del 6,83 por 100 desde 2004 (CAF, 2017; 67), año en el que el índice fue de 22,0. Si se compara con la evolución de los países de la OCDE, en esta área el índice en 2004 fue de 36,8, llegando al valor 64,9 en 2015, de manera que, aunque la tasa de crecimiento sea menor (un 5,3 por 100), se está ampliando la brecha entre las dos áreas. La meta a alcanzar en 2020 por el conjunto de países de la región sería llegar a un índice de 65. Según los autores del estudio, de los diecisiete países, ocho tendrían un ecosistema “avanzado” (Chile, Barbados, Colombia, Uruguay, Trinidad y Tobago, Argentina, Brasil y Costa Rica), cuatro tendrían un ecosistema “intermedio” (México, Panamá, Venezuela y Ecuador) y los cinco restantes tendrían un ecosistema “limitado” (República Dominicana, Perú, Paraguay, Jamaica y Bolivia).

Gráfico 9



Fuente: CAF (2017) y elaboración propia.

3. ¿Cuáles son los efectos de la digitalización?

En esta sección vamos a prestar atención a dos de los efectos principales que se atribuyen a la digitalización de la economía en general y de la industria en particular: el primero, la polarización entre empleos bien pagados y empleos mal pagados, entre empleos que exigen altas cualificaciones y empleos con bajas cualificaciones; el segundo, la posible pérdida de trabajos o los empleos que están en riesgo de perderse debido a la automatización¹⁵ y la digitalización. Analiza-
 15 Por automatización se entiende la utilización de nuevas tecnologías que permiten que una máquina desarrolle ciertos procesos o realice tareas sin intervención del ser humano. Una revisión de los modelos teóricos que tratan de explicar los efectos del cambio tecnológico en el empleo, puede verse Barbieri et alia (2019), para quienes la teoría económica no proporciona una respuesta clara ni pronósticos sobre el efecto de la innovación en el empleo (innovación general o robots e inteligencia artificial), ya que depende de una serie de factores, supuestos, parámetros, elasticidades y calibraciones de los modelos.

remos también, aunque brevemente, el impacto de la automatización y la digitalización sobre las condiciones de trabajo y empleo, concluyendo con seis advertencias sobre los efectos económicos y sociales de ambas¹⁶.

Pero antes conviene referirse a las dos explicaciones que se han dado al espectacular aumento de las desigualdades en los mercados laborales y en la estructura salarial desde los años 70 del siglo pasado, así como a la estructura de las ocupaciones. La primera, denominada “cambio tecnológico sesgado por las habilidades (o competencias)” (en inglés SBTC, por *skill biased technological change*) afirma que el progreso técnico, que se considera una variable exógena a la economía, adopta una forma de aumento de los factores productivos, creando diferentes dinámicas entre diferentes categorías de trabajadores y pudiendo generar cambios de demanda sesgados en las habilidades, de manera que otorga una prima salarial a los trabajadores más educados y con mayores habilidades. Como señalan Acemoglu y Autor (2011; 1.118 y ss.), este modelo neoclásico del mercado laboral, que pretenciosamente denominan “canónico”, no es capaz o deja de explicar demasiadas cosas que ocurren en los mercados laborales de los países desarrollados, entre ellas la posible polarización en la estructura de los empleos.

La segunda explicación se conoce como “cambio tecnológico sesgado por las rutinas” (en inglés RTBC, por *routine biased technological change*)¹⁷, según la cual tan relevante como el nivel educativo y la ocupación es si los empleos tienen o no una dimensión rutinaria. El proceso de producción se define en términos de tareas, entendiendo por tarea una unidad de actividad laboral que da lugar a un producto (sean bienes o servicios), mientras que “una habilidad es la dotación de capacidades de un trabajador para realizar diversas tareas. Los trabajadores aplican sus dotaciones de habilidades a las tareas a cambio de salarios, y las habilidades aplicadas a las tareas producen resultados (...) La distinción entre habilidades y tareas se vuelve particularmente relevante cuando los trabajadores de un nivel de habilidad dado pueden realizar una variedad de tareas y cambiar el conjunto de tareas que realizan en respuesta a los cambios en las condiciones del mercado laboral y de la tec-

nología” (Acemoglu y Autor, 2011; 1.045). El impacto del cambio tecnológico, que ahora se considera endógeno, sobre el empleo y los salarios, requiere por ello un marco que tenga en cuenta dichos cambios en la asignación de habilidades a las tareas. Las tareas se clasifican entonces según dos criterios: rutinarias versus no rutinarias y manuales versus cognitivas. Cuanto mayor sea el contenido o la carga rutinaria de un empleo, cuanto más repetitivas sean las tareas, por seguir reglas bien definidas, más fácilmente puede ser automatizadas, mientras que las tareas no repetitivas pueden bien beneficiarse de la automatización o no verse afectadas negativamente por ella.

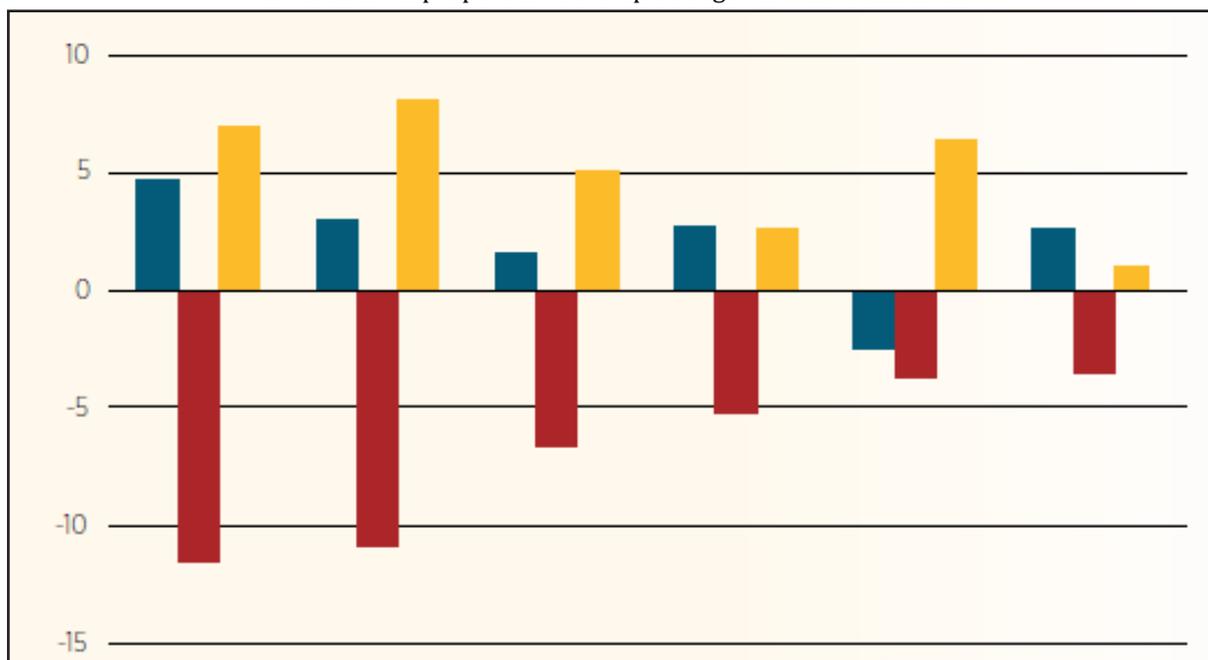
Uno de los efectos que se atribuyen a la digitalización es **la polarización en el empleo**, un término que, de acuerdo con Autor, Katz y Kearney (2006), se utilizó por vez primera en 2003 (Goos y Maning, 2003, 2007) para dar cuenta del descenso en los empleos con salarios medios a expensas de los empleos con salarios altos y salarios bajos y que posteriormente se utiliza también para hacer referencia al descenso en la participación en el empleo de las ocupaciones con habilidades medianas respecto a las ocupaciones con habilidades altas y bajas. La explicación más común de esta polarización menciona cuatro factores: los efectos de la tecnología (por el hecho de que las tareas se hacen rutinarias), la globalización (vía la re-localización de ciertas partes de los procesos de producción a los países del centro “desarrollados” (lo que se conoce como *offshoring* o deslocalización), los efectos de la demanda de productos para diferentes ocupaciones y el papel de las instituciones¹⁸.

16 En lo que sigue nos vamos a centrar en trabajos e informes que estudien un conjunto de países o de áreas geográficas y no en casos individuales, con la excepción de España.

17 Algunos autores lo denominan “cambio tecnológico sesgado por las tareas” (en inglés TBTC, por *task-biased technological change*).

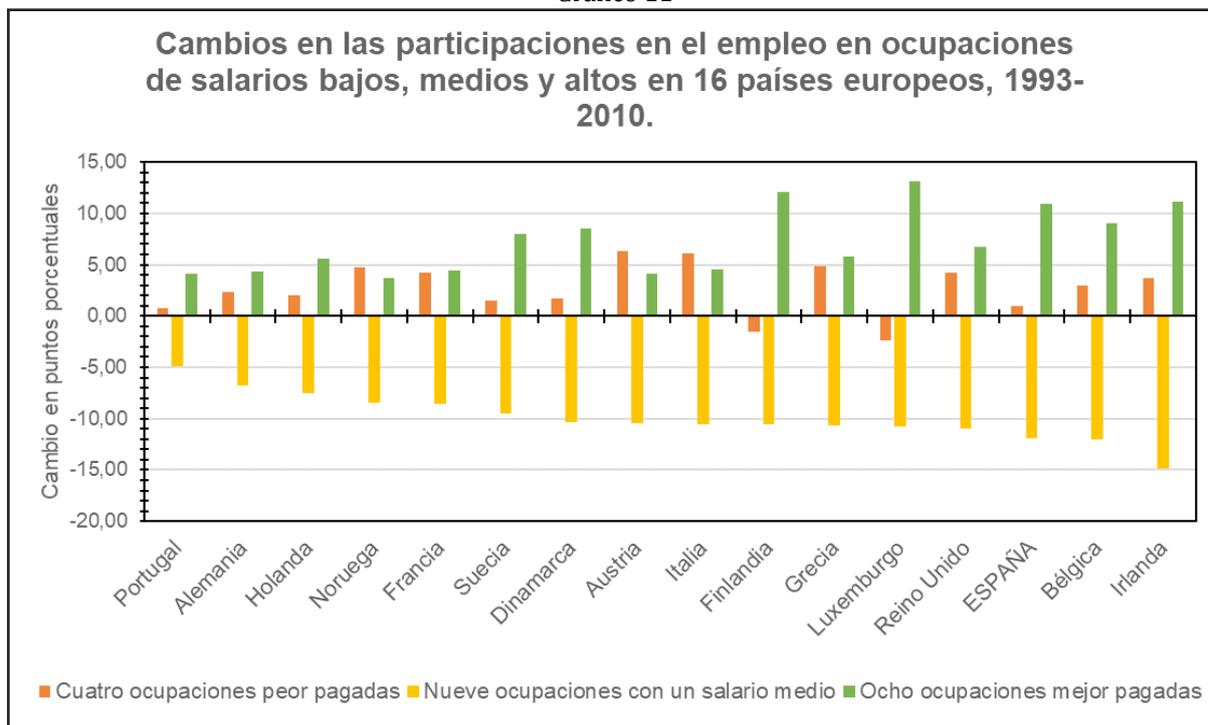
18 Para el soporte teórico y empírico de la polarización pueden verse, entre otros, los trabajos de Goos y Maning (2007), Acemoglu y Autor (2011), Autor, Levy y Murnane (2003) Autor y Dorn (2013) y, en especial, Autor (2015), el primero referido al caso de Gran Bretaña y los cuatro últimos referidos al caso de los Estados Unidos.

Gráfico 10
Cambios en la proporción del empleo según el nivel de salarios



Fuente: Varios Autores (2019; 14). Los datos para América Latina y el Caribe se refieren al periodo 2000-2015, los de las demás áreas se refieren a 1995-2015.

Gráfico 11



Fuente: Adaptado de Goos, M., Manning, A. and Salomons, A. (2014; Table 2).

El gráfico 10 presenta datos agregados por regiones del mundo sobre los cambios en el empleo según el nivel de salarios sea alto, medio o bajo. La polarización parece clara en Europa del Norte y en Europa del Sur, en Estados Unidos y, en menor medida, en Japón y en América Latina y el Cari-

be, pero no se da en Europa Central, pues los empleos con salarios bajos han descendido.

En un trabajo que estudia 16 países europeos para el periodo 1993-2010, sus autores concluyen, haciendo referencia a los datos representados en el gráfico 11: "es claro que la participación en el empleo tanto de las

ocupaciones con salarios altos como la de las ocupaciones con salarios bajos ha aumentado, mientras que las ocupaciones de salarios medios han descendido. Especialmente las ocupaciones de salarios altos han ganado en importancia relativa” (Goos, Konings and Rademakers; 2016: 9-10). Y mirando a las causas, “mostramos que la desindustrialización y la polarización de los trabajos están (principalmente) impulsadas por la tecnología” (Goos, Konings and Rademakers; 2016: 12). Aunque es obligado señalar que los autores olvidan otro impulsor principal del cambio estructural en las economías, la globalización, en tanto la competencia global y las oportunidades de los mercados globalizados tienen impacto sobre la estructura del empleo. Los salarios relativos y la productividad también son determinantes de cuáles de los empleos permanecen en un país y cuáles se perderán en beneficio de los competidores extranjeros.

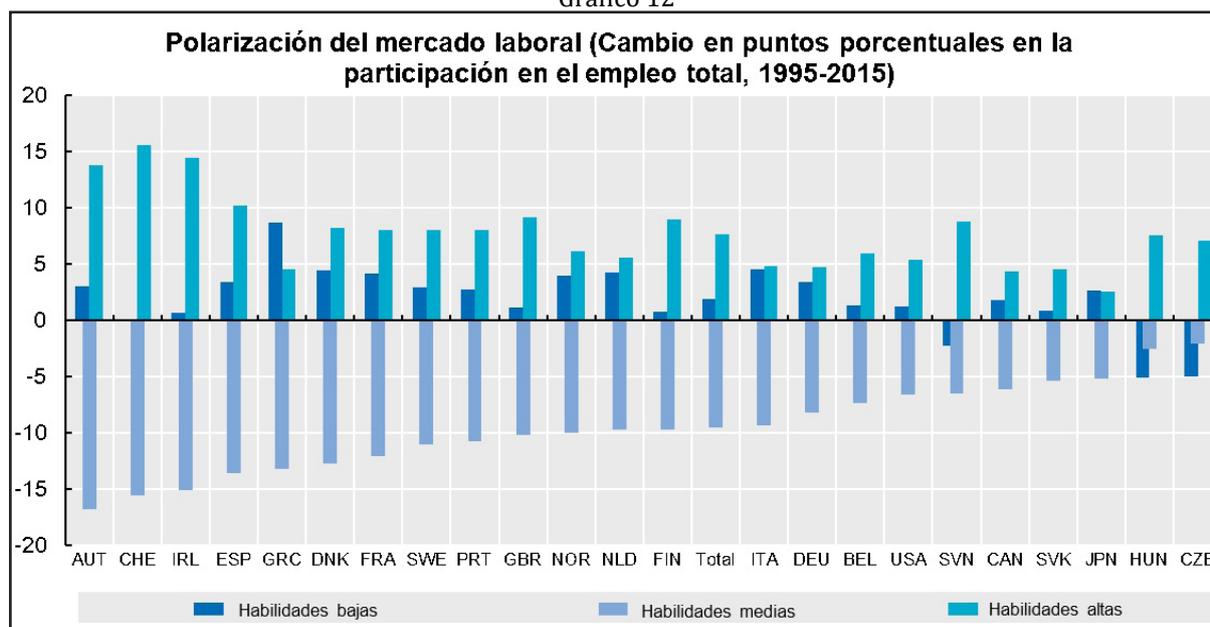
“La tendencia a largo plazo de desindustrialización parece tener lugar en paralelo con la polarización del mercado laboral entre tareas no rutinarias de salarios altos y de salarios bajos. Además, esta polarización de tareas es generalizada para un gran grupo de economías avanzadas, que experimentan que las ocupaciones de salarios medios, capturando típicamente tareas “rutinarias”, tienden a desaparecer. En segundo lugar, hemos demostrado (sic) que esta tendencia a la polarización está altamente correlacionada con el uso y adopción de computadoras y, más generalmente, de capital TIC” (Tecnologías de la Información y la Comunicación) (Goos, Konings and Rademakers; 2016: 14-15).

Estos mismos investigadores encuentran que hay una correlación entre la fracción de empleos STEM en la región y el crecimiento medio a nivel de empresa de empleos no STEM de empresas en la misma región. “Esto significa que como la fracción de empleos STEM en total en una región en particular crece, esto tiene efectos positivos sobre el empleo no STEM, indicando derramamientos entre los empleos STEM y los no STEM en la misma región” (Goos, Konings and Rademakers; 2016: 31); aunque esos empleos no STEM pertenecen principalmente a servicios personales (p. ej. Restaurantes, cafeterías, peluquerías, cuidado de menores, etc.) con bajos salarios y baja productividad, sin sindicatos y sin negociación colectiva.

CEDEFOP (2018; 84) proporciona resultados similares para el agregado de los países de la Unión Europea. En el periodo 1988-2007, “hubo un crecimiento apreciable en los dos

quintiles salariales más altos, un crecimiento más modesto en los dos quintiles siguientes, sin un crecimiento sustancial en el quintil más bajo”. Los primeros años de la Gran Recesión (2008-2010), aunque parezcan diferentes en términos de subida de nivel (*upgrading*, mejora de las capacidades, de manera que las ocupaciones con salarios altos se expanden a costa de las ocupaciones con salarios bajos) y polarización, “nos cuenta una historia similar a la del periodo precedente. Se han perdido muchos empleos en la mitad de la distribución de salarios con una relativamente menor pérdida de empleos en la parte inferior y un aumento en la superior”. En el periodo 2011-2013, la imagen general es similar a la del periodo precedente: “menos negativa, pero un patrón de pérdida continuada en el medio, pérdida relativamente modesta en la parte inferior y crecimiento en la parte superior (...) Desde 2013 en adelante, con el crecimiento neto del empleo en todos los quintiles salariales, la imagen es similar a la del periodo anterior a la recesión” (CEDEFOP, *ibid*).

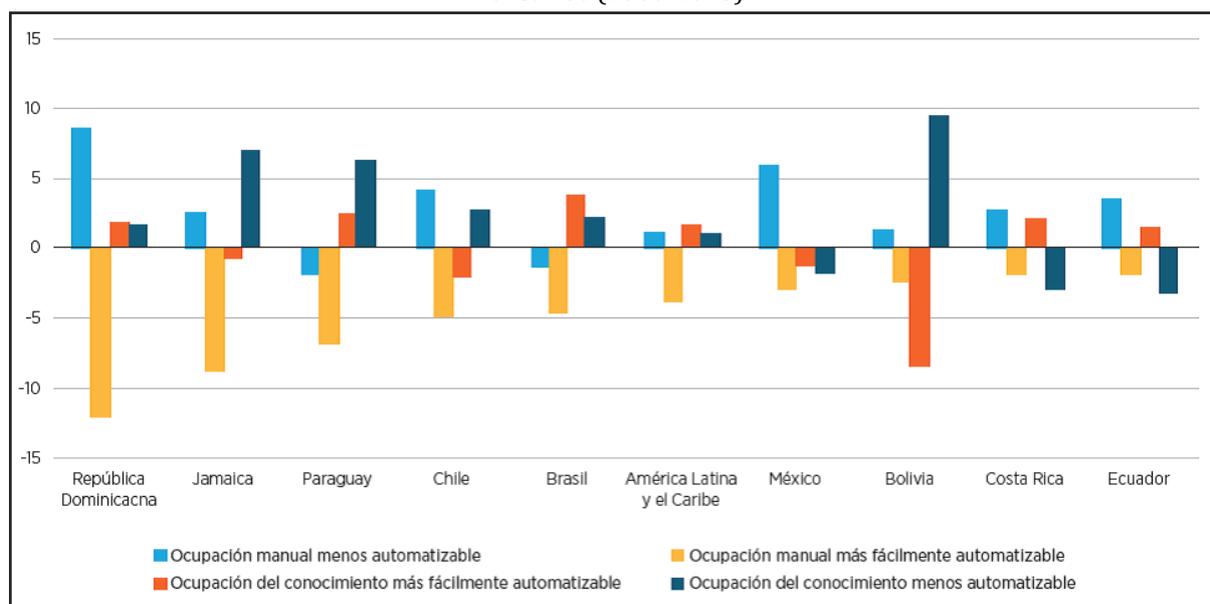
Gráfico 12



Fuente: Adaptado de OECD (2019b; Figure 2.14; p. 65).

Gráfico 13

Cambios en la proporción del empleo según categorización de ocupaciones en países de América Latina y el Caribe (2000-2015)



Fuente: Varios Autores (2019; 21).

Cubriendo el periodo 1995-2015 y 23 países, un informe de la OCDE llega a la misma conclusión, referida en este caso no a los salarios, sino al nivel de las habilidades (gráfico 12): “En casi todos los países para los que hay datos disponibles, este proceso (de polarización) ha resultado en un desplazamiento global del empleo hacia las ocupaciones de habilidades altas (...) El descenso del sector manufacturero ha sido parcialmente responsable, pues muchos trabajos manufactureros están también en el medio de la distribución de las retribuciones,

pero no da cuenta de todo el cambio. De hecho, la mayoría de la polarización se debe a la pérdida de los empleos con habilidades medias en las industrias. Las fuerzas del cambio tecnológico y de la globalización han jugado ambas un papel importante en el fomento de la polarización” (OECD, 2019b; 65)¹⁹.

¹⁹ Una cuestión muy interesante es a dónde han ido las personas con un nivel medio de habilidades. El trabajo de Green (2019) responde que los trabajadores que no tienen educación superior (terciaria) lo más probable es que hayan ido a parar a ocupaciones en las que se requiere un nivel bajo de habilidades y los empleos son más precarios.

Para América Latina y el Caribe un trabajo publicado por el Banco Interamericano de Desarrollo (Varios Autores, 2019), proporciona información desagregada por países para los cambios en el empleo, utilizando una desagregación de las ocupaciones en cuatro categorías: ocupación manual menos automatizable; ocupación manual más fácilmente automatizable; ocupación del conocimiento más fácilmente automatizable; ocupación del conocimiento menos automatizable. Los resultados se recogen en el gráfico 13. Puede comprobarse que la proporción de trabajo manual más fácilmente automatizable cae en todos los países, al igual que en las economías del centro. Pero, por otro lado, hay un crecimiento en de las ocupaciones manuales poco automatizables (por lo general encuadradas en el sector servicios) en todos los países, con las excepciones de Brasil y Paraguay. En varios países se produce también un crecimiento en las ocupaciones del conocimiento más fácilmente automatizables y, lo que es más llamativo, un descenso en algunos países de la proporción del empleo en ocupaciones del conocimiento menos automatizables. Además, el informe del BID da cuenta de que, a nivel agregado, en la región los salarios de promedio de las ocupaciones manuales crecieron (mucho en el caso de las menos automatizables), mientras que descendieron los salarios promedio de las ocupaciones del conocimiento, lo que podría deberse a una menor demanda relativa de ocupaciones del conocimiento y en las que hay mayor posibilidad de sustituir a las personas por la automatización.

Centrándose en el caso español, Sebastián (2018) proporciona evidencia de la polarización del empleo entre 1994 y 2014, al medir el contenido en tareas de las ocupaciones a partir de datos de una encuesta nacional, en vez de utilizar como fuente datos de los Estados Unidos, como es lo usual en muchos trabajos. Los cambios en el empleo en España muestran un claro patrón de polarización del empleo, en el que la parte más alta y la más baja de la distribución de ingresos aumentan, mientras desciende para los trabajos con retribuciones medias. Sin embargo, los resultados de Sebastián sugieren que, en España y entre 1995 y 2014, los salarios no experimentaron el mismo patrón de polarización que los empleos y que la relación entre los cambios en las participaciones en el empleo y los cambios en las retribuciones es cercana a cero.

Por supuesto, como ocurre siempre en las ciencias sociales, cambios en la metodología de estimación y en las fuentes de los datos pueden dar lugar a resultados distintos. Y, de

hecho, se niega incluso la hipótesis de que la polarización sea un efecto generalizado. Por ejemplo, si al analizar los cambios en el empleo por ocupaciones se distingue entre el efecto que tienen los cambios en la composición demográfica y el efecto en el empleo debido a cambios en las participaciones ocupacionales dentro de los grupos demográficos, Salvatori (2018) encuentra que para el caso del Reino Unido, el país en el que este efecto se detectó por primera vez, entre 1979 y 2012 el aumento en la participación de los graduados universitarios ha contribuido significativamente a la reasignación sustancial de empleo de ocupaciones de remuneración media a alta. Las ocupaciones con tareas rutinarias han descendido en relación a las ocupaciones con tareas no rutinarias y ello explica el descenso las ocupaciones con niveles medios, la polarización. Pero son las mejoras en el nivel educativo las que han sostenido el cambio de ocupaciones medianas a altas, mientras que la reasignación de trabajadores a través de ocupaciones dentro de los distintos grupos de habilidades ha llevado a un cambio sustancial de las ocupaciones con niveles medios hacia los niveles inferiores. Este resultado pondría en duda que la tecnología haya sido, al menos en el Reino Unido, la causa principal de la polarización, pues también parece dudoso que el aumento en la proporción de los graduados universitarios se haya debido a los cambios tecnológicos.

Fernández-Macías y Hurley (2017) analizan los cambios en el empleo por quintiles salariales del sector de ocupación para diez países europeos en el periodo 1995-2013, utilizando lo que denominan un enfoque basado en los trabajos. Centrándose en el periodo 1995-2007, el gráfico 1 de su trabajo pone de manifiesto que hay tres grupos de países: un grupo en el que se observa la polarización (Holanda, Francia, Alemania, Bélgica y el Reino Unido), un segundo en el que se ha dado un proceso de aumento (o subida de nivel) en las ocupaciones mejor pagadas (Finlandia, Luxemburgo, Dinamarca, Suecia e Irlanda) y un tercero en el que se da un crecimiento relativo en las ocupaciones con salarios medios (Italia, España, Portugal, Grecia y Austria)²⁰. Si bien ocurre que, con la Gran recesión, tras 2008 la ²⁰ Lamentablemente ni en este trabajo, ni en el informe de Eurofound que le sirve de base, se dan los números con los que se han construido los gráficos. En Eurofound (2015) se puede encontrar un análisis gráfico de largo plazo, centrado en el debate polarización-subida de nivel, para seis países europeos (Alemania, España, Irlanda, Suecia, Suiza y Reino Unido) y otros seis no europeos (Australia, China, Japón, Rusia, Corea del Sur y Estados Unidos), con resultados dispares por países y períodos.

polarización ha afectado a más países. Para estos autores la digitalización puede que reduzca la demanda de trabajos rutinarios, pero su efecto es menor que el conocido efecto positivo que tiene en trabajos cognitivamente intensivos/cualificados, lo que contribuiría más a la subida de nivel salarial que a la polarización.

En una línea parecida hay quien niega incluso que exista polarización, sería un mito, argumentando que para su contrastación ha de utilizarse un indicador de la calidad del empleo. Es lo que hacen Oesch y Piccitto (2019), quienes emplean cuatro indicadores de calidad del empleo: ingresos, las habilidades requeridas en el empleo, el prestigio y la evaluación social atribuidos a diferentes ocupaciones y la satisfacción en el trabajo. Estudian el periodo 1992-2015 para cuatro países: Alemania, España, Suecia y Reino Unido, dividiendo las ocupaciones también en cinco quintiles, en vez de tres o cuatro grupos como se ha hecho en otros estudios. Llegan a la conclusión de cualquiera que sea el indicador que se use, en todos los países (con matizaciones para el Reino Unido) lo que se observa es que el crecimiento del empleo ha sido más fuerte en las ocupaciones del quintil 5, donde la calidad del empleo es más alta, mientras que el empleo en los dos o tres quintiles inferiores descendió, lo que lleva a los autores a sostener que el resultado es que “la tendencia predominante en la estructura ocupacional no fue un polarización de los empleos y el vaciamiento de los de en medio, sino una mejora de las ocupaciones” (Oesch and Piccitto, 2019; 455). Para estos investigadores, sus resultados sugieren “que el cambio tecnológico continúa estando sesgado por las habilidades, reduciendo la demanda de trabajos que requieren poco en términos de calificaciones y aumentando la demanda de trabajos que requieren mucha habilidad” (Oesch and Piccitto, 2019; 461), un asunto sobre el que volvemos más adelante.

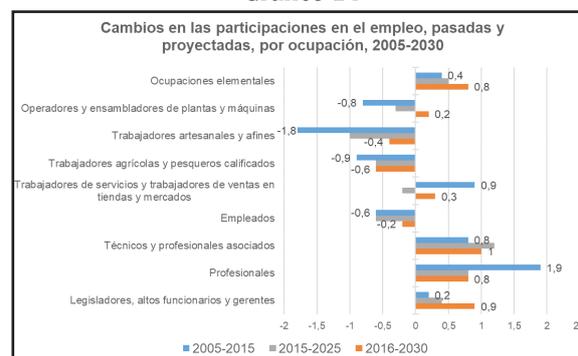
Podemos concluir respecto a la existencia de la polarización en los empleos que, si descendemos al nivel de país, la imagen que nos encontramos es heterogénea, lo que sería una indicación de que “la polarización o la subida de nivel no se determinan tecnológicamente ni de manera exógena y que diversas especificidades nacionales, y no menos las políticas e instituciones, pueden influir en el resultado del cambio estructural en el mercado laboral” (CEDEFOP, 2018; 84).

La segunda cuestión que queremos abordar es **la pérdida de trabajos o de empleos que están en riesgo** debido a la automatización y la digitalización y si va a haber o no una

pérdida neta de empleos. Hay mucha discusión sobre este tema, como lo hubo con los cambios tecnológicos de la cuarta onda larga en los países del centro capitalista. Hoy como entonces los hay pesimistas y optimistas²¹. No se va a entrar en ese debate, pues lo que se va a hacer a continuación es presentar información empírica diversa que estima los efectos de esos cambios, sabiendo que, desafortunadamente, en economía, como en todas las ciencias sociales, las estimaciones son simplemente eso y, como tales, se pueden contradecir o cambiar con políticas económicas y sociales adecuadas.

Si echamos una mirada a lo que ocurre con el empleo en términos globales, las previsiones más recientes elaboradas por CEDEFOP (2018; 21), referidas al crecimiento medio anual del empleo en la Unión Europea de 28 más 3, para 10 grandes sectores económicos, hasta 2030, muestran un descenso en el empleo en las industrias primarias y en las manufacturas básicas. En conjunto, se espera que el crecimiento del empleo en la UE sea moderado a lo largo del periodo de proyección hasta 2030, centrándose en su mayor parte en el sector servicios.

Gráfico 14



Fuente: elaboración propia basada en Nedelkoska y Quintini (2018; 26) y CEDEFOP (2018; 48)

En términos de ocupaciones (gráfico 14), las altamente cualificadas (gerentes, profesionales, técnicos y profesionales asociados) experimentan aumentos sustanciales en sus participaciones entre 2005 y 2015. Crece la participación de los trabajadores del sector Servicios, dependientes y vendedores y del sector Ocupaciones elementales. Por el contrario, en los sectores Trabajadores de la producción, Trabajos artesanales y oficios re-
21 En Marengo (2019) se puede encontrar una detallada discusión sobre estas dos visiones, señalando las peculiaridades de las tecnologías y los bienes digitales respecto a las tecnologías que dieron lugar a las dos primeras revoluciones industriales, de manera que algunos de los círculos virtuosos que se activaron entonces es improbable que tengan lugar esta vez, lo que a su juicio inclinaría la balanza en favor de las tesis pesimistas.

lacionados, Trabajadores de la agricultura y Oficinistas, disminuyen sus participaciones en el empleo. Se espera que esas tendencias de crecimiento continúen hasta 2030, aunque la previsión debe tomarse con cuidado, dados los cambios significativos ocurridos en sólo dos años para siete de las nueve ocupaciones. En particular, para los Trabajadores de los servicios, dependientes y vendedores, hace dos años CEDEFOP preveía una inversión de la tendencia para el periodo 2005-2015 y ahora está previendo un crecimiento significativo para el periodo 2016-2030, muy por encima de la media de todas las ocupaciones.

¿Cuántos de esos trabajos están en riesgo de ser automatizados?²² Hay dos posibles metodologías de estimación. Una es la de Frey y Osborne (2013 y 2017) que, a partir del análisis de 702 ocupaciones en los Estados Unidos, recurrieron a un grupo de investigadores del *aprendizaje de máquinas* para etiquetar subjetivamente 70 de esas ocupaciones, asignando un 1 si se consideran automatizables y un 0 si no, utilizando posteriormente un algoritmo para predecir la probabilidad de automatizar las restantes 632 ocupaciones. De esta forma, pudieron diferenciar entre las profesiones que se definen por realizar tareas que, por sus características, son vulnerables a la automatización (realizan tareas rutinarias o manuales, tienen un contenido de trabajo estandarizado, las interacciones sociales son infrecuentes, los movimientos físicos o manuales son precisos), y aquellas otras que constituyen cuellos de botella en ingeniería a la automatización (relacionadas con la percepción y manipulación, la inteligencia creativa y la inteligencia social).

La otra metodología, siguiendo la propuesta del cambio tecnológico sesgado por las rutinas (RTBC), se centra en las tareas que se realizan en cada trabajo, en la medida en la que una fracción de las tareas de un trabajo sea automatizable no significa que el trabajo tenga que ser automatizado del todo²³. Se aplicaría en este segundo caso lo que Autor (2015), ha denominado la paradoja de Po-

22 Aunque parece obvio, debe recordarse que no debe confundirse el riesgo de que un empleo sea automatizado con que ese empleo se haya automatizado o vaya a automatizarse realmente y que, a su vez, eso suponga un aumento del desempleo.

23 Arntz, Gregory y Zierahn (2017 y 2019) calculan que, para el caso de los Estados Unidos, tomar como base los trabajos, en vez de las ocupaciones como hacen Frey y Osborne (2017), supone reducir sustancialmente el riesgo de automatización, desde un 47 por 100 con alto riesgo a sólo un 9 por 100, debido a que el trabajador promedio hace un trabajo que es mucho menos automatizable que el trabajo mediano en esa ocupación.

lanyi²⁴: "podemos saber más de lo que podemos decir", de manera que hay tareas que, al menos hoy por hoy, no son automatizables²⁵.

Si nos ceñimos a treinta y dos países miembro de la OCDE y utilizando los datos individuales que proporciona el estudio PIAAC (Programme for the International Assessment of Adult Competencies) en sus dos oleadas de 2011-2012 y 2014-2015, así como centrándose en lo que la gente hace realmente en su trabajo, en las tareas, en vez de en descripciones de las ocupaciones, el resultado es que: "En los 32 países, cerca de uno de cada dos empleos es probable que se vean afectados de forma significativa por la automatización, basándose en las tareas que implican. Pero el grado de riesgo varía. En los países de la OCDE que participaron en PIAAC, alrededor del 14 por 100 de los trabajos son altamente automatizables (la probabilidad de automatización es superior al 70 por 100). Aunque es menor que las estimaciones basadas en títulos ocupacionales obtenidas aplicando el método de Frey y Osborne (2013), equivale a más de 66 millones de trabajadores en los 32 países que cubre el estudio. Además, otro 32 por 100 de empleos tienen un riesgo (de automatización) entre el 50 y el 70 por 100" (Nedelkoska y Quintini, 2018; 7)²⁶. Como

24 Tomada del pensador húngaro Michael Polanyi (1891-1976), quién en 1966 reflejó la dificultad de la inteligencia artificial para automatizar las tareas que exigen flexibilidad, juicio y sentido común, por ser habilidades que entendemos solo tácitamente, ya que tienden a transmitirse a través de la cultura, la tradición y la evolución. Si bien Autor sugiere que hay caminos distintos que la ingeniería y la informática pueden recorrer para automatizar tareas para las cuales "no conocemos las reglas", como sería en el caso del control ambiental y en el aprendizaje automático.

25 Bisello et alia (2019) realizan un interesante ejercicio en el que analizan cómo ha influido la automatización en el cambio en la estructura de las tareas en la Unión Europea de los 15, en el periodo 1995-2015. Elaborando unos índices que miden las tareas en términos de su contenido y de los métodos e instrumentos de trabajo empleados, obtienen que el uso de computadores ha aumentado un 64,2 por 100, pero también el contenido rutinario, repetitividad un 5,6 por 100 y estandarización un 8.6 por 100. En el caso de los ordenadores se debe casi en su totalidad a su mayor uso en muchas ocupaciones y sólo un poco al cambio en la estructura del empleo, es decir a que hayan aumentado los trabajos intensivos en el uso de ordenadores. Y lo mismo ha ocurrido con las tareas rutinarias, ha descendido el número de empleos en trabajos con un alto contenido de rutinas, pero ese descenso se ha visto más que compensado por el aumento del trabajo rutinario en los restantes empleos. Ello se debe a que la automatización reduce la cantidad de trabajo ocupada en tareas rutinarias, pero al mismo tiempo la digitalización facilita la rutinización de tareas que antes no eran rutinarias.

26 La OCDE publicó dos años antes de este un trabajo (Arntz,, Gregory, Zierahn; 2016), en el que se utiliza la mis-

sectores económicos, que por las diferencias en la estructura sectorial de las economías. Alrededor del 30 por 100 de la variación entre países se explica por las diferencias en la estructura económica de los sectores de cada país y el 70 por 100 restante se explica por el hecho de que, dentro de esos sectores, los países utilizan diferentes combinaciones de empleo.” Nedelkoska and Quintini (2018; 7).

Para España, la probabilidad total de automatización de los empleos, según Nedelkoska y Quintini, está entre el 54 por 100 (la mediana) y el 51 por 100 (la media), con una desviación estándar de 0,21 y con un 21,7 por 100 de los empleos con riesgo alto de automatización. Un informe del McKinsey Global Institute (2017) da a España un 48,5 por 100 de potencial de automatización de los empleos. Por su parte, utilizando la metodología de Frey y Osborne (2013), convirtiendo su clasificación a la española para una lista de 485 profesiones, Morrón (2016) estima el efecto de la automatización obteniendo que un 43 por 100 de los puestos de trabajo (¿en 2013?) tenían un riesgo elevado de automatización a medio plazo (probabilidad superior al 66 por 100), un 28 por 100 tendrían un riesgo medio (probabilidad entre el 33 y el 66 por 100) y un 29 por 100 tendrían un riesgo bajo (probabilidad menor del 33 por 100). Un tercer estudio, que también parte del trabajo de Frey Osborne (2017), emparejando su clasificación con 163 ocupaciones de la Clasificación Nacional de Ocupaciones, obtiene que, para el promedio del periodo 2011-2016 en España el 36 por 100 de los empleos se encontraba con un riesgo alto de automatización, un 32 por 100 con un riesgo medio y un 33 por 100 con un riesgo bajo (Domenech *et alia*, 2018). Un resultado interesante de este último estudio es que entre 2011 y 2013, periodo en el que se destruyó mucho empleo en España por la Gran Recesión, la mayor caída se concentró en las ocupaciones con media o alta probabilidad de automatización y el empleo creado en el periodo 2014-2016 se ha concentrado igualmente en las mismas ocupaciones.

Malo y Cueto (2019 a y b), han estimado los riesgos de automatización del empleo utilizando dos metodologías, una aplicando las estimaciones de Frey y Osborne (2017) centrada en las ocupaciones y otra aplicando las estimaciones de Torrejón (2017) centrada en las tareas, pero desglosando los riesgos según los tipos de contrato de los asalariados, así como estimando los riesgos para los trabajadores autónomos, diferenciando en este caso a los autónomos sin empleados de los autónomos con empleados como forma de acercarse

a la existencia de los autónomos dependientes²⁹. Existen pequeñas diferencias, entre los dos trabajos, en el caso de las obtenidas con el método de Frey y Osborne, por el diferente periodo de tiempo analizado, 2011-2017 y 2011-2018, utilizando los datos de la Encuesta de Población Activa. Los resultados se recogen en el Cuadro 1. No hay prácticamente diferencia entre las dos estimaciones en el porcentaje de empleos con un alto riesgo, a diferencia de otros estudios. Los riesgos de los trabajadores con contratos indefinidos tienden a ser sólo ligeramente menores que los de los empleos no estándar, si bien sí que hay diferencias en los niveles de riesgo. Los trabajadores autónomos tienen un porcentaje mayor de empleos con riesgo bajo y menor con riesgo alto que los trabajadores asalariados y esta diferencia es aún mayor para los trabajadores autónomos con empleados, puesto que los niveles de riesgo de los autónomos dependientes se asemejan mucho a los de los asalariados³⁰.

29 Los autónomos dependientes en España están bajo la regulación jurídica del empleo autónomo, pues no son asalariados, pero mantienen una relación de dependencia respecto de su empresa cliente, que les suministra todo o la mayor parte de su negocio. Ha sido una forma de externalizar empleo de las grandes empresas. La importancia en el empleo de esta figura es pequeña, en Europa representarían el 1 por 100 del empleo total y en España un 0,5 por 100 (Malo y Cueto, 2019b; 16).

30 Los trabajos de Malo y Cueto también analizan los riesgos según el sexo, el nivel de estudios y la rama de actividad.

Cuadro 1
Riesgos de automatización del empleo en España

2011-2017	Ocupaciones		Tareas	
Bajo	25,3		38,7	
Medio bajo	12,9		28,1	
Medio alto	28,0			
Alto	33,9		33,2	
Riesgo alto	Tiempo parcial	T. completo	Tiempo parcial	T. completo
C. Temporal	38,0	45,7	35,5	47,4
C. Indefinido	33,1	33,3	38,3	29,3
2011-2018	Asalariados	Autónomos	Con empleados	Sin empleados
Bajo	21,9	42,4	55,1	36,6
Medio bajo	12,8	13,8	10,4	15,3
Medio alto	29,4	20,5	13,8	23,6
Alto	35,9	23,3	20,7	24,4

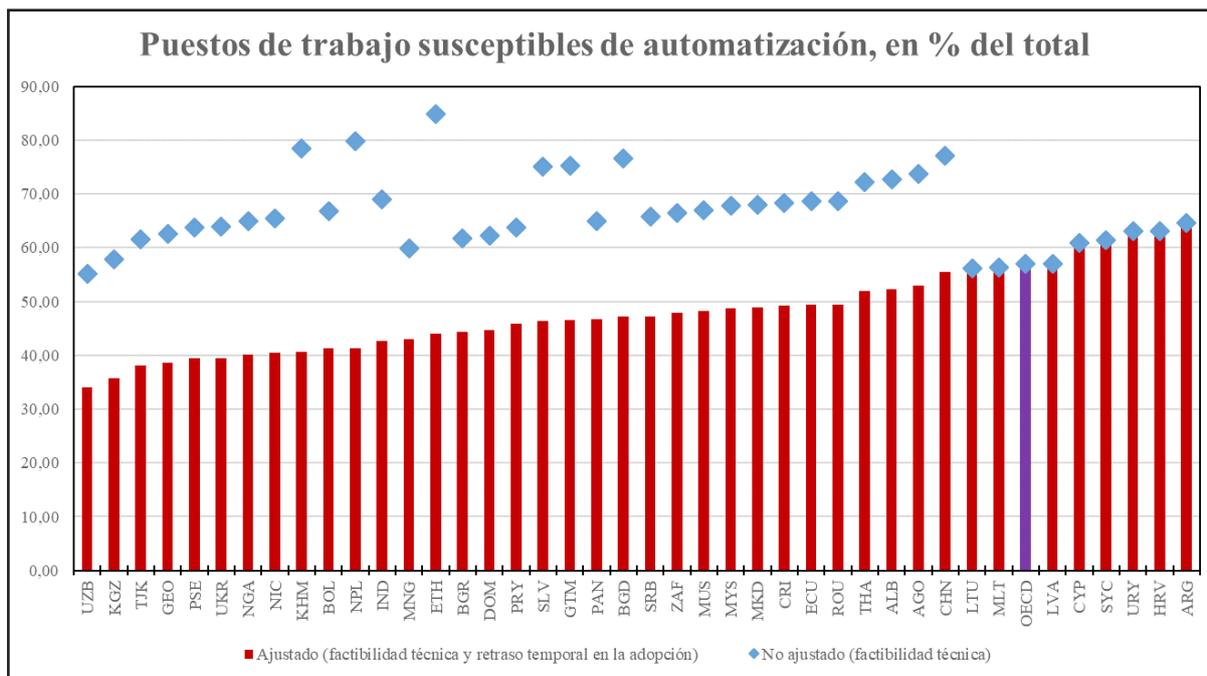
Fuente: Malo y Cueto (2019 a y b) y elaboración propia.

feridas a varios años. El gráfico presenta dos estimaciones de las probabilidades de que la automatización de los empleos, una basada en la metodología de Frey y Osborne (2013), ponderada por el empleo y que se refiere a la factibilidad tecnológica de la sustitución (no ajustada); la otra (ajustada) que tiene en cuenta el ritmo más lento de la adopción de tecnología en los países más pobres, calculado según el retraso en la adopción de tecnologías anteriores. Con el método ajustado las probabilidades son superiores en los países “en desarrollo” que las de los países “desarrollados” e intermedios pertenecientes a la OCDE (donde están Chile y México, varios países del Este de Europa y los de la periferia del Sur). “Pero es probable que lleve más tiempo en los países de baja renta. La mayoría de ellos son todavía de baja tecnología, con sólo alrededor de un tercio de los empleos urbanos que usan TIC en el trabajo, en una muestra de países en desarrollo. Además, los salarios siguen siendo bajos, con una mayor proporción de mano de obra no rutinaria, por lo que las inversiones en tecnología serán menos rentables para las empresas” (Banco Mundial, 2016; 22). Por ello, si se tiene en cuenta el retraso histórico en la adopción de tecnologías en los países “en desarrollo”, el riesgo de automatización del empleo se reduce sustancialmente.

El Banco Mundial (2016) ha realizado estimaciones para un buen número de países “en desarrollo”, que se recogen en el gráfico 18, re-

Para América Latina disponemos de un estudio reciente publicado por la CEPAL (Weller, Gontero y Campbell, 2019), basado en

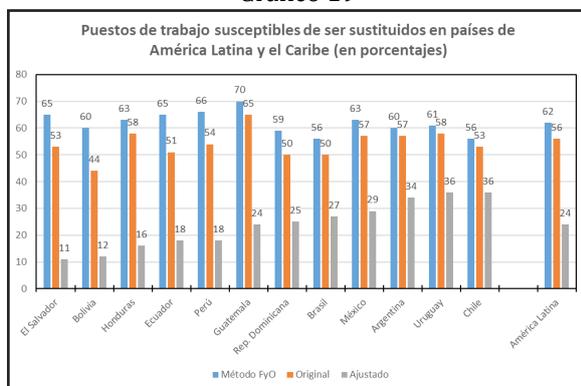
Gráfico 18



Fuente: Adaptado de Banco Mundial (2016; 129).

datos de encuestas a hogares. El trabajo utiliza la metodología de Frey y Osborne (2013 y 2017), pero realiza una estimación alternativa al tener en cuenta la importancia del sector informal, o de baja productividad, en los países de la región. El gráfico 19 recoge los resultados de aplicar un ajuste que atribuye un índice de automatización cero a las personas ocupadas en los sectores de baja productividad, presentando los datos en relación al conjunto del empleo en los segmentos que sí se ven afectados por la automatización y también respecto al conjunto de los ocupados, lo que en este último caso da lugar a que las magnitudes del riesgo sean sustancialmente menores.

Gráfico 19



Fuente: Adaptado de Weller, Gontero y Campbell (2019; 32).
 Nota al gráfico 19. El "método FyO" estima los ocupados en riesgo de sustitución sin ajuste. El método "Original" estima los ocupados en riesgo de sustitución como proporción de ocupados en sectores de productividad media y alta. El método "Ajustado" estima los ocupados en riesgo de sustitución como proporción del total de ocupados.

Cuadro 2
 Riesgo de automatización según el nivel de riesgo para países de América Latina y el Caribe.

	Riesgo ajustado	Nivel de riesgo (*)			Baja productividad
		Bajo	Medio	Alto	
El Salvador	11	7,1	4,1	9,8	79,0
Bolivia	12	10,5	10,9	4,8	73,8
Honduras	16	7,5	6,2	13,7	72,6
Ecuador	18	11,6	10,3	13,1	64,9
Perú	18	8,1	10,8	14,9	66,2
Guatemala	24	4,7	13,8	17,9	63,6
Rep. Dominicana	25	12,5	24,0	12,0	51,4
Brasil	27	14,7	23,3	12,4	45,7
México	29	13,5	16,0	22,2	48,4
Argentina	34	12,6	25,4	21,7	40,3
Uruguay	36	17,2	16,3	28,8	37,7
Chile	36	17,3	29,7	21,4	31,3
América Latina	24	13,4	21,7	16,0	48,9

Fuente: Weller, Gontero y Campbell (2019; 34) y elaboración propia.

(*) Nivel de riesgo: Bajo, 0 a 30 por 100; Medio, 30 a 70 por 100; Alto, 70 a 100 por 100.

El cuadro 2 desglosa los porcentajes de puestos de trabajo en riesgo de automatización, según el nivel de riesgo, incluyendo al sector de baja productividad, en el que se considera que el riesgo es cero, sector que cuanto mayor sea su importancia da lugar a que menor sea el riesgo de automatización ajustado, representado en el gráfico 19 y que figura en la primera columna. Con el método ajustado se revierte la relación negativa entre el ingreso por persona y el riesgo de sustitución y tecnológica que aparece en todas las estimaciones, debido a que en los países de bajos ingresos por persona los trabajos con un alto riesgo de sustitución están el sector informal o de baja productividad.

Pero además de cuántos empleos están en riesgo, la cuestión es si la digitalización dará lugar a un incremento neto del empleo o a una pérdida en el medio y largo plazo. Hay

diferentes metodologías para realizar las estimaciones. Por ejemplo, Acemoglu y Restrepo (2019b) proponen distinguir entre tres efectos sobre la demanda de trabajo agregada a los que da lugar la automatización de tareas.

- Un efecto *productividad*, derivado del hecho de que, al permitir una asignación más flexible de tareas a factores, la automatización aumenta la productividad y contribuye a la demanda de mano de obra en tareas no automatizadas.

- Un efecto *desplazamiento*, cuando el capital se hace cargo de las tareas que previamente realizaba el trabajo, reduciendo la participación de este último en el valor añadido.

- Un efecto *reincorporación*, en la medida en que aparecen tecnologías que crean nuevas tareas en las que la mano de obra tiene una ventaja comparativa, que no sólo generan un efecto positivo en la productividad, sino también restablecen la mano de obra en una gama más amplia de tareas y, por lo tanto, cambian el contenido de las tareas de producción en favor de la mano de obra, aumentando la participación del trabajo en el valor añadido y aumentando la demanda laboral.

Los efectos desplazamiento y reincorporación sumados equivalen al cambio que se produce en el contenido de las tareas como consecuencia de la automatización. La evolución de la remuneración de los asalariados, por los cambios tecnológicos a que da lugar la automatización, será el resultado de la suma del efecto productividad, del cambio en el contenido de las tareas y de otros dos efectos: un efecto *composición* que surge de la reasignación de la actividad económica entre sectores con diferentes intensidades laborales; y un efecto *sustitución*, que captura la sustitución entre tareas intensivas en mano de obra y capital dentro de una industria en respuesta a un cambio en los precios de las tareas³¹.

31 Sin querer entrar en los discutibles e irreales supuestos utilizados para sus estimaciones (Graetz, 2020), aplicando esta metodología los Estados Unidos, entre 1947 y 1987, el crecimiento de la remuneración de los asalariados se explica ampliamente por el crecimiento de la productividad, pues los efectos sustitución, composición y cambio en el contenido de las tareas son muy pequeños. La desagregación del cambio en el contenido de las tareas muestra que el efecto reincorporación ha sido aproximadamente de igual importancia que el efecto desplazamiento. Lo ocurrido en el periodo 1987-2017 es bien distinto, la productividad creció de manera débil pero por encima de la remuneración de los asalariados, los efectos sustitución y composición son muy pequeños, mientras que el cambio en el contenido de las tareas es

Empezamos con las estimaciones que realiza el World Economic Forum, utilizando una encuesta a grandes empresas, que representan a más de 15 millones de trabajadores. Las estimaciones de nuevos empleos y de empleos perdidos, para 2022, sugieren una destrucción de 0,98 millones de empleos y una creación de 1,74 millones (World Economic Forum, 2018c; 8). Extrapolando estos datos, habría un desplazamiento de 75 millones de empleos por un cambio en la división del trabajo entre humanos y máquinas, mientras que se crearían 133 millones de nuevos empleos, por lo que el efecto neto previsto es un aumento de 58 millones de empleos debido al cambio tecnológico. Ahora bien, mientras que en la previsión las pérdidas de empleos se compensan por las ganancias, habrá un cambio significativo en la calidad, ubicación, formato y permanencia de los nuevos roles” (Ibid.)

Eurofound (2019a) ha realizado un esfuerzo para modelizar las implicaciones sobre empleo, a escala mundial, de una automatiza-

relevante y tiene un impacto negativo, en la medida en la que el efecto desplazamiento es muy superior al efecto reincorporación. Estos resultados llevan a los autores a afirmar que “si el origen del crecimiento de la productividad en el futuro sigue siendo la automatización, la posición relativa de la mano de obra, junto con el contenido en tareas de la producción, disminuirá. La creación de nuevas tareas y otras tecnologías que aumenten la intensidad en trabajo de la producción y la participación laboral son vitales para un crecimiento salarial continuo acorde con el crecimiento de la productividad” (Acemoglu y Restrepo, 2019b; 27). Graetz (2020) utiliza la misma metodología analizando, además de los Estados Unidos, la distribución funcional de la renta en cinco países europeos (Alemania, Francia, Holanda, Italia y Reino Unido), para el periodo 1970-2007, obteniendo resultados prácticamente iguales: la tecnología ha contribuido a la caída observada en la participación de las rentas salariales. Por el contrario, aplicando también una metodología muy parecida para Alemania, Arntz, Gregory y Zierahn (2019) estiman que para el periodo 2011-2016 los efectos de la inversión en tecnologías han supuesto un aumento del 1,8 por 100 en el empleo, que se desglosa en un efecto productividad (demanda de productos) y un efecto de la oferta de trabajo negativos (-1 por 100 y -1,7 por 100 respectivamente), pero un fuerte efecto positivo (4,5 por 100) del cambio de actividad (la suma de los efectos desplazamiento y reincorporación). También con una desagregación parecida, en la que incorporan un efecto derrame en la demanda productiva, pero con un modelo muy discutible en el que se considera Europa como un solo país, con solo dos sectores (uno de bienes comercializables y otro de no comercializables), utilizando datos para el periodo 1999-2010, Gregory, Salomons y Zierahn (2018), estiman que el cambio tecnológico sesgado por las rutinas aumentó la demanda de empleo un 5 por 100 y los salarios un 1,79 por 100, con un efecto sustitución negativo, pero unos efectos productividad (demanda de productos) y derrame positivos.

ción radical en 2030³². Basándose en estimaciones de estudios previos sobre la proporción de empleos en cada sector y cada país que sería técnicamente posible automatizar, considera la factibilidad del coste de inversión de la automatización en relación con el tamaño del Producto Interior Bruto (PIB). El modelo incluye también los efectos de multiplicador de la pérdida de demanda y de la creación de empleos que emanan del aumento de la demanda de equipo de TIC. Se presentan tres escenarios:

- Un alto coste de inversión en automatización, lo que implica una implantación más lenta y una menor pérdida directa de empleos.
- Un bajo coste de inversión, con una implantación más rápida y una mayor pérdida directa de empleos.
- Un bajo coste de inversión con una reducción de las horas trabajadas, al tiempo que se mantienen los salarios. Este escenario intenta modelar una mitigación de una parte del traspaso de la renta nacional desde los salarios a los beneficios que se produce en los dos primeros escenarios.

Los resultados para nada son positivos. Centrándose en la Unión Europea de 28 países, el escenario de base para el empleo es 2018, algo diferente de la previsión de CEDEFOP (CEDEFOP, 2018) y se hacen previsiones para 2030. Considerando las pérdidas directas, en el escenario de alto coste habría 30,8 millones menos de personas empleadas (un 12,6 por 100 de los empleados se reemplazan por máquinas); y en los dos escenarios de bajo coste habría 42 millones de personas menos empleadas (un 17,2 por 100 serían reemplazados). Tras tener en cuenta los efectos de segunda ronda sobre las cadenas de compra de suministros y los efectos multiplicadores, tomando como referencia el escenario de base para 2030, en el escenario de alto coste la tasa de pérdida neta de empleos es el 9,9 por 100; en el escenario de bajo coste la tasa es del 16 por 100; y en el escenario de bajo coste con ajuste de las horas de trabajo la tasa es del 10,7 por 100. Se espera que el empleo neto en manufacturas y servicios públicos sea un 20 por 100

32 Aunque, como parece que los funcionarios de la Unión Europea viven en el mundo del Dr. Pangloss, en el documento principal de Eurofound sobre el proyecto “El futuro de la manufactura”, esos escenarios se consideran “especulativos” (Eurofound, 2019b; 40). Sin embargo, el informe reconoce, en su último párrafo: “Habrá alguna pérdida de empleos”. Así que, para que no nos preocupemos mucho, inmediatamente afirma: “Las experiencias previas de cambios estructurales a gran escala muestran que esto debe ser anticipado y gestionado” (Eurofound, 2019b; 58).

más bajo que el escenario base en el escenario de alto coste; y entre un 30 y un 35 por 100 más bajo en los dos escenarios de bajo coste.

Estos resultados implican un desplazamiento en la distribución de la renta desde los salarios a los beneficios, un cambio que podría aumentar la actual desigualdad en la distribución de la renta. “El impacto negativo sobre la renta disponible y el gasto de los hogares de la pérdida de la renta salarial compensa el impacto positivo de unos precios al consumo más bajos” (Eurofound, 2019; 1). En comparación con el escenario base, los tres escenarios pintan una imagen mucho más negativa en las ocupaciones afectadas: “Se proyectan significativas pérdidas de empleo para los oficinistas y muchos oficios manuales cualificados, como ocurre en el escenario base, pero estas ahora son más agudas y van acompañadas de disminuciones significativas para muchas otras ocupaciones calificadas, semi-cualificadas y no cualificadas” (Ibid.).

Las previsiones macroeconómicas se pueden complementar con el análisis de uno de los más llamativos efectos de la automatización, la adopción de robots por las empresas³³. Como es bien sabido, el número de robots industriales ha estado creciendo a un ritmo intenso desde la segunda década de este siglo, con un *stock* mundial estimado de 2,4 millones a finales de 2018, aunque el empleo de robots no es nada nuevo, pues se vienen utilizando al menos desde los años 60 del siglo pasado. Ahora bien, según datos de la Federación Internacional de Robótica, 2018 es el año en el que se han vendido más robots industriales, 422.000 unidades a las que hay que añadir las ventas de más de 8.000 robots para uso profesional en los servicios y los robots colaborativos o *co-bots*, de los que en 2018 se vendieron 14 mil unidades. El país con el mayor número de pedidos es China, con 154 mil robots instalados en 2018 y un *stock* de 649 mil, aunque el país con mayor densidad es Singapur, seguido de Corea del Sur. España, con un número record de 5.300 compras en 2017, tiene una densidad de 168 robots por 10 mil empleados, bien por encima del promedio mundial de 99 robots. La Federación Internacional de Robótica prevé que para 2021 el *stock* mundial llegue a 4.187.000 de unidades. Según los datos recogidos por el BID³⁴, a finales de 2017 había 42.041

33 Una interesante y didáctica narración de la historia de los robots y su funcionalidad en Hidalgo (2018, capítulo 4).

34 Robots en América Latina: ¿cuántos son, dónde están y cuánto tributan? <https://blogs.iadb.org/gestion-fiscal/es/robots-en-america-latina-cuantos-son-donde-estan-y-cuanto-tribu->

robots industriales instalados en América Latina: 27.010 en México, 12.373 en Brasil, 2.238 en Argentina, 182 en Chile, 149 en Colombia, 48 en Perú, 16 en Puerto Rico y 25 en Venezuela. Buena parte de los robots en América Latina trabaja para la industria manufacturera (39.096 unidades) y dentro de ella, para la industria automotriz (28.980 unidades).

Se ha discutido si la adopción de robots está suponiendo o no una disminución de empleos y de salarios y los resultados, como es habitual, dependen de los estudios y de la complejidad de los métodos econométricos utilizados para las estimaciones, por lo que no parece posible extraer conclusión alguna. Con una perspectiva macroeconómica, se utilizan dos enfoques: el que analiza los mercados locales de trabajo en el interior de un país; y el que se basa en el análisis de un panel de países e industrias.

Del primer tipo es el trabajo de Acemoglu y Restrepo (2017), que da una respuesta afirmativa, utilizando un complejo modelo econométrico y unos supuestos carentes de realismo, estimando que, para los Estados Unidos, entre 1993 y 2007, un robot más por mil trabajadores redujo la proporción del empleo agregado sobre el total de la población en 0,34 puntos porcentuales y los salarios el 0,5 por 100, si bien la inversión en tecnologías de la información estaba relacionada positivamente con el empleo, de manera que la automatización, definida en términos amplios, habría tenido un efecto neutral. Pero este estudio, que recibió mucha atención en los medios de comunicación, ha sido duramente criticado (Mishel y Bivens, 2017), entre otras razones porque su estimación de la pérdida de empleos, 40.000 cada año, equivaldría al 2 por 100 de los empleos creados y, en todo caso, el desempleo no ha dejado de reducirse en Estados Unidos desde 2009. Con la misma metodología de Acemoglu y Restrepo, el trabajo de Chiacchio, Petropoulos y Pichler (2018), con datos de 116 regiones (NUTS2) de seis países de la Unión Europea para el periodo 1995-2007, también da una respuesta afirmativa, pues encuentra que cada robot adicional por mil trabajadores reduce el empleo entre 0,16 y 0,20 puntos porcentuales, pero para los salarios sus estimaciones no son capaces de predecir de manera sólida resultados estadísticamente significativos. Y un tercer trabajo (Dauth *et alia*, 2017), con metodología similar; referido a Alemania para el periodo 1994-2014, responde negativamente, no encuentra evidencia de que los robots hayan causado pérdidas generales de empleo, pero si han afectado a su estructura tan/. Última consulta el 7 de octubre de 2019.

sectorial: un robot destruye dos puestos de trabajo en la industria, pero esa pérdida se ha compensado por los empleos adicionales generados en el sector servicios. Y lo interesante es que los robots no han aumentado el riesgo de desplazamiento para los trabajadores ya empleados, lo que han hecho es que se ha creado un menor número de nuevos empleos para los jóvenes que ingresan al mercado laboral. A cambio de la estabilidad en el empleo, los salarios se han reducido, a pesar del crecimiento de la productividad, pero de manera desigual: pierden los trabajadores con habilidades medias y con habilidades bajas (que sobre todo realizan actividades rutinarias y manuales), pero los que tienen habilidades altas ganan.

Con el segundo enfoque, que utiliza datos de países y sectores económicos, Carbonero, Ernst y Weber (2018), analizan la implantación de robots en 42 países, con un desglose para 7 grandes sectores y 13 subsectores industriales, en el periodo 2005-2014. Sus resultados indican un efecto negativo y significativo sobre el empleo. El número de robots creció un 24 por 100, pero el empleo disminuyó un 1,3 por 100. Pero ese descenso afectó de manera desigual a los países: en los “desarrollados” el descenso del empleo fue de un 0,5 por 100, mientras que en los “emergentes” fue cercano al 14 por 100. Además, el impacto es mayor en las industrias intensivas en trabajo, en las que el efecto negativo sobre el empleo es más de un tercio mayor que en las industrias intensivas en capital. Por el contrario, Klenert, Fernández y Antón (2020), analizando la implantación de robots en el periodo 1995-2015 para 14 países de la Unión Europea, llegan a la conclusión de un robot adicional está relacionado con la creación de entre 3 y siete empleos, esto es, que un robot más por mil empleados supone un aumento del 1,31 por 100 (+/- 0,22) en el empleo total. Tratan de explicar por qué sus resultados son opuestos a los alcanzados por Graetz y Michaels (2018), que analizan el periodo 1993-2007 con datos de 14 sectores y 17 países y encuentran una relación negativa entre la robotización y el empleo de las personas con habilidades bajas, pero no con el empleo total.

Los trabajos citados hasta ahora son estimaciones macroeconómicas. Con un enfoque microeconómico, que estudia lo que ocurre en las empresas, Jäger, Moll, Lerch (2016) utilizan la información de la quinta ola del *European Manufacturing Survey*, correspondiente a 2012, procedente de unas 2.800 empresas industriales de siete países europeos. Estiman varios modelos de regresión para ver el impacto de los robots sobre el empleo entre

los años 2009 y 2011, aunque referidos sólo a cinco países (Austria, España, Francia, Holanda y Suiza), y sus resultados no muestran un efecto positivo o negativo estadísticamente significativo en el empleo para las empresas que utilizan robots industriales de forma intensiva en sus operaciones de fabricación, de lo que concluyen que no hay efectos negativos sobre el empleo. Domini *et alia* (2019) estudian el impacto de la inversión en automatización (no sólo robots) de las empresas industriales francesas en el periodo 2002-2015. Esta inversión, que se produce en picos, no tiene un efecto negativo sobre el empleo, en todo caso habría una correlación positiva con el crecimiento anterior y contemporáneo del empleo, que se debe principalmente a las menores tasas de despidos en las empresas.

Koch, Manuylov and Smolka (2019) siguen los registros de 4.446 empresas españolas de tamaño medio y grande desde 1990 hasta 2016³⁵. 646 de esas empresas (el 15 por 100) adoptaron un robot en algún momento del tiempo y 3.888 (el 85 por 100) nunca adoptaron robots. Sin embargo, un 62 por 100 de los adoptantes sigue usando robots en todo momento, mientras que un 30 por 100 usaron los robots durante algún tiempo y luego los abandonaron. La estimación de los autores implica que la adopción de robots aumenta el producto casi un 25 por 100 en cuatro años, con una disminución significativa en la participación de los costes laborales de casi 7 puntos porcentuales y un aumento de alrededor del 10 por 100 en el nivel de empleo. Lo que es llamativo, sin embargo, es que aquellas empresas que adoptaron los robots entre 1990 y 1998 aumentaron el número de empleados en más de un 50 por 100 entre 1998 y 2016, mientras que las empresas que no introdujeron robots redujeron el empleo en el mismo periodo en más de un 20 por 100.

En todo caso, que el número de empleos que se van a perder debido a los efectos de la digitalización sea mayor o menor, incluso que puede que ocurra lo mismo que en las anteriores revoluciones industriales, creándose en el conjunto de las economías incluso más empleos de los que se perdieron, lo seguro y lo relevante es que habrá ganadores y perdedores, con fuertes desequilibrios económicos y sociales. Repasemos algunas de las advertencias que formulan los expertos de las organizaciones internacionales.

“El riesgo de la automatización es el más

³⁵ Los autores comentan el error, desafortunadamente muy común, de llamar “muestra” a lo que solo es un panel de empresas.

alto entre los trabajadores adolescentes (...) la automatización es mucho más probable que resulte en desempleo juvenil, que en jubilaciones anticipadas” Nedelkoska and Quintini (2018; 8).

“Lo que determina el empleo futuro de los jóvenes es, por encima de todo, la capacidad de progresar en los estudios post-obligatorios, puesto que el abandono escolar temprano o la repetición del curso, que es un fuerte predictor del abandono, son de hecho muy relevantes para determinar las oportunidades futuras (Gortazar, 2018; 28). Este es un gran problema estructural en países como España, con la segunda tasa más alta de abandono escolar de la Unión Europea³⁶.

“La transformación digital está contribuyendo al desajuste y escasez de habilidades que requieren inversiones en formación de los empleados” (High Level Expert Group; 2019; 31). Este es un problema serio y permanente en muchos países europeos, particularmente en España, que se puede agravar con la automatización (Lladós, 2019). El desajuste educativo (tener un empleo para el que se requieren habilidades mayores o menores de las necesarias) en 2016 afectó en la OECD (2018b) a un 35,7 por 100 de los trabajadores (un 16,8 por 100 sobre-cualificados y un 18,9 por 100 infra-cualificados), siendo en España del 41,2 por 100 (un 20 por 100 de sobre-cualificados y un 21,2 por 100 de infra cualificados).

“Hoy día los trabajadores en ocupaciones con un alto riesgo de automatización muestran tasas de desempleo mucho más altas que aquellos en las de riesgo bajo. Es más, los trabajadores en los trabajos más automatizables trabajan aproximadamente ocho horas menos por semana que los trabajadores en las profesiones menos automatizables” (OECD, 2018a; 3).

“En cuanto a los salarios, en muchos países los trabajadores en puestos con un alto riesgo de automatización tienen menos ingresos por hora. De media, un riesgo un 10 por 100 más alto de automatización corresponde a un descenso del 4,3 por 100 en los ingresos por hora. Esto sugiere que aquellos en riesgo de automatización están ya a menudo en una posición vulnerable en el mercado laboral, que se puede exacerbar según progrese la automatización” (OECD, 2018a; 3).

Un mercado laboral con una alta tasa de

³⁶ Sobre las causas y consecuencias del abandono escolar temprano y la repetición de curso, puede verse el capítulo 1 de Muñoz de Bustillo et alia (2009).

contratos temporales (de duración determinada), como en el caso de Polonia, España, Portugal u Holanda, “destruye las habilidades y destrezas de los trabajadores jóvenes, debido a la alta rotación en el empleo y el débil vínculo que se crea entre empleador y empleado. Esto refuerza la exclusión y desigualdad de ciertos trabajadores jóvenes (y de los mayores, usualmente en el desempleo de larga duración)” (Gortazar, 2018; 29).

Como analizan Brussevich *et alia* (2018), utilizando los datos y metodología de Arntz, Gregory y Zierahn (2016), las mujeres, en promedio, realizan tareas más rutinarias que los hombres en todos los sectores y ocupaciones, tareas que son más propensas a la automatización, por lo que las trabajadoras enfrentan un mayor riesgo de automatización en comparación con los trabajadores masculinos, aunque con una heterogeneidad significativa en todos los sectores y países. Si bien hay algunos puntos positivos, derivados de que el crecimiento del empleo en sectores tradicionalmente dominados por mujeres, como la educación y los servicios de salud, probablemente se expandirá y de que es probable que la transformación digital en curso también confiera una mayor flexibilidad en el trabajo, beneficiando a las mujeres, será fundamental romper el llamado “techo de cristal”.

Los expertos de la OCDE advierten que “es crucial no descartar la importancia de proporcionar re-entrenamiento y protección social al 14 por 100 de trabajadores que pueden ver que su empleo se reestructura enteramente en términos de las tareas de trabajo o se reduce significativamente. Este es un grupo que recibe muy poco re-entrenamiento de sus empleadores y puede enfrentarse a varias barreras para participar en el aprendizaje de adultos, especialmente habilidades básicas bajas, limitaciones de tiempo o motivación limitada” (Nedelkoska and Quintini, 2018; 9). Este mismo resultado lo encuentra Pouliakas en su estudio (Pouliakas, 2018; 13-14).

“Dado que los requisitos de habilidades de los puestos de trabajo emergentes con frecuencia se ven muy diferentes de los de los roles que sufren desempleo, se necesitarán esfuerzos proactivos, estratégicos y específicos para asignar e incentivar la redistribución de la fuerza laboral” (World Economic Forum, 2018c; 9). Sin embargo, la preocupación principal es que los empleadores indican que el esfuerzo en renovar y aumentar las destrezas de sus emplea-

dos estará dirigido a empleados de alto rendimiento y en roles clave y de primera línea, por lo que “aquellos con mayores necesidades de renovar y aumentar sus destrezas es poco probable que reciban esa formación” (World Economic Forum, 2018c; 13), lo que refuerza las preocupaciones de los expertos de la OCDE.

Considerando todo lo anterior, es muy decepcionante que algunos centros de opinión descarguen el peso de esos dramáticos efectos sobre los trabajadores, apelando a su responsabilidad personal para mantener un aprendizaje a lo largo de la vida y para someterse voluntariamente a la actualización periódica de habilidades (World Economic Forum, 2018c; 23)³⁷. Más aún, al mismo tiempo, con una absoluta falta de rigor y argumentos falaces, se desecha la aplicación de una medida de política como la introducción de una renta básica (World Economic Forum, 2018c; 23), aunque la oposición a la misma se matice en un informe posterior (World Economic Forum, 2019; 17-18). Es llamativo que la propuesta de una renta básica se considera por la mayoría de analistas como una propuesta liberal, una alternativa a los Estados del Bienestar, que suprimiría la mayor parte de las prestaciones³⁸, propuesta bien lejos de la original de la Red Mundial de Renta Básica (BIEN), que la considera justo al contrario, como un refuerzo (progresista) de las políticas de bienestar

37 Hay que recordar el fracaso de las promesas que iba a traer la llamada “sociedad del conocimiento”, con toda una agenda política elaborada a partir de esta expresión en los años 90, para la que los trabajadores del conocimiento, los que producen ideas y nuevas tecnologías, estarían en ascenso, constituyendo la fuerza productiva dominante en la sociedad. El corolario de esa creciente importancia de los trabajadores del conocimiento sería que las empresas que dependen del capital tradicional (como la fabricación a gran escala), en lugar del llamado “capital humano” contribuyen menos al crecimiento en términos relativos que las empresas más intensivas en conocimiento. Así pues, invertir en “capital humano”, en educación, pasa a convertirse en un imperativo, con la nueva teoría económica neoclásica del crecimiento “endógeno” proporcionando el soporte necesario. Sobre el fiasco de lo que el autor denomina un “régimen de crecimiento”, cuyas prescripciones de política permanecen todavía vigentes en buena medida, puede verse O’Donovan (2020), aunque se le escapa mencionar el generalizado y persistente fenómeno del desajuste educativo en todos los países “desarrollados”, un problema bien estudiado sobre el que proporcionan información, entre otras fuentes, los informes anuales de la OCDE, “Panorama de la educación”. 38 Como muestra, baste un botón: Palier (2018). Una exposición de argumentos a favor de establecer una renta básica para compensar los efectos de la automatización y redistribuir el tiempo de trabajo se puede encontrar en Prada (2019; 123-127).

(Arcarons, Braña, Raventós y Torrens; 2019)³⁹.

Por otra parte, hay numerosas advertencias sobre las consecuencias que la automatización puede tener en la calidad del empleo, las condiciones de trabajo y las relaciones industriales (Eurofound, 2019b; 52-53). Por ejemplo, la digitalización “puede facilitar la descomposición y subcontratación de un creciente número de tareas, incluso en los procesos de producción tradicionales. La subcontratación y la externalización, incluso la colaboración abierta (*crowdsourcing*), pueden dar lugar a condiciones de empleo menos favorables para los trabajadores en términos de estabilidad, ingresos y horas de trabajo. Al desdibujar los límites de la empresa y quebrantar la solidaridad sindical, tales formas de empleo pueden hacer también que la representación colectiva sea más difícil” (Eurofound, 2018b; 19). Hay también una seria preocupación sobre la situación de los trabajadores de *plataformas*, puesto que se trata de una nueva forma de organización que no encaja claramente con las categorías existentes de empleo dependiente o auto-empleo. Los trabajadores de plataformas pueden combinar lo peor de ambos mundos: la protección social y contractual más limitada de los trabajadores independientes con la dependencia y la falta de autonomía de los empleados (Eurofound, 2018b; 20). Debe mencionarse también que “persiste la preocupación de que las asimetrías de poder existentes en la relación empleador-trabajador puedan exacerbarse por la riqueza de los datos adicionales sobre el desempeño del trabajador individual que permiten generar las nuevas tecnologías” (Eurofound, 2018a; 19).

Con la excepción de las dos encuestas realizadas en 2017 y 2018 sobre los trabajadores de plataformas (Pesole *et alia*, 2018; Urzi *et alia*, 2020), conocidas como *COLLEEM surveys* y que dan poca información⁴⁰, no hemos encontrado ningún otro informe o encuesta sobre las condiciones de trabajo antes y después de la introducción de la digitalización y los robots,

39 También es llamativo que, con motivo de la grave crisis económica y social que está causando la pandemia del llamado coronavirus, el SARS-Cov-2, se esté pidiendo desde diferentes medios de opinión, y autores de diferentes posiciones políticas, el establecimiento de una renta básica de ciudadanía, como alternativa mejor frente a los subsidios condicionados tipo rentas mínimas.

40 Hay que añadir el estudio de Piasna y Drahokoupil (2019), con una encuesta sobre el trabajo en Internet y en plataformas en cinco países de Europa del Este, en el que hacen una crítica demoledora de los informes COLLEEM, al no ser comparables y sufrir una serie de problemas de diseño y ejecución y forma de recopilación de datos, limitaciones parcialmente reconocidas en el informe de 2020.

basados en entrevistas a los empleados tratando de medir esos impactos. Creemos que es una tarea urgente para organizaciones como Eurofound, para evitar seguir especulando. Una aproximación al impacto de la digitalización sobre las condiciones de trabajo y el empleo es el trabajo de Rodríguez y Pérez (2018), que analiza dos empresas españolas de tamaño medio dedicadas a la consultoría tecnológica, utilizando la metodología de estudio de casos. Los principales resultados resaltan el éxito del sistema educativo español en proporcionar las destrezas básicas, considerando que los programas públicos de formación profesional no parecen ser tan útiles, de hecho, el sistema de formación en el empleo se utiliza como un mecanismo simple de reducción de costes (por medio de entrenamiento adicional). Hay un uso extremadamente flexible del tiempo de trabajo, que tiene claros efectos negativos sobre la conciliación de la vida privada y la profesional, un problema que es visto como algo ajeno a las preocupaciones inmediatas, tanto por las empresas como por los propios trabajadores. Y hay una extraordinariamente alta rotación laboral y falta real de efectividad de algunas instituciones clásicas, tales como el contrato fijo o la representación de los empleados.

Para finalizar este apartado, seis advertencias sobre los efectos de la digitalización. **La primera advertencia**, que además de los efectos que la digitalización vaya a tener sobre el empleo y las condiciones de trabajo, en lo que sí parece haber acuerdo es que al igual que con lo sucedido en la cuarta onda larga del capitalismo, no parece que se estén dando ganancias sustanciales en la productividad (la llamada paradoja de Solow formulada en 1987⁴¹), pero si se está comprobando que está aumentando la fluidez de los mercados y la reducción de las barreras de entrada, así como ha aumentado de manera dramática la dependencia de las plataformas digitales globales. “El hecho de que las plataformas digitales dependen fundamentalmente de las externalidades de red en ambos lados del mercado, lo que lleva naturalmente a estructuras monopolísticas con diversas estrategias de ‘bloqueo’”, está dando lugar a una nueva forma de *capitalismo monopolista digital*, en el que la dinámica llamada “el ganador se lo lleva todo” se vuelve dominante, a medida que la concentración del

41 Una explicación de esta paradoja puede leerse en Arntz, M., T. Gregory and U. Zierahn (2019). La frase de Solow, “puedes ver la era de la computadora excepto en las estadísticas de productividad”, aparece en una reseña bibliográfica que publicó en el New York Times Book Review el 12 de julio de 1987.

mercado permite a los ganadores extraer ganancias a nivel mundial y por un período de tiempo mucho más largo (Soete, 2018; 38).

En segundo lugar y haciendo referencia a la Inteligencia Artificial (IA), como uno de los componentes principales del proceso de digitalización de nuestras economías y sociedades, a día de hoy, la IA plantea numerosos retos por los cambios que introduce en multitud de campos⁴². Si bien su utilización en el ámbito de la producción y de la gestión pública ha dado lugar a avances sustanciales, no debe olvidarse que el uso de algoritmos por la IA puede discriminar a determinados grupos o personas, también a las mujeres, por ejemplo, en el sistema de justicia criminal y en los procesos de selección. El sesgo proviene tanto de los datos que entrenan a los algoritmos como de la gente que los elabora (Craglia, 2018; 58). Las implicaciones respecto a la invasión de la privacidad son tan grandes, el llamado “capitalismo de vigilancia”⁴³ que se reclama el derecho individual a no ser medido, analizado ni entrenado por medio de la IA⁴⁴. Hay también efectos macroeconómicos

42 Téngase en cuenta que la AI se considera una Tecnología de Utilidad General. Para una revisión bastante amplia de esos retos y de las políticas e iniciativas que se están diseñando para afrontarlos, puede verse Craglia (2018). En el ámbito europeo la Comisión Europea ha presentado una estrategia para fomentar la IA (European Commission, 2018) y elaborado un “white paper” (European Commission, 2020) en el que establece opciones de política sobre cómo promover la adopción de la IA y propone un marco regulador de los riesgos y los daños asociados con ciertos usos de la misma, al reconocer que el uso de la IA puede afectar a los valores en los que se basa la UE y dar lugar a violaciones de los derechos fundamentales, si bien este documento excluye de su ámbito el uso de la IA para fines militares.

43 Ya sea capitalismo “de libre mercado” o capitalismo “de estado”.
44 Con motivo de la pandemia ocasionada por el virus SARS-CoV-2, estamos viendo dos modelos de utilización de la tecnología digital en la lucha contra la misma: el modelo de capitalismo asiático, democrático o dictatorial, quizás por la influencia del confucianismo, donde las personas obedecen a las autoridades y renuncian a su privacidad para defenderse de la pandemia (prima la sociedad), si bien permiten también que se les controle socialmente como en China; y el modelo occidental, donde la esfera individual aparentemente es sagrada y con ella la protección de los datos. Es difícil de creer que con esta pandemia se ha acabado la globalización y que empieza un mundo nuevo, que el capitalismo se acaba (ya algún ilustre pensador lo vaticinó con la Gran Recesión y lo que vemos es que parece estar más fuerte que nunca, otra cosa es a dónde nos lleve), pero sí que nos hemos dado cuenta de que las grandes empresas tecnológicas, con toda su IA, no fueron capaces de predecir la pandemia ni ayudar siquiera a su control, incluyendo la propagación de las noticias falsas. Puede que ello se deba a que los sistemas de IA no están preparados para lidiar con

pues, por un lado, puede dar un nuevo impulso a la globalización, pero por otro puede conducir a una repatriación de los empleos que previamente se habían deslocalizado a países de bajos salarios. Si bien no ha sido precisamente la digitalización la que ha puesto de relieve el grave problema de la deslocalización de las industrias en el primer mundo, sino la llegada de un virus, con el que descubrimos que la fabricación de los elementos más imprescindibles (respiradores, equipos de protección, mascarillas, etc.) está prácticamente toda localizada en Asia y no hay producción suficiente (ni de calidad) para satisfacer la demanda urgente y simultánea de los países de ese primer mundo⁴⁵.

la sorpresa, dado que “están centrados en monitorear y orientar nuestros hábitos de consumo, nuestros patrones habituales de comportamiento, e incluso nuestras tendencias políticas, más que nuestras patologías o tendencias anormales”, como afirman Andrés Ortega, José Balsa-Barreiro y Manuel Cebrián (“Los límites del capitalismo de vigilancia”. El País, 8 de abril de 2020). Aunque parece que, a petición del gobierno de Estados Unidos, Apple y Google se van a unir para diseñar una aplicación que use los datos de movilidad de las personas para hacer un seguimiento de las infectadas, lo que de nuevo plantea muchas preguntas sobre su (mal) uso más allá de la lucha contra la pandemia. También hay en marcha una iniciativa europea, DP-3T, que trabaja para crear una aplicación que rastree los contactos y a la vez respete la privacidad, evitando que los datos queden en posesión de las grandes tecnológicas: “La ingeniera española que lidera la ‘app’ europea de rastreo de contagios: “No será un estado de vigilancia””. Jordi Pérez Colomer, El País. 16 de abril de 2020. Pero, como señala Modorov, si bien el virus ha demostrado la insolvencia del dogma neoliberal sobre privatizaciones, desregulaciones y recortes en servicios básicos, parece que lo que se nos ofrece no es otro sistema económico, sino lo que denomina el “solucionismo”, una ideología reactiva que desarma, desactiva y descarta las soluciones políticas que permite la digitalización (“un mundo donde la abundancia se comparte, no se apropia”), para influir en el comportamiento individual y que no se hagan preguntas políticas sobre las causas fundamentales de esta crisis, con sus dos versiones: la “progresista” y la “punitiva”. Una excusa para llenar de prácticas antidemocráticas el vacío político, solo que esta vez en nombre de la innovación y no de la seguridad, desalentando la experimentación de formas alternativas de organización social. Evgeny Morozov: “Las “soluciones” tecnológicas son el poli bueno del capitalismo en la crisis del coronavirus”. eldiario.es, 21/04/2020 https://www.eldiario.es/theguardian/soluciones-tecnologicas-coronavirus-vigilancia-siguiente_0_1017348795.html
45 Bien es cierto que la deslocalización ha mejorado el nivel de vida de sectores importantes de los países del tercer mundo, pero aparte de darse cuenta de que industrias básicas para la lucha contra la pandemia están en los países asiáticos, simplemente porque es más barato (es decir, en la mayoría de los casos salarios y condiciones de trabajo miserables) producir allí, algunas personas han descubierto también ahora que la deslocalización se hizo a costa de un gran impacto sobre el medio am-

Hay quien señala que, en la medida en la que la IA se convierta en parte de las condiciones generales de la producción capitalista, su desarrollo tendría como consecuencia alcanzar un nivel completamente nuevo de automatización, dando al capital una independencia del trabajo sin precedentes (Dyer-Witthoff; Mikkola and Steinhoff, 2019; 32). Y ello hasta el punto de que se dice que hay una oportunidad de que se abra el camino a un capitalismo que continúe sin seres humanos⁴⁶, si bien hay un intenso debate sobre hacia dónde realmente nos puede llevar, dependiendo de que se llegue a conseguir y generalizar el uso de la Inteligencia Artificial General⁴⁷. En todo caso, la amenaza a la reproducción económica (y humana) implícita en la revolución que puede traer la Inteligencia Artificial, surge en un nivel sistémico y por ello hay que afrontarla a ese nivel⁴⁸. Y por eso, hay que decidir en qué tipo de IA se está invirtiendo pues, como señalan Acemoglu y Restrepo (2019; 3), en una era de automatización rápida, si las nuevas tecnologías no aumentan la productividad de manera suficiente, la posición relativa del trabajo se deteriorará y los trabajadores se verán particularmente afectados. Hay varias razones para que se den “fallos de mercado” en los procesos de innovación en general y en la IA en particular, por lo que, si no se presta suficiente atención a que la IA cree nueva y mayor demanda de trabajo, en lugar de simplemente reemplazarlo, estaríamos ante un tipo de IA equivocado desde el punto de vista social y económico y habría que pararla antes de que fuera demasiado tarde. “En lugar de apuntalar el crecimiento de

biente, tanto por el descuido en cumplir las normas más elementales sobre contaminación en las industrias de los países que acogieron esas industrias, como por el enorme aumento del transporte internacional de mercancías. 46 El libro de Dyer-Witthoff, Mikkola y Steinhoff, es un trabajo muy bien documentado sobre las características de la Inteligencia Artificial, discutiendo sus posibles efectos y consecuencias desde una perspectiva marxista. Es mucho lo que se ha escrito desde el ámbito de la economía sobre la IA y no es objeto de este trabajo dar cuenta de ello, sin embargo, para una visión de la corriente dominante (neoclásica) puede verse Agrawal, Gans y Goldfarb (2017). 47 La Inteligencia Artificial (IA), la que empezamos a ver hoy en día, denominada específica o débil, está diseñada principalmente para abordar tareas muy concretas. Son sistemas que tienen ninguna o muy poca habilidad para hacer algo más allá de su particular dominio funcional. La Inteligencia Artificial General (IAG) se refiere a una IA que es capaz de participar y comportarse inteligentemente en una amplia variedad de contextos, aplicando lo aprendido en un contexto a situaciones novedosas siendo, hoy por hoy, una tecnología especulativa. 48 Ver las reflexiones al respecto de Bhattacharjee y Dymski (2019).

la productividad, el empleo y la prosperidad compartida, la automatización desenfrenada contribuiría al crecimiento anémico y la desigualdad” (Acemoglu y Restrepo, 2019; 10).

En tercer lugar, una desigualdad creciente, aumentando la parte de la renta nacional atribuida al capital a costa de la del trabajo, en la medida en la que las rentas de la innovación digital están siendo apropiadas por los grupos de mayor renta, el 1 y el 10 por 100: accionistas, inversores, altos ejecutivos y empleados clave de las empresas ganadoras (que por lo general poseen capital y ocupan cargos gerenciales y posiciones directivas en las mismas). Y lo que es peor, como entre otros muchos advierte Soete (2018; 42), estamos viendo que esta concentración de riqueza y poder económico asociada a la digitalización está llevando a una concentración similar del poder político, lo que en última instancia socava la democracia. Hay incluso quien advierte del peligro de desaparición de la “clase media” y la aparición de un capitalismo “feudal” (Johannessen, 2018)⁴⁹.

La introducción de tecnologías digitales “lo que no parece indicarnos es un cambio en la esencia del modelo socio-económico que prevalece. Por el contrario, todo indica, si la política no lo impide, una intensificación de los procesos que generan las desigualdades socio-económicas tanto globalmente como en cada uno de los Estados” (Linares y López, 2016; 232-233). Es lo que señala uno de los principales portavoces de la 4ª revolución industrial: “la desigualdad representa la mayor preocupación social asociada con la Cuarta Revolución Industrial” (Schwab, 2016). Aunque Schwab considera que es la tecnología, no las decisiones políticas y las políticas económicas que les siguen, una de las principales razones de por qué las rentas se han estancado o incluso han descendido para una mayoría de la población en los países de renta alta, debido a la polarización en los empleos de acuerdo a las habilidades educativas. Una apreciación que sólo es parcialmente correcta, al menos en lo que se refiere a la distribución funcional de la renta en los países más desarrollados, pues el descenso continuado de la participación de los salarios en el valor añadido no se debe tanto al progreso tecnológico, sino más bien a los efectos de la globalización (la deslocalización de la industria), la financiarización y a la pérdida de poder negociador de los traba-

49 En el informe de la OCDE (OECD, 2019a) se efectúa un análisis funcionalista de la clase media, basado en el nivel de renta, mostrando cómo en los últimos treinta años este grupo se ha venido contrayendo y su influencia económica se ha debilitado.

jadores por medio de los sindicatos, esto es, a factores relacionados con la estructura institucional y social⁵⁰. Lo que sí es innegable, como señala Recio (2018; 54), es que “la digitalización constituye un conjunto de tecnologías que permiten reforzar el poder del capital en los tres espacios de conflicto: el de la distribución de la renta (facilita el acceso a fuerza de trabajo más barata), el del control y el de la flexibilidad (puesto que facilita también una organización de la actividad en tiempo real)”.

La cuarta advertencia se refiere a los costes medioambientales que ya se están produciendo como resultado de la digitalización y la automatización. Una noticia publicada en un medio de comunicación digital informaba de que entrenar a una sola inteligencia artificial podía contaminar tanto como 2.800 vuelos Madrid-Barcelona (algo más de 500 kilómetros en línea recta) dado que se requiere una gran cantidad de energía que deja una alta huella de carbono⁵¹. Como señala Mahnkopf (2019; 13), cuando se calculan los ahorros potenciales que traerá la digitalización, no se suele tener en cuenta la energía eléctrica requerida por los múltiples productos “inteligentes” utilizados en la producción, ni la energía que se requiere para la eliminación o reciclaje de los productos viejos o defectuosos. Los centros de datos globales consumen también mucha energía y si se suma la energía utilizada en la transmisión de datos, se estima que representa entre un 3 y un 4 por 100 del total de energía consumida en la Unión Europea en 2016 y, si no se toman medidas, se espera que se doble cada cuatro años⁵². Pero no es sólo la insaciable necesidad

de energía, pues la infraestructura digital requiere una inmensa cantidad de metales, muchos de ellos ligados por cierto a conflictos geopolíticos y guerras civiles. Y está la creciente cantidad de desperdicios electrónicos, con metales que tienen una baja tasa de reciclado. Hoy por hoy no parece que el desarrollo tecnológico esté consiguiendo el desacoplamiento entre el proceso de acumulación económica y su impacto sobre la naturaleza, tanto en términos de emisiones (descarbonización) como en términos de uso de recursos naturales (desmaterialización) (Bellver, 2018; 75).

La quinta advertencia hace referencia al impacto de la digitalización sobre los sistemas fiscales. Un impacto que se suma al ya producido por la globalización, que ha dificultado enormemente el gravamen efectivo de las empresas internacionales y transnacionales, no sólo por el fraccionamiento de su actividad entre muchos países debido a las cadenas globales de valor, también por la planificación fiscal de las empresas favorecida por los paraísos fiscales de todo tipo, algunos de ellos resultado de la competencia fiscal a la baja incluso en áreas como la Unión Europea (los escandalosos casos de Irlanda, Luxemburgo y Holanda). Tørsløv, Wier y Zucman (2020) han calculado la cuantía de los beneficios que se han derivado a los paraísos fiscales, un 40 por 100 de las compañías multinacionales, y la pérdida que ello supone para los países con alta fiscalidad, que en el caso de los países que no son paraísos fiscales en la Unión Europea supone un 20 por 100 de reducción en los beneficios que tributan⁵³. Hay organismos internacionales que se están ocupando del tema, como la OCDE, el Fondo Monetario Internacional y la Comisión europea, pero por ahora han quedado en nada, en este último caso ante la lógica oposición, entre otros estados miembro, de paraísos fiscales como Irlanda, por lo que han surgido iniciativas nacionales para gravar los servicios digitales, en particular la publicidad⁵⁴. Pero no se trata sólo del impuesto

50 Según las estimaciones realizadas por Guschanski y Onaran (2017 y 2018) para algunos países de la OCDE, en las que se rechazan las prescripciones de la teoría neoclásica basadas exclusivamente en el impacto de la tecnología, a partir del uso de la función agregada de producción, pues no permiten explicar por qué la automatización ha producido un fuerte descenso en la participación salarial de los trabajadores con bajas habilidades. Desde una perspectiva de Economía Política, “la tecnología debe interpretarse como un factor que influye en las posiciones negociadoras más que como un proceso mecánico que determina la distribución de los resultados. Nuestros hallazgos sugieren que los trabajadores no se han beneficiado tanto como el capital de los avances tecnológicos en el proceso de producción debido a la disminución del poder de negociación de los trabajadores”. Guschanski y Onaran (2017; 24).

51 “Entrenar una sola inteligencia artificial puede contaminar tanto como 2.800 vuelos Madrid-Barcelona”. eldiario.es, 11 de junio de 2019

52 Para las estimaciones de consumo y las posibilidades de ahorro, Craglia (2018; Capítulo 11). Sobre la estructura de los centros de datos y su impacto, Diguet y Lopez (2019), trabajo en el que se recoge una estimación del con-

sumo de energía del sector TIC, que en 2013 habría sido del 7 por 100 del consumo mundial, representando los centros de datos el 2 por 100 de dicho consumo, con una predicción de que en 2030 el sector TIC podría suponer el 51 por 100 del consumo y los centros de datos el 13 por 100. Bellver (2018) proporciona datos del consumo de minerales y de los residuos electrónicos que se generan.

53 En la página de Internet missingprofits.world se pone el ejemplo de (Google) Alphabet Inc., la empresa matriz de la tecnológica, que declaró haber obtenido 23 mil millones de dólares en ingresos en Bermudas, una pequeña isla en el Atlántico donde el tipo del impuesto sobre la renta de sociedades es cero.

54 Para una revisión de las propuestas fiscales y las

sobre sociedades, sino de que en la medida en que los empleos que se creen por la digitalización, si es que al final se creara empleo neto, sean cada vez más precarios, como en el caso de las plataformas digitales, se recaudarán también menos impuestos sobre el trabajo.

Por último, pero no por ello menos importante, **una sexta advertencia** es que quizás haya quien piense que se están exagerando los efectos negativos de la automatización y la digitalización, teniendo en cuenta además la diversidad de cifras disponibles sobre la potencial pérdida de empleos y que la adopción de las nuevas tecnologías tarda tiempo y se ve afectada por muchos factores técnicos y políticos. Pues hay quien sostiene (Figueroa, 2019) que el problema principal para la mayoría de los trabajadores es que las nuevas tecnologías, en particular la digitalización, van a cambiar muchos aspectos de su puesto de trabajo. Y ello se debe a que la digitalización está creando una cantidad enorme de datos sobre una gran cantidad de fenómenos nuevos⁵⁵. Y esos datos están en poder de las grandes empresas tecnológicas, bien conocidas: Amazon, Apple, Facebook, Google, Microsoft, Alibaba, Tencent, entre las más importantes. Una parte de esos datos son recopilados en las redes sociales, un asunto sobre el que se está escribiendo mucho y al que se ha hecho una breve referencia más arriba, por las graves amenazas a la privacidad que ello implica. La otra parte se está recopilando en las empresas. En este último caso los datos describen los procesos de trabajo en su conjunto, pero también a las personas que los realizan. Y esos datos se pueden usar y se usan (junto a datos obtenidos de las redes sociales) para identificar a los trabajadores, creando perfiles de personalidad y de ideas políticas y sindicales. Ya estamos viendo como entidades públicas están invirtiendo en tecnologías digitales que son inútiles o no proporcionales en cuanto al abuso de derechos que suponen y

iniciativas de los países ver López y Onrubia (2019).
55 Un análisis introductorio de la economía de los datos, en el marco del análisis del flujo circular de la renta y de su relación con la teoría de los fallos del mercado, puede verse en Pedraza y Vollbracht (2019). Las economías de escala y alcance, los costes enterrados, el coste casi nulo de obtener datos adicionales y las barreras llevan a considerar al mercado de datos y su extracción como un monopolio natural. Mientras que los datos, entendidos como un bien económico, serían un bien “de club”, pues no hay rivalidad en su uso, pero sí que se puede aplicar la exclusión en su consumo. Además, existen asimetrías en la información, entre las empresas de “big data” y los consumidores (que llevan a la discriminación de precios y al consumo dirigido) y entre las empresas y los oferentes (aplicando precios abusivos).

su aplicación en muchos casos a colectivos vulnerables. Por ello, parece necesario controlar los datos que produce la sociedad, los que producen las personas como trabajadores, como consumidores, como ciudadanos. Necesitamos comprender el impacto político y social de la digitalización en lo que respecta al uso de los datos, pues “si no se hace algo para solucionar que el control privado de datos esté en manos de un puñado de individuos (sic), los trabajadores de todo el mundo verán seriamente afectados sus esfuerzos para controlar la intensificación del uso de datos en el trabajo o para lograr la elección de un gobierno que incluya los datos como parte de su agenda” (Figueroa, 2019; 61).

Decíamos al comenzar este trabajo que la tecnología es una relación social y conviene volver a recordarlo: las tecnologías se construyen por personas, empresas y organizaciones concretas, por lo que encarnan y replican las normas sociales, los valores y otras fuerzas económicas, ecológicas, políticas y culturales que existen en cada momento. La tecnología puede ser “neutral”, pero no lo es ni su diseño ni su aplicación.

Al igual que se ya reconoce que la globalización ha dado lugar a ganadores y perdedores y que la reasignación de los trabajadores entre los sectores y países no está exenta de “fricciones” y que llevará muchos años, con unos costes equivalentes a muchos años de pérdida de ingresos para los trabajadores, “es razonable pensar que las reasignaciones a que dé lugar la IA se enfrentarán a retos semejantes” (Craglia, 2018; 79) y que para cuando lleguen las compensaciones a los perdedores, si es que llegan, muchos se habrán quedado en el camino. En todo caso, la especie humana es la que tiene que decidir hasta dónde quiere que llegue la automatización y la digitalización, qué tipo de tecnologías se van a desarrollar y cuáles se van a aplicar, cuáles son las políticas públicas que se van adoptar al respecto. El futuro del trabajo será el que nosotros queramos que sea, no hay aquí ningún determinismo⁵⁶.

56 Es lo que Weller (2020; 10) llama un enfoque “contextual condicionado”, que pone el énfasis en que los efectos de las nuevas tecnologías dependen de los procesos sociales y políticos, así como del contexto macroeconómico y si bien el carácter de las tecnologías que se adopten impone la dirección y marca ciertas restricciones, el impacto real de las transformaciones tecnológicas, incluyendo la mitigación de sus efectos no deseados, dependerá en gran parte de la manera en que se manejen las políticas públicas.

4. ¿Hay una política industrial factible?

“Estos son tiempos turbulentos para la fabricación. Existe la expectativa de una transformación inminente en la industria, impulsada por las nuevas tecnologías, pero esto ocurre en un momento en que el crecimiento de la productividad manufacturera ha alcanzado un mínimo histórico tanto en Europa como en los Estados Unidos. La estabilidad del régimen comercial de la post-guerra está amenazada” (Eurofound, 2019b; 7). Esta es la cuestión: ¿es posible diseñar y aplicar una política industrial que aborde los efectos negativos de la digitalización y que revierta el supuesto declive de la industria, promoviendo un cambio estructural en el sector?

¿Pero, qué debe entenderse por política industrial? Tomamos la definición amplia que proporciona Dosi (2016; 33): “Son políticas que generan y estimulan la innovación tecnológica, favorecen los procesos de aprendizaje, alientan la producción de las empresas privadas y crean y sostienen las actividades públicas”

No es la intención de este trabajo elaborar un programa detallado de medidas de política para abordar los retos de la digitalización, la automatización y, en su caso, de la desindustrialización, pues con toda seguridad ese programa depende, entre otras cosas, de las especificidades políticas y económicas de cada país y de la región a la que pertenezca. Como señalan Andreoni y Chang (2019; 144), los intentos de hacer corta y pega no han tenido mucho éxito, “ya que no tienen en cuenta la viabilidad de la economía contextual y política de ciertos arreglos institucionales”. Lo que sigue son algunas reflexiones sobre las políticas posibles, dadas las restricciones institucionales, con un tono fundamentalmente académico, para bien y para mal.

En lo que se refiere a la política industrial, parecería haberse llegado a cierto acuerdo, al menos en la corriente principal de la economía, sobre que la política industrial *al viejo estilo*, también llamada política industrial *vertical* (consistente en elegir sectores específicos de la economía), seguida por algunos países con historias económicas de éxito, especialmente Japón, la República Popular China, la República de Corea, Taiwán y Singapur, no se puede ya repetir. Es más, las reglas de la Organización Mundial de Comercio imponen restricciones severas para llevar a cabo tales políticas por lo que, se nos dice, debemos pasar a la política industrial *moderna*, tam-

bién conocida como horizontal o transversal.

La política industrial *moderna* “no trata sobre expandir las fronteras tecnológicas para crear nuevas industrias, sino sobre que el sector público juegue un papel de liderazgo en la identificación los cuellos de botella del desarrollo y el abordaje de los fallos de coordinación. La financiación es también un factor importante” (Felipe, 2015; 10). Sin embargo, el papel de los gobiernos en la conducción de la política industrial se considera que debe ser más indirecto, seleccionando y apoyando a las industrias a través de los mercados financieros privados, tratando de crear un entorno empresarial propicio. Claro que se olvida que incluso las políticas horizontales tienen efectos distintos en los distintos sectores de la economía. El problema de este tipo de política industrial indirecta u horizontal es que no está funcionando, desde luego no en la Unión Europea⁵⁷.

Aun así, hay partidarios de la política industrial moderna que defienden la importancia de la industria en una economía globalizada, pero no sólo por sus efectos directos en el crecimiento, también por sus efectos indirectos que, según Álvarez y Myro (Myro *et alia*, 2016; 34-36), serían cinco: 1.- Las manufacturas son un gran demandante de servicios avanzados, resultando difícil sostener la competitividad de estos sin la existencia de un sector manufacturero potente; 2.- La industria es clave en la investigación tecnológica; 3.- Las empresas industriales son demandantes de mano de obra de alta cualificación y requieren y proporcionan empleo estable; 4.- Las manufacturas son clave en la exportación; y 5.- La digitalización ha abierto nuevas oportunidades al desarrollo industrial.

Pero detrás del rechazo a las políticas verticales puede verse la desconfianza o el ataque sin más al papel del Estado, “la burocracia gubernamental”. Se niega que el Estado disponga de la información necesaria, ni que sea capaz de obtenerla “por sí solo”, para seleccionar actividades productivas, es decir para liderar una política industrial. Se niega una política sectorial vertical, aunque a continuación se afirme que las actuaciones sectoriales son necesarias, pero en el marco de políticas horizontales, que han de basarse en la existencia de “fallos del mercado”⁵⁸.

⁵⁷ A juzgar pues por las evidencias disponibles, la pérdida de relieve de la política industrial en Europa desde el comienzo de la década de 1990 ha debido dañar el desarrollo de las manufacturas, ralentizando su crecimiento y contribuyendo al descenso de su importancia en el PIB” (Myro, 2016; 68).

⁵⁸ Según Myro (Myro *et alia*, 2016; 70-75), esos fallos del mercado son cinco: 1) Externalidades positivas derivadas

Este es un marco de análisis que ha criticado Mazzucato (2015; 5-11. 2016; 6-9), señalando las limitaciones de la teoría de los fallos del mercado, en el marco de las políticas públicas de investigación e innovación, al no tener en cuenta:

- a) La capacidad del Estado para establecer la dirección del cambio pues, al enfrentarse a los retos sociales, han sido los Estados los que han tenido que liderar el proceso y proporcionar la dirección hacia nuevos "paradigmas tecno-económicos" que nunca han surgido espontáneamente de las fuerzas del mercado, sembrando una falta de fe en la capacidad de las instituciones públicas para liderar los cambios necesarios en la economía y la sociedad en la senda del desarrollo
- b) La elaboración de indicadores a través de los cuales evaluar el impacto transformador y dinámico de las políticas públicas, en lugar de las métricas estáticas de evaluación típicas del análisis de coste-beneficio.
- c) La necesidad de crear organizaciones en el sector público que estén dispuestas y sean capaces de acoger en lugar de temer al fracaso.
- d) La capacidad de obtener algún beneficio para financiar los muchos fracasos inevitables que son parte integrante del proceso de innovación, evitando con ello plantear la cuestión clave de la distribución de riesgos y recompensas entre el sector público y el sector privado.

En definitiva, la teoría de los fallos del mercado de la economía neoclásica del bienestar, que se acompañó más tarde con la teoría de los fallos del sector público (un añadido de la escuela de la elección pública), ha sembrado una falta de fe en la capacidad de las instituciones públicas para liderar los cambios necesarios en la economía y la sociedad en la senda del desarrollo. Es una teoría que puede ser buena para identificar problemas, como por ejemplo áreas en las que hay una infra-inversión en I+D, pero es muy pobre para identificar las áreas con el más alto potencial de beneficio social. Perpetúa con ello una concepción del sector público que le considera una fuerza pasiva que sólo puede facilitar el cambio, nunca liderarlo: "no incorpora ninguna justificación explícita para el tipo de creación de mercado y direccionalidad orientada a la misión (y "ru-

de la coordinación y las interdependencias en la producción; 2) Externalidades negativas derivadas de excesos de competencia; 3) Externalidades positivas derivadas de la información que, paradójicamente ahora sí, debe proporcionar el Estado; 4) Acumulación de capacidades, con políticas de capacitación, formación I+D, infraestructuras, etc.; 5) Asunción de riesgos elevados para las empresas.

tas" dentro de las direcciones) que se requería para innovaciones como Internet y la nanotecnología y que se requiere hoy para abordar los desafíos sociales" (Mazzucato, 2016; 3-4).

Pero también hay posiciones más extremas respecto a la política industrial⁵⁹, por ejemplo, el Banco Mundial (2016; 130) considera que la industria manufacturera ya no ofrece el camino al crecimiento para los países de rentas bajas y medias. Es una opinión que comienza a extenderse desde el último cuarto del siglo pasado, basada en el argumento de que los servicios, al menos aquellos que forman parte de las cadenas de producción globales, se han convertido en los principales contribuyentes al crecimiento de la productividad y el desarrollo tecnológico. Una opinión fácilmente rebatible, como hacen con solvencia Hauge y Chang (2019).

Por lo que respecta a Europa, la Comisión Europea lleva desde 2010 haciendo propuestas sobre política industrial, por supuesto con un enfoque horizontal, que ha ido revisando en lo accesorio en varias ocasiones, dado que no parece haber tenido mucho éxito⁶⁰. La política industrial la ha entendido asociada exclusivamente a la innovación y, hasta cierto punto, a las preocupaciones medio-ambientales, estando más bien dirigida a aquellos países que están cerca o en la frontera tecnológica global.

Las propuestas de algunas agencias de la propia Comisión Europea son incluso más pobres: "el papel fundamental para los políticos y otros actores influyentes es el establecimiento de marcos futuros que proporcionen cierto

59 Que recuerdan las declaraciones de Carlos Solchaga en 1983, siendo ministro de industria del primer gobierno socialista de España tras la recuperación de la democracia: "la mejor política industrial es la que no existe". Gobierno que emprendió el eufemísticamente llamado proceso de reconversión industrial, con el que se inició el desmantelamiento del sector industrial en España y, en particular, el desmantelamiento del sector empresarial público. Solchaga venía de trabajar en el servicio de estudios de uno de los grandes bancos españoles de entonces.

60 Una sucinta descripción de las iniciativas y de los resultados está en las presentaciones de Francisco Javier Braña en el European Trade Unions Institute (ETUI), 2nd Trade Union Related Economists (TUREC) Workshop sobre Política Industrial en Europa, Bruselas, 20 de septiembre de 2017; y en las Jornadas "Competitividad y digitalización industrial", celebradas en Valladolid el 6 de junio de 2018, esta última puede descargarse en <https://ccoopuntodeobservacionindustrial.es/JornadasDigitalizacion/>. En las presentaciones no se menciona una cuarta Comunicación de la Comisión de 13 de noviembre de 2017, "Invertir en una industria inteligente, innovadora y sostenible. Estrategia renovada de política industrial de la UE" que, pese a su título, es más de lo mismo, no va mucho más allá de hacer referencia a los efectos de la digitalización y la transición hacia una economía circular e hipocarbónica.

grado de certidumbre alrededor del cual las empresas puedan orientar sus estrategias de inversión. También hay un cometido para una inversión estratégica significativa financiada con fondos públicos” (Eurofound, 2019b; 36). Un informe elaborado para el Parlamento Europeo sobre la Industria 4.0 aconseja que la intervención pública sea indirecta, simplemente apoyando y vigilando pues, supuestamente, “(l)a historia de la política industrial advierte contra una participación demasiado directa en el proceso por parte de las autoridades” (Smit *et alia*, 2016; 72). Así pues, no podemos encontrar nada nuevo o diferente en estas propuestas de políticas públicas respecto a las aplicadas en el pasado y en el presente.

En el escenario actual, sólo Alemania (beneficiando con ello a Lituania, Polonia, Hungría y Chequia, puede que a expensas de otros países europeos) parece saber cómo tratar con la llamada nueva revolución industrial, por cierto, con la implicación de los sindicatos en el diseño de las políticas industriales⁶¹. En esa línea, en febrero de 2019 Alemania y Francia firmaron un manifiesto llamando a una política industrial adecuada para el siglo XXI⁶², que debería tener tres pilares, el primero de los cuales es una inversión masiva en innovación, con un enfoque de abajo a arriba, en los campos de la salud, la energía, el clima, la seguridad y la tecnología digital, en particular la inteligencia artificial, la microelectrónica y las baterías eléctricas, en estos dos últimos sectores acogidos a la declaración de Proyecto Importante de Interés Común Europeo (IPCEI por sus siglas en inglés)⁶³, que ha de ser apro-

61 En el caso de España, el Consejo Económico y Social (2019), ha elaborado un informe sobre la industria, con propuestas para su desarrollo. Desafortunadamente sus redactores, entre los que hay representantes de los empresarios, de las organizaciones sindicales, de diversas organizaciones económicas, consumidores y expertos supuestamente independientes que nombra el gobierno de turno, parecen estar presos de la ideología de la Comisión Europea al aceptar que la política industrial tiene un carácter eminentemente horizontal, aunque al enumerar las propuestas para una “nueva” política industrial se les escape que hay que combinar actuaciones horizontales y verticales (página 180). No obstante, todas las propuestas que hacen son de carácter vertical, tan vertical que son aplicables a todos los sectores económicos y no hay una sola reflexión sobre los sectores productivos que habría que impulsar o priorizar para responder a los retos tecnológicos y sociales a los que nos enfrentamos. 62 <https://www.gouvernement.fr/en/a-franco-german-manifesto-for-a-european-industrial-policy-fit-for-the-21st-century> 63 Comunicación de la Comisión. Criterios para el análisis de la compatibilidad con el mercado interior de las ayudas para fomentar la realización de proyectos im-

bado por la Comisión Europea para asegurar que las ayudas de estado no distorsionan de manera desproporcionada la competencia⁶⁴.

Probablemente por influencia del manifiesto germano-francés, en la última propuesta de una nueva Comisión Europea⁶⁵ parece haber un cambio de estrategia. Por una parte, en el marco de una doble transición ecológica y digital, se sigue insistiendo en medidas horizontales, basadas en tres pilares: el refuerzo de un mercado único competitivo⁶⁶ (y conseguir igualdad de condiciones a nivel mundial); la neutralidad climática (si bien con énfasis en los sectores del cemento, el acero y los materiales de construcción) y la economía circular (que incluye iniciativas sobre el cargador común, la electrónica circular, los requisitos de sostenibilidad para las baterías y nuevas medidas en el sector textil); y la digitalización. Esos tres pilares se complementan con medidas relativas al fomento de la innovación, la capacitación y reciclaje profesional y la financiación, en cuyo ámbito se trae a colación los Proyectos Importantes de Interés Común Europeo, como forma de movilizar recursos. Pero al tiempo se plantea abiertamente la necesidad de reforzar la autonomía industrial y estratégica de Europa, con acciones sectoriales de carácter vertical, relativas a las infraestructuras digitales estratégicas como la tecnología 5G, la ciberseguridad y la comunicación cuántica, la robótica, la microelectrónica, la informática de alto rendimiento y la infraestructura de computación en la nube, la cadena de bloques, las tecnologías cuánticas, la fotónica, la biotecnología industrial, la biomedicina, las nanotecnologías, los productos farmacéuticos, así como los ma-

portantes de interés común europeo (2014/C 188/02). Se acogen a lo establecido en el artículo 107, apartado 3, letra c) del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea y se justifican por la existencia de un fallo del mercado. Hasta ahora sólo hay dos proyectos acogidos a esta posibilidad, el de microelectrónica en el que participan Alemania, Francia, Italia y Reino Unido y la conexión por ferrocarril entre Alemania y Dinamarca.

64 Los otros dos pilares son una revisión del marco regulador de las ayudas estatales y las fusiones, para que las empresas europeas sean capaces de competir en el escenario global; y la defensa de las tecnologías, empresas y mercados. 65 Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. Un nuevo modelo de industria para Europa. Bruselas 10.3.2020 COM(2020) 102 final. 66 Se hace referencia explícita a que sea una realidad la base imponible consolidada común del impuesto sobre sociedades y a la lucha contra los sistemas de planificación fiscal abusiva, pero nada se dice de eliminar los paraísos fiscales (de hecho) hoy existentes en la propia Unión Europea, en particular Holanda, Irlanda y Luxemburgo

teriales y las tecnologías avanzadas, las industrias de defensa y del espacio. Se compromete a presentar una nueva estrategia farmacéutica, ante las carencias puestas de manifiesto con la pandemia del coronavirus, aunque se olvida de incluir a la industria textil y mecánica (para la fabricación de equipos de protección y respiradores), ambas deslocalizadas a Asia, pero tan necesarias como la industria farmacéutica.

Por supuesto, existen propuestas desde la izquierda y las organizaciones sindicales para una re-industrialización en Europa. Un número creciente de contribuciones ha defendido una política industrial progresiva (Pianta, Lucchese y Nascia; 2016, 51-53; y 2019). Al recuento que hacen Pianta *et alia*, debe añadirse el Acuerdo Estatal por la Industria, firmado en noviembre de 2016 por los sindicatos y siete organizaciones de empresas industriales españolas; así como la propuesta de Laviña y Molero (2012) para transformar el sistema productivo español con el modelo I&P=C (Innovación más Productividad igual a Competitividad); y la propuesta del Foro de Empresas Innovadoras (2018).

La cuestión es cuáles podrían ser las características de esa política industrial progresiva, alternativa o, al menos, apropiada⁶⁷. El debate, que viene desde el principio de este siglo, está en pleno apogeo y no sólo entre los economistas fuera de la corriente principal (no-neoclásicos o heterodoxos)⁶⁸.

“Una respuesta potencial podría ser que la política industrial progresiva no se autolimita a seleccionar un ganador y apoyar a las empresas hasta que puedan despegar (y entonces privatizar beneficios). Además, debería no sólo promover el cambio estructural por el bien del crecimiento y reducir los déficits comerciales, debería fomentar también una base industrial social y ambientalmente sostenible” (Eder *et alia*, 2018; 11).

Eder and Schneider (2018) también se-

ñalan otras tres cuestiones a tener en cuenta. Compartamos o no sus premisas metodológicas, la primera es que no debe descuidarse la dimensión política, esto es, las relaciones de poder y hegemonía que dan forma y sostienen a las políticas industriales, desde los Estados y las instituciones europeas. La segunda, cómo bregar con la desigual integración europea y la existencia de un centro (un núcleo) y una periferia, esto es, cómo puede contribuir una política industrial progresiva a cambiar el estatus de periferia de los países del Sur de Europa⁶⁹. La tercera, entre otras cuestiones transversales, la exigencia de participación democrática y la introducción de la dimensión de género en el análisis.

Sin embargo, si deseamos realmente un crecimiento más inclusivo y sostenible, con una recuperación del sector industrial, en el caso de los países europeos necesitamos convencer primero a la Comisión Europea y a los estados miembro de la Unión de que hay que replantearse el papel del Estado. Una de las propuestas más interesantes, referidas al campo de la innovación, es la de fijarse en las capacidades dinámicas del sector público, con una nueva generación de políticas, las políticas *orientadas a la misión*, que se centran en dos elementos clave de las misiones: inversiones públicas coordinadas y políticas de conformación del mercado para “aglomerar” la experimentación y la innovación del sector privado y del tercer sector. Hay una decisión consciente de no utilizar el enfoque de los fallos del mercado como fundamento teórico para las actividades del sector público (Kattel and Mazzucato, 2018). Las misiones no arreglan los mercados existentes, sino que crean nuevos mercados (Mazzucato, 2018a; 806), ejemplifican un enfoque de política más proactivo que lo que sugiere la reparación. Requieren que las organizaciones públicas sean responsables de dar forma y crear activamente mercados y sistemas, no solo arreglarlos; y que creen riqueza, no solo redistribuirla (Mazzucato, 2018a; 807).

Siguiendo literalmente el informe de la UCL Commission for Mission-Oriented Innovation and Industrial Strategy (2019; 24), las misiones son una forma de reinventar la

⁶⁹ Pertenece a un pequeño grupo de académicos que, entre finales de los años 70 y principios de los 80 analizamos la inserción de España en el modo capitalista de producción desde la perspectiva centro-periferia, utilizando entre otros los instrumentos de las teorías de la dependencia; así como resaltamos el papel del Estado en la configuración de la política económica y, en particular, de la política industrial, desde la perspectiva de la estructura y dominación de clases. Puede verse Braña, Buesa y Molero (1984).

67 Que para Landesmann y Stölinger (2019; 15) sería aquella que favorezca al sector de bienes comercializables en general
68 Ver por ejemplo el libro escrito por dos economistas del Banco Mundial, Halward-Driemeier and Nayyar (2017), sobre el futuro del desarrollo guiado por las manufacturas. Por el lado no neoclásico, entre el último trimestre de 2018 y el último de 2019, tres revistas han dedicado un número monográfico a una progresiva o renovada política industrial: *Journal Für Entwicklungspolitik* (3/4-2018), *Structural Change and Economic Dynamics* (marzo 2019) y *Journal of Industrial and Business Economics* (septiembre 2019), que ya había dedicado un monográfico sobre el tema en septiembre de 2016. Pueden verse los trabajos introductorios de Lucchese, Nascia y Pianta (2016), Eder *et alia* (2018), Andreoni, Chang and Scazzieri (2019) y Cirillo y Molero (2019).

dimensión vertical de las políticas industriales, al centrarse en los problemas que atraen a muchos sectores diferentes, resaltando la importancia de apoyar a las tecnologías de utilidad general, que tienen el potencial de transformar la distribución de la producción y el consumo en toda la economía. En vez de elegir ganadores, se selecciona el problema a resolver. La solución se alcanza estimulando múltiples sectores y múltiples formas de colaboración entre actores para abordar esos problemas, utilizando toda la cadena de valor de la investigación y la innovación, desde la investigación fundamental hasta la investigación aplicada y la innovación de vanguardia. Hoy en día, con problemas "perversos" como el calentamiento global, que requieren un cambio de comportamiento masivo junto con la ciencia y la tecnología, la atención se centra en los desafíos tecnológicos y sociales⁷⁰.

Bien es cierto que la OCDE critica este planteamiento (OCDE, 2019d; 38-39), aunque con argumentos sorprendentemente cogidos con alfileres. En primer lugar, porque la capacidad de los gobiernos sería cuestionable, dada la reducción experimentada en los últimos años en los gastos en I+D. En segundo lugar, por los supuestos múltiples ejemplos de políticas orientadas a la misión que habrían fracasado. "Si bien se pueden encontrar ciertos ejemplos de programas audaces en la historia (especialmente en las industrias espacial y de defensa), aplicar sus lecciones a otro contexto o periodo requerirá diferentes políticas y arreglos de gobernanza. Una gran diferencia es que, en muchas misiones anteriores, el gobierno era el principal o el único comprador de los desarrollos tecnológicos resultantes. Los laboratorios gubernamentales también fueron a menudo los principales actores de I + D. Hoy el sector privado realiza la mayor

70 Hay que señalar que la metodología propuesta por Mazzucato se recoge en el documento de estrategia industrial del gobierno británico, Industrial Strategy White Paper, Department for Business, Energy, and Industrial Strategy, 2017. No así por la Comisión Europea, en el Programa de Trabajo 2018-2020, Horizonte 2020, a pesar de que fue invitada a presentar su metodología por la Dirección General de Investigación e Innovación (Mazzucato, 2018b). Por otra parte, la insistencia de Mazzucato en la visión (dónde se quiere estar) y la misión (qué se va a hacer), recuerda a las técnicas de planificación estratégica adoptadas en el mundo empresarial a partir de los años 80 del siglo pasado y extendidas posteriormente a muchos organismos públicos, como las universidades. Probablemente Cowling (1990) esté entre los primeros economistas que plantearon la necesidad de una planificación estratégica para la industria, desde la perspectiva de un estado desarrollista que desempeñe un papel activo en la economía, refiriéndose en concreto a Gran Bretaña.

parte de I + D en muchos países de la OCDE. Además, emprender misiones dedicadas a grandes desafíos sociales requerirá niveles significativos de financiación y mecanismos específicos de coordinación, que involucren a las empresas y a los actores de la sociedad civil".

En todo caso, hay que recordar que la política industrial, en particular si se pretende aumentar la producción de bienes y servicios de alta complejidad y creadores de empleo de calidad, necesita que la acompañen otras políticas, entre ellas: una política laboral (que potencie la negociación colectiva y limite la contratación temporal estructural); una política científica, tecnológica y de innovación, que tenga recursos suficientes; una política medioambiental (centrada en la transición hacia una economía libre de carbono y con vehículos con cero emisiones); una política financiera (con la creación o el reforzamiento de una banca pública de inversión); una política educativa (que prepare en competencias digitales y proporcione las cualificaciones y habilidades necesarias a los que ya están en el mercado laboral; que fomente los estudios científicos y tecnológicos, si, pero que tampoco olvide a las artes)⁷¹. Por supuesto, se necesita revertir las políticas neo-liberales u *ordoliberales*, en particular la reglas de la Unión Europea sobre las ayudas de estado y las políticas de competencia, así como cambiar las reglas fiscales desde el tratado de Maastricht de 1992 hasta el Pacto Fiscal de 2012, introduciendo entre otras medidas lo que algunos llaman una "regla de oro" para la inversión pública, consistente en que la inversión pública - ¿productiva? ¿estratégica? - no compute al contabilizar el déficit público permitido en los tratados de la Unión Europea. En el caso de la Unión Europea, una manera de soslayar las grandes dificultades que presenta en estos momentos cambiar, siquiera un poco, las reglas económicas y fiscales de la Unión Europea, sin que haya un cambio político profundo previo, puede ser forjar una alianza de países desde abajo involucrando a la Comisión Europea, algo parecido a lo que propone Lundvall (2016; 41), quizás utilizando como una de las herramientas los Proyectos Importantes de Interés Común Europeo⁷².

71 Un conjunto de propuestas o recomendaciones, de carácter "vertical" o transversal, relacionadas con el impacto de la innovación tecnológica sobre el empleo, las que realizan Laviña, León y Varela (2019; 28-31), en el marco del Foro de Empresas Innovadoras (FEI).

72 Otra posibilidad complementaria para obtener fondos es crear una Agencia de Tesorería Europea Solidaria, tal como propone Chancel (2020), en la que los países que formen parte de la misma (podrían ser Bélgica, España, Francia e Italia, por qué no también Portugal,

Por otra parte, en relación con el segundo punto señalado por Eder y Schneider, recogido por muchos otros analistas, “tenemos que reconocer las posiciones diferenciadas en las que se encuentran los países y las regiones. La elección de los instrumentos de la política industrial depende de que se tengan en cuenta esas diferencias. En concreto, es importante tener en cuenta a las regiones a la hora de afrontar los cambios que está provocando la digitalización, pues han de participar en la movilización de los recursos tangibles e intangibles, para construir las capacidades necesarias para convertirlos en centros en un mundo digital y globalizado (Bianchi, Labory y Ruiz, 2019; 5).

Así pues, “el postulado de ‘un campo de juego igualado’ en todas las economías y regiones de la Unión Europea entra en conflicto con la ‘heterogeneidad’ de los estados de desarrollo y otros aspectos de diferenciación de las regiones y países europeos y por lo tanto se interpone en el camino de una adecuada política industrial” (Landesmann y Stöllinger, 2019; 16). Estos autores ofrecen un amplio panel de políticas, representadas en una matriz que muestra las características de los países (nivel tecnológico y productividad, tamaño, base natural, localización geográfica e instituciones y estándares legales) y las políticas que pueden seguirse en cuatro áreas (fuerza laboral, finanzas, industria y competencia e infraestructuras), dando cuenta de la complejidad a la que nos enfrentamos en el diseño de una política industrial.

Ahora bien, “la amenaza planteada por la inteligencia artificial y otras tecnologías no radica en el ritmo de su desarrollo, sino en cómo se están diseñando y desplegando. Nuestro desafío es establecer un nuevo rumbo” (Mazzucato, 2019). Como señalan Cirillo y Molero (2019), hay que tener en cuenta que la adopción de una tecnología específica dentro de las empresas no es neutral ni determinista, depende de la compleja interacción entre el conocimiento y las capacidades dinámicas y de la distribución del poder entre el capital y el trabajo, por lo que tiene una dimensión social y política. El que haya o no una pérdida de empleos por la digitalización, un desplazamiento del trabajo humano por las máquinas, exige entender el cambio en el mercado laboral, la organización del trabajo, los sis-

pues podrían sumarse todos los países que quisieran), mutualicen la deuda pública que emitan, en este caso sería para combatir la pandemia de la COVID-19 (Coronabonos-1), emisión que iría acompañada de un impuesto europeo de solidaridad sobre las empresas multinacionales, con el que obtener ingresos para afrontar el pago del principal y los intereses de la deuda emitida.

temas de protección social, de capacitación y reconversión laboral y de las instituciones correspondientes. Y sean o no disruptivas las nuevas tecnologías digitales, lo que sí estamos comprobando, al menos en Europa, es que hay dos grupos de países, un *dualismo* entre, por un lado, los líderes en innovación y los fuertes innovadores y, por otro lado, los innovadores moderados, que incluye a los países de la periferia europea más algunos países del Este.

En concordancia con la línea de análisis del Banco Mundial en su informe de 2016 (World Bank, 2016), Hallward-Driemeier y Nayyar (2018) presentan una propuesta alrededor de tres ejes que corresponden a la competitividad, las capacidades y la conectividad, si bien con el trasfondo del ideario neo-liberal, donde la apertura comercial y el soporte al desarrollo del sector privado lo es casi todo, primando el enfoque horizontal de la política industrial. Y ello aun reconociendo las autoras que incluso un enfoque horizontal puede beneficiar desproporcionadamente a unos sectores frente a otros (200-201), por lo que a su juicio el debate no es tanto entre políticas verticales (específicas o sectoriales) y horizontales, sino sobre la combinación correcta entre ellas, lo que dependerá de lo que sea factible y de cuáles sean los fallos del mercado y los efectos indirectos en el medio y largo plazo. Entran bastante en detalle en las recomendaciones de políticas, desde la perspectiva de la transición a la era de la economía digital, centrándose en dos ejes. Por una parte, en lo que respecta a las reformas necesarias para mejorar las capacidades: “en lugar de tratar de saltar directamente a las subvenciones a la I+D para desarrollar las nuevas tecnologías de la Industria 4.0 (o alternativas de cosecha propia a las existentes), la combinación de instrumentos de política debería reflejar (una) escalera de capacidades (gráfico 6.4)” (Hallward-Driemeier y Nayyar, 2018; 189). Y por otra parte, haciendo referencia a la conectividad, analizan en este caso las implicaciones del flujo internacional de datos y su protección, así como las implicaciones de la impresión en 3D.

Por lo que respecta a los países de América Latina y el Caribe, como en general en los países de rentas bajas y medias, las cosas son también difíciles, por su complejidad y por la diversidad de entornos nacionales. A pesar de los intentos, en particular desde los años 40 hasta los 70 del siglo pasado, con la industrialización sustitutiva de importaciones, la región no ha sido capaz de lograr una estrategia de desarrollo industrial que obtenga de manera sostenida los beneficios prometidos

por el sector manufacturero. En parte porque nunca se prestó mucha atención a la incorporación de progreso técnico y a la innovación. Después, a partir de los años 80, el llamado Consenso de Washington desmanteló todas las políticas de promoción del desarrollo, incluida la política industrial que, al igual que en la Unión Europea, se redujo a políticas de competencia⁷³, pues el objetivo estaba en alcanzar el equilibrio “nominal”, las variables macroeconómicas, olvidándose de la economía “real” y, de nuevo, sin prestar suficiente atención a la investigación, el desarrollo y la innovación tecnológica. Ello ha dado lugar a que, en muchos países de la región y desde la década de los 80, se haya producido una desindustrialización prematura y un aumento de la especialización en productos primarios⁷⁴.

“La cuestión central es si los países de baja renta, en particular aquellos con una base manufacturera más limitada, deberían apuntar ahora a las manufacturas, porque la apertura para que las tecnologías y procesos asociados con la Industria 2.0 sean viables se está reduciendo (...) Si los países pueden dar el salto al uso de nuevas tecnologías, puede que no haya ningún coste por no desarrollar un sector manufacturero en este momento. Sin embargo, si los países necesitan haber desarrollado un sector manufacturero utilizando los métodos tradicionales (Industria 2.0) para construir las capacidades que se necesitan para apoyar a procesos más complejos en el futuro, el coste dinámico de no industrializarse ahora podría ser que las oportunidades de fabricación se cierren en el futuro. Por lo tanto, si todavía es viable producir utilizando los mé-

73 Bajo el cliché de que una política industrial, en especial si es vertical, es contraria a la competencia, vigente y con fuerza legal actualmente en la Unión Europea. 74 Puede verse la compilación para CEPAL y la Cooperación Alemana (Varios Autores, 2017), con diversos análisis de lo ocurrido con la estructura productiva de la región, donde se recogen además las experiencias de política industrial de 8 países. En todo caso, no hay que olvidar los efectos de la fijación compulsiva en la liberalización del comercio y en contra de las políticas industriales “proteccionistas”, en particular desde la constitución de la Organización Mundial de Comercio en 1995, cuando la evidencia empírica y la historia nos dice que la presunción está en contra del libre comercio, no a favor, más aún cuando se tienen en cuenta las consecuencias distributivas adversas que ha conllevado (Stiglitz y Greenwald, 2015; 209-213). Chang (2004 de manera monográfica y 2012; Cap. 7 para un resumen) ha analizado con detalle (y desmontado) el mito del libre comercio como justificación del crecimiento: prácticamente todos los países hoy desarrollados aplicaron activamente políticas comerciales e industriales dirigidas a promover y proteger su economía durante el periodo de despegue.

todos de la Industria 2.0 en este momento, los enfoques específicos para desarrollar un subsector (manufacturero) todavía podrían poner al país en el camino para aumentar las capacidades y la productividad con el tiempo. Las potenciales ganancias dinámicas podrían ser sustanciales y justificar el uso de intervenciones públicas para alcanzar este resultado” (Hallward-Driemeier y Nayyar, 2018; 198).

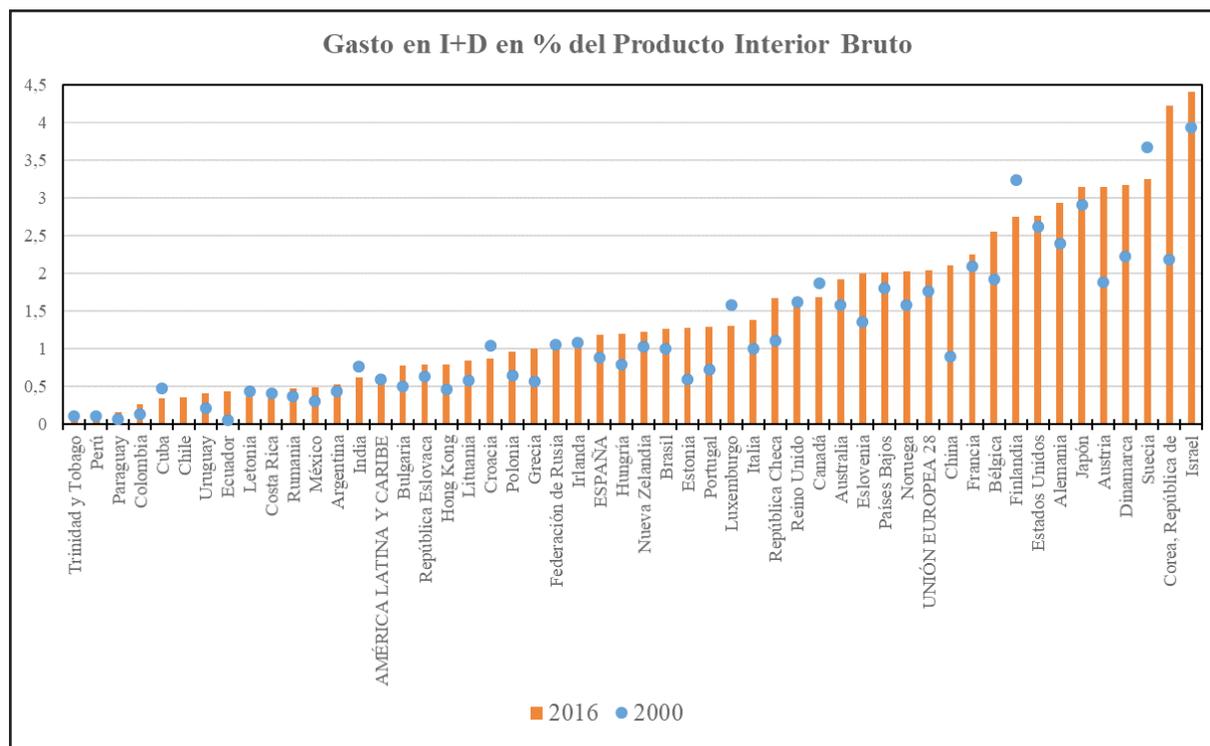
A este respecto, pueden resultar llamativas las conclusiones del World Economic Forum al analizar el futuro de la producción: “La mayoría de las empresas industriales consultadas en 2017 están de acuerdo en el crítico papel del Estado en la creación de un entorno y un ecosistema de producción propicio para el desarrollo, difusión y adopción de la tecnología” (WEF, 2018b; 19). Para ello han identificado siete tipos de esfuerzos nacionales conducidos por el Estado que faciliten la adopción y difusión de tecnologías en la producción (WEF, 2018b; 21):

- Crear conciencia;
- Establecer incentivos financieros;
- Crear un marco legal robusto;
- Impulsar la acreditación de empresas exitosas;
- Expandir la conectividad y la seguridad de los datos;
- Promover la I+D+i en las tecnologías aplicadas a la producción;
- Establecer programas de nuevos talentos y educación.

Pero la relación actual entre el estado, el mercado y la sociedad no es “funcional”, en el sentido de que conspira contra la senda de un desarrollo inclusivo, equitativo y sostenible (Máttar, 2019; 150). De ahí la necesidad de la cooperación, el diálogo y la consulta, pero no en una visión estrecha sólo del gobierno con el sector privado, como proponen Hallward-Driemeier y Nayyar, al ser necesario incluir a los consumidores (y sus asociaciones) y a los trabajadores (y sus sindicatos), como propone entre otros Myro (2019a y b), promoviendo la organización de grupos de trabajo e interlocución que transmitan sus visiones, intereses y necesidades y creando agendas especializadas que, trabajando con esos grupos bajo el liderazgo del gobierno, alcancen consensos básicos sobre el desarrollo industrial.

La CEPAL (2016), al analizar el papel de la ciencia, la tecnología y la innovación en una economía digital, ha señalado que para cumplir los objetivos de desarrollo sostenible se necesitan bienes públicos globales (Bellandi, De Propis y Santini, 2019; 211-212), por ello

Gráfico 20



Fuente: Banco Mundial y elaboración propia. El dato de América Latina y el Caribe de 2000 corresponde a 2008.

propone políticas fiscales basadas en la inversión pública, que sienten las bases (en términos de infraestructura, consumo y transporte) para que las economías transiten por sendas bajas en carbono, con paquetes articulados de inversiones para superar los problemas de coordinación, junto con el desarrollo de sectores que usan y difunden intensamente el conocimiento. Propone también avanzar hacia sectores más intensivos en tecnología e innovación, lo que exige invertir en I+D. Pero la inversión en I+D es ínfima, con la excepción de Brasil (que está por encima de España), tal como se pone de manifiesto en el gráfico 20.

Esta situación es consecuencia de un débil compromiso del sector productivo (privado) con la innovación y el cambio tecnológico: el financiamiento es mayoritariamente público y la ejecución no se produce en el sector privado, sino en el sector educativo y en el sector sin fines de lucro. La investigación además es básica y aplicada, con escaso desarrollo experimental (que es el rubro en que más se gasta en los países desarrollados, entre el 60 y el 80 por 100, un 40 por 100 en Europa). “El gasto en I+D se traduce en menos patentes que en los países desarrollados debido a la menor capacidad de sus universidades, centros de investigación y empresas de generar nuevo conocimiento, una mayor orientación a importar y adaptar tecnología y una menor vinculación entre las universidades y el mundo empresarial” (CE-

PAL, 2016; 32). En fin, hay 520 investigadores a jornada completa por millón de habitantes, frente a los 2.000 a 8.000 de los países desarrollados. Para CEPAL, la Internet de las cosas y la revalorización de la manufactura requieren un mayor compromiso con la innovación. Las nuevas tecnologías requieren del desarrollo de nuevas capacidades. Las políticas públicas pueden ofrecer una serie de incentivos y condiciones para promover el desarrollo de empresas tecnológicas emergentes (*start-ups*), mediante instrumentos que incluyen la dotación de financiamiento, asesoramiento y formación y la promoción de un marco jurídico favorable al emprendimiento (CEPAL, 2016; 66).

Hay que señalar que, en lo que respecta a las posibilidades de implantación de la Industria 4.0, hay una serie de precondiciones para que pueda tener éxito. En una encuesta a empresarios alemanes, llevada a cabo en 2013, estos señalaron, por orden de importancia: la estandarización, la organización del trabajo y de los procesos; la disponibilidad de productos; la exigencia de nuevos modelos de negocio; la seguridad y protección del saber hacer (*know-how*); la disponibilidad de trabajadores con habilidades y formación; la inversión en investigación y desarrollo; y la definición del marco legal (Smit *et alia*; 2016; 24-25)⁷⁵.
75 Aunque hay abundantes referencias sobre los países que han aprobado planes para la implantación y desarrollo de la Industria 4.0, no hemos encontrado eviden-

En lo que respecta a la implantación de la Industria 4.0 en la región de América Latina y el Caribe, se propone el diseño y aplicación de políticas públicas que actúen sobre los factores críticos que condicionan su despegue, en concreto, tal y como exponen Castillo, Gligo y Rovira (2017; 565 y ss.): la inserción tecnológica internacional, las infraestructuras, la regulación y las políticas de oferta (creación de capacidades tecnológicas) y de demanda (desarrollo de competencias digitales en las empresas). Un aspecto fundamental es contar con un mercado digital integrado, lo que sólo se puede conseguir con una política de cooperación regional. Todo ello implica considerar que las variables económicas “reales” (crecimiento, inversión, empleo) son los objetivos fundamentales, mientras que las variables “nominales” (inflación, tipo de interés, tipo de cambio), que hasta ahora son el elemento central y casi único de las políticas públicas, se han de convertir en instrumentos que apoyen la consecución de los variables reales.

Para ello se necesita un cambio estructural progresivo, que supone una serie de retos tanto para el sector público como para el privado y que no tiene más remedio que afrontar una serie de reformas fundamentales, cuyo objetivo ha de ser evitar las causas que han dado lugar a fallos generalizados en la implantación de las políticas (Máttar, 2019; 150-160), en particular: la fijación de objetivos no operativos o inalcanzables; la escasez de recursos humanos y financieros; la reducida capacidad institucional para implementar políticas; la debilidad de los acuerdos público-privados; y la debilidad de las señales económicas y las carencias en la evaluación de las políticas y los programas. A lo que hay que añadir que el gasto público es también bajo, en comparación con la mayoría de países desarrollados, con una baja capacidad de recaudar ingresos.

Bien es cierto que no puede olvidarse una limitación que afecta a los países de América Latina y el Caribe y también a los países de la periferia europea: la llamada trampa del ingreso medio, como recuerda Alejandro Foxley (2019)⁷⁶. Esta trampa, que afecta en particular

cia suficiente del nivel de implantación en el mundo. Para España se dispone de una encuesta realizada, en el primer trimestre de 2017, a 554 empresas industriales localizadas en Cataluña. Sólo el 2,3 por 100 decían estar en una fase avanzada y un 13,4 por 100 estaban en una fase inicial. Para un 61,1 por 100 no forma parte de la estrategia o no es factible, con un 23,2 por 100 que no saben o no contestan (Blanco, Fontrodona y Poveda, 2017).
76 Para Foxley los factores explicativos de que estos países no puedan salir de esa trampa y no lleguen a alcanzar o converger con los países de altos ingresos se resumen

al proceso de actualización y mejora tecnológica, Radosevic y Yoruk (2018) la definen como la incapacidad de las economías para acumular capacidades tecnológicas y conseguir una tasa de innovación que les permitiría alcanzar un estado de altos ingresos. En la medida en que los países de rentas medias han basado su crecimiento en función de factores relacionados con la capacidad de producción y la disponibilidad de mano de obra y los bajos costes laborales, “(e)sto significa que las economías de ingresos medios no se benefician de participar en el intercambio mundial de tecnología e información tanto como deberían en comparación con otros grupos de ingresos. En pocas palabras, esto sugiere que deberían usar mejor sus niveles existentes de tecnología e intercambio de conocimiento, es decir, hacerlos complementarios de su generación y absorción de tecnología” Radosevic y Yoruk (2018; 68-69).

No obstante, somos más bien escépticos de que los cambios requeridos, en la Unión Europea y en América latina, puedan tener lugar en el corto y medio plazo. Pues no parece por ahora que los ganadores de la última crisis, de la Gran Recesión, vayan a ser capaces de hacerlo, no sólo el famoso 1 por 100 más rico, también hay que incluir a la clase media alta. Debe recordarse que es la clase media alta la que ocupa las posiciones administrativas y burocráticas clave en las administraciones públicas, en las instituciones y en las grandes empresas. Y parece que se sienten muy a gusto con las recetas y políticas económicas, ya sea del neoliberalismo del Consenso de Washington, pese a que nos pese, aún vigente, ya sea del *ordoliberalismo*, la versión del neoliberalismo que está gobernando Europa; así como no parecen estar a disgusto con algunos de sus resultados, por ejemplo, el aumento de la desigualdad y la precariedad.

La pandemia que estamos sufriendo por el virus SAS-CoV-2 (la COVID-19), cuando se escriben estas líneas, quizás abra una “ventana de oportunidad” a replantearse el modelo económico en general e industrial en particular, que se ha impuesto con la globalización. Porque los científicos nos están diciendo que estas pandemias es muy probable que ocurran con más frecuencia en el futuro, dada la relación depredadora que ha tenido la especie humana en cuatro: incapacidad de lograr mejoras continuas en competitividad y productividad; baja calidad de la educación y lenta transferencia de conocimiento e ideas innovadoras; excesiva desigualdad y desprotección de los grupos vulnerables e incapacidad de las instituciones para proveer estabilidad, transparencia y buena gestión pública. Dos análisis empíricos recientes que confirman esta trampa son Alarco y Castillo (2018) y Marcano (2018).

con la naturaleza y que su impacto económico será mayor y morirán más personas. Pero si los gobiernos no lideran el cambio, será difícil, sino imposible que lo hagan las fuerzas del mercado, que tenderán a seguir haciendo lo mismo que antes, como hemos visto que ha ocurrido tras la Gran Recesión. Hace falta tener una visión y diseñar unas misiones, a cargo del sector público, que tengan en cuenta cuáles son las necesidades estratégicas de cada país para enfrentar estas crisis, elaborando una planificación estratégica en función de criterios sanitarios, medioambientales (la sostenibilidad) y sociales, no sólo ni en primer lugar en función de criterios económicos y empresariales, que en todo caso deberían atender a la especialización productiva (sectorial) y a las ventajas tecnológicas de un país y no sólo a su capacidad exportadora. Junto a ello está la exigencia de un acuerdo para la reconstrucción social y económica de los países afectados por la pandemia, que se centre en el impulso del conocimiento, la investigación, el desarrollo y la innovación, con un papel central para la industria, teniendo en cuenta que los efectos de la automatización y la digitalización deben revertir en progreso y prosperidad para todos, mitigando o revirtiendo los perjuicios que es seguro que se van a producir, y que ya están afectando a un número sustancial de trabajadores (asalariados y autónomos) y a las empresas.

Y, como siempre, hay que recordar que no se trata de que el Estado pase a decidir cómo se dirigen las empresas, sino que no se limite a ser un mero regulador, que tenga no sólo una intervención indirecta, sino también una intervención directa en la economía, junto al sector privado, no necesariamente enfrente⁷⁷. Puede que no sea muy revolucionario, ni vaya a ser la superación del capitalismo que algunos ya nos anuncian, pero al menos contribuirá a la implantación de un modelo de desarrollo inclusivo, sostenible y menos desigual. Quizás una posibilidad para llegar a esa política económica, en particular industrial, progresista o posible, sea convencer a la clase media alta, a la clase dirigente, de que poner su bienestar por delante de todo y capturar todas las oportunidades conduce a situaciones colectivas su-

⁷⁷ Frente al “mantra” que se nos repite constantemente, da igual lo que enseñe la evidencia empírica disponible, conviene recordar que no se ha podido demostrar la superioridad de la provisión privada de bienes y servicios públicos, ni la ineficiencia de la producción pública, tal como pone de manifiesto una reciente revisión exhaustiva de estudios realizada por Hall y Ahn Nguyen (2018; 102-122) sobre los resultados de las privatizaciones, externalizaciones y asociaciones público-privadas en un amplio rango de sectores y países.

bóptimas e injustas. No parece que, por arte de magia, vayan a aparecer nuevas intervenciones públicas, distintas de las que ya conocemos y la aplicación de éstas depende en gran medida de lo que la clase social dirigente y sus fracciones creen, piensan y hacen y, por supuesto, de la presión que puedan ejercer las clases dominadas y subordinadas para que ello suceda. Y para ejercer esa presión, hace falta que, en muchos países al mismo tiempo, surjan opciones políticas que obtengan una mayoría social y de votantes suficiente para implantar una agenda distinta a la de las actuales clases dirigentes.

Referencias bibliográficas

- Acemoglu, Daron; Autor, David (2011): "Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and earnings". En: Ashenfelter O, Card DE (eds), *The handbook of labour economics*, vol 4b, chapter 12. Elsevier, Amsterdam: 1043-1171.
- Acemoglu, Daron; Restrepo, Pascual (2017): *Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets*. Working Paper 23285, National Bureau of Economic Research. URL <http://www.nber.org/papers/w23285>
- (2019a): *The Wrong Kind of AI? Artificial Intelligence and the Future of Labor Demand*. NBER Working Paper 25682.
- (2019b): "Automation and New Tasks: How Technology Displaces and Reinstates Labor". *Journal of Economic Perspectives*, vol. 33, no. 2, Spring 2019: 3-30.
- Agrawal, A.; Gans, J.; Goldfarb, A. (2017): *The economics of Artificial Intelligence: An Agenda*. National Bureau of Economic Research. Conference held September 13-14, 2017. <https://www.nber.org/books/agra-1>
- Alarco, G.; Castillo, C. (2018): "América Latina en la trampa de los ingresos medios o del lento crecimiento". *Análisis Económico*. Vol. 33, Núm. 82, Primer cuatrimestre. Enero-Abril. 5-29.
- Álvarez, Santiago (2018): "Capitalismo en la era digital". *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global*. FUHEM. N° 144. 5-10.
- Andreoni, A.; Chang, H.-J.; Scazzieri, R. (2019): "Industrial policy in context: Building blocks for an integrated and comparative political economy agenda". *Structural Change and Economic Dynamics*. V.48-March. 1-6.
- Andreoni, A.; Chang, H.J. (2019): "The political economy of industrial policy: Structural interdependences, policy alignment and conflict management". *Structural Change and Economic Dynamics*. V.48-March. 136-150.
- Arcarons, J.; Braña, F. J.; Raventós, D.; Torrens, L. (2019): *An estimate of the cost of implementing a basic income in Spain*. Mimeo. En curso de publicación.
- 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, No. 189, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/5jlz9h56dvq7-en>
- (2017): "Revisiting the risk of automation". *Economics Letters*. Vol. 159-October. 157-160.
- (2019): *Digitalization and the future of work: macroeconomic consequences*. ZEW Discussion Paper, n° 19-024/ 6-2019.
- Atkinson, Robert D. (2018): "Shaping structural change in an era of new technology". En Neufeind, M.; O'Reilly, J.; Ranft, F. (2018). 103-116.
- Autor, David. H. (2015): "Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation". *Journal of Economic Perspectives*, v29 (3). 3-30.
- Autor, David H; Levy, Frank; Murnane, Richard. J. (2003): "The skill content of recent technological change: an empirical exploration". *The Quarterly Journal of Economics*. Vol. 118, n° 4, November. 1279-1334.
- Autor, David H.; Katz; Lawrence F.; Kearney, Melissa S. (2006): "The Polarization of the U.S. Labor Market". *American Economic Review*. V.96, n° 2, May. 189-194.
- Autor, D. H. and Dorn, D. (2013): "The growth of low skill service jobs and the polarization of the U.S. labor market". *American Economic Review*, 29(3).1553-1597.
- Barbieri, Laura; Mussida, Chiara; Piva, Mariacristina; Vivarelli, Marco (2019): *Testing the employment impact of automation, robots and AI: A survey and some methodological issues*. Università Cattolica del Sacro Cuore. Dipartimento di Politica Economica. Quadernno n° 6, settembre.
- Bellandi, M.; De Propis, L.; Santini, E. (2019): "Industry 4.0+ challenges to local productive systems and place-based integrated industrial policies". En Bianchi, P.; Ruiz, C.; Labory, S. 201-218.
- Bellver, José (2018). "Costes y restricciones ecológicas al capitalismo digital". *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global*. FUHEM. N° 144. 59-77.
- Bhattacharjee, A.; Dymski, G. (2019): "Do the robots come to liberate us or to

deepen our inequality. The uncertain macrostructural foundations of the robotic age". En L-P. Rochon y V. Monvoisin, Finance, Growth and Inequality. Post-keynesian perspectives. Edward Elgar. 283-295.

Bianchi, P.; Ruiz, C.; Labory, S. (Eds.) (2019): Transforming Industrial Policy for the Digital Age. Edward Elgar. Great Britain.

Bisello, M.; Peruffo, E.; Fernández-Macías, E.; Rinaldi, R. (2019): How computerisation is transforming Jobs: Evidence from Eurofound's European Working Conditions Survey. Seville: European Commission, Joint Research Centre, JRC117167.

Blanco, R.; Fontrodona, J.; Poveda, C. (2017): "La industria 4.0: el estado de la cuestión". Economía Industrial. Nº 406, 4º trimestre. 151-164.

Braña, Javier; Mikel Buesa; José Molero (1984): El Estado y el cambio tecnológico en la industrialización tardía: un análisis del caso español. Fondo de Cultura Económica. Madrid y México.

Braña, Francisco-Javier (2019): "A fourth industrial revolution? Digital transformation, labor and work organization: a view from Spain". Journal of Industrial and Business Economics. Vol. 46. Issue 3. September. 415-430.

Braña, Francisco-Javier; Molero, José (2019): "Industria y cambio tecnológico. Marco para un debate de políticas". Gaceta Sindical. Reflexión y debate. Nueva etapa, nº 33. Diciembre. 253-274.

Brun, L.; Gereffi, G.; Zhan, J. (2019): "The 'lightness' of Industry 4.0 lead firms: implications for global value chains". En Bianchi, P.; Ruiz, C.; Labory, S. (2019). 37-67.

Brussevich, M.; Dabla-Norris, E.; Kamunge, C.; Karnane, P.; Khalid, S.; Kochhar, K. (2018): Gender, Technology and the Future of Work. International Monetary Fund. Staff Discussion Note 18/07. October.

CAF (2017): Hacia la transformación digital de América Latina y el Caribe. El observatorio CAF del ecosistema digital. Corporación Andina de Fomento - Banco de Desarrollo de América Latina.

Carbonero, F.; Ernst, E.; Weber, E. (2018): Robots worldwide: The impact of

automation on employment and trade. International Labour Office. Research Department. Working Paper nº 36. October.

Castells, Manuel (1997): La era de la información: economía, sociedad y cultura. Volumen I. La sociedad red. Alianza Editorial. Madrid. Traducción de la 1ª edición original en inglés publicada en 1996. 2ª edición en castellano revisada y ampliada publicada en 2000.

Castillo, M.; Gligo, N.; Rovira, S. (2017): "La política industrial 4.0 en América Latina". En Varios Autores (2017). 549-572.

CEDEFOP (2018): Skills forecast, trends and challenges to 2030. Luxembourg, Publications Office. Reference series nº 108, December.

CEPAL (2016): Ciencia, tecnología e innovación en la economía digital. La situación de América Latina y el Caribe. CEPAL, Naciones Unidas, Santiago de Chile. Septiembre.

- (2018) Datos, algoritmos y políticas. La redefinición del mundo digital. CEPAL, Naciones Unidas, Santiago de Chile. Abril.

Chancel, Lucas (2020): Coronabond with or without Germany. World Inequality Database. World Inequality Lab. WID. world Issue Brief nº 2020/o2. April.

Chang, Ha-Joon (2004): Retirar la escalera: la estrategia del desarrollo en perspectiva histórica. Libros de la Catarata. Madrid.

- (2012): 23 cosas que no te cuentan sobre el capitalismo. Editorial Debate, Barcelona.

Chiacchio, F.; Petropoulos, G.; Pichler, D. (2018): The Impact of Industrial Robots on EU Employment and Wages: A Local Labour Market Approach. Bruegel. Working Paper n2, April.

Cirillo, V.; Molero, J. (2019): "Digitalizing industry? Labor, technology and work organization: an introduction to the Forum". Journal of Industrial and Business Economics. Vol. 46. Issue 3. September. 313-321.

Consejo Económico y Social de España (2019): La industria en España: propuestas para su desarrollo. Madrid. Colección Informes, nº 04/2019, febrero.

Cowling, Keith (1990): "The strategic approach to economic and industrial policy". En

K. Cowling and R. Sudgen (eds.): A new economic policy for Britain. Essays on the development of industry. Manchester University Press. 6-34.

Craglia, M. (ed.) (2018): Artificial Intelligence. A European Perspective. EUR Publications Office. Luxembourg. Joint Research Centre, JRC113826.

Dauth, W.; Findeisen, S.; Südekum, J.; Wößner, N. (2017): German Robots. The Impact of Industrial Robots on Workers. Institute for Employment Research IAB-Discussion Paper 30/2017.

Diguet, Cécile; Lopez, Fanny (Dir.) (2019): L'impact spatial et énergétique des Data Centers sur les territoires. Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie. Rapport Ademe. Février. <https://www.ademe.fr/impact-spatial-energetique-data-centers-territoires-l>

Domenech, R.; García, J.R.; Montañez, M.; Neut, A. (2018): "Afectados por la revolución digital: el caso de España". Papeles de Economía Española, nº 156. 128-145.

Domini, G.; Grazzi, M.; Moschella, D.; Treibich, T. (2019): Threats and opportunities in the digital era: automation spikes and employment dynamics. LEM Working Papers Series. 2019/22. July.

Dosi, Giovanni (2016): "Beyond the 'magic of the market'. The slow return of industrial policy (but not yet in Italy)". Journal of Industrial and Business Economics. Vol. 43, Issue 3. September. 32-35.

- (2017): "The Blade Runner Scenario". En La Nueva Revolución de la Producción: La Transformación Digital. Revista de Ciencias y Humanidades. Fundación Ramón Areces. Nº 17, septiembre. 71-74.

Durand, C.; Flacher, D.; Frigant, V. (2018): "Étudier les chaînes globales de valeur comme une forme d'organisation industrielle". Revue d'économie industrielle. Nº 163. 3e trimestre. 13-34.

Dyer-Witheford, Nick; Atle Mikola Kjosens; James Steinhoff (2019): Inhuman Power. Artificial Intelligence and the Future of Capitalism. Pluto Press. London.

Eder, Julia; Schneider, E.; Kulke, R.; Claus-Dieter König (2018): "From Mainstream to Progressive Industrial Policy". Jour-

nal Für Entwicklungspolitik. Nº3/4. 4-14.

Eder, Julia; Schneider, E. (2018): "Progressive Industrial Policy. A Remedy for Europe? Journal Für Entwicklungspolitik. Nº3/4. 108-142.

Eurofound (2015): Upgrading or polarisation? Long-term and global shifts in the employment structure: European Jobs Monitor 2015. Publications Office of the European Union, Luxembourg.

- (2017): Digitisation of processes. Literature review. Publications Office of the European Union, Luxembourg.

- (2018a): Game changing technologies: Exploring the impact on production processes and work. Publications Office of the European Union, Luxembourg.

- (2018b): Automation, digitisation and platforms: Implications for work and employment. Publications Office of the European Union, Luxembourg.

- (2018c): New tasks in old jobs: Drivers of change and implications for job quality. Publications Office of the European Union, Luxembourg.

- (2019a): Future of manufacturing. Technology scenario: Employment implications of radical automation. Publications Office of the European Union, Luxembourg.

- (2019b): The future of manufacturing in Europe. Publications Office of the European Union, Luxembourg.

European Commission (2018): Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Artificial Intelligence for Europe. Brussels, 25-04-2018. COM (2018) 237 final.

- (2020): White Paper. On Artificial Intelligence. A European approach to excellence and trust. Brussels, 19-2-2020. COM (2020) 65 final.

Felipe, Jesus (2015): "Modern industrial policy". In, Developing and Modern Industrial Policy in Practice. Issues and country experiences. Jesus Felipe ed. Edward Elgar and Asian Development Bank.

Felipe, Jesus; Mehta, Aahish; Rhee, Changyong (2019): "Manufacturing matters...but it's the jobs that counts". Cambridge Journal of Economics. V43, nº 1, January. 139-168.

Fernández-Macías, E.; Hurley, J. (2017): "Routine-biased technical change and job polarization in Europe". Socio Economic Review. Vol. 15, nº 3. December. 563-585.

Figueroa, Víctor (2019): ¿Hacia el fin del trabajo? Mitos, verdades y especulaciones. Nueva Sociedad. Nº 279, enero-febrero. 49-61.

Foro de Empresas Innovadoras (2018): Re-industrialización en España: Industria 4.0 y ecosistemas de innovación. Madrid.

Foxley, A. (2019): "La trampa de los países de ingreso medio: desafíos para la cooperación". Pensamiento Iberoamericano. 3ª época. Nº 1. 13-23.

Frey, Carl Benedikt; Michael A. Osborne (2013): The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? Oxford Martin School, September 17, 2013.

- (2017): "The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?" Technological Forecasting and Social Change, nº114: 254-280.

Gadi, M. (2016): "Left industrial policy and Industry 4.0". In, Progressive Industrial Policy for the EU? Outmanoeuvring liberalism. Rosa Luxemburgo Stiftung. Brussels Office. 37-52.

Goos, Maarten; Manning, Alan (2003): Lousy and Lovely Jobs: The Rising Polarization of Work in Britain. London School of Economics. Center for Economic Performance. DP0604. December.

- (2007): "Lousy and Lovely Jobs: The Rising Polarization of Work in Britain". Review of Economics and Statistics. V89, nº1, february. 118-33.

Goos, Maarten; Manning, M.; and Salomons, A. (2014): "Explaining Job Polarization: Routine-Biased Technological Change and Offshoring". The American Economic Review. V104, (8) August. 2509-2526.

Gortazar, Lucas (2018): Transformación digital y consecuencias para el empleo en España. FEDEA. Documento de Trabajo 2018/14.

Graetz, Georg (2020): Labor Demand in the Past, Present and Future. CESifo Working Papers. 8234. April.

Graetz, G.; Michaels, G. (2018): "Robots at Work". The Review of Economics and Statistics. Vol. 100, nº 5. 753-768.

Green, Andrew (2019): What is happening to middle skill workers? OECD Social, employment and Migration Working Papers Nº230. May.

Gregory, T.; Salomons, A.; Zierahn, U. (2018): Racing With or Against the Machine? Evidence from Europe. CESifo Working Papers. Nº7247. September.

Guschanski, A.; Onaran, Ö. (2017): The political economy of income distribution: industry level evidence from 14 OECD countries. Greenwich papers in political economy. GPERC51.

- (2018): Determinants of the Wage Share: A Cross-country Comparison Using Sectoral Data. CESifo Forum. ISSN 2190-717X, ifoInstitut - Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung an der Universität München, München, Vol. 19. Iss. 2. 44-54

Hall, David; Ahn Nguyen, Tue (2018): "Economic benefits of public services". Real-world economics review. Issue 84, June. 100-153.

Hallward-Driemeier, M. and Nayyar, G. (2017): Trouble in the Making? The Future of -Manufacturing-Led Development. World Bank Group.

Haskel, J.; Westlake, S. (2018): Capitalism without capital. The rise of the intangible economy. Princeton University Press.

Hauge, Jostein; Chang, Ha-Joon (2019): "The role of manufacturing versus services in economic development". En Bianchi, P.; Ruiz, C.; Labory, S. (2019). 12-36.

Hidalgo, M. A. (2018): El empleo del futuro. Editorial Deusto. Planetadelibros.com

High Level Expert Group (2019): Report on the Impact of the Digital Transformation on EU Labour Markets. Luxembourg. Publications Office of the European Union.

Johannnesen, Jon-Arild (2019): Automation, Capitalism and the

End of the Middle Class. Routledge.

Kattel, R.; Mazzucato, M. (2018): "Mission-oriented innovation policy and dynamic capabilities in the public sector". *Industrial and Corporate Change*. Vol. 27, Nº. 5, october. 787-801

Klenert, D.; Fernández-Macías, E.; Antón, J-I. (2020): Do robots really destroy jobs? Evidence from Europe. European Commission. Joint Research Centre. Working Papers. 2020/1.

Koch, M.; Manuylov, I.; Smolka, M. (2019): Robots and firms. CESifo Working Paper nº 7608.

Landesmann, M. A.; Stöllinger, R. (2019): "Structural change, trade and global production networks: An 'appropriate industrial policy' for peripheral and catching-up economies". *Structural Change and Economic Dynamics*. Vol. 48. 7-23.

Laviña, J; Molero, J. (2012): Innovación, Productividad y Competitividad para una Nueva Economía. Foro de Empresas Innovadoras, FEI. <http://www.foroempresasinnovadoras.com/publicaciones/2012-02-21-10-32-7.html>

Laviña, J.; León, G.; Varela, J. (2019): Innovación Tecnológica y Empleo. Foro de Empresas Innovadoras, FEI. <http://foroempresasinnovadoras.com/libros-fei/>

Linares, P.J. and López, V. (2016): "La economía circular versus la economía digital ¿dónde está la revolución?" *Gaceta Sindical*, reflexión y debate. Nueva etapa nº 27, dic. 229-242.

Lladós, J. (2019): La nueva generación de tecnologías digitales en España. Observatorio Social de la Caixa. Febrero. <https://observatoriosociallacaixa.org/es/-/nueva-generacion-tecnologias-digitales>. Último acceso, 20 de abril de 2019.

López, J.; Onrubia, J. (2019): Los retos de la fiscalidad societaria en la era de la economía digital: el estado de la cuestión. FE-DEA. Policy Papers, 2019/04. Diciembre.

Lucchese, M.; Nascia, L.; Pianta, M. (2016): "Industrial policy and technology in Italy". *Journal of Industrial and Business Economics*. Vol. 43, issue 3, september. 4-31.

Lundvall, B-Å. (2016): "From manufacturing nostalgia to a strategy for economic trans-

formation". *Journal of Industrial and Business Economics*. Vol. 43, issue 3, september. 36-42.

Mahnkopf, Birgit (2019): The '4th wave of industrial revolution' – a promise blind to social consequences, power and ecological impact in the era of 'digital capitalism'. Euro-Memo Group. Discussion Paper nº 1/2019.

Malo, M. Á.; Cueto, B. (2019a): Do old and new labour market risks overlap? Automation, offshorability and non-standard employment. *Munich Personal RePEc Archive*. Paper nº 95058. July. <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/95058>

- (2019b): "Los riesgos de automatización y deslocalización de los trabajadores autónomos". *Revista de Economía Laboral*. Vol. 16, nº 2. 10-37.

Marcano, J. L. (2018): La trampa del ingreso medio en América Latina y el Caribe: Un análisis de cadenas de Markov basado en submuestras regionales. *Sistema Económico Latinoamericano y del Caribe. SELA-Series Económicas*. Nº 2018-1. Marzo.

Marengo, Luigi (2019): "Is this time different? A note on automation and labour in the fourth industrial revolution". *Journal of Industrial and Business Economics*. Vol. 46. Issue 3. September. 323-331.

Mas, M. et al. (2017): La economía intangible en España. Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas (IVIE) y Fundación COTEC.

Máttar, Jorge (2019): "Long-term challenges of industrial development in Latin America and the Caribbean". En Bianchi, P.; Ruiz, C.; Labory, S. (Eds.). 140-172.

Mazzucato, Mariana (2015): Building the Entrepreneurial State: A New Framework for Envisioning and Evaluating a Mission-oriented Public Sector. *Levy Economics Institute*. Working Paper Nº 824. January.

- (2016): "From market fixing to market-creating: a new framework for innovation policy". *Industry and Innovation*. Vol. 23, nº 2, February. 140-156.

- (2018a): "Mission-oriented innovation policies: challenges and opportunities". *Industrial and Corporate Change*. Vol. 27, nº. 5, october. 803-815.

- (2018b): Missions. Mission-Oriented Research and Innovation in the European Union. A problem-solving approach to fuel innovation-led growth. European Commission. Directorate General for Research and Innovation.

- (2019): "Preventing digital feudalism". Social Europe, 9 de octubre de 2019 <https://www.socialeurope.eu/preventing-digital-feudalism>

McKinsey Global Institute (2017): A future that works: automation, employment, and productivity. <https://www.mckinsey.com/featured-insights/digital-disruption/harnessing-automation-for-a-future-that-works>. Último acceso, 10 de Abril de 2019.

Myro, Rafael (director) (2016): Una nueva política industrial para España. Consejo Económico y Social. Madrid. 30 de abril de 2016. Versión "web" en <http://www.ces.es/publicaciones-premios-del-ces>.

Myro, Rafael (2019a): "Una política industrial para una nueva revolución tecnológica". Gaceta sindical, reflexión y debate. Nueva etapa, nº 32, junio. 221-236.

- (2019b): "A policy for a new industrial revolution". Journal of Industrial and Business Economics. Vol.46, issue 3. September. 403-414.

Muñoz de Bustillo, R., Antón, J. I., Braña, F. J., y Fernández, E. (2009): Abandono escolar y mercado de trabajo en España. Colección Informes y Estudios, Serie Empleo, 40. Madrid: Ministerio de Trabajo e Inmigración.

Molero, José (2017): "Una relación social". In La Nueva Revolución de la Producción: La Transformación Digital. Revista de Ciencias y Humanidades. Fundación Ramón Areces. Nº 17, septiembre. 75-79.

Morrón, Adrià (2016): "¿Llegará la Cuarta Revolución Industrial a España?". Informe Mensual, Caixa Bank Research. Nº 398, Febrero. 36-37.

Nedelkoska, Ljubica and Quintini, G. (2018): Automation, skills use and training. Directorate for employment, labour and social affairs employment, labour and social affairs committee. DELSA/ELSA/WD/SEM(2018)3. OECD.

Neufeind, Max; O'Reilly, Jacqueline; Ranft, Florian (Eds.) (2018): Work in the digital age. Challenges of the Fourth Industrial Revolu-

tion. Rowman&Littlefield. London-New York.

O'Donovan, Nick (2020): "From Knowledge Economy to Automation Anxiety: A Growth Regime in Crisis?" New Political Economy. Vol. 25, nº 2. 248-266.

OECD (2017): The next production revolution. Implications for governments and business. OECD Publishing, Paris.

- (2018a): Putting faces to the jobs at risk of automation. Policy Brief on the Future of Work. OECD Publishing, Paris. March.

- (2018b): Skills for jobs. OECD Publishing, Paris.

- (2019a): Under Pressure: The Squeezed Middle Class, OECD Publishing, Paris.

- (2019b): The future of work. Employment Outlook 2019. OECD Publishing, Paris.

- (2019c): Measuring the Digital Transformation: A Roadmap for the Future. OECD Publishing, Paris.

- (2019d): OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2018. Adapting to technological and societal disruption. OECD Publishing. Paris. Revised version, July.

Palacio, Juan Ignacio (2019): "Qué significa un cambio en el modelo productivo y social?". Gaceta sindical, reflexión y debate. Nueva etapa, nº 32, junio. 31-57.

Palier, Bruno (2018): "The politics of social risks and social protection in digitalised economies". En Neufeind, Max; O'Reilly, Jacqueline; Ranft, Florian (Eds.). 247-258.

Pedraza P. de; Vollbracht, I. (2019): The semicircular flow of the data economy. EUR 29825 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, doi:10.2760/668, JRC117362.

Pérez, Carlota (2010): "Technological revolutions and techno-economic paradigms". Cambridge Journal of Economics. Vol. 34 nº 1. 185-202.

Pesole, A.; Urzì Brancati, M.C.; Fernández-Macías, E.; Biagi, F.; González Vázquez, I. (2018): Platform Workers in Europe, EUR 29275 EN, Publications Office of the European Union, Luxem-

bourg, doi:10.2760/742789, JRC112157.

Pianta, M.; Lucchese, M.; and Nascia, L. (2016): What is to be produced? The Making of a New Industrial Policy for Europe. Rosa Luxemburgo Stiftung. Brussels Office.

- (2019): The policy space for a novel industrial policy in Europe. Article for Industrial and Corporate Change. Mimeo. Publicado en línea el 17 de enero de 2020. <https://doi.org/10.1093/icc/dtz075>

Piasna, A.; Drahokoupil, J. (2019): Digital labour in central and eastern Europe: evidence from the ETUI Internet and Platform Work Survey. European Trade Union Institute. Working Paper 2019.12.

Pouliakas, Konstantinos (2018): Determinants of Automation Risk in the EU Labour Market: A Skills-Needs Approach. IZA Institute of Labor Economics. DP n° 11829. September.

Prada, Albino (2009): Crítica del hiper-capitalismo digital. Fundación 1 de Mayo - La Catarata. Madrid.

Radosevic, S.; Yoruk, E. (2018): "Technological upgrading of middle income economies: A new approach and results". Technological Forecasting & Social Change. N° 129, April. 56-75.

Recio, Albert (2018): "Digitalización y trabajo: notas para un debate". Papeles de relaciones ecosociales y cambio global. FUHEM. N° 144. 49-28.

Rodríguez, M^a L. and Pérez, D. (2018): "El impacto de la economía 4.0 sobre las condiciones de trabajo y empleo. Estudio de caso de dos empresas de base tecnológica". Cuadernos de Relaciones Laborales. Vol. 36, 2º semestre. 355-372.

Rodrik, Dani (2016): "Premature deindustrialization". Journal of Economic Growth. T21, n1, March. 1-33.

Rowthorn, Robert; Ramaswamy, Ramana (1997): Deindustrialization: Causes and Implications. International Monetary Fund. WP/97/42, April.

Salvatori, Andrea (2018): "The anatomy of job polarisation in the UK". Journal of Labour Market Research. Vol. 52 n°8, December. 1-15.

Sarra, Alessandro; Di Bernardino, Claudio; Quaglione, Davide (2019): "Deindustrialization and the technological intensity of manufacturing subsystems in the European Union". *Economia Politica*. Vol 36, n°1, April. 205-243.

Schlogl, L.; Sumner, A. (2020): Disrupted Development and the Future of Inequality in the Age of Automation. Palgrave-Macmillan. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-30131-6>

Schwab, Klaus (2016): The Fourth Industrial Revolution: what it means and how to respond. <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/> Último acceso, 10 de Abril de 2019.

Sebastian, Raquel (2018): "Explaining job polarisation in Spain from a task perspective". Series. Vol.9, issue2, June. 215-248.

Smit, J.; Kreutzer, S.; Moeller, C.; Carlberg, M. (2016): Industry 4.0. European Parliament. Directorate General for Internal Policies. Policy Department A: Economic and Scientific Policy. IP/A/ITRE/2015-02. PE 570.007. February.

Soete, Luc (2018): "Destructive creation. Explaining the productivity paradox in the digital age". En Neufeind, Max; O'Reilly, Jacqueline; Ranft, Florian (Eds.). 29-46.

Stiglitz, J. E.; Greenwald, B. C. (2015): Creating a learning society. Columbia University Press. New York.

Torrejón, Sergio (2017): "Ocupaciones y trabajadores vulnerables: los cambios del lado de la demanda de empleo desde el punto de vista de la desigualdad y el género". *Revista de Relaciones Laborales*. Vol. 14, n°2. 137-168.

Tørsløv, T.; Wier, L.; Zucman, G. (2020): The Missing Profits of Nations. Mimeo, January 15. <https://missingprofits.world/> Última consulta, 9 de abril de 2020. Es una versión actualizada del documento con el mismo título publicado por el National Bureau of Economic Research, Working Paper 24701, June 2018.

UCL Commission for Mission-Oriented Innovation and Industrial Strategy (2019): A Mission-Oriented UK Industrial Strategy. Institute for Innovation and Public Purpose. University College London. May.

Urzi, M.C.; Pesole, A.; Fernández-Ma-

cías, E. (2020): New evidence on platform workers in Europe. EUR 29958 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020, ISBN 978-92-76-12949-3, doi:10.2760/459278, JRC118570.

New Global Architecture in the Age of the Fourth Industrial Revolution. Geneva, Switzerland.

Varios Autores (2017): Políticas industriales y tecnológicas en América Latina. CEPAL y Cooperación Alemana. Naciones Unidas, Santiago de Chile.

Varios Autores (2019): El futuro del trabajo en América Latina y el Caribe. ¿Cuáles son las ocupaciones y las habilidades emergentes más demandadas en la región? Banco Interamericano de Desarrollo (BID). www.iadb.org/futurodeltrabajo.

Valenduc, G. (2018): Technological revolutions and societal transitions. Foresight Brief. ETUI. Brussels, nº4, April.

Weller, J.; Gontero, S.; Campbell, S. (2019): Cambio tecnológico y empleo: una perspectiva latinoamericana. Riesgos de la sustitución tecnológica del trabajo humano y desafíos de la generación de nuevos puestos de trabajo. Serie Macroeconomía del Desarrollo, Nº 201 (LC/TS.2019/37), Santiago de Chile, CEPAL.

Weller, Jürgen (2020): “Las transformaciones tecnológicas y el empleo en América Latina: oportunidades y desafíos”. Revista de la CEPAL. Nº 130. Abril. 7-27.

World Bank (2016): World Development Report 2016: Digital Dividends. Washington DC.

World Economic Forum (2018a): The New Production Workforce: Responding to Shifting Labour Demands. Geneva, Switzerland.

- (2018b): Readiness for the Future of production Report 2018. Geneva, Switzerland.

- (2018c): The Next Economic Growth Engine. Scaling Fourth Industrial Revolution Technologies in Production. Geneva, Switzerland.

- (2018d): The future of Jobs Report 2018. Geneva, Switzerland.

- (2019a): Dialogue Series on New Economic and Social Frontiers. Shaping the New Economy in the Fourth Industrial Revolution. Geneva, Switzerland.

- (2019b): Globalization 4.0. Shaping a

Últimos títulos publicados

WORKING PAPERS

- WP03/20** Cerdá, Elena: *Claves de internacionalización de las universidades españolas. Las universidades públicas madrileñas en el Horizonte 2020.*
- WP02/20** Fuertes, Alberto: *External adjustment with a common currency: The Case of the Euro Area*
- WP01/20** Gómez Gómez, Marina: *La gestación subrogada: un análisis desde una perspectiva comparativa y del sistema español de Derecho internacional privado*
- WP05/19** Biurrun, Antonio: *New empirics about innovation and inequality in Europe*
- WP04/19** Martín, Diego: *Entre las agendas globales y la política territorial: estrategias alimentarias urbanas en el marco del Pacto de Milán (2015-2018)*
- WP03/19** Colón, Dahil: *Instituciones Extractivas e Improductivas: El caso de Puerto Rico*
- WP02/19** Martínez Villalobos, Álvaro. A: *Cooperación en empresas subsidiarias en España*
- WP01/19** García Gómez, Raúl; Onrubia, Jorge; Sánchez-Fuentes, A. Jesús: *Is public Sector Performance just a matter of money? The case of the Spanish regional governments*
- WP02/18** García-García, Jose-Marino; Valiño Castro, Aurelia; Sánchez Fuentes, Antonio-Jesús: *Path and speed of spectrum management reform under uncertain costs and benefits.*
- WP01/18** Sanahuja, José Antonio: *La Estrategia Global y de Seguridad de la Unión Europea: narrativas securitarias, legitimidad e identidad de un actor en crisis.*
- WP09/17** Gómez-Puig, Marta; Sosvilla-Rivero, Simón: *Public debt and economic growth: Further evidence for the euro area.*
- WP08/17** Gómez-Puig, Marta; Sosvilla-Rivero, Simón: *Nonfinancial debt and economic growth in euro-area countries.*
- WP07/17** Hussain, Imran, y Sosvilla-Rivero, Simón: *Seeking price and macroeconomic stabilisation in the euro area: the role of house prices and stock prices*
- WP06/17** Echevarria-Icazaa, Victor y Sosvilla-Rivero, Simón: *Systemic banks, capital composition and CoCo bonds issuance: The effects on bank risk.*
- WP05/17** Álvarez, Ignacio; Uxó, Jorge y Febrero Eladio: *Internal devaluation in a wage-led economy. The case of Spain.*
- WP04/17** Albis, Nadia y Álvarez Isabel.: *Estimating technological spillover effects in presence of knowledge heterogeneous foreign subsidiaries: Evidence from Colombia.*
- WP03/17** Echevarria-Icazaa, Victor. y Sosvilla-Rivero, Simón: *Yields on sovereign debt, fragmentation and monetary policy transmission in the euro area: A GVAR approach.*
- WP02/17** Morales-Zumaquero, Amalia.; Sosvilla-Rivero, Simón.: *Volatility spillovers between foreing-exchange and stock markets.*
- WP01/17** Alonso, Miren.: *I open a bank account, you pay your mortgage, he/she gets a credit card, we buy health insurance, you invest safely, they... enjoy a bailout. A critical analysis of financial education in Spain.*
- WP04/16** Fernández-Rodríguez Fernando y Sosvilla Rivero, Simón: *Volatility transmission between stock and exchange-rate markets: A connectedness analysis.*
- WP03/16** García Sánchez, Antonio; Molero, José; Rama, Ruth: *Patterns of local R&D cooperation of foreign subsidiaries in an intermediate country: innovative and structural factors.*
- WP02/16** Gómez-Puig, Marta; Sosvilla-Rivero, Simón: *Debt-growth linkages in EMU across*

- countries and time horizon.*
- WP01/16** Rodríguez, Carlos; Ramos, Javier: El sistema español de Garantía Juvenil y Formación Profesional Dual en el contexto de la Estrategia Europea de Empleo.
- Desempleo Juvenil en España. Vol 2.** Ruiz-Gálvez Juzgado, María Eugenia; Rodríguez Crespo, Carlos.
- Desempleo Juvenil en España. Vol 1.** Ramos, Javier; Vicent Valverde, Lucía; Recuenco-Vegas, Luis: *Desempleo Juvenil en España.*
- WP05/15** Pérez Pineda, Jorge Antonio; Alañón Pardo, Ángel: *Mediciones alternativas de la cooperación internacional para el desarrollo en el contexto de la agenda post 2015.*
- WP04/15** Fernández-Rodríguez, Fernando; Gómez-Puig, Marta; Sosvilla-Rivero, Simón: *Volatility spillovers in EMU sovereign bond markets.*
- WP03/15** Stupariu, Patricia; Ruiz, Juan Rafael; Vilariño, Angel: *Reformas regulatorias y crisis de los modelos VaR.*
- WP02/15** Sosvilla, Simón; Ramos, María del Carmen: *De facto exchange-rate regimes in Central and Eastern European Countries*
- WP01/15** Fernández, Fernando; Gómez, Marta; Sosvilla, Simón: *Financial stress transmission in EMU sovereign bond market volatility: A connectedness analysis.*
- WP08/14** Albis, Nadia; Álvarez, Isabel: *Desempeño innovador de las subsidiarias de empresas multinacionales en la industria manufacturera de Colombia*
- WP07/14** Pérez, Luis; Hernández, Julio; Berumen, Sergio: *La motivación extrínseca del profesorado universitario en Alemania y en España: un análisis empírico.*
- WP06/14** Donoso, Vicente; Martín, Víctor; Minondo, Asier: *Exposure to Chinese imports and local labor market outcomes. An Analysis for Spanish provinces*
- WP05/14** Donoso, Vicente; Martín, Victor; Minondo, Asier: *Import competition from China and un employment. An analysis using Spanish workers' micro-data.*
- WP04/14** Stupariu, Patricia; Vilariño, Ángel: *Retos y carencias de la regulación financiera internacional.*
- WP03/14** García, Antonio; Molero, José; Rama, Ruth: *Foreign MNEs and domestic innovative capabilities: are there conditions for reverse spillovers in the spanish industry*
- WP 02/14** Sosvilla Rivero, Simón; Ramos Herrera, María del Carmen: *On the forecast accuracy and consistency of exchange rate expectations: The Spanish PwC Survey*
- WP01/14** Kropacheva, Anna; Molero, José: *Russian technological specialization in terms of world's innovation changes during 1994-2008. Comparison with countries of BRIC and European Innovation-driven economies.*
- WP 07/13** Sanchís, Raúl G.: *Extended theory about the allocation of the time. Description and application to the increase in the retirement age policies.*
- WP 06/13** Morales-Zumaquero, Amalia; Sosvilla-Rivero, Simón: *Real exchange rate volatility, financial crises and nominal exchange regimes.*
- WP 05/13** Álvarez, Isabel; Labra, Romilio: *Identifying the role of natural resources in knowledge-based strategies of development.*
- WP 04/13** Alonso Gallo, Nuria; Trillo del Pozo, David: *La respuesta de la regulación prudencial a la 29 crisis: Basilea II.*
- WP 05/13** Sosvilla-Rivero, Simón; Ramos-Herrera, María del Carmen: *On the forecast and consistency of exchange rate expectations: The Spanish PwC Survey.*
- WP 04/12** Sosvilla-Rivero, Simón; Morales-Zumaquero, Amalia: *Real exchange rate volatility, financial crises and nominal exchange regimes.*
- WP 03/13** Revuelta, Julio; Alonso, Fernando: *Presencia de las multilatinas en Europa. Tipología y estrategia empresarial.*
- WP 02/13** Nicolau Ibarra, Ignacio: *Evolución de la cooperación española en El Salvador.*
- WP 01/13** Monedero, Juan Carlos; Jerez, Ariel; Ramos, Alfredo; Fernández, Jose Luis: *Participación ciudadana y Democracia. Una revisión de las mejores experiencias Iberoamericanas.*

- WP 05/12** Sanchís, Raúl G.: *Trying to escape the Malaise State in the future. A macroeconomic design to hinder another Great Recession which risks the Welfare State.*
- WP 04/12** Basave Kunhardt, J., *Flujos de IED mexicana hacia Europa y presencia de grandes multinacionales mexicanas en España. Evidencia empírica y reflexiones teóricas.*
- WP 03/12** Luengo Escalonilla, F., Gracia Santos, M., Vicent Valverde, L., *Productividad y Posicionamiento Esctructural en la industria de bienes de equipo española.*
- WP 02/12** Alonso (dir.), José A.; Castillo, Alberto; García, Héctor; Ospina, Shirley; Aguirre, Pablo; Millán, Natalia; Santander, Guillermo: *Estimación de la ayuda española a la infancia: una propuesta metodológica.*
- WP 01/12** Alonso (dir.), José A.; Aguirre, Pablo; Castillo, Alberto: *La cooperación al desarrollo y la infancia. Apuntes estratégicos para el caso de España.*
- WP 09/11** Torrecillas, Celia; Fischer, Bruno B.: *Technological Attraction of FDI flows in Knowledge-Intensive Services: a Regional Innovation System Perspective for Spain.*
- WP 08/11** Gómez-Puig, Marta; Sosvilla-Rivero, Simón: *Causality and contagion in peripheral emupublic debt markets: a dynamic approach.*
- WP 07/11** Sosvilla-Rivero, Simón; Ramos-Herrera, María del Carmen: *The US Dollar-Euro exchange rate and US-EMU bond yield differentials: A Causality Analysis.*
- WP 06/11** Sosvilla-Rivero, Simón; Morales-Zumaquero, Amalia: *Volatility in EMU sovereign bond yields: Permanent and transitory components .*
- WP 05/11** Castellacci, Fulvio; Natera, José Miguel: *A new panel dataset for cross-country analyses of national systems, growth and development (CANAs).*
- WP 04/11** Álvarez, Isabel; Marín, Raquel; Santos-Arteaga, Francisco J.: *FDI entry modes, development and technological spillovers.*
- WP 03/11** Luengo Escalonilla, Fernando: *Industria de bienes de equipo: Inserción comercial y cambio estructural.*
- WP 02/11** Álvarez Peralta, Ignacio; Luengo Escalonilla, Fernando: *Competitividad y costes laborales en la UE: más allá de las apariencias.*
- WP 01/11** Fischer, Bruno B; Molero, José: *Towards a Taxonomy of Firms Engaged in International R&D Cooperation Programs: The Case of Spain in Eureka.*
- WP 09/10** Éltető, Andrea: *Foreign direct investment in Central and East European Countries and Spain – a short overview.*
- WP 08/10** Alonso, José Antonio; Garcimartín, Carlos: *El impacto de la ayuda internacional en la calidad de las instituciones.*
- WP 07/10** Vázquez, Guillermo: *Convergencia real en Centroamérica: evidencia empírica para el período 1990-2005.*
- WP 06/10** P. Jože; Kostevc, Damijan, Črt; Rojec, Matija: *Does a foreign subsidiary's network status affect its innovation activity? Evidence from post-socialist economies.*
- WP 05/10** Garcimartín, Carlos; Rivas Luis; García Martínez, Pilar: *On the role of relative prices and capital flows in balance-of-payments constrained growth: the experiences of Portugal and Spain in the euro area.*
- WP 04/10** Álvarez, Ignacio; Luengo, Fernando: *Financiarización, empleo y salario en la UE: el impacto de las nuevas estrategias empresariales.*
- WP 03/10** Sass, Magdolna: *Foreign direct investments and relocations in business services – what are the locational factors? The case of Hungary.*
- WP 02/10** Santos-Arteaga, Francisco J.: *Bank Runs Without Sunspots.*
- WP 01/10** Donoso, Vicente; Martín, Víctor: *La sostenibilidad del déficit exterior de España.*
- WP 14/09** Dobado, Rafael; García, Héctor: *Neither so low nor so short! Wages and heights in eighteenth and early nineteenth centuries colonial Hispanic America.*
- WP 13/09** Alonso, José Antonio: *Colonisation, formal and informal institutions, and development.*
- WP 12/09** Álvarez, Francisco: *Opportunity cost of CO2 emission reductions: developing vs.*

developed economies.

- WP 11/09** J. André, Francisco: *Los Biocombustibles. El Estado de la cuestión.*
- WP 10/09** Luengo, Fernando: *Las deslocalizaciones internacionales. Una visión desde la economía crítica.*
- WP 09/09** Dobado, Rafael; Guerrero, David: *The Integration of Western Hemisphere Grain Markets in the Eighteenth Century: Early Progress and Decline of Globalization.*
- WP 08/09** Álvarez, Isabel; Marín, Raquel; Maldonado, Georgina: *Internal and external factors of competitiveness in the middle-income countries.*
- WP 07/09** Minondo, Asier: *Especialización productiva y crecimiento en los países de renta media.*
- WP 06/09** Martín, Víctor; Donoso, Vicente: *Selección de mercados prioritarios para los Países de Renta Media.*
- WP 05/09** Donoso, Vicente; Martín, Víctor: *Exportaciones y crecimiento económico: estudios empíricos.*
- WP 04/09** Minondo, Asier; Requena, Francisco: *¿Qué explica las diferencias en el crecimiento de las exportaciones entre los países de renta media?*
- WP 03/09** Alonso, José Antonio; Garcimartín, Carlos: *The Determinants of Institutional Quality. More on the Debate.*
- WP 02/09** Granda, Inés; Fonfría, Antonio: *Technology and economic inequality effects on international trade.*
- WP 01/09** Molero, José; Portela, Javier y Álvarez Isabel: *Innovative MNEs' Subsidiaries in different domestic environments.*
- WP 08/08** Boege, Volker; Brown, Anne; Clements, Kevin y Nolan Anna: *¿Qué es lo "fallido"? ¿Los Estados del Sur, o la investigación y las políticas de Occidente? Un estudio sobre órdenes políticos híbridos y los Estados emergentes.*
- WP 07/08** Medialdea García, Bibiana; Álvarez Peralta, Nacho: *Liberalización financiera internacional, inversores institucionales y gobierno corporativo de la empresa.*
- WP 06/08** Álvarez, Isabel; Marín, Raquel: *FDI and world heterogeneities: The role of absorptive capacities.*
- WP 05/08** Molero, José; García, Antonio: *Factors affecting innovation revisited.*
- WP 04/08** Tezanos Vázquez, Sergio: *The Spanish pattern of aid giving.*
- WP 03/08** Fernández, Esther; Pérez, Rafaela; Ruiz, Jesús: *Double Dividend in an Endogenous Growth Model with Pollution and Abatement.*
- WP 02/08** Álvarez, Francisco; Camiña, Ester: *Moral hazard and tradeable pollution emission permits.*
- WP 01/08** Cerdá Tena, Emilio; Quiroga Gómez, Sonia: *Cost-loss decision models with risk aversion.*
- WP 05/07** Palazuelos, Enrique; García, Clara: *La transición energética en China.*
- WP 04/07** Palazuelos, Enrique: *Dinámica macroeconómica de Estados Unidos: ¿Transición entre dos recesiones?*
- WP 03/07** Angulo, Gloria: *Opinión pública, participación ciudadana y política de cooperación en España.*
- WP 02/07** Luengo, Fernando; Álvarez, Ignacio: *Integración comercial y dinámica económica: España ante el reto de la ampliación.*
- WP 01/07** Álvarez, Isabel; Magaña, Gerardo: *ICT and Cross-Country Comparisons: A proposal of a new composite index.*

- WP 05/06** Schünemann, Julia: *Cooperación interregional e interregionalismo: una aproximación social-constructivista.*
- WP 04/06** Kruijt, Dirk: *América Latina. Democracia, pobreza y violencia: Viejos y nuevos actores.*
- WP 03/06** Donoso, Vicente; Martín, Víctor: *Exportaciones y crecimiento en España (1980-2004): Cointegración y simulación de Montecarlo.*
- WP 02/06** García Sánchez, Antonio; Molero, José: *Innovación en servicios en la UE: Una aproximación a la densidad de innovación y la importancia económica de los innovadores a partir de los datos agregados de la CIS3.*
- WP 01/06** Briscoe, Ivan: *Debt crises, political change and the state in the developing world.*
- WP 06/05** Palazuelos, Enrique: *Fases del crecimiento económico de los países de la Unión Europea-15.*
- WP 05/05** Leyra, Begoña: *Trabajo infantil femenino: Las niñas en las calles de la Ciudad de México.*
- WP 04/05** Álvarez, Isabel; Fonfría, Antonio; Marín Raquel: *The role of networking in the competitive-ness profile of Spanish firms.*
- WP 03/05** Kausch, Kristina; Barreñada, Isaías: *Alliance of Civilizations. International Security and Cosmopolitan Democracy.*
- WP 02/05** Sastre, Luis: *An alternative model for the trade balance of countries with open economies: the Spanish case.*
- WP 01/05** Díaz de la Guardia, Carlos; Molero, José; Valadez, Patricia: *International competitiveness in services in some European countries: Basic facts and a preliminary attempt of interpretation.*
- WP 03/04** Angulo, Gloria: *La opinión pública española y la ayuda al desarrollo.*
- WP 02/04** Freres, Christian; Mold, Andrew: *European Union trade policy and the poor. Towards improving the poverty impact of the GSP in Latin America.*
- WP 01/04** Álvarez, Isabel; Molero, José: *Technology and the generation of international knowledge spillovers. An application to Spanish manufacturing firms.*

OCCASIONAL PAPERS

- OP 02/17** Braña, Francisco J.; Molero, José: *The economic role of the State on the Spanish democratization and "development" process. A case of success?*
- OP 01/16** Borrell, Josep; Mella, José María; Melle, Mónica; Nieto, José Antonio. *"¿Es posible otra Euro pa? Debate abierto."*

POLICY PAPERS

- PP 01/15** De la Cruz, C.: *Cambio, Poder y Justicia de Género en la Agenda 2030: Reflexiones para no perdernos en el camino.*
- PP 01/14** Luego F.; Vicent L.: *Encrucijadas de la moneda única. Algunas claves para una reflexión desde la periferia.*
- PP 01/11** Monedero J.C., *Democracia y Estado en América Latina: Por una imprudente reinvención de la política.*
- PP 02/10** Alonso, José Antonio; Garcimartín, Carlos; Ruiz Huerta, Jesús; Díaz Sarralde, Santiago: *Strengthening the fiscal capacity of developing countries and supporting the international fight against tax evasion.*
- PP 02/10** Alonso, José Antonio; Garcimartín, Carlos; Ruiz Huerta, Jesús; Díaz Sarralde, Santiago: *Fortalecimiento de la capacidad fiscal de los países en desarrollo y apoyo a la lucha internacional contra la evasión fiscal.*

- PP 01/10 Molero, José: *Factores críticos de la innovación tecnológica en la economía española.*
- PP 03/09 Ferguson, Lucy: *Analysing the Gender Dimensions of Tourism as a Development Strategy.*
- PP 02/09 Carrasco Gallego, José Antonio: *La Ronda de Doha y los países de renta media.*
- PP 01/09 Rodríguez Blanco, Eugenia: *Género, Cultura y Desarrollo: Límites y oportunidades para el cambio cultural pro-igualdad de género en Mozambique.*
- PP 04/08 Tezanos, Sergio: *Políticas públicas de apoyo a la investigación para el desarrollo. Los casos de Canadá, Holanda y Reino Unido.*
- PP 03/08 Mattioli, Natalia *Including Disability into Development Cooperation. Analysis of Initiatives by National and International Donors.*
- PP 02/08 Elizondo, Luis: *Espacio para Respirar: El humanitarismo en Afganistán (2001-2008).*
- PP 01/08 Caramés Boada, Albert: *Desarme como vínculo entre seguridad y desarrollo. La reintegración comunitaria en los programas de Desarme, desmovilización y reintegración (DDR) de combatientes en Haití.*
- PP 03/07 Guimón, José: *Government strategies to attract R&D-intensive FDI.*
- PP 02/07 Czaplińska, Agata: *Building public support for development cooperation.*
- PP 01/07 Martínez, Ignacio: *La cooperación de las ONGD españolas en Perú: hacia una acción más estratégica.*
- PP 02/06 Ruiz Sandoval, Erika: *Latinoamericanos con destino a Europa: Migración, remesas y codesa-rollo como temas emergentes en la relación UE-AL.*
- PP 01/06 Freres, Christian; Sanahuja, José Antonio: *Hacia una nueva estrategia en las relaciones Unión Europea – América Latina.*
- PP 04/05 Manalo, Rosario; Reyes, Melanie: *The MDGs: Boon or bane for gender equality and wo-men's rights?*
- PP 03/05 Fernández, Rafael: *Irlanda y Finlandia: dos modelos de especialización en tecnologías avanzadas.*
- PP 02/05 Alonso, José Antonio; Garcimartín, Carlos: *Apertura comercial y estrategia de desarrollo.*
- PP 01/05 Lorente, Maite: *Diálogos entre culturas: una reflexión sobre feminismo, género, desarrollo y mujeres indígenas kichwuas.*
- PP 02/04 Álvarez, Isabel: *La política europea de I+D: Situación actual y perspectivas.*
- PP 01/04 Alonso, José Antonio; Lozano, Liliana; Prialé, María Ángela: *La cooperación cultural española: Más allá de la promoción exterior.*

DOCUMENTOS DE TRABAJO “EL VALOR ECONÓMICO DEL ESPAÑOL”

- DT 16/11 Fernández Vitores, David: *El papel del español en las relaciones y foros internacionales: Los casos de la Unión Europea y las Naciones Unidas.*
- DT 15/11 Rupérez Javier: *El Español en las Relaciones Internacionales.*
- DT 14/10 Antonio Alonso, José; Gutiérrez, Rodolfo: *Lengua y emigración: España y el español en las migraciones internacionales.*
- DT 13/08 de Diego Álvarez, Dorotea; Rodrigues-Silveira, Rodrigo; Carrera Troyano Miguel: *Estrategias para el Desarrollo del Cluster de Enseñanza de Español en Salamanca.*
- DT 12/08 Quirós Romero, Cipriano: *Lengua e internacionalización: El papel de la lengua en la internacionalización de las operadoras de telecomunicaciones.*
- DT 11/08 Girón, Francisco Javier; Cañada, Agustín: *La contribución de la lengua española al PIB y al empleo: una aproximación macroeconómica.*

- DT 10/08** Jiménez, Juan Carlos; Narbona, Aranzazu: *El español en el comercio internacional.*
- DT 09/07** Carrera, Miguel; Ogonowski, Michał: *El valor económico del español: España ante el espejo de Polonia.*
- DT 08/07** Rojo, Guillermo: *El español en la red.*
- DT 07/07** Carrera, Miguel; Bonete, Rafael; Muñoz de Bustillo, Rafael: *El programa ERASMUS en el marco del valor económico de la Enseñanza del Español como Lengua Extranjera.*
- DT 06/07** Criado, María Jesús: *Inmigración y población latina en los Estados Unidos: un perfil socio-demográfico.*
- DT 05/07** Gutiérrez, Rodolfo: *Lengua, migraciones y mercado de trabajo.*
- DT 04/07** Quirós Romero, Cipriano; Crespo Galán, Jorge: *Sociedad de la Información y presencia del español en Internet.*
- DT 03/06** Moreno Fernández, Francisco; Otero Roth, Jaime: *Demografía de la lengua española.*
- DT 02/06** Alonso, José Antonio: *Naturaleza económica de la lengua.*
- DT 01/06** Jiménez, Juan Carlos: *La Economía de la lengua: una visión de conjunto.*