

# Cambio técnico, empleo y desigualdad. Notas para un debate abierto

RAFAEL MUÑOZ DE BUSTILLO LLORENTE\*

## RESUMEN

Históricamente el cambio técnico, en especial cuando es acelerado y versátil, como ocurre con la Revolución Digital, ha causado, a la vez, fascinación y temor. En este artículo se repasan las causas de ese temor en relación con sus efectos sobre la cantidad y calidad del empleo y sobre la desigualdad. El empleo es un factor clave de la organización social, mientras que la desigualdad, producto de diversos factores, entre los que destaca el empleo, es una variable fundamental para describir cualquier sociedad. Como se verá, en el pasado la sociedad ha desplegado mecanismos para evitar los efectos negativos del cambio técnico sobre el empleo, haciendo compatible la sustitución de mano de obra por maquinaria con el aumento del empleo y la mejora de la calidad de vida. Pero está por ver si tales ajustes, que están lejos de poder considerarse automáticos, funcionarán en el futuro cercano.

## 1. INTRODUCCIÓN♦

Los cambios tecnológicos se han observado siempre con una mezcla de fascinación y

\* Universidad de Salamanca (bustillo@usal.es).

♦ El autor agradece las sugerencias realizadas por José Ignacio Antón y Rafael Bonete a versiones previas de este artículo.

temor (Mokyr, Vickers y Zierbath, 2015)<sup>1</sup>. Fascinación en la medida en que hacían posibles cosas hasta entonces consideradas pura fantasía, como el movimiento sin la asistencia de tracción animal o humana, por ejemplo. Con temor, porque las más de las veces el cambio técnico suponía el abandono de viejas formas de hacer y consumir, que frecuentemente conllevaba la pérdida de valor de parte del capital y las habilidades laborales existentes, cuando no del trabajo mismo. En definitiva, tomando prestada la acertada metáfora del economista austriaco-norteamericano Joseph A. Schumpeter (1883-1950), el cambio técnico actúa como una ola de destrucción creadora, y de ahí las pasiones contrapuestas que levanta.

Con esa finalidad, en primer lugar, se presentan brevemente los ejes de actuación de las nuevas tecnologías digitales, explorando a continuación en qué medida, mediante qué vías y en qué circunstancias pueden afectar al empleo y a la desigualdad. Finalmente se resumen las principales conclusiones alcanzadas, siempre desde la provisionalidad que impone, entre otras cosas, la incertidumbre asociada a la propia evolución futura de las nuevas tecnologías, en muchos casos pendientes de desarrollo. Sin olvidar que, como nos recordó el filósofo fran-

<sup>1</sup> En este artículo se utilizan los adjetivos “técnico” y “tecnológico” como sinónimos. Por tanto, el uso de uno u otro adjetivo es indiferente a efectos semánticos.

cés Bernard Stiegler (1952-2020), la tecnología va más rápida que nuestra capacidad para entenderla<sup>2</sup>.

## 2. LOS EFECTOS DEL CAMBIO TÉCNICO SOBRE EL EMPLEO: EL ETERNO RETORNO

El cambio técnico es sin duda, en la también acertada metáfora del historiador económico Joel Mokyr (1993), “la palanca del crecimiento”. Aunque la acumulación de capital vía inversión y el aumento de la población y del *input* de trabajo son una fuente de crecimiento económico a corto y medio plazo, es el cambio técnico el que hace posible el crecimiento a largo plazo. A modo de ejemplo, en el cuadro 1 se reproduce una estimación del peso que el cambio técnico habría tenido en el crecimiento de la productividad del trabajo (producción por persona ocupada) en siete países de renta alta desde 1890 a 2017 (1960 a 2017 para los casos de Italia y España). Como se puede ver, la parte del crecimiento de la productividad que se “explicaría” por el cambio técnico, esto es, que no sería el resultado de la mera acumulación de capital (o trabajo), supone, con muy escasas excepciones, la parte principal del crecimiento de la productividad, que es, a su vez, la clave del crecimiento económico<sup>3</sup>.

Que el cambio técnico sea el elemento central subyacente al crecimiento económico no significa que su incorporación al proceso productivo se haya desarrollado en el pasado, y se vaya a desarrollar en el futuro, de forma no

<sup>2</sup> Como señala Stiegler (2015) en un pequeño ensayo publicado en *Los Angeles Review of Books*: “La tecnología es disruptiva porque el ritmo de su evolución y transferencia a la sociedad (la denominada “innovación”) se ha acelerado extremadamente, causando (...) que los sistemas sociales (leyes, educación, organización política, formas de conocimiento, y demás) *siempre lleguen demasiado tarde*” (citado en Oyarzun, 2021: 309).

<sup>3</sup> La metodología utilizada en la elaboración de estas estimaciones, conocida como Contabilidad del Crecimiento, se basa en calcular cuál sería la aportación del aumento del factor trabajo (frecuentemente incluyendo su calidad/capital humano) y el capital al crecimiento económico, interpretando que todo aquel crecimiento que no está explicado por las aportaciones de capital y trabajo, esto es, el residuo o productividad total de los factores (*TFP*, en su acrónimo inglés), corresponde al cambio técnico. Para más detalles, véase Crafts y Woltjer (2021).

traumática y sin fricciones. En la medida en que las nuevas tecnologías, ya representen innovaciones de proceso (nuevas formas de producir) o de producto (nuevos bienes o servicios), sustituyen viejas formas de producir y consumir, su introducción se ha visto con temor y recelo por sus efectos, al menos a corto y medio plazo, sobre el empleo y, a través de este, sobre la desigualdad.

Siguiendo a Fernández-Macías (2018), la que genéricamente denominaremos *Revolución Digital* afecta a la forma de producir bienes y servicios por tres vías distintas: (a) la potenciación de la automatización, (b) la puesta en marcha de mecanismos de “digitalización” que permiten, utilizando sensores (como el Internet de las cosas o *Internet of things* [IoT]), que facilitaría la conexión entre dispositivos independientes), traducir procesos productivos en información digital y viceversa (impresoras 3D), y (c) posibilitando nuevas formas de organización-coordinación del trabajo mediante el uso de plataformas y gestión del trabajo mediante algoritmos. Estos ámbitos se verían potenciados en sus efectos por los desarrollos de la inteligencia artificial (IA), que aumentaría la versatilidad de las nuevas tecnologías.

Estas vías de impacto del cambio técnico tienen una naturaleza distinta. Las dos primeras actúan de una forma, podríamos decir, clásica o tradicional, facilitando la sustitución de trabajo por capital, de mano de obra por máquinas. En el primero de los casos lo harían directamente, y en el segundo, mediante los procesos de digitalización, incluyendo el IoT –que posibilitan la comunicación directa entre máquinas– haciendo innecesario el papel del trabajo como mediador o *interface* entre ellas. La tercera actuaría sobre la propia naturaleza de la empresa, en el sentido de hacer posible, mediante el uso de plataformas y algoritmos, la conexión directa entre oferentes de trabajo, por una parte, y demandantes de bienes y servicios, por otra, sorteando la propia función de la empresa tradicional. En este caso, no sería la forma de producir, o el bien o servicio producido lo que cambia con la nueva tecnología, sino la forma de provisión del servicio. En definitiva, en la medida en que las plataformas reducen los costes de transacción derivados de una compraventa de un bien o servicio, estas harían innecesarias en gran parte a los intermediarios tradicionales (las empresas), antes imprescindibles.

CUADRO 1

**APORTACIÓN DEL CAMBIO TÉCNICO AL CRECIMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL TRABAJO**

	1890–1913	1913–1950	1950–1974	1974–1990	1960-2017
Estados Unidos	60,8	63,8	58,6	58,3	73,1
Francia	58,9	80,9	65,5	52,5	62,7
Alemania	60,8	63,8	58,6	58,3	61,3
Reino Unido	46,8	61,8	35,8	39,2	60,0
Japón	13,7	33,1	57,7	45,2	47,4
España	...	...	65,5	...	57,8
Italia	...	...	58,6	...	53,4

*Nota:* Peso de la productividad total de los factores en la productividad aparente del trabajo.

*Fuentes:* Elaboración propia a partir de Crafts y Woltjer (2021), para los años 1980-1990; y Cette, Devillard y Spiezia (2022), para los años 1960-2017.

Estos vectores de actuación del cambio técnico pueden afectar tanto a las necesidades de empleo (cantidad), como a sus características (calidad). Aunque los cambios potenciales en calidad y cantidad del empleo derivados del cambio técnico están lógicamente interrelacionados, en lo que sigue, y por razones de claridad expositiva, se tratan por separado.

Cayo Suetonio Tranquilo (circa 70-post 126) en el relato dedicado a Tito Flavio Vespasiano (39-81) de su *Vida de los doce césares*, presentado al Emperador un artilugio para transportar con poco gasto grandes columnas para el Capitolio, gratificó al inventor con generosidad, pero no llegó a utilizarlo convencido de que, de hacerlo, no podría alimentar a su pobre pueblo (Gimpel y Drallny, 1982).

**2.1. El impacto del cambio técnico sobre la cantidad de empleo**

Como se ha señalado en la introducción, el cambio técnico ha sido frecuentemente fuente de ansiedad por sus efectos sobre el empleo. Aunque el ejemplo paradigmático de ello es el conocido como “movimiento ludita”, un movimiento reivindicativo obrero que, en la Inglaterra de la década de 1810, utilizó la destrucción de maquinaria textil como estrategia de lucha<sup>4</sup>, existen muchos otros ejemplos de ello anteriores y posteriores. Así, según dice

Volviendo a la Revolución Industrial, el propio David Ricardo (1772-1823), uno de los grandes economistas clásicos, cambió su opinión sobre el impacto de la introducción de maquinaria en el empleo cuando escribió su célebre capítulo “On Machinery” añadido en la tercera edición de los *Principios de Economía Política e Imposición* (1821). En el mismo afirmó estar “convencido de que la sustitución de trabajo humano por maquinaria es frecuentemente perjudicial para los intereses de la clase trabajadora”, de manera que la opinión de los obreros según la cual “el empleo de maquinaria a menudo va en detrimento de sus intereses no se basa en prejuicio o error, sino que se ajusta a los principios de la economía política”<sup>5</sup>.

<sup>4</sup> El movimiento provocó cambios legislativos (por ejemplo, *The Destruction of Stocking Frames Act* de 1812) que condenaban a los culpables de destrucción de maquinaria a la pena capital. Se calcula que más de 12.000 soldados fueron movilizados para combatir el movimiento. Téngase en cuenta, a modo de comparación, que, en 1808, el general Wellington partió de Cork con una fuerza expedicionaria contra Napoleón de 11.000 soldados, aunque el total de soldados movilizados en la península alcanzó 40.000 (A. Howe, 2017: “Were more troops sent to quash the luddites than to fight Napoleon?” *Medium.com*).

La siguiente cita obligada en este breve recorrido por la reacción ante los efectos del cambio técnico en el empleo viene de la mano de John Maynard Keynes, y en concreto de una conferencia impartida en 1930 en la Residencia

<sup>5</sup> Para más detalles, véase Hollander (2019).

de Estudiantes de Madrid, publicada con el título de “Las posibilidades económicas de nuestros nietos” (es decir, nosotros), en la que señala que “nos aflige una nueva enfermedad (...), el desempleo causado por la tecnología. Es decir, el desempleo debido al descubrimiento de medios para economizar el trabajo a un ritmo tal que no podemos encontrar nuevos usos para ese trabajo” (Keynes, 1930: 321). Unas décadas más tarde, Robert L. Heilbroner (1965), en pleno proceso de automatización de la manufactura, señalaba que “mientras las máquinas continúan invadiendo la sociedad (...), es el propio trabajo humano –por lo menos, lo que ahora consideramos trabajo– lo que se vuelve redundante” (1965: 36).

En esta misma línea, quizá los lectores recuerden el libro de Jeremy Riffkin (1995) que, con el título *El fin del trabajo. El declive de la fuerza del trabajo global y el nacimiento de la era postmercado*, se convertía en un auténtico *best seller* hace tres décadas. Más recientemente, al hilo del impacto del cambio técnico sobre el empleo, Larry H. Summers, economista reputado, catedrático de la Universidad de Harvard y Secretario del Tesoro con Bill Clinton, argumentaba que “si continúa la tendencia actual, muy bien podría ocurrir que dentro de una generación la cuarta parte de los hombres de mediana edad estén sin trabajo” (*Wall Street Journal*, 1/1/2014). En la misma línea, el ubicuo Elon Musk advertía hace unos años de que “los robots os quitarán los empleos y el gobierno tendrá que pagar vuestros salarios”<sup>6</sup>, un planteamiento que parece haber calado en la sociedad si tenemos en cuenta que, de acuerdo con el Eurobarómetro 382 (2012), el 70 por ciento de los ciudadanos de la UE –el 84 por ciento en España– estaban de acuerdo con la frase “los robots roban los empleos de la gente”<sup>7</sup>.

Esta preocupación se ha traducido en toda una serie de estudios que han intentado estimar qué parte del empleo actual podría verse comprometido por los procesos de automatización que posibilitan las nuevas tecnologías asociadas a la revolución digital y la IA. Este tipo de análisis consta de dos fases. Primero se analiza qué tecnologías están disponibles (o estarán en un futuro próximo), en términos probabilísti-

<sup>6</sup> C. Clifford, 4/11/2016 CNBC Make it.

<sup>7</sup> Véase <https://europa.eu/eurobarometer/surveys/detail/1044>

cos, con capacidad para sustituir mano de obra en distintas ocupaciones. En segundo lugar, se estima qué peso tienen esas ocupaciones en el empleo total. En el cuadro 2 se reproduce una muestra de los principales trabajos realizados, con la finalidad de estimar el porcentaje de empleos que podrían estar en peligro de desaparición como resultado de la automatización.

El punto de partida es el trabajo pionero de Frey y Osborne (2013) para Estados Unidos, donde se estimaba que casi la mitad de los empleos tenía un riesgo de desaparición alto (una probabilidad de más del 70 por ciento) como resultado de su automatización mediante tecnologías ya disponibles o factibles. El contenido del cuadro 2 permite comprobar que hay dos posiciones, en lo que se refiere a estimaciones, muy distintas en términos de orden de magnitud. Por un lado, estarían los resultados de Frey y Osborne, junto con las estimaciones que aplican su metodología, como las de Bowles (2014) para la UE, que arrojan resultados muy elevados y ciertamente alarmantes en términos del empleo comprometido por el cambio técnico. En el otro extremo, estimaciones como la de Arntz, Gregory y Zierahn (2016) apuntan a un impacto más moderado, de alrededor del 10 por ciento.

La diferencia fundamental entre ambas posiciones reside en la forma de entender el proceso de sustitución de mano de obra por capital, de personas trabajadoras por máquinas. Mientras que en el trabajo de Frey y Osborne la máquina sustituye de forma total el trabajo humano, de manera que desaparece un empleo cuya actividad pasa a ser desarrollada plenamente por una máquina, en la aproximación de Arntz, Gregory y Zierahn (2016) se considera que cada puesto de trabajo, cada trabajo, está constituido por una suma de tareas, no todas ellas afectadas por la automatización. Por tanto, en la mayoría de los casos, el empleo permanecería, pero con un conjunto alterado de tareas, en la medida en que algunas pasarían ahora a estar desarrolladas por máquinas. Eso no significa que no pueda producirse una sustitución plena de trabajo por capital, como en el caso de los ascensoristas (o los colocadores de bolos en las boleras) en el pasado, pero eso no sería extensible a la mayoría de los trabajos. Este cambio en la forma de entender el proceso de automatización deriva en un menor impacto sobre el empleo, que, en cualquier caso, no sería desdeñable.

## CUADRO 2

## ESTIMACIONES DE EMPLEOS EN RIESGO POR LA REVOLUCIÓN DIGITAL

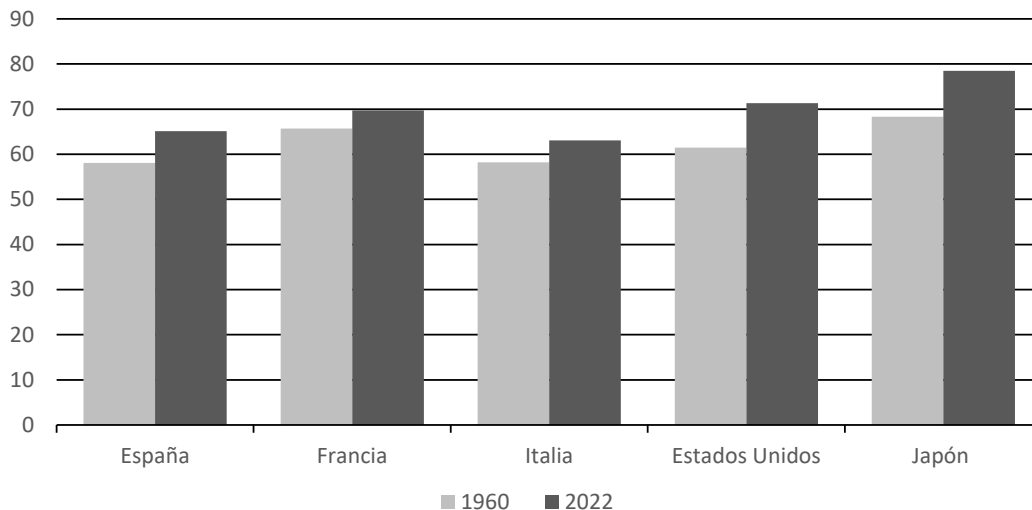
<i>Autores</i>	<i>Criterio</i>	<i>Resultados</i>
Frey y Osborne (2013) (2017)	Probabilidad de sustitución de trabajo por máquinas $\geq 70$ %	USA: 47 %
Bowles (2014)	Metodología de Frey y Osborne (probabilidad de sustitución $\geq 70$ %)	EU = 54 %, con un rango entre el 47 % en Suecia y el 62 % en Rumanía
Pajarinen y Rouvinen (2014)	Metodología de Frey y Osborne	36 % de los empleos finlandeses
Arntz, Gregory y Zierahn (2016)	Probabilidad de sustitución del empleo por máquinas $\geq 70$ %	EE. UU.: 9 % de los empleos OCDE: 9 % (del 6 % en Corea al 12 % en Alemania)
McKinsey Global Institute (2017)	Análisis global (basado en tareas, y no en ocupaciones)	49 % de las actividades son potencialmente automatizables. Menos del 5 % de las ocupaciones son totalmente automatizables. Fuertes diferencias por países y ocupaciones
Nedelkoska y Quintini (2018)	Probabilidad de sustitución del empleo por máquinas $\geq 70$ %	EE. UU.: 10 % de los empleos en riesgo OCDE: 14 % (del 6 % en Noruega al 33 % en Eslovaquia)
Conseil d'orientation pour l'emploi, COE (2017)	Índice de automatización basado en las características del trabajo en opinión de los empleadores $\geq 0,7$	Menos del 10 % de los empleos de Francia en riesgo de desaparición, pero la mitad, susceptibles de cambiar en lo que se refiere a sus tareas
Nagl, Titelbach y Valkova (2017)	Austria	9 % de los empleos
PWC (2018)	27 países de la OCDE + Singapur y Rusia	Entre el 20-25 %, en algunos países de Asia Oriental y nórdicos con alto nivel educativo, y más del 40 % en los países del Este de Europa con alto grado de empleo industrial. España = 34 %
Dengler y Matthes (2018)	Ocupaciones con tareas automatizables $\geq 70$ %	15 % de todos los ocupados de Alemania
Pouliakas (2018)	UE (28)	14 % de los trabajadores/as adultos/as de la UE
Zhou <i>et al.</i> (2019)	China	En 2049, 278 millones de empleos (201-333 bajo distintos supuestos) serán sustituidos por IA (equivalentes al 36 % del empleo actual)

*Fuentes:* Elaboración propia a partir de Valenduc y Vendramin (2019: 7), Dengler y Matthes (2018), Pajarinen y Rouvinen (2014), Bowles (2014), Deranty y Corbin (2022).

En todo caso, estas estimaciones sólo tienen en cuenta el efecto potencial de la tecnología sobre el empleo, pero no su impacto neto, ya que no consideran ni los empleos vinculados a la producción de las nuevas tecnologías que han de sustituir a la mano de obra, ni la posibilidad de que el empleo aumente por otras razo-

nes macroeconómicas. De hecho, cuando nos preguntamos qué ha pasado con el empleo en las últimas décadas (gráfico 1), lo que se observa es que, a largo plazo (esto es, cuando nos olvidamos de los cambios cíclicos vinculados a las recurrentes crisis económicas), el empleo no ha disminuido, sino todo lo contrario. Lo mismo

GRÁFICO 1

**EMPLEO CON RESPECTO A POBLACIÓN POTENCIALMENTE ACTIVA (15-64 AÑOS) EN ESPAÑA, FRANCIA, ITALIA, ESTADOS UNIDOS Y JAPÓN (1960-2022) (\*)**


(\*) 1968 en el caso de Japón.

Fuentes: España, Francia e Italia: Ameco. EE. UU. y Japón: OECD Labour Stat.

ocurre cuando nos fijamos en otras olas de cambio técnico, como la vinculada a la Revolución Industrial. Igualmente, las estimaciones se basan en apreciaciones de tecnólogos y especialistas sobre las capacidades de las nuevas tecnologías para desarrollar determinadas tareas, sin tener en cuenta si económicamente tiene sentido (esto es, si es rentable su utilización). En concreto, en el trabajo de Frey y Osborne (2013) se asume que si una máquina puede hacer un trabajo (o, lo que es lo mismo, si un trabajo es automatizable), ese trabajo desaparecerá del mercado laboral. Por ello, estas estimaciones se deben entender más como un indicador de la potencialidad de las nuevas tecnologías a largo plazo que como una señal de su impacto inmediato.

Históricamente, el mantenimiento –de hecho, el aumento– de la tasa de empleo, en un contexto de cambio técnico de sustitución de mano de obra por capital, ha sido posible por dos factores distintos. Por un lado, se ha producido una reducción del número de horas trabajadas. En plena Revolución Industrial, en países como Bélgica, Alemania o Francia, eran comu-

nes jornadas anuales de más de tres mil horas (Huberman y Minns, 2007). En la actualidad, la jornada anual media de los países de la OCDE es de 1.716 horas. Esto es, parte del aumento de la productividad por hora derivado de la incorporación de más y mejor maquinaria en el proceso productivo se ha compensado con una reducción de la jornada laboral, esto es, menos horas de trabajo. Por otro lado, el aumento de la productividad ha ido acompañado por un aumento sin igual de la demanda efectiva y la producción, en parte, como resultado del aumento de los salarios que también ha acompañado al aumento de la productividad. Estas dos dinámicas han permitido absorber el aumento de la productividad derivado del cambio técnico sin perjuicio del empleo.

Vista la solución que ha permitido en el pasado compatibilizar el cambio técnico ahorrador de trabajo y el mantenimiento del empleo, el problema radica en que los dos mecanismos de absorción de la productividad señalados no son, ni mucho menos, mecanismos automáticos. Baste mencionar, en lo relativo a la reducción del tiempo de trabajo, la larga marcha del

movimiento obrero hasta la consecución de la jornada laboral de ocho horas (Whaples, 1990), y el parón que se ha producido en ese ámbito en las últimas décadas, en las que la reducción, escasa, de jornada se ha realizado principalmente por el aumento del trabajo a tiempo parcial, con efectos distributivos bien distintos.

Por otro lado, nada garantiza que la estrecha vinculación que en el pasado ha habido entre el crecimiento de la productividad y el crecimiento de los salarios (Muñoz de Bustillo, 2019: 313) se vaya a mantener en el futuro. De hecho, en las últimas décadas se ha producido, tanto en Estados Unidos como en la Unión Europea, una brecha entre el comportamiento de ambas variables, reflejado en la reducción de la participación de los salarios en el PIB (Schwellnus, Kappeler y Pionnier, 2017; Schneemelcher y Städler, 2018; EPI, 2022).

Dado el protagonismo que ha cobrado en el momento de escribir estas páginas el debate sobre el impacto de la inteligencia artificial, IA, en múltiples ámbitos de la sociedad tras el lanzamiento de versiones actualizadas del ChatGPT<sup>8</sup>, es oportuno acabar esta sección resumiendo lo que sabemos, por ahora, sobre el impacto de la IA en el empleo. A partir del análisis realizado por Felten, Raj y Seamans (2018) sobre la posibilidad de incorporación de la IA en distintas ocupaciones, Georgieff y Hye (2021) han estudiado el impacto que esta habría tenido sobre el empleo en 23 países de la OCDE en el periodo 2012-2019, concluyendo que, en términos globales, no se observa una relación clara entre exposición a la IA y el crecimiento del empleo<sup>9</sup>. Con todo, la relación sería positiva en aquellas ocupaciones que hacen un uso intensivo de ordenador, y negativa, en términos de horas trabajadas, en aquellas ocupaciones en las que el uso de ordenadores es bajo. En cualquier caso, y a pesar de las expectativas generadas por las novedades arriba mencionadas, parece que todavía estamos lejos de alcanzar niveles avanzados de IA propios de ese nombre (Doctorow, 2023), un horizonte que expertos en esta materia no sitúan antes del 2060 (Roser, 2023).

Dicho esto, no hay que minusvalorar la incertidumbre existente sobre el desarrollo

<sup>8</sup> Véase <https://openai.com/blog/chatgpt>

<sup>9</sup> Una conclusión similar a la obtenida por Felten, Raj y Seamans (2019).

futuro de la IA y sus posibles efectos sociales. De hecho, en marzo de 2023, una carta abierta de expertos en IA planteaba la conveniencia de que “todos los laboratorios de IA paren el desarrollo de sistemas de IA más potentes que GPT4 (...)”, con la finalidad de revisar y repensar cuál es su impacto sobre la sociedad y garantizar que sus efectos son positivos, y sus riesgos, manejables, proponiendo que, de no ser así, los gobiernos intervengan declarando una moratoria<sup>10</sup>. En este sentido, los primeros trabajos realizados sobre el impacto potencial que las últimas versiones de este tipo de tecnologías –conocidas como *Large Language Models (LLM)*– tienen sobre el empleo (Eloundou *et al.*, 2023) señalan que hasta el 80 por ciento de las personas trabajadoras en EE. UU. podrían ver afectadas algunas de las tareas que desarrollan, concretamente hasta el 10 por ciento de estas (y alrededor del 19 por ciento podría ver afectadas al menos la mitad de las tareas que realizan). En este caso, sin embargo, los efectos estimados serían potencialmente más intensos en los trabajos con mayores salarios<sup>11</sup>.

Una nota sobre el impacto de los robots sobre el empleo parece aquí necesaria, aun a riesgo de resultar redundantes, ya que los análisis del impacto del cambio técnico señalados más arriba ya tienen en cuenta todas las formas, ya sea IA o robots humanoides, del cambio técnico auspiciado por la Revolución Digital. Hay que destacar que el uso de robots en manufactura –donde su presencia es, hasta hoy, mayoritaria– está limitado a un número muy escaso de sectores, con el del automóvil, el plástico y la goma, y los productos de metal concentrando el 73 por ciento de los robots (Fernández-Macías, Klenert y Antón, 2021), y con China, Japón, Estados Unidos, Corea y Alemania concentrando el 78 por ciento de los robots instalados (IFR, 2022). La coincidencia del despliegue de robots con el proceso de desindustrialización experimentado por la práctica totalidad de países de renta alta ha llevado a asociar a los robots con la destrucción de empleo. Esa sería también la conclusión del artículo de Acemoglu y Restrepo (2020), convertido en la aportación canónica sobre el tema, según el cual la roboti-

<sup>10</sup> “Pause Giant AI Experiments: An Open Letter” Future of Life Institute (<https://futureoflife.org/open-letter/pause-giant-ai-experiments/>).

<sup>11</sup> Algo en lo que coincide el trabajo de Felten, Raj y Seamans (2023) al analizar el impacto de las tecnologías tipo ChatGPT sobre las distintas ocupaciones y sectores.

zación de tareas industriales se habría cobrado alrededor de 400.000 puestos de trabajo en Estados Unidos.

Sin embargo, el análisis llevado a cabo con una metodología similar por Antón *et al.* (2022) para Europa arroja un resultado distinto, ya que si bien encuentra una asociación negativa entre empleo y robotización en el periodo 1995-2005, la relación pasaría a ser positiva en el periodo 2005-2015. Por ello, los autores concluyen que el impacto de los robots sobre el empleo en Europa es ambiguo y no robusto. En este sentido, en la medida en que el uso de robots esté asociado con un aumento de la productividad, como se argumenta en Jungmittag y Pesole (2019), la robotización podría haber facilitado la competitividad de la industria europea (o de los sectores con mayor utilización de estos) contribuyendo a salvar y no destruir empleos<sup>12</sup>. En definitiva, como señala Milanovic (2016), el miedo a los robots podría muy bien responder a dos fragilidades humanas: una cognitiva, el miedo a lo desconocido, y otra psicológica, nuestro deseo de disfrutar del miedo a lo desconocido al igual que disfrutamos de las películas de terror.

Para finalizar esta sección, y puesto que los análisis del impacto de las nuevas tecnologías están llenos de listados de profesiones susceptibles de desaparecer –y profesiones de futuro por su mayor demanda vinculada a las nuevas tecnologías–, cabe hacer referencia a un sencillo, pero revelador trabajo publicado en la *Monthly Labor Review*, la revista del Departamento de Estadísticas Laborales de los Estados Unidos, que analiza la evolución desde 1999 hasta 2029 (teniendo en cuenta las proyecciones de empleo del propio Departamento) de las ocupaciones más susceptibles de verse afectadas por la introducción de IA (entre ellas, las de asesores financieros personales, intérpretes y traductores, cirujanos, radiólogos, etc.). De acuerdo con los autores del trabajo, los datos no parecen respaldar la idea de una pérdida acelerada

<sup>12</sup> El trabajo de Dauth *et al.* (2021) sobre el impacto de los robots en el empleo en Alemania, basado en datos administrativos, concluye que la exposición a robots da lugar a aumentos de la productividad y a una reducción del empleo en el sector manufacturero, que se compensa con crecimiento del empleo en el sector de los servicios. En el caso de trabajadores y trabajadoras con contratos indefinidos, la introducción de robots da lugar a cambios en las tareas desarrolladas por éstos dentro de la misma empresa.

de empleos en estos ámbitos ni la aparición de una brecha estructural en relación con la tendencia existente antes de la aparición de la IA (Handel, 2022). Entre las razones explicativas de este resultado se encuentra la ya mencionada según la cual las nuevas tecnologías alteran la combinación (el *mix*) de tareas realizadas por las personas trabajadoras, pero no eliminan los puestos de trabajo. Como ejemplo de ello, la existencia de robots de cirugía (como el famoso *Da Vinci Surgical System*) no elimina al cirujano, que ahora pasa a operar sobre un terminal de ordenador, en lugar de hacerlo directamente sobre el enfermo.

## 2.2. El impacto del cambio técnico sobre la calidad del empleo

Independientemente de su impacto sobre la cantidad de empleo y de la aparición, o no, de desempleo tecnológico, el cambio técnico también afecta a las características y la calidad del empleo por dos vías distintas: (a) por sus efectos sobre la estructura del empleo a través de la destrucción creativa ya referida, y (b) por su impacto sobre las tareas realizadas y condiciones de trabajo.

La primera de las vías, el efecto del cambio técnico sobre la estructura del empleo, ha recibido mucha atención desde que, tras la introducción masiva de ordenadores en las empresas en las últimas décadas del siglo pasado, se analizara su impacto sobre el empleo<sup>13</sup>. De este análisis surgió la hipótesis del *Skill-Biased Technical Change*, *SBTC*, o cambio técnico sesgado hacia la cualificación, según la cual el cambio técnico favorecía el trabajo cualificado, debido a su complementariedad con este, y perjudicaba al trabajo no cualificado, al que sustituían las nuevas tecnologías. Esta hipótesis predecía un crecimiento asimétrico del empleo, mayor en los segmentos de más cualificación y salarios más elevados.

Alternativa y posteriormente, se planteó la hipótesis que se ha convertido en saber convencional entre los economistas: las

<sup>13</sup> Por ejemplo, Autor, Katz y Krueger (1998) y Autor, Levy y Murnane (2003).



nuevas tecnologías resultan especialmente adecuadas para sustituir el trabajo rutinario, tanto manual como intelectual, en lo que se conoce como *Routine-Biased Technical Change (RBTC)* o cambio técnico sesgado hacia la rutina (Autor y Dorn, 2013; Goos Manning y Salomons, 2014). En este caso, se defiende que, en la medida en que este tipo de empleos se sitúan en la parte central de la distribución salarial, el cambio técnico asociado a la Revolución Digital afectaría fundamentalmente a los empleos intermedios, contribuyendo a la polarización del mercado de trabajo, esto es, al crecimiento de los empleos en los dos extremos de la distribución salarial; en la parte de abajo, por ser empleos no rutinarios manuales, y en la de arriba, por ser empleos no rutinarios intelectuales, precisamente los dos de más difícil automatización.

Aunque la hipótesis del *RBTC* tiene un gran atractivo, en la medida en que refuerza la idea de sociedades cada vez más polarizadas como resultado de unos cambios tecnológicos inexorables, lo cierto es que la evidencia empírica dista mucho de respaldar la existencia de esa dinámica universal. Tampoco se confirma que, en los casos de existir polarización, esta responda a factores tecnológicos (Fernández-Macías y Hurley, 2017). Hasta tal punto se pone en cuestión, que autores como Oesch y Piccitto (2019), tras estudiar el cambio en la estructura de empleo en Alemania, España, Suecia y el Reino Unido desde 1992 a 2015, se han referido al “mito de la polarización”. Por supuesto, ello no significa que el cambio en el empleo no pueda haber sido polarizador en algunos momentos, como en España durante las crisis económicas (Muñoz de Bustillo y Fernández-Macías, 2021) o que lo pueda ser en el futuro. Pero no se puede afirmar, con la evidencia empírica disponible, que sea una dinámica universal presente en todos los países de renta alta, ni en todos los momentos del tiempo (como en España, durante la recuperación del empleo tras la Gran Recesión, 2016-2018, cuando el empleo creció más en los segmentos centrales, precisamente lo contrario de lo que anticipa la hipótesis de la polarización)<sup>14</sup>. Esta conclusión (y la evidencia empírica en la que se sustenta) se puede comprobar de forma rápida y accesible

<sup>14</sup> El propio David H. Autor, uno de los “padres” de la hipótesis de la polarización, subraya que su propia predicción es que “la polarización del empleo no continúe de forma indefinida” (Autor, 2015: 26).

gracias a uno de los proyectos de investigación desarrollados por Eurofound en su *European Monitoring Centre on Change*, el denominado *European Jobs Monitor*, que sigue el cambio en la estructura del empleo en los países de la UE de forma periódica<sup>15</sup>. Sin embargo, sigue estando ausente del debate entre los economistas expertos en este tema<sup>16</sup>.

Junto con los cambios en las condiciones de trabajo, incluyendo el salario, derivados del impacto del cambio técnico sobre la estructura del empleo (ya sea de mejora sesgada hacia arriba o de polarización), la utilización de nuevas tecnologías afecta a las tareas desarrolladas en los distintos puestos de trabajo, desapareciendo algunas que pasan a automatizarse, y creándose otras nuevas. Por lo que a la primera cuestión se refiere, Muñoz de Bustillo, Grande y Fernández-Macías (2022) han construido un índice de calidad del empleo aplicable a los empleos con mayor probabilidad de automatización que tiene en cuenta cinco dimensiones: salario, calidad intrínseca del trabajo, calidad del empleo, seguridad en el trabajo y conciliación<sup>17</sup>. La aplicación de este índice arroja resultados según los cuales los empleos con mayor riesgo de automatización tienen, por lo general, menor calidad que los menos automatizables (gráfico 2). Así pues, desde esta perspectiva multidimensional, y con todas las cautelas, los efectos serían, en principio, positivos.

Respecto a los cambios dentro de los empleos como resultado de la incorporación de nuevas tecnologías, la información, todavía escasa, no es concluyente. Por un lado, las

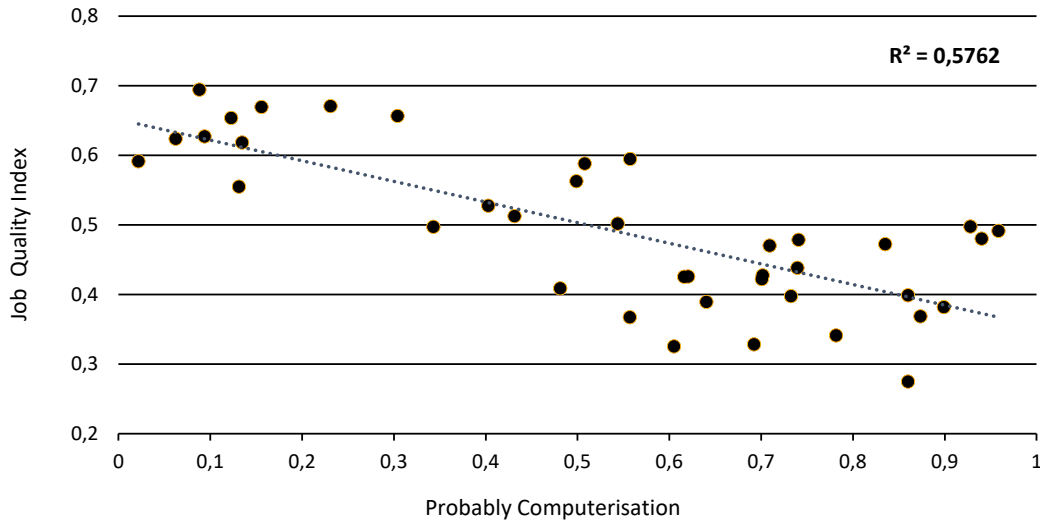
<sup>15</sup> Información disponible en <https://www.eurofound.europa.eu/data/european-jobs-monitor>

<sup>16</sup> Merece la pena reproducir la conclusión del último *European Jobs Monitor*: “En el contexto del debate en curso en economía laboral y sociología del trabajo sobre si los mercados de trabajo en los países desarrollados siguen una dinámica de mejora (*upgrading*) o polarización, (...) en las dos últimas décadas la evidencia empírica de los Estados miembros de la UE ofrece un apoyo matizado a la hipótesis de polarización –crecimiento relativamente débil en los segmentos intermedios de la distribución de empleo-salarios comparados con los extremos (...) y un apoyo más robusto a la hipótesis de mejora consistente en un crecimiento sesgado hacia la parte superior de la distribución” (Eurofound y European Commission Joint Research Centre, 2021: 36).

<sup>17</sup> Para hacer este ejercicio las 702 ocupaciones del análisis de Frey and Osborne (2013), según la clasificación estadounidense SOC se convirtieron en 39 ocupaciones según la CNO utilizada en la UE. Los detalles sobre el Índice de Calidad de Empleo se pueden encontrar en Muñoz de Bustillo et al. (2011).

GRÁFICO 2

## PROBABILIDAD DE AUTOMATIZACIÓN Y CALIDAD DEL TRABAJO EN 39 SECTORES DE ACTIVIDAD ECONÓMICA (UE)



Fuente: Muñoz de Bustillo, Grande y Fernández-Macías (2022: 252).

nuevas tecnologías han reducido la importancia de tareas extenuantes y de alto desgaste físico y peligrosidad. Pero, por otro lado, han supuesto la aparición de nuevos riesgos laborales, como los vinculados al trabajo con pantallas y ratones (por ejemplo, deterioro de la visión y síndrome del túnel carpiano). Probablemente, uno de los ámbitos donde más se note este cambio es en la aceleración del ritmo de trabajo facilitada por la interacción máquina-persona, por la mayor disponibilidad horaria asociada a las nuevas herramientas de comunicación (a la que se trata de poner freno con las denominadas “leyes de desconexión”) y por el desarrollo de múltiples *gadgets* de vigilancia, que reducen el control de los trabajadores y las trabajadoras sobre el tiempo y ritmo de trabajo. De hecho, el aumento del ritmo de trabajo es uno de los cambios negativos que se observa del estudio de la *European Working Conditions Survey*, una encuesta europea dirigida a conocer las condiciones de trabajo, que cada cuatro años realiza Eurofound.

En el mismo sentido, el análisis del impacto de la robotización sobre las condiciones de tra-

bajo realizado por Antón, Fernández-Macías y Winter-Ebmer (2022) identifica el aumento del ritmo de trabajo como uno de los pocos cambios vinculados a los procesos de robotización. Esta tendencia también la detecta una reciente encuesta realizada por el Eurobarómetro y la European Agency for Safety and Health at Work (OSH Pulse, 2022), según la cual el 46 por ciento de las personas encuestadas indican estar sometidas a fuertes presiones de tiempo o exceso de trabajo. De acuerdo con esta encuesta, el 52 por ciento de los encuestados consideran que las tecnologías digitales utilizadas en el desempeño de su ocupación laboral determinan el ritmo de trabajo, mientras que un tercio señala que repercuten en un aumento de su carga de trabajo.

Por otra parte, y en relación con lo anterior, la generalización de la utilización de algoritmos de control y gestión de los recursos humanos facilitada por la Revolución Digital también puede tener efectos negativos sobre la autonomía de las personas trabajadoras y sobre su capacidad de control del ritmo e intensidad de trabajo. En este sentido, la automatización

por esta vía de los sistemas de asignación de turnos o tiempo de trabajo afecta ya al 30 por ciento de las personas trabajadoras en Europa, mientras que el 27 por ciento está sujeto a evaluación por terceras personas (ya sea clientes, compañeros de trabajo, etc.), y el 25 por ciento es supervisado (o su trabajo es monitorizado) por este tipo de sistemas (OSH Pulse, 2022). En cuanto a este último ítem, Baiocco *et al.* (2022) defienden que si bien la utilización de algoritmos en la gestión del trabajo es un paso más en la dinámica de control de la fuerza del trabajo existente desde la Revolución Industrial, algunos elementos hacen de ella un cambio potencialmente disruptivo debido a la inmensa capacidad que ofrecen las tecnologías digitales en la actualidad para recolectar, almacenar y procesar información, y a su efecto sobre el equilibrio de poder en el seno de las empresas.

Como es conocido, el ámbito en el que la gestión por algoritmos ha alcanzado un nivel más elevado es el de las plataformas digitales, en las que la gestión de las empresas se limita, al menos formalmente, al emparejamiento de clientes y proveedores. Ciertamente, en la actualidad el peso de este tipo de empresas en el empleo total es muy minoritario; en España oscila entre el 1,4 por ciento y el 2,1 por ciento del empleo, según se adopte un criterio amplio o restrictivo de empleo en plataforma<sup>18</sup> (Fernández-Macías *et al.*, 2023). La evidencia disponible indica que estos empleos suelen disfrutar de menor protección social y laboral, y que este tipo de relación afecta negativamente a la calidad del trabajo (Berg, 2016; Piasna, Zwysen y Drahokoupil, 2022).

### 2.3. El impacto del cambio técnico sobre la desigualdad

Las dinámicas, ya sean potenciales o en curso, señaladas más arriba impactan, como todos los cambios económicos, en la distribución de la renta por distintas vías que se trazan a continuación.

<sup>18</sup> El resultado es similar al alcanzado por la *Internet and Platform Work Survey*, del European Trade Union Institute: 1,3 por ciento en el caso de empleo principal en España, y 1,1 por ciento, de media, en 14 países de la UE (Piasna, Zwysen y Drahokoupil, 2022).

Siguiendo el esquema anterior, el primer efecto está relacionado con el impacto que la Revolución Digital tenga sobre la demanda de empleo. En el caso de que, en esta ocasión, los movimientos compensadores en tiempo de trabajo y crecimiento de la demanda no fueran suficientes para evitar la aparición de desempleo tecnológico, la Revolución Digital produciría un primer efecto regresivo en términos de desigualdad. En este sentido, es importante recordar que el desempleo tiene un impacto directo sobre la desigualdad de mercado y la pobreza de primera magnitud. Por otra parte, el aumento del “ejército de reserva” de desocupados, en la acertada expresión marxista, derivado del desempleo tecnológico ejercería una presión a la baja sobre aquellos puestos de trabajo compatibles con la formación de los desempleados, lo que alimentaría, por otra vía complementaria, el aumento de la desigualdad.

Independientemente de este efecto, que, como se ha señalado, no tendría por qué producirse si se activaran los mecanismos de compensación del aumento de la productividad que han operado en el pasado, el cambio técnico, al afectar de distinta manera y con distinta intensidad a los diferentes sectores de actividad y las ocupaciones (aumentando la demanda de trabajo en algunos sectores y ocupaciones, y reduciéndola en otros), siempre que beneficie a las personas trabajadoras más cualificadas (y con mayores salarios) y perjudique a las menos cualificadas, muy probablemente se traduzca en un aumento de la desigualdad salarial. En el caso extremo, esa desigualdad salarial podría tener un impacto polarizador, como mantienen los defensores de la hipótesis de cambio técnico sesgado contra los empleos rutinarios. Pero incluso si esta dinámica no llega a dominar el mercado de trabajo, las distintas intensidades de creación (o conservación) de empleos probablemente tengan un impacto regresivo, salvo que los puestos de trabajo sean sustituibles a lo largo de la distribución salarial, que no lo son, o que el crecimiento/decrecimiento del empleo se produzca de forma proporcional a lo largo de la distribución de la renta, lo que tampoco parece verosímil.

Si la primera de las vías de impacto potencial tiene que ver con el crecimiento del desempleo –y, por tanto, con la reducción de las rentas de trabajo de aquellos afectados por

el desempleo tecnológico—, y la segunda, con el aumento de la disparidad salarial asociada a la distinta facilidad de automatización de los puestos de trabajo —y, por consiguiente, a la distinta dinámica de la demanda de trabajo por sectores y ocupaciones—, la tercera vía respondería al aumento de la importancia del capital en la producción. En la medida en que los procesos de automatización facilitados por la Revolución Digital y la IA se traduzcan, como parece probable, en un aumento de la relación capital-producto y capital-trabajo, es esperable que aumente la parte del PIB que se dedica a remunerar el capital (el denominado excedente bruto de explotación)<sup>19</sup> y la correspondiente caída de la participación de la masa salarial en el PIB. Puesto que la propiedad del capital y las rentas de capital están infinitamente más concentradas que las rentas de trabajo<sup>20</sup> y, simultáneamente, las rentas de capital se acumulan mayoritariamente en los estratos de renta alta, esta tendencia de aumento de la relación capital-producto asociada a la Revolución Digital también derivaría en un aumento de la desigualdad.

Por lo demás, cabe pensar que la elevada importancia que ha cobrado un número relativamente pequeño de empresas tecnológicas, la tendencia a una creciente oligopolización de los mercados tecnológicos, junto con el mayor aumento de los márgenes de explotación en las empresas tecnológicas (Calligaris, Criscuolo y Marcolin, 2018) y la creciente y muy elevada remuneración de sus CEO<sup>21</sup>, tendrán también un efecto regresivo en términos de distribución de la renta.

Dadas estas dinámicas, es esperable que el cambio técnico asociado a la Revolución Digital contribuya al aumento de la desigualdad en el futuro. Dicho esto, es importante señalar que son muchos los factores que están detrás del aumento de la desigualdad experimentado en las últimas décadas (Polacko, 2021). Factores que van desde la globalización y la deslocaliza-

<sup>19</sup> Salvo que se produzca paralelamente una reducción del tipo de beneficio, esto es, de la remuneración del capital.

<sup>20</sup> En los países de renta alta, el Índice de Gini de las rentas de capital sí sitúa entre el 0,85-0,95, casi el doble que el correspondiente a las rentas de trabajo (Milanovic, 2017).

<sup>21</sup> En 2021 la remuneración de los CEO de las 350 principales empresas americanas era 399 veces superior a la de un trabajador estándar de sus empresas; en 1977, era 30 veces superior, y en 1988, 59 veces superior (Bivens y Kandra, 2022).

ción (en sí mismos fenómenos vinculados con el cambio técnico), a la desregulación del mercado de trabajo o la reducción de la imposición del capital. Asimismo, conviene tener en cuenta que gran parte de las diferencias en desigualdad de ingresos existentes obedecen al distinto papel redistribuidor del Estado, de forma que países con elevado nivel de desigualdad de mercado pueden acabar teniendo, tras la actuación del sector público vía impuestos, transferencias y provisión de servicios, unos niveles de desigualdad en términos de renta disponible y acceso a bienes y servicios inferiores que otros con menor desigualdad de mercado. El mantenimiento de estos mecanismos redistributivos y su refuerzo con otros que actúen antes de la distribución de mercado (o predistributivos)<sup>22</sup> podrían perfectamente limitar las dinámicas regresivas de base tecnológica apuntadas. Cuestión distinta es que exista la voluntad política y la correlación de fuerzas necesarias para adoptar las correspondientes medidas.

### 3. A MODO DE CONCLUSIONES

La tecnología y sus transformaciones han moldeado la historia de la humanidad desde sus orígenes. Las formas de producir (y de destruir) han determinado el devenir de las sociedades. Pero la relación tecnología-sociedad no es lineal, ya que las sociedades disponen de sus propios mecanismos para incentivar o restringir determinados desarrollos tecnológicos y modular sus efectos. La actual Revolución Digital sería el último paso en este proceso de cambio tecnológico que comienza con el control del fuego en el pleistoceno medio (o quizá antes) (Gowlet, 2016), y continúa con la Revolución Agrícola, para acelerarse con la Revolución Industrial. Aunque la intensidad del presente cambio técnico está todavía sujeta a controversia, según

<sup>22</sup> Según el análisis de Blanchet, Chancel y Gethin (2022), la menor desigualdad existente en los países europeos en comparación con Estados Unidos obedece más a su menor desigualdad en términos de los resultados de mercado, que a la mayor capacidad redistributiva de sus sistemas de impuestos y transferencias (una vez consideradas las transferencias en especie y los impuestos indirectos, y categorizando las pensiones como ingresos de mercado), en especial, aquellas dirigidas a la mitad de la población con menor renta. En sus propios términos (2022: 480), “la ‘predistribución’, no la ‘redistribución’” explica por qué Europa es menos desigual que los Estados Unidos”.

la visión dominante, las actuales y futuras tecnologías vinculadas a la Revolución Digital supondrán un cambio sistémico en la forma de producir y organizar la sociedad<sup>23</sup>.

Como se ha señalado más arriba, el cambio técnico puede afectar tanto a la cantidad de empleo como a su calidad, y, en consecuencia, a la distribución de la renta y la desigualdad. Puede resultar paradójico que, a lo largo de la historia, la aparición de innovaciones en las formas de producir haya sido recibida con temor, toda vez que, en última instancia, las nuevas tecnologías prometían facilitar la producción y, por lo tanto, mejorar, al menos potencialmente, el acceso a bienes y servicios. Pero en la medida en que ese acceso para muchas personas depende de su trabajo, esas mismas tecnologías que prometían reducir la maldición divina recogida en el Génesis 3:19 (“ganarás el pan con el sudor de tu frente”) podían convertirse en una maldición al expulsarles del empleo y alterar su forma de vida.

La experiencia histórica muestra que esos temores eran parcialmente infundados, ya que el impresionante aumento de la productividad asociado al cambio técnico se ha ido absorbiendo, una y otra vez, mediante la reducción del tiempo de trabajo y el aumento de la producción y el consumo (con la correspondiente mejora del bienestar resultante de esa producción y este aumento). Lo cual no significa que el proceso de absorción haya sido rápido y automático. Al fin y al cabo, y esto es fundamental, la absorción de la producción por estas vías exige un acuerdo sobre cómo se van a distribuir las ganancias de productividad asociadas al cambio técnico entre la población. Por otra parte, y al margen de lo anterior, el cambio técnico altera la composición sectorial y ocupacional de la producción, con ganadores y perdedores, con avances y retrocesos en la calidad del trabajo, también desigualmente distribuidos.

Aunque la tecnología moldea la sociedad, esta última es más que tecnología. Quizá el principal problema al que se enfrentan las sociedades actuales es su no intervención (ni está ni

<sup>23</sup> Una visión distinta sobre el potencial transformador de la Revolución Digital, comparado con los cambios tecnológicos acontecidos entre 1870 y 1970, se puede encontrar en Gordon (2017).

se la espera) en la forma concreta en la que se están materializando los cambios tecnológicos vinculados a la Revolución Digital. El devenir de las nuevas tecnologías responde a los objetivos y preferencias de las empresas tecnológicas, quedando la sociedad y los gobiernos, en gran medida, al margen de ese proceso decisor. Y todavía está por demostrar que la forma concreta de materialización de las transformaciones tecnológicas responda a los intereses globales de la sociedad, y no a los intereses particulares de las empresas que los desarrollan, no teniendo ambos por qué coincidir. Si es dudoso que la “mano invisible” funcione satisfactoriamente en los procesos de asignación de bienes y servicios de mercado, mucho más lo es que exista una “mano invisible” virtuosa en los procesos de cambio tecnológico. Como señaló Anthony B. Atkinson (1944-2017) en la primera de las 15 propuestas para combatir la desigualdad, “la dirección del cambio tecnológico debería ser una preocupación explícita de los políticos (*policy-makers*) incentivando la innovación de una forma que aumente la empleabilidad de los trabajadores y las trabajadoras, enfatizando la dimensión humana de la provisión de servicios” (Atkinson, 2015: 118-19). En esta misma línea, Kanbur (2018) se pregunta por qué deberíamos tomar la trayectoria tecnológica como dada y qué impide a la sociedad alterar dicha trayectoria, con la finalidad de ajustarla a sus prioridades (por ejemplo, el empleo). Como señalan Acemoglu y Johnson (2023), “las empresas americanas están diseñando e introduciendo la IA con la finalidad de desplazar a los trabajadores, reducir su poder y degradar la experiencia de los consumidores (...) Pero la historia económica muestra que no tiene por qué ser así”.

Finalmente, hay que señalar que, de producirse desempleo tecnológico en un contexto de incapacidad de generar la demanda efectiva necesaria para la absorción de los crecimientos de productividad derivados del cambio técnico, el problema, una vez más, no sería de producción o recursos, ya que la sociedad nadaría en la abundancia gracias al maná tecnológico, sino de distribución del excedente. En definitiva, el problema residiría en cómo conseguir que aquellas personas ahora redundantes en el proceso productivo tengan acceso a ese maná caído del cielo.

## BIBLIOGRAFÍA

ACEMOGLU, D. y JOHNSON, S. (2023). What's wrong with ChatGPT? *Project Syndicate*, 6 de febrero.

ACEMOGLU, D. y RESTREPO, P. (2020). Robots and jobs: Evidence from US labor markets. *Journal of Political Economy*, 128(6), pp. 2188-2244.

ANTÓN, J.-I., KLENERT, D., FERNÁNDEZ-MACÍAS, E., URZÌ BRANCATI, M. C. y ALAVERAS, G. (2022). The labour market impact of robotisation in Europe. *European Journal of Industrial Relations*, 28(3), pp. 317–339.

ANTÓN, J. I., FERNÁNDEZ-MACÍAS, E. y WINTER-EBMER, R. (2022). Does robotization affect job quality? Evidence from European regional labor markets. *Industrial Relations: A Journal of Economy and Society*, 00, pp. 1–23.

ARNTZ, M., GREGORY, T. y ZIERAHN, U. (2016). The risk of automation for jobs in OECD countries: A comparative analysis. *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*, No. 189. París: OECD.

ATKINSON, A. B. (2015). *Inequality: What can be done?* Harvard: Harvard University Press.

AUTOR, D. H. (2015). Why are there still so many jobs? The *history and future of workplace automation*. *The Journal of Economic Perspectives*, 29(3), pp. 3-30.

AUTOR, D. y DORN, D. (2013). The growth of low-skill service jobs and the polarization of the US labor market. *American Economic Review*, 103(5), pp. 1553–1597.

AUTOR, D., LEVY, F. y MURNANE, R. (2003). The skill content of recent technical change: An empirical exploration. *Quarterly Journal of Economics*, 118(4), pp. 1279–1334.

AUTOR, D., KATZ, L. y KRUEGER A. (1998). Computing inequality: Have computers changed the labor market? *Quarterly Journal of Economics*, 113(4), pp. 1169–1213.

BAIocco, S., FERNÁNDEZ-MACÍAS, E., RANI, U. y PESOLE, A. (2022). *The algorithmic management of work and its implications in different contexts* (Background Paper Series of the Joint EU-ILO Project “Building Partnerships on the Future of Work”). Ginebra: ILO.

BERG, J. (2016). *Income security in the on-demand economy: Findings and policy lessons from a survey of crowdworkers* (Conditions of Work and Employment Series No. 74). Ginebra: ILO.

BIVENS, J. y KANDRA, J. (2022). *CEO pay has skyrocketed 1,460 % since 1978*. Washington, DC: Economic Policy Institute.

BLANCHET, T., CHANCEL, L. y GETHIN, A. (2022). Why is Europe more equal than the United States? *American Economic Journal: Applied Economics*, 14(4), pp. 480-518.

BOWLES, J. (2014). The computerisation of European jobs. *Bruegel Blog*, 17 de julio. <https://www.bruegel.org/blog-post/computerisation-european-jobs>

CALLIGARIS, S., CRISCUOLO, C. y MARCOLIN, L. (2018). Mark-ups in the digital era. *OECD Science, Technology and Industry Working Paper*, No. 2018/10. París: OECD Publishing.

CETTE, G., DEVILLARD, A. y SPIEZIA, V. (2022). Growth factors in developed countries: A 1960-2019 growth accounting decomposition. *Comparative Economic Studies*, 64(2), pp. 159–185.

CONSEIL D'ORIENTATION POUR L'EMPLOI, COE. (2017). *Automation, digitalisation and employment. Report of the Conseil d'orientation pour l'emploi (Employment Advisory Council). Volume 1: Impacts on job numbers, structure and location*. París: Conseil d'orientation pour l'emploi (Employment Advisory Council).

CRAFTS, N. y WOLTJER, P. (2021). Growth accounting in Economic History. Findings, lessons and new directions. *Journal of Economic Surveys*, 35(3), pp. 670-696.

DAUTH, W., FINDEISEN, S., SUEDEKUM, J. y WOESSNER, N. (2021). The adjustment of labor

markets to robots. *Journal of the European Economic Association*, 19(6), pp. 3104–3153.

DENGLER, K. y MATTHES, B. (2018). The impacts of digital transformation on the labour market: Substitution potentials of occupations in Germany. *Technological Forecasting & Social Change*, 137, pp. 304-316.

DERANTY J. P. y CORBIN, T. (2022). Artificial intelligence and work: A critical review of recent research from the social sciences. *AI & Society*. <https://doi.org/10.1007/s00146-022-01496-x>

DOCTOROW, C. (2023). Pluralistic: The AI hype bubble is the new crypto hype bubble. *Pluralistic: Daily links from Cory Doctorow* (9 de marzo). <https://pluralistic.net/2023/03/09/autocomplete-worshippers/>

ELOUNDU, T., MANNING, S., MISHKIN, P. y ROCK, D. (2023). GPTs are GPTs: An early look at the labor market impact potential of large language models. *Working paper*. Cornell University (arXiv:2303.10130v4).

EPI. (2022). *The productivity–pay gap*. Washington DC: Economic Policy Institute. <https://www.epi.org/productivity-pay-gap/>

EUROBAROMETER. (2012). Public attitudes towards robots. *Special Eurobarometer*, 382. Luxemburgo: Publications Office of the European Union.

EUROFOUND Y EUROPEAN COMMISSION JOINT RESEARCH CENTRE. (2021). *European Jobs Monitor 2021: Gender gaps and the employment structure*. European Jobs Monitor series. Luxemburgo: Publications Office of the European Union.

FELTEN, E. W., RAJ, M. y SEAMANS, R. (2018). A method to link advances in artificial intelligence to occupational abilities. *AEA Papers and Proceedings*, 108, pp. 54-57.

FELTEN, E. W., RAJ, M. y SEAMANS, R. (2019). *The occupational impact of artificial intelligence: Labor, skills, and polarization* (8 de septiembre). Nueva York: NYU Stern School of Business.

FELTEN, E. W., RAJ, M. y SEAMANS, R. (2023). *How will language modelers like ChatGPT affect*

*occupations and industries?* [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=4375268](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4375268)

FERNÁNDEZ-MACÍAS, E. (2018). *Automation, digitisation and platforms: Implications for work and employment*. Luxemburgo: Eurofound, Publications Office of the European Union.

FERNÁNDEZ-MACÍAS, F. y HURLEY, J. (2017). Routine-biased technical change and job polarization in Europe. *Socio-Economic Review*, 15(3), pp. 563–585.

FERNÁNDEZ-MACÍAS, E., KLENERT D. y ANTÓN, J.-I. (2021). Not so disruptive yet? Characteristics, distribution and determinants of robots in Europe. *Structural Change and Economic Dynamics*, 58, pp. 76–89.

FERNÁNDEZ-MACÍAS, E., URZÌ BRANCATI, C., WRIGHT, S. y PESOLE, A. (2023). *The platformisation of work. Evidence from the JRC Algorithmic Management and Platform Work survey (AMPWork)*. Sevilla: Joint Research Center, European Commission.

FREY, C. B. y OSBORNE, M. A. (2013). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114254-280.

GEORGIEFF, A. y HYE, R. (2021). Artificial intelligence and employment: New cross-country evidence. *OECD Social, Employment and Migration Working Paper*, No. 265. París: OECD. <https://dx.doi.org/10.1787/c2c1d276-en>

GIMPEL, J. y DRALLNY DE REATY, C. (1982). *La Revolución Industrial en la Edad Media*. Barcelona: Taurus.

GOOS, M., MANNING, A. y SALOMONS, A. (2014). Explaining job polarization: Routine-biased technological change and offshoring. *American Economic Review*, 104(8), pp. 2509-2526.

GORDON, R. J. (2017). *The rise and fall of American growth: The U.S. standard of living since the Civil War*. Princeton: Princeton University Press.

GOWLETT, J. A. (2016). The discovery of fire by humans: A long and convoluted process.

*Philosophical Transactions B. R. Soc.*, 371, 20150164.

HANDEL, M. J. (2022). Growth trends for selected occupations considered at risk from automation. *Monthly Labor Review*, julio.

HEILBRONER, R. L. (1965). Men and machines in perspective. *National Affairs*, otoño, pp. 27-36.

HOLLANDER, S. (2019). Retrospectives: Ricardo on machinery. *The Journal of Economic Perspectives*, 33(2), pp. 229-242.

HUBERMAN, M. y MINNS, C. (2007). The times they are not changin': Days and hours of work in old and new Worlds, 1870-2000. *Explorations in Economic History*, 44(4), pp. 538-567.

IFR. (2022). *World robotics. Industrial robots 2022*. Frankfurt: International Federation of Robotics.

JUNGMITTAG, A. y PESOLE, A. (2019). The impact of robots on labour productivity - A panel data approach covering 9 industries and 12 countries. *JRC Working Papers Series on Labour, Education and Technology*, 2019/08. Sevilla: Joint Research Centre, European Commission.

KANBUR, R. (2018). On three canonical responses to labour saving technical change. *VOXEU, CEPR*, 8 de enero. <https://cepr.org/voxeu/columns/three-canonical-responses-labour-saving-technical-change>

KEYNES, J. M. (2010 [1930]). The economic possibilities of our grandchildren. En J. M. KEYNES, *Essays in persuasion*. Londres: Palgrave Macmillan.

McKINSEY GLOBAL INSTITUTE. (2017). *A future that works: Automation, employment and productivity*, January. McKinsey Global Institute.

MILANOVIC, B. (2016). Three fallacies that make you fear a robot economy. Robotics or fascination with anthropomorphism. *globalinequality*, 12 de septiembre. <http://glineq.blogspot.com/2016/09/fascination-with-anthropomorphism.html>

MILANOVIC, B. (2017). Rising capital share and transmission into higher interpersonal inequality. *VOXEU, CEPR*, 16 de mayo. <https://cepr.org/voxeu/columns/rising-capital-share-and-transmission-higher-interpersonal-inequality>

MOKYR, J. (1993). *La palanca de la riqueza. Creatividad tecnológica y progreso económico*. Madrid: Alianza.

MOKYR, J., VICKERS, C. y ZIERBATH, N. I. (2015). The history of technological anxiety and the future of economic growth: Is this time different? *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), pp. 31-51.

MUÑOZ DE BUSTILLO, R. (2019). *Mitos y realidades del Estado de Bienestar*. Madrid: Alianza Ed.

MUÑOZ DE BUSTILLO, R. y FERNÁNDEZ-MACÍAS, E. (2021). Modelo productivo, empleo y calidad de empleo. Claves de un futuro pospandémico. *Panorama Social*, 34, pp. 29-45.

MUÑOZ DE BUSTILLO, R., FERNÁNDEZ-MACÍAS, E., ANTÓN, J. -I y ESTEVE, F. (2011). *Measuring more than money. The social economics of job quality*. Londres: Edward Elgar.

MUÑOZ DE BUSTILLO, R., GRANDE, R. y FERNÁNDEZ-MACÍAS, E. (2022). Innovation and job quality (pp. 244-273). En C. WARHURST, C. MATHIEU y R. E. DWYER (Eds.), *The Oxford Handbook of Job Quality*. Oxford: Oxford University Press.

NAGL, W., TITELBACH, G. y VALKOVA, K., (2017). *Digitalisierung der Arbeit: Substituierbarkeit von Berufen im Zuge der Automatisierung durch Industrie 4.0. Endbericht*. <https://irihs.ihs.ac.at/id/eprint/4231/>

NEDELKOSKA, L. y QUINTINI, G. (2018). Automation, skill use and training. *OECD Social, Employment and Migration Working Paper*, No. 202. París: OECD.

OESCH, D. y PICCITTO, G. (2019). The polarization myth: Occupational upgrading in Germany, Spain, Sweden and the UK, 1992-2015. *Work and Occupations*, 46(4), pp. 441-469.



OSH PULSE. (2022). *Occupational safety and health in post-pandemic workplaces*. Flash Eurobarometer Report, European Agency for Safety and Health at Work.

OYARZUN MONTES, L. F. (2021). *El nihilismo tecnológico y los desafíos del pensamiento crítico. Una macrofilosofía del presente contemporáneo*. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona.

PAJARINEN, M. y ROUVINEN, P. (2014). *Computerization threatens one third of Finnish employment* (ETLA Brief No. 22). Helsinki: The Research Institute of the Finnish Economy.

PIASNA, A., ZWYSEN, W. y DRAHOKOUPIL, J. (2022). The platform economy in Europe. Results from the second ETUI Internet and Platform Work Survey. *Working Paper 2022.0*, ETUI, Bruselas.

POLACKO, M. (2021). Causes and consequences of income inequality – An overview. *Statistics, Politics and Policy*, 12(2), pp. 341-357.

POULIAKAS, K. (2018). Determinants of automation risk in the EU labour market: A skills-needs approach. *IZA Discussion Paper*, No. 11829). Bonn: Institute of Labor Economics.

PWC. (2018). *Will robots really steal our jobs? An international analysis of the potential long-term impact of automation*. PricewaterhouseCoopers LLP.

RIFFKIN, J. (1995). *The end of work: The decline of the global labor force and the dawn of the post-market era*. Nueva York: Putnam Publishing Group.

ROSER, M. (2023). AI timelines: What do experts in artificial intelligence expect for the future? *Our World in Data*. <https://ourworldindata.org/ai-timelines>

SCHNEEMELCHER, P. y STÄDER, P. (2018). Wage-productivity gap: Four tales from the Eurozone. *Social Europe*, 16 de julio. <https://www.socialeurope.eu/wage-productivity-gap-four-tales-from-the-eurozone>

SCHWELLNUS, C., KAPPELER, A. y PIONNIER, P. A. (2017). Decoupling of wages from productivity:

Macro-level facts. *OECD Economics Department Working Papers* No. 1373. París: OECD.

STIEGLER, B. (2015). Power, powerlessness, thinking, and future. *LARB Los Angeles Review of Books*, 18 de octubre. <https://lareviewofbooks.org/article/power-powerlessness-thinking-and-future/>

VALENDUC, G. y VENDRAMIN, P. (2019). *The mirage of the end of work* (Foresight Brief#06-March). Bruselas: ETUI.

WHAPLES, R. (1990). Winning the eight-hour day, 1909–1919. *The Journal of Economic History*, 50(2), pp. 393-406.

ZHOU, G., CHU G., LI, L. y MENG, L. (2020). The effect of artificial intelligence on China's labor market. *China Economic Journal*, 13(1), pp. 24-41.