Automatización y empleo: la "Paradoja de Polanyi" revisitada[1]

Automation and employment: the "Polanyi Paradox" revisited

JUAN JOSÉ FERNÁNDEZ DOMÍNGUEZ *Catedrático de Derecho del Trabajo y de la Seguridad Social*
Universidad de León
https://orcid.org/0000-0002-5231-7566

Cita sugerida: FERNÁNDEZ DOMÍNGUEZ, J.J. "Automatización y empleo: la "Paradoja de Polanyi" revisitada". *Revista Crítica de Relaciones de Trabajo, Laborum. nº 1 (2021*): 63-93.

Resumen

Tras analizar la "guerra de cifras" en distintos estudios de la mayor difusión respecto a la repercusión de la automatización sobre el empleo, el estudio centra su atención en la evolución comparada de los parámetros dados por la tecnología, la productividad y las condiciones de trabajo. La "paradoja" o "rompecabezas" de la productividad y la "falacia de la cantidad fija de trabajo" abren paso a una reflexión sobre el efecto más notable de la tecnología en esta revolución en marcha: la polarización o segmentación socio-laboral, explicada a través de la "paradoja de Polanyi". Las conclusiones obtenidas sirven para defender un conjunto de premisas básicas a la hora de plantear la intervención normativa a nivel internacional y estatal, donde el protagonismo de una reforma laboral y educativa es evidente.

Palabras clave

Automatización; empleo; productividad; condiciones de trabajo; reformas legales

Abstract

After analysing the "war of numbers" in the most widely distributed studies regarding the impact of automation on employment, the study focuses its attention on the comparative evolution of the parameters given by technology, productivity and working conditions. The "paradox" or "puzzle" of productivity and the "fallacy of the fixed amount of work" give way to a reflection on the most notable effect of technology in this ongoing revolution: polarisation or socio-labour segmentation, explained through the "Polanyi paradox". The conclusions obtained serve to defend a set of basic premises when proposing normative intervention at the international and state level, where the role of a labour and educational reform is evident.

Keywords

Automation; job; productivity; working conditions; legal reforms

1. PLANTEAMIENTO

La idea de que "sabemos más de lo que podemos explicar" toma forma como concepto epistemológico, acompañado de claras implicaciones sociológicas, ya avanzada la segunda mitad del siglo pasado. La capacidad para reconocer las múltiples expresiones de la cara humana, pero sin poder describir la forma bajo la cual tiene lugar el proceso, o la que demuestran los expertos para identificar el fraseo de un pianista o el itinerario de envejecimiento de un vino, pudiendo describir alguno de los elementos constitutivos de su convicción aunque siendo incapaces de transmitir en su totalidad la razón en virtud de la cual alcanzan su convicción, son algunos de los ejemplos a partir de los cuales el filósofo británico-húngaro proponía su teoría acerca de que el conocimiento sobre cómo funciona el mundo está en gran medida fuera de la comprensión explícita del hombre, al existir muchas tareas cuya forma de realización puede entender intuitivamente, pero no verbalizar las reglas y procedimientos que están detrás[2].

La exploración de esta dimensión del saber permite asentar el concepto de conocimiento tácito, como aquel en virtud del cual las personas aprenden de las experiencias e interiorizan su

[1] El presente estudio ha sido realizado en el marco del Proyecto de Investigación concedido por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad bajo el título *Nuevos lugares, distintos tiempos y modos diversos de trabajar. Innovación tecnológica y cambios en el ordenamiento social*, DER 2017-821792-C3.1.R.

[2] POLANYI, M.: *The tacit dimension*, Nueva York (Doubleday), 1966; versión consultada, *La dimensión tácita*, Chicago (Universidad de Chicago), 2009, en particular págs. 1-16.

Fecha Recepción: 16/8/2021 - Fecha Revisión: 30/8/2021 - Fecha Aceptación: 7/9/2021
Pags. 63-93

saber de manera inconsciente ("habita en nuestra conciencia"), aun cuando sea difícil de articular y codificar de forma tangible. "Auto ignorancia" revisitada desde su formulación inicial por muchos autores; no pocos para explicar, a partir del conocimiento tácito, varios de los importantes desafíos a los cuales ha debido, debe y deberá hacer la informatización y la automatización en las últimas décadas y en las venideras.

De seguro, la aproximación más conocida, y también la más apegada a su esencia original, es la que desarrolla el prestigioso investigador de origen austríaco y nacionalidad canadiense que sirve para dar nombre a una idea susceptible de ser sintetizada bajo la afirmación de que, "comparativamente, es fácil conseguir que las computadoras muestren capacidades similares a las de un humano adulto en test de inteligencia, y difícil o imposible lograr que posean las habilidades perceptivas y motrices de un bebe de un año". Sentando, por ende, que en comparación con tareas sofisticadas y que demandan un razonamiento complejo y de alto nivel, las más difíciles de automatizar son cuantas requieren dominar habilidades físicas y cognitivas que resultan naturales y fáciles de realizar para los hombres, así como cuantas reclaman flexibilidad, emitir juicios y utilizar el sentido común, es decir, aquellas que las personas solo comprenden por vía tácita[3].

Veinticinco años después de esta última formulación, un influyente economista americano revisitó ambas ideas y las popularizó como "paradoja de Polanyi" y "paradoja de Moravec" (aun cuando, en realidad, disten de incorporar una verdadera contradicción y reflejen más bien una dificultad[4]) para, a partir de tales cimientos, aplicar las oportunas consecuencias sobre el empleo y sostener de manera abierta que muchos han sido quienes han sobreestimado el alcance de la sustitución del trabajo humano por las máquinas o algoritmos, descubriendo, al lado de labores rutinarias fáciles de automatizar, otras tareas que desafían la evolución de la inteligencia artificial.

Polarización o segmentación evidente entre trabajadores, pero no drástica disminución de puestos de trabajo; o al menos no a medio y largo plazo, dada las nuevas ocupaciones que sustituyen a cuantas devienen obsoletas. Así lo ha venido demostrando a través de la historia la evolución de las constantes tecnología-productividad-empleo, cuya confirmación en la situación actual exigirá hacer frente a la difundida como "paradoja de la productividad" y seguir rebatiendo la falacia firmemente asentada sobre la cantidad fija de trabajo.

Hacerlo, además, en un contexto en el cual la paradoja que intitula la reflexión puede encontrar elementos de evolución significativos a través de los retos que sirven preparar la siguiente revolución industrial cuando aún está en pleno desarrollo la precedente: la computación cognitiva, como unión de lo humano, físico y digital destinada a intentar imitar, también, el comportamiento humano a través de la acumulación de experiencias. El desafío y estrategia de desarrollo discurren, de este modo, por la acumulación y proceso de datos estructurados y no estructurados con el propósito de extraer todo el conocimiento tácito de ellos derivado. Pero incluso en el escenario final extremo de haber alcanzado un éxito relativo en el empeño, la bautizada como paradoja de Polanyi acabaría volviendo a ser válida: en primer lugar, y en la medida en la cual los sistemas pueden aprender de su propia experiencia y se auto programan, generarán nuevo conocimiento, pero este seguirá siendo tácito, sin poder transmitirlo a los humanos, con lo cual "las máquinas sabrán más de

[3] MORAVEC, H.: *Mind children: The future of robot and human intelligence*, Cambridge, Mass. (Harvard University Press), 1988, con anotaciones sugerentes sobre su versión inicial en MORAVEC, H.: "When will computer match the human brain?", *Journal of Evolution and Technology*, Vol. I, 1998, págs. 1-12.

[4] AUTOR, D. H.: "Polanyi's paradox and the shape of employment growth", *NBER Working Paper Series*, núm. 20485, 2014, en https://www.nber.org/papers/w20485. En realidad, su construcción prefiere la formulación de Polanyi frente a la de Moravec, pues "también explica por qué el razonamiento de alto nivel es fácil de informatizar y las habilidades sensomotrices no. El razonamiento de alto nivel utiliza un conjunto de herramientas formales que fueron desarrolladas específicamente para abordar problemas formales (…). Las habilidades sensomotrices, la flexibilidad física, el sentido común, el juicio, la interacción, la creatividad, el lenguaje hablado, etc, son capacidades 'incorporadas' que la especie evolucionó en lugar de desarrollar. La formalización de estas habilidades requiere la ingeniería inversa de un conjunto de actividades que normalmente llevamos a cabo utilizando la compresión tácita" (pág. 8, nota 10).

lo que nos explicarán"[5]; en segundo término, y precisamente en esa medida, resultará más imprescindible que nunca recuperar el control de cuanto ocurre, lo cual hará volver los ojos, una vez más, sobre la singularidad del hombre en cuanto hace a habilidades no cognitivas como nueva fuente de empleabilidad[6].

2. VOCES DE ALARMA Y UNA LECCIÓN DESDE LA HISTORIA

"Lo que temen muchos expertos en empleo es que la automatización pueda impedir la creación de los suficientes nuevos trabajos. A día de hoy las nuevas industrias ofrecen, en términos comparativos, pocos trabajos para los pocos o medianamente cualificados, justo aquella clase de trabajadores cuyos puestos han sido eliminados por la automatización". De no conocer que la fecha de la noticia (publicada bajo el impactante titular del "la automatización sin trabajo") es 1961[7], bien cabría tomarla por una más de las que habitualmente figuran en los medios de comunicación en 2021. Reflejo preclaro de un temor generalizado que a día de hoy justifica numerosas decisiones cuyo fundamento podría ser perfectamente el altamente alarmista que en 1964 movió al Presidente Johnson a crear la Comisión sobre Tecnología, Automatización y Progreso Económico, reconociendo los síntomas de cuanto entonces se presumía como una crisis en el empleo sin precedentes y de efectos a corto plazo[8].

Medio siglo ha transcurrido y los ecos de continuas informaciones respecto a los efectos devastadores de la automatización sobre el empleo no han dejado de seguir apareciendo teñidos de un signo de fatalidad, cuyo predicamento aumenta sobremanera bajo el aliento de las crisis. El éxito mediático alcanzado por estos mensajes de alarma, unido a las estadísticas económicas poco halagüeñas a lo largo de lo que va de siglo, pueden ser algunas claves capaces de explicar que hayan calado más y alcanzado superior impacto los planteamientos especulativos que, con fortuna, han sido calificados como "escatología del fin del trabajo"[9]. A su lado, y con igual o superior solvencia, cabrá dar cuenta de otros estudios menos difundidos que permiten cuestionar las cifras y los porcentajes tan populares en medios de comunicación y redes sociales -lo cual hasta cierto punto es normal-, pero también -y no siempre con el debido rigor- en revistas científicas.

2.1. De los patrones más difundidos respecto a las repercusiones de la automatización sobre el empleo a los informes que los desmienten

Con el punto de partida situado en que el cambio tecnológico anuncia una permanente transformación disruptiva de la forma y modos de entender la idea de trabajo, proliferan análisis que cuestionan no solo su nivel de mantenimiento, sino su propia pervivencia. Reflexiones convertidas

[5] FERRÀS HERNÁNDEZ, X.: "La paradoja de Polanyi", *Blog Innovación 6.0*, 17 agosto 2017, https://xavierferras.com/2017/08/la-paradoja-de-polanyi/.

[6] HIDALGO, M. A.: *El empleo del futuro: Un análisis del impacto de las nuevas tecnologías en el mercado laboral*, Barcelona (Ediciones Deusto), 2018, en particular, págs. 62 y ss., con compendio muy apropiado en HIDALGO, M. A.: "La dialéctica entre el hombre y la máquina: consecuencias y acciones para un futuro incierto", *Economistas*, núm. 165 (*Globalización 4.0*), 2019, pág. 79, https://privado.cemad.es/revistas/online/Revistas/Economistas-165.pdf/170.

[7] TIME: "The automation jobless", 24 de febrero de 1961, en http://content.time.com/time/subscriber/article/0,33009,828815-1,00.html.

[8] De interés especial el discurso de BOWEN, H. R.: *Report of the National Commission on Tecnology, Automation, and Economy Progress*, Washington (US Government Office), Vol. 1, 1966, Presentación, págs. 3 y 4, en hpps://files.erie.ed.gov/fulltext/ED023803.pdf. Conviene recordar -por su similitud evidente, que a día de hoy sigue constituyendo aval para la constitución de otros órganos aunque sean menos ambiciosos– que los motivos de su fundación quedaron situados en "identificar y evaluar los efectos pasados, el papel actual y futuro y el ritmo del cambio tecnológico; identificar y describir el impacto de los cambios tecnológicos en la forma de producir y en el empleo, incluyendo las nuevas demandas laborales y los principales tipos de desplazamientos del trabajador, tanto tecnológico como económico, que presumiblemente acaezcan en los próximos 10 años".

[9] MERCADER UGINA, J. R.: *El futuro del trabajo en era de la digitalización y robótica*, Valencia (Tirant lo Blanch), 2016, págs. 38 a 49.

en oráculo o profecía común a toda una línea de pensadores esforzados en presentar "panoramas distópicos" y "visiones catastrofistas"[10], cuyo máximo exponente en la actualidad, de seguro, se encuentra en la obra que, bajo tal título, ha alcanzado a ser referencia casi obligada en cualquier discurso sobre la materia, ya para corroborar sus tesis, ya para refutarlas[11].

La deducciones alcanzadas en esa obra, a partir de una lectura cuando menos singular de datos económicos obtenidos de la hemeroteca y puestos en relación con una selección bastante arbitraria de otros actuales, sirvió para abrir la veda a cálculos que tratan de aquilatar o cuantificar el impacto. De entre todos, el que más divulgación ha obtenido (acreditaba más de 900 artículos citándolo en Google Scholar en abril de 2017, superaba los 2.800 a mediados de 2018 y ronda los 9.000 al escribir estas líneas) ha sido aquel que en 2013 aseguraba sin ambages ni excesivo rigor (de ahí que su publicación no fuera admitida en una revista con revisión por pares hasta 2017, lo cual no fue óbice para que, entre ambas fechas, y gracias a la financiación de Citibank, sus valoraciones alcanzaran una repercusión viral) que, "potencialmente, el 47% del total del empleo norteamericano se encontraba en riesgo de automatización"[12].

El patrocinio de potentes entidades permite encontrar otras "investigaciones" destinadas a corroborar tan altísimo impacto, financiadas por McKinsey (la cual asegura que el 46% del tiempo de trabajo es técnicamente automatizable y, más tarde, uniendo la predicción anterior al efecto de la COVID-19, incluso modifica sus calculos al alza[13])[14], PwC (el 30% de los trabajos en Gran Bretaña estarían en alto potencial de riesgo de automatización)[15], Deloitte (el 35% de los trabajos en Gran Bretaña son altamente susceptibles de automatización)[16] o, entre bastantes más, el Future of Humanity Institut de la Universidad de Oxford (en gran medida financiado por un billonario de Facebook y cuyo análisis concluye que la mayor parte de las funciones humanas podrán ser reemplazadas por robots incluso en aspectos tales como escribir *best sellers* -para 2049- o actuar como cirujano -para 2053-)[17].

Frente a tales datos, y como contrapunto, distintas organizaciones internacionales (y también alguna empresa) han respondido con otros informes capaces de dar pie a una "guerra de cifras", entre los cuales cabría reseñar, a modo de simple muestra, las estadísticas de la OCDE (a partir de

[10] SARTORIO, L.: "Qué sabemos (y que no sabemos) sobre el futuro del trabajo", *Nueva Sociedad*, núm. 279, 2019, pág. 74, en https://static.nuso.org/media/articles/downloads/4.TC_Sartorio_279.pdf.

[11] RIFKIN, J.: *El fin del trabajo (Nuevas tecnologías contra puestos de trabajo: el nacimiento de una nueva era*), México (Paidós), 1996, *en https://s7d00f109a9e98130.jimcontent.com/download/version/1336274934/module/6066165182/name/Jeremy%20Rifkin%20-%20El%20Fin%20del%20Trabajo.pdf.*

[12] FREY, C. y OSBORNE, M.: "The future of employment: How susceptible are jobs to computerization?", 2013, en https://www.fhi.ox.ac.uk/wp-content/uploads/The-Future-of-Employment-How-Susceptible-Are-Jobs-to-Computerization.pdf; La obra, que cuenta con la colaboración de 'Citi Research', toma forma bajo el título "Technology at work: The future of innovation and employment", 2015, en https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/reports/Citi_GPS_Technology_Work.pdf. Bajo el título original aparece publicada en la revista *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 114, 2017, págs. 254-280.

[13] LUND, S. *et alii*: *The future of work after COVID-19*, 2021, en https://www.voced.edu.au/content/ngv 89731.

[14] MANYIKA, J. *et alii*: *A future that works: Automation, employment and productivity*, McKinsey Global Institute, febrero 2017, en https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/featured%20insights/Digital%20Disruption/Harnessing%20automation%20for%20a%20future%20that%20works/MGI-A-future-that-works-Executive-summary.ashx.

[15] BERRIMAN, R.: "Will robots steal our jobs? The potential impact of automation on the UK and other major economies", *UK Economie Outlook*, marzo 2017, en particular Capítulo IV, en https://www.pwc.co.uk/economic-services/ukeo/pwcukeo-section-4-automation-march-2017-v2.pdf.

[16] SIN AUTOR: *Citizens, government and business: the state of the State 2017-2018*, 2017, pág. 10, en https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/uk/Documents/public-sector/deloitte-uk-the-state-of-the-state-report-2017.pdf.

[17] GRACE, K. *et alii*: "Viewpoint: When will AI exceed human performance? Evidence form AI experts", *Future of Humanity Institute Working Paper,* 2018, pág. 729, en https://arxiv.org/abs/ 1705.08807.

las cuales únicamente el 9% de los trabajos son altamente automatizables)[18], el FMI (bajo cuya opinión el nivel de incidencia oscila entre el 11 y el 20%)[19], Randstad (1 de cada 7 trabajadores resultarán los afectados)[20], Accenture (el 9% en Gran Bretaña, 10% en Estados Unidos y el 15% en Alemania, con posible reducción si obra una aprendizaje acelerado en nuevas tecnologías)[21] o, centrando solo la atención en la influencia de la robótica -pero con reflexión que se extiende a la automatización-, de la IFR (donde, aceptando el efecto sustitución, se niega la premisa mayor, para afirmar que ni los robots ni los procesos de automatización destruirán empleo -de hecho, lo estarían generando-, al surgir otros nuevos en igual -o mayor- número)[22].

Basten las muestras anteriores para poner de relieve dos datos sencillos de inferir. De un lado, la proliferación de opiniones o enfoques solo en apariencia científicos, pues cuantos se ha mencionado, y que figuran entre los más citados, en algunos supuestos carecen de autor; en otros, el patrocinio de o el contrato con quien tiene interés directo en determinado resultado resta credibilidad a cuanto pudiera parecer un encargo; en fin, y en muchos de ellos, más que estudios con un auténtico método capaz de avalar las conclusiones obtenidas, constituyen pareceres que, si bien desde un plano especulativo pudieran ser de recibo, carecen de la base empírica para merecer superior credibilidad, según han denunciado voces autorizadas[23] y algunas Administraciones[24]. De otro, y conforme muestra de manera gráfica un documentado cuadro comparativo publicado por la OMC[25], destinado a recoger algunos de los informes o análisis reseñados (junto a otros con otros del mismo tenor[26] y uno -justo es reconocerlo- de superior rigor[27]), proporciona respuestas de una heterogeneidad tal que, obviamente, no pueden obedecer tan solo a los distintos enfoques utilizados para la aproximación, sino a un problema de cimientos, bajo la forma de variables conjugadas de distinta forma capaces de conducir a tan grandes márgenes de relatividad[28].

---

[18] ARNTZ, M.; GREGORY, T. y ZIERAHN, U.: "The risk of automation for jobs in OECD Countries: A comparative analysis", *OECD Social*, *Employment, and Migration Working Paper*, núm. 189, 2016, en http://www.ifuturo.org/sites/default/files/docs/automation.pdf.

[19] CHI DAO, M.; DAS, M.; KOCZAN, Z. y LIAN, W: "Understanding the downward trend in labor income shares", *World Economic Outlook, April 2017: Gaining Momentum?*, 2017, Capítulo 3, en https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2017/04/04/world-economic-outlook-april-2017.

[20] GOOS, M. y SALOMON, A.: *Randstad-Research. El futuro del trabajo (flexibility@work)*, 2020, https://www.randstadresearch.es/wp-content/uploads/2020/04/RANDSTAD-RESEARCH-Informe-Flexibility -El-futuro-del-trabajo-1.pdf.

[21] SHOOK, E. y KNICKREM, M.: *Harnesing revolution: Creating the future workforce (Accenture Strategy)*, 2017, https://www.accenture.com/_acnmedia/pdf-40/accenture-strategy-harnessing-revolution-pov.pdf.

[22] IFR (INTERNATIONAL FEDERATION OF ROBOTICS): *The impact of robots on productivity, employment and jobs*, 2017, pág. 11, en https://ifr.org/img/office/IFR_The_Impact_of_Robots_on_ Employment.pdf.

[23] Sirvan los autorizados comentarios de AUTOR, D. H.: "Why are there still so many jobs? The History and the future of workplace automation", *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 29, núm. 3, 2015, en https://economics.mit.edu/files/11563; con mayor contundencia aún, McGAUGHEY, E.: "Will robots automate your job away? Full employment, basic income, and economic democracy", *Center for Business Research, University of Cambridge Working Paper,* núm. 496, 2018, en https://www.cbr.cam.ac.uk/fileadmin/user_upload/centre-for-business-research/downloads/working-papers/wp496.pdf.

[24] EXECUTIVE OFFICE OF THE PRESIDENT (USA): *Artificial Intelligence, automation, and the Economy*, diciembre 2016, págs. 8 y 9, en https://obamawhitehouse.archives.gov/ sites/ whitehouse. gov/ files/documents/Artificial-Intelligenc-Automation-Economy.PDF.

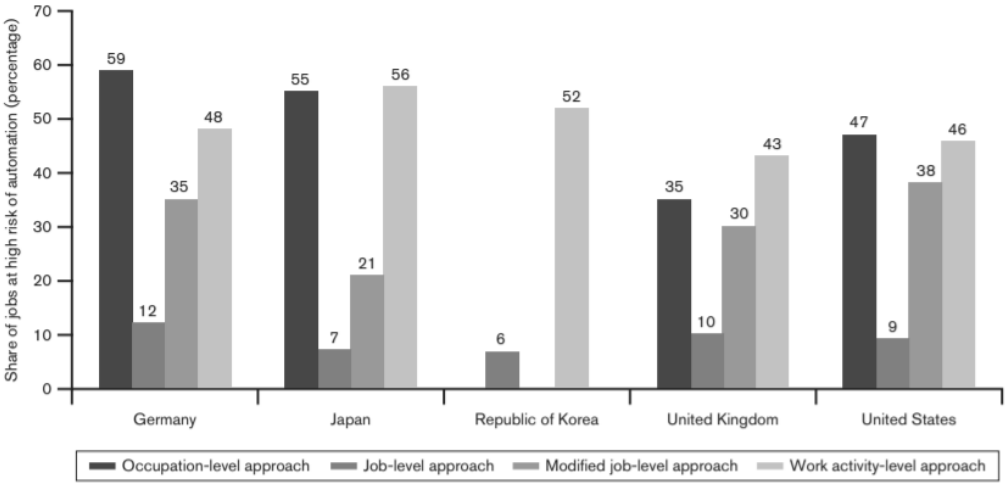
[25] WTO: *World Trade Report 2017: Trade, technology and jobs*, 2017, pág. 95, en https://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/world_trade_report17_e.pdf.

[26] Así, BRZESKI, C. y BURIK, I.: "Die Roboter kommen. Folgen der Automatisierung für den deutschen Arbeitsmarkt", *ING-DiBa Economic Research*, Frankfrut, abril 2015, en https://www.ing-diba.de/binaries/content/assets/pdf/ueber-uns/presse/publikationen/ing-diba-economic-analysis-die-roboter-kommen.pdf.

[27] DAVID, B.: "Computer technology and probable job destructions in Japan: An evaluation", *Journal of the Japanese and International Economies*, Vol. 43, 2017, págs. 77-87, en https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889158317300011.

[28] Una exposición medida de algunos de estos informes más populares en UGT: *Impacto de la automatización en el empleo en España. Recopilación y traslación de los principales estudios*, Madrid (UGT), 2018, en https://www.ugt.es/sites/default/files/24-_maquetado-_impacto_de_la_automatizacion_en_el_empleo_en_espana.pdf.

Figura 1.- Comparación de distintas aproximaciones para estimar el porcentaje de trabajos en riesgo de automatización



Fuente: SECRETARIADO DE LA OMC (2017). Con fundamento en los análisis del nivel de ocupación (Bizeski y Burk, 2015; Deloitte, 2015; David, 2017 y Frey y Osborne, 2107), de nivel de trabajo (Arntz. *et alii*, 2016), de modificación del nivel de trabajo (PwC, 2017) y de actividad laboral (McKinsey, 2017).

Puesto que las cifras sin más fundamento nada resuelven, preciso será sistematizar los argumentos sobre los cuales se asientan, partiendo a tal fin del examen histórico de una cuestión que, según ha quedado expuesto, dista de ser nueva.

2.2. Tecnología y empleo a través de la Historia. Pautas para el análisis

Adentrarse en el análisis de la copiosa literatura que trata de la relación entre tecnología y empleo para sentar sus predicciones avoca a tal variedad de escenarios con matices diversos que, a riesgo de perder el norte, mueve a prescindir de lo accidental y centrar la atención en lo sustancial. A tal propósito, puede resultar muy útil la perspectiva de quien sugiere un criterio taxonómico tan simple como el derivado de clasificar los planteamientos en cuantos contemplan el trabajo como "una carrera contra las máquinas o acompañando a las máquinas"[29].

Optimistas y pesimistas coinciden en el dato de que cualquier revolución o disrupción tecnológica ha traído y trae consigo sustanciales costes sociales bajo la forma de desempleo y desigualdad. Sobre tan inevitable como o dramática consecuencia, las diferencias se asientan en el dato principal de que los unos consideran que el impacto es estrictamente temporal y puede ser mitigado a través de políticas ordenadas a tal propósito; por contra, los otros, ante lo irreversible del avance tecnológico (sin otorgar margen alguno a cualquier variante neoludita), auguran a corto, medio e incluso largo plazo un desempleo masivo y permanente, capaz de provocar una abierta polarización en la sociedad y sin más solución que políticas "paliativas", con la consiguiente reconfiguración profunda en el modelo de comunidad conocido y, a su través, del propio sistema de relaciones laborales.

Resulta habitual los pronosticos de los pesimistas acudan a los argumentos de autoridad proporcionados por prestigiosos autores para los cuales, por ejemplo, la tecnología avanzada no

[29] Por su simplicidad y rigor, la elección tanto del título como del criterio de orden planteado por GREGORY, T.; SALOMONS, A. y ZIERAHN, U.: "Racing with or against the machine? Evidence from Europe", *Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung Discussion Paper,* núm. 16-053, 2016, en http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp16053.pdf.

dejaba de ser un "vendaval perenne de creativa destrucción", que a través de un "cambio rápido" podría llegar a desmantelar la industria y "causar un evitable desempleo"[30]; más directamente aún, auguraban que "el trabajo llegará a ser menos y menos importante (…) Más y más trabajadores serán reemplazados por máquinas. [Sin ver] que las nuevas empresas puedan proporcionar empleo a todos los que quieren un trabajo"[31]. Incluso tergiversan el mensaje de quien efectiva sostenía que "la enorme rapidez de estos cambios nos perjudica y plantea problemas difíciles de resolver (…) Estamos sufriendo una nueva enfermedad de la que algunos lectores puede que no hayan oído hablar todavía, pero de la cual oirán hablar mucho en los próximos años: el desempleo tecnológico". Obvian, empero, la segunda parte, su optimismo a largo plazo, cuando el autor añadía cómo "esto es una fase temporal de ajuste"[32].

Tales pronósticos nunca se cumplieron, pues el tiempo se ha encargado de mostrar una secuencia en la cual los cambios tecnológicos, tras un duro periodo de ajuste más o menos largo y los oportunos cambios legales, han dado paso a la recuperación de la tasa de empleo, lo cual ha permitido opinar con toda rotundidad que "el desempleo trae causa en el Derecho, no en los individuos o su tecnología"[33]. Desde esta perspectiva, y teniendo la experiencia pasada como guía, procederá examinar si las constantes han cambiado o no y, por tanto, si han aparecido algunos elementos nuevos capaces de alterar aquella secuencia repetida a lo largo del tiempo en virtud de la cual la tecnología aumenta la productividad y, con ello, crecen los salarios y mejoran las condiciones laborales.

En este punto, y ya desde los años 70, cabrá constatar cómo la línea robusta que une las mejoras tecnológicas con la productividad queda afectada en cuanto venía siendo su continuación natural, y mientras aquella ha seguido creciendo, los salarios y las condiciones de vida (traducidas en eliminación de algunos trabajos ínfimos, disminución de horas de trabajo y aumento de tiempo de vida propia, incremento notable de la variedad en bienes y servicios, aumento en la esperanza de vida, notable descenso de la siniestralidad o -y es de gran importancia- cuanto se ha denominado de manera ilustrativa como las "máquinas de liberación" de la mujer[34]) no lo han hecho en igual proporción, según deja ver de manera clara el ejemplo dado por el comportamiento de la economía americana.

[30] Motivo por el cual aconsejaba "evitar seguir cayendo en la quiebra" y, en su lugar, "llevar a cabo una retirada ordenada", SCHUMPETER, J. A.: *Capitalism, socialism and democracy*, Londres y Nueva York (Harper&Brother), 1942, Cap. VII y VIII, en particular pág. 90, en https://eet.pixel-online.org/files/etranslation/original/Schumpeter,%20Capitalism,%20Socialism%20and%20 Democracy.pdf.

[31] LEONTIEF, W.: "Machines and man", *Scientific American*, Vol. 187, núm. 3, 1952, pág. 95.

[32] KEYNES, J. M.: "Economic possibilities of our grandchildren", en *Essays in persuasion*, Nueva York (Hartcourt), 1930, pág. 364.

[33] Repasando 5 momentos de la Historia muy concretos con cambios tecnológicos importantes, McGAUGHEY, E.: "Will robots automate your job away? Full employment, basic income, and economic democracy", cit., con la afirmación entresacada de pág. 16 y análisis de supuestos en págs. 17 a 26.

[34] GREENWOOD, J.; SESHADRI, A. y YORUKOGLU, M.: "Engine of liberation", *Review of Economic Studies*, Vol. 72, núm. 1, 2005, s/p, en http://www.jeremygreenwood.net/papers/engines.pdf.

Figura 2.- Línea de separación entre productividad y salarios en Estados Unidos (1948-2014)

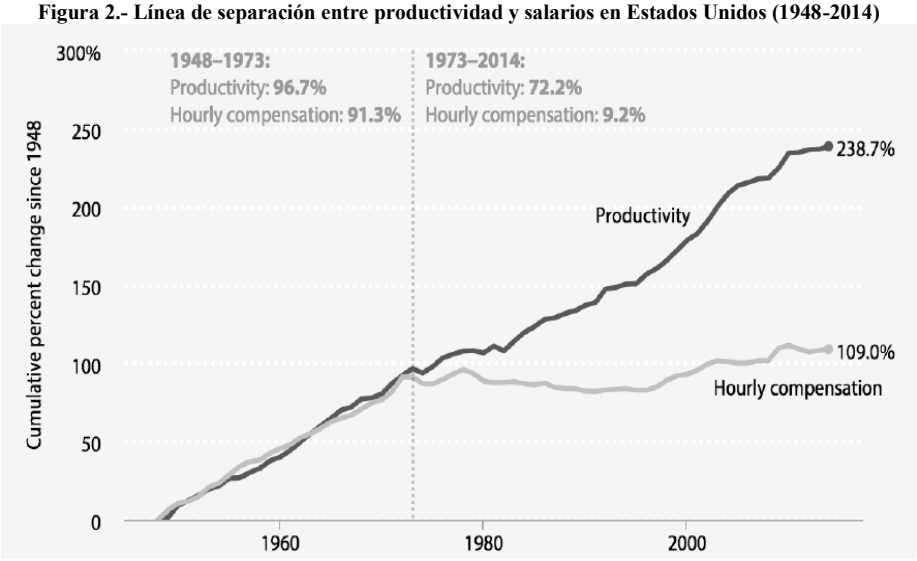
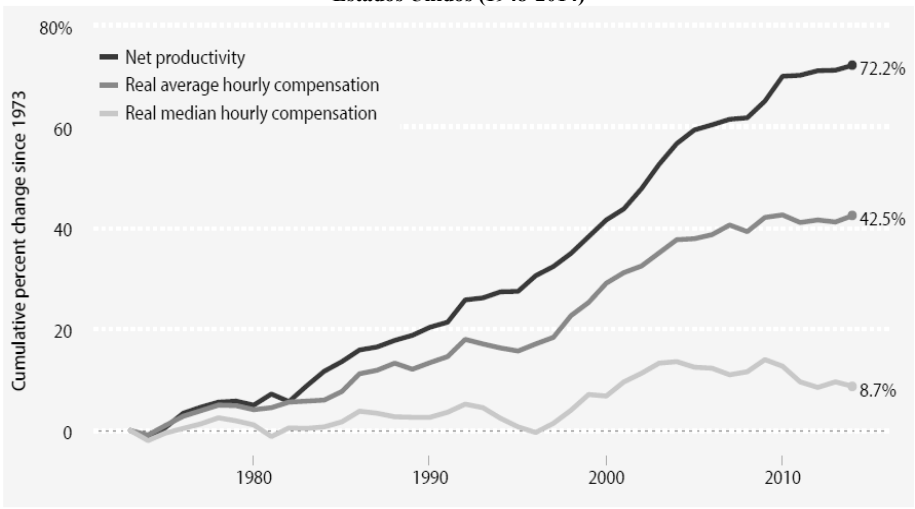


Figura 3.- Crecimiento de la productividad, porcentaje real de compensación y compensación media real en Estados Unidos (1948-2014)



Fuente: BIVENS y MISHEL (2015)[35]

Cabra seguir, de este modo, una primera fisura cuando la tecnología sigue beneficiando a la economía en un nivel agregado, pero quiebra la constante dada por la forma de distribuir los beneficios, lo cual se traduce en un dato harto significativo: mientras las líneas que miden el incremento de la productividad y de los salarios permanecen unidas, los niveles de ocupación se acercan al pleno empleo; por el contrario, la brecha entre ambos parámetros es un índice bastante apropiado para medir el desempleo y, con él, la desigualdad.

[35] BIVENS, J. y MISHEL, L.: "Understanding the historic divergence between productivity and typical worker's pay. Why it matters and why it's real", *Economic Policy Institute Briefing Paper,* núm. 406, 2015, págs. 4 a 7, en https://www.epi.org/files/2015/understanding-productivity-pay-divergence-final.pdf.

Desde este punto de vista cabría seguir pensando que no es la tecnología la causa próxima para la destrucción de puestos de trabajo (aunque sí pueda serlo de ocupaciones específicas, sectores productivos y, en función de su tejido industrial, de regiones enteras), sino la presencia de otros elementos a los cuales no se ha prestado tradicionalmente la debida atención, al relegar los estudios sobre la distribución en aras de la preocupación generada por el crecimiento económico[36].

Precisamente en consideración a tal doble dato (falta de atención a la distribución y subsiguiente relegación del interés respecto a la pérdida de equilibro entre productividad y salarios), la mayor parte de los razonamientos surgen de la relación directa entre los tres parámetros, pudiendo ser compendiados, en algunos de sus aspectos más significativos, en atención a cuanto rodea a la paradoja de la productividad, la falacia de la cantidad fija de trabajo y los resultados de la contradicción que sirve de marco a la reflexión.

3. LA "PARADOJA" (Y EL "ROMPECABEZAS") DE LA PRODUCTIVIDAD

En la medida en que el crecimiento de la productividad ha de seguir a la implementación de cualquier tecnología, como premisa mayor del silogismo en el cual la premisa menor queda destinada al incremento del empleo y su retribución, la negación de aquel presupuesto básico llevaría a otorgar razón a las perspectivas pesimistas que sitúan en la automatización la causa de una importante tasa de desempleo.

"Se puede ver la era de los ordenadores en todos los sitios excepto en las estadísticas de productividad"[37]. De inmediato acuden a la memoria las palabras celebres del Premio Nobel de Economía poniendo en cuestión la incidencia de las tecnologías de la información sobre el resultado final en el proceso productivo. Su eco, enorme a finales de los 80 y principios de los 90 del siglo pasado, parecía apagado por la evidencia de las cifras[38] (al punto de permitir afirmar, con toda razón, cómo "la verdadera paradoja es que la paradoja de Solow sobre la tecnología de la información fuera considerada como tal, dado que la contribución de las tecnologías de la comunicación a finales de los 80 ya era impresionante"[39]), y aun cuando nunca dejó de estar presente, reaparece para reverberar con fuerza bajo la forma de "rompecabezas de la productividad" (*productivity puzzle*) y expresar la coexistencia en el tiempo de dos fenómenos *a priori* opuestos, como son las innovaciones ligadas a la inteligencia artificial, el internet de las cosas, la robotización y otros avances tecnológicos junto a los crecimientos lentos, menores e incluso negativos de la productividad.

En realidad, la cuestión apenas si ha sido retomada a nivel microeconómico, al dar por acreditada la relación directa entre innovación e incremento de productividad en la empresa, sea como "imperativo tecnológico", considerando que por sí sola la inversión en automatización explicaría el aumento en los resultados, sea incorporando también cambios en la organización e inversiones complementarias -incluida la cualificación de los trabajadores- destinadas a alcanzar tal propósito[40], y ello con independencia del variable impacto en función del sector[41]. También es cierto

[36] PAUL, M.: "Don't fear the robots: Why automation doesn't mean the end of work", *Report of Roosevelt Institute and The Samuel Dubois Cook Center*, 2018, en http://rooseveltinstitute.org/wp-content/uploads/2018/06/Don%E2%80%99t-Fear-the-Robots.pdf.

[37] SOLOW, R. M.: "We'd better watch out", *New York Times*, 12 julio 1987, pág. 36, en http://www.standupeconomist.com/pdf/misc/solow-computer-productivity.pdf.

[38] Con una amplia revisión bibliográfica que así lo demuestra, BILLÓN CURRÁS, N.; LERA LÓPEZ, F. y ORTIZ SERRANOS, S.: "Evidencias del impacto de las TIC en la productividad de la empresa: ¿fin de la 'paradoja de la productividad'?", *Cuadernos de Economía*, Vol. 30, núm. 82, 2007, págs. 5-36.

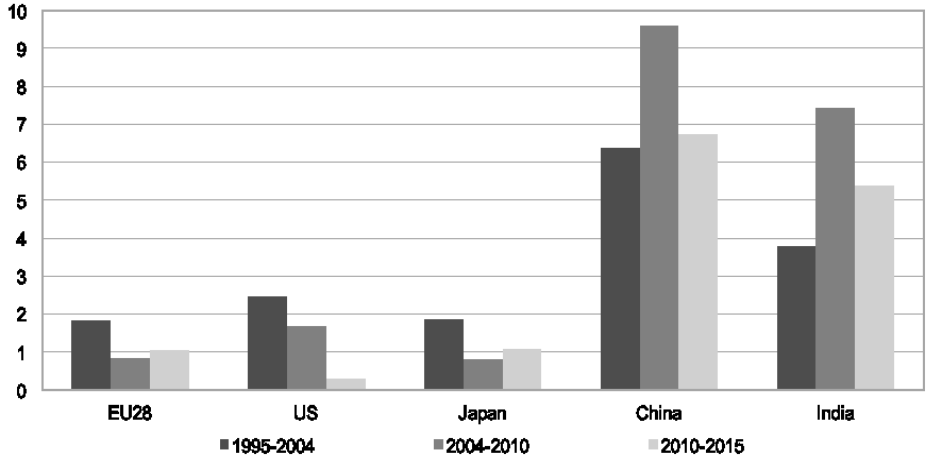
[39] CRAFTS, N.: "The contribution of new technology to economic growth: Lessons from Economic History", *Revista de Historia Económica*, Vol. 28, núm. 3, 2010, págs. 422 y 423, en http://rhe-jilaeh. com/?page_id=380

[40] Sobre lo variable y contingente de los datos obtenidos, entre muchos más, el discurso de BRYNJOLFSSON, E. y HITT, L.: "Computing productivity: firm-level evidence", *Revue of Economics & Statistics*, Vol. 85, núm. 4, 2003, págs. 793-809.

que encuentra nuevas expresiones concretas otros contextos macroeconómicos bajo la forma de la conocida como "paradoja de la innovación" (para mostrar cómo la inversión en tecnología pudiera no producir los efectos previstos en determinados Estados, dada la carencia de factores de capital humano y físico y, en particular, de la capacidad administrativa requerida para obtener los resultados esperados)[42]; con todo, donde alcanza verdadera dimensión es en los datos que miden la productividad del trabajo o la productividad total de los factores (PTF). De mostrar atención a tales cifras, y por centrar la atención sobre el país que acapara la mayor parte de los análisis, en Estados Unidos la productividad por la hora trabajada creció entre 1995 y 2004 un 3%, al calor del impulso de las TIC's; aun cuando la revolución digital prosigue a buen ritmo, se desacelero entre 2004-2010 y sólo creció un 0,5% entre 2010 y 2016. La pauta, común a Japón y a la Unión Europea (aunque en menor medida), no se extiende, por ejemplo, a China o India.

Por cuanto hace a la comparación con Europa, la tasa de crecimiento de la productividad muestra, si desagregada, patrones bastantes heterogéneos, pero la desaceleración es patente a partir de 2005 (con España como notable excepción), sin que quepa establecer una clara correlación entre el desarrollo del progreso técnico -medido en implantación de IA, IoT y robotización- y las variables en cifras de rendimiento por hora trabajada.

Figura 4.- Tasa anual de crecimiento de la productividad por hora trabajada 1995-2015



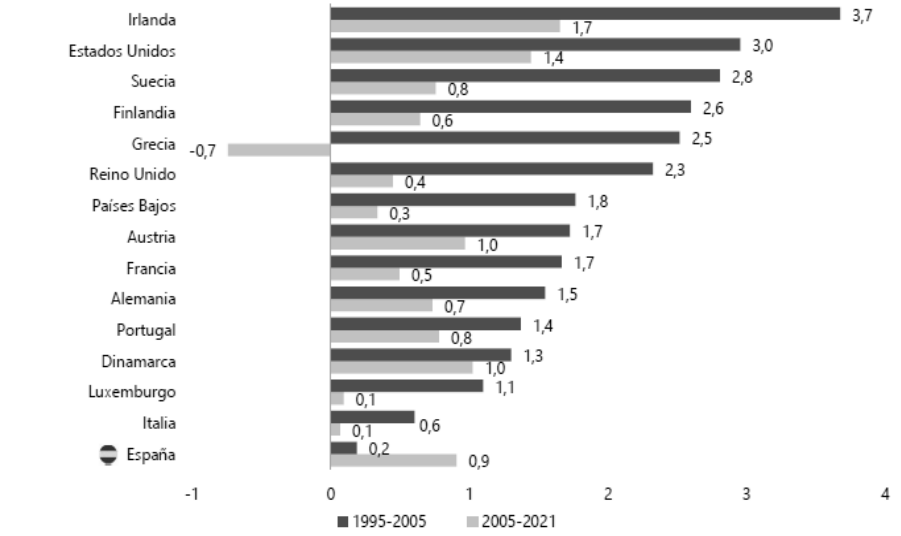
Fuente: THE 2018 PREDICT (2018)[43]

[41] Con la interesantísima aportación al respecto de QUESADA IBÁÑEZ, M. y MAS IVARS, M.: "The role of ICT in the Spanish productivity slowdown", *Documentos de Trabajo Fundación BBVA*, núm. 5, 2006, en https://www.fbbva.es/publicaciones/the-role-of-ict-in-the-spanish-productivity-slowdown/.

[42] Una explicación adecuada en CIRERA, X. y MALONEY, W. F.: *La paradoja de la innovación*, Bogotá (Universidad de los Andes/Banco Mundial), 2020.

[43] DE PRATO, G. (Ed.), MAS IVARS, M. *et alii*: *The 2018 PREDICT. Key Fact Report. An Analisis of ITC R&D in the EU and beyond*, 2018, https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository /handle/ JRC112019. La síntesis en MAS IVARS, M.: "Reflexiones sobre la productividad (I). El rompecabezas de la productividad", *Blog Nada es gratis*, 5 marzo 2018, https://nadaesgratis.es/admin/reflexiones-sobre-la-productividad-i-el-rompecabezas-de-la-productividad.

Figura 5.- Tasa de crecimiento anual de la productividad por hora trabajada 1995-2021 (porcentaje)



Nota: Países ordenados de mayor a menor tasa del periodo 1995-2005.

Fuente: THE CONFERENCE BOARD (2021)[44]

Las cifras alientan la tesis de los pesimistas, quienes no dudan en cuestionar desde diversas perspectivas el potencial generador de riqueza de la automatización, por lo menos en el aspecto de innovación real en un futuro inmediato[45], al no superar los principales tests relacionados precisamente con el impulso de la productividad[46]. Entre otras razones, apuntan que tal es así quizá porque las ideas llamadas a sostener ese crecimiento son cada vez más difíciles de encontrar, encareciendo notablemente una investigación cada vez menos productiva[47] (en línea con el autor de la paradoja comentada, para quien "tenemos la tendencia a sobrevalorar a los inventores de algo completamente nuevo, y subestimar a los que mejoró el conocimiento ya existente (…), haciendo las cosas un poco más eficientes y mejores, sin nada que se pueda calificar como un [verdadero] descubrimiento o patente"[48]). No muy alejados de tales planteamientos se encuentran quienes, en un contexto dedicado a valorar las falsas expectativas generadas por la automatización (al igual que

[44] THE CONFERENCE BOARD: *Total Economy Database. Productivity results*, abril 2021, https://conference-board.org/topics/global-economic-outlook/global-productivity-brief-2021. La versión en MAS IVARS, M.: *El futuro digital en España*, 6 julio 2021, https://portal.mineco.gob.es/es-es/economiayempresa/Paginas/webinario-futuro-digital-espana.aspx.

[45] Sugerente la lectura en este sentido de COWEN, T.: *The great stagnation: How America ate all the low-hanging fruit of Modern History, got sick, and will (eventually) feel better*, Nueva York (Dutton), 2011, en particular págs. 36 y ss.

[46] Con un resultado de cinco tests negativos a la singularidad (porcentaje dado de crecimiento) y solo dos positivos, NORDHAUS, W. O.: "Are we approaching an economic singularity?. Information technology and the future of economic growth", *NBER Working Paper*, núm. 21547, 2015, con expresiva Tabla 7 de resultados en pág. 29, en https://www.nber.org/system/files/working_papers/w21547/w21547.pdf.

[47] Resumiendo tal idea a partir de la cual el crecimiento de la productividad no puede seguir el ritmo de la inversión en tecnología, BLOOM, N. *et alii*: "Are ideas harder to find?", *NBER Working Paper*, núm. 23782, 2017, en https://scholar.google.es/scholar?q=BLOOM,+N.+et+alii:+%E2%80%9CAre+ideas+harder+to+find%3F,+NBER+Working+Paper,+n%C3%BAm.+23782,+2017&hl=es&as_sdt=0& as_vis=1& o i =scholart ; con carcter previo, sobre la exigencia de cada vez más recursos e investigadores para obtener un *output* innovador, BLOOM, N.; SADUN, R. y VAN REENEN, J.: "Americans do it better: US multinational and the productivity miracle", *American Economic Review*, Vol. 102, núm. 1, 2012, págs. 167-201.

[48] Citando al autor de la paradoja, la frase literal de DIZIKES, P.: "The productivity career of Robert Solow", *MIT Technology Review*, 27 diciembre 2019, en https://www.technologyreview.com/2019/12/ 27/131259/the-productive-career-of-robert-solow/.

pudo en su día ocurrir con la energía nuclear), abogan por un "estancamiento secular" (*secular stagnation*), en el sentido de que la Economía puede haber llegado a un punto tal en el cual su potencial crecimiento sea demasiado bajo como para sostener crecimientos del PIB *per capita* con políticas monetarias permanentemente expansivas, es decir, creando "burbujas"; ante tal realidad, la situación estructural pesaría de manera más determinante que la coyuntura de las innovaciones tecnológicas[49].

Y a pesar de tales datos y pareceres, la mayor parte de la doctrina mantiene que la relación histórica entre tecnología y productividad no se ha visto sustancialmente modificada. A tal fin, los autores acuden a un triple argumento fundamental[50]:

1º.- El más difundido a lo largo del tiempo, como tesis de refutación a la paradoja, ha venido dado por la incorrecta medición en las estadísticas habituales de las aportaciones a la productividad provenientes de la automatización, en tanto serían incapaces de integrar aspectos tales como el *know-how* en las organizaciones, las bases de datos, los servicios libres vinculados a la comunicación o, entre más, las diversas formas de propiedad intelectual[51]. A pesar de constituir el argumento más expandido, cada vez son más quienes consideran que, incluso si así fuera (y ponen en duda que tal ocurra, pues cuando esos elementos se hacen explícitos los resultados no varían en sustancia)[52], los problemas derivados de la medida no podrían explicar por sí solos la paradoja, pues podrían matizar cifras, pero no una tendencia evidente[53].

2º.- Otra vía para justificar esta disfunción vendría dada por considerar que la tecnología desarrollada, por lo menos aquella puntera en cada momento, no se ha distribuido entre un nuevo suficientemente amplio de empresas, permaneciendo concentrada y, presumiendo que las tecnologías sean al menos rivales en cierta medida, haciendo que los esfuerzos para alcanzar esas ganancias y mantenerlas provoquen que los efectos hayan sido muy modestos sobre la productividad y los trabajadores[54]. De hecho, aparece clara la diferencia entre los beneficios de las grandes empresas, líderes en tecnología, frente a las de menor dimensión en el mismo sector (motivando la aparición de "superestrellas" cuyo poder se asienta sobre el dominio de la innovación)[55], lo cual veda que la tecnología muestre toda su potencialidad[56]; más aún cuando tal

[49] Una versión sintética, pero harto ilustrativa, de la teoría que formulara ocho años antes en SUMMERS, L. H.: "Aceptar la realidad del estancamiento secular", *Finanzas & Desarrollo*, marzo 2020, págs. 17-19, en https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/spa/2020/03/pdf/larry-summers-estancamiento-secular. pdf. Un desarrollo acabado del planteamiento y refutaciones en AA.VV. (Teulings, C. y Baldwin, R., Eds.): *Secular stagnation: Facts, causes and cures*, Londres (CEPR), 2014.

[50] Una formulación tan sucinta como ilustrativa en BRYNJOLFSSON, E; ROCK, D. y SYVERSON, Ch.: "Artificial intelligence and the modern productivity paradox: A clash of expectations and statistics", *NBER Working Paper*, núm. 24001, 2017, en particular págs. 28-31, en https://www.nber.org/papers/ w24001.

[51] Entre otros, recordando planteamientos en igual sentido, al tiempo que contestado al argumento del "estancamiento secular", MOKYR, J.: "Secular stagnation? Not in your life", *Geneva Reports on the World Economy*, agosto 2014, págs. 83-89, en https://scholar.harvard.edu/files/farhi/files/book_chapter_secular_ stagnation_nov_2014_0.pdf; también HATZIUS, J. y DAWSEY, K.: "Doing the sums on productivity paradox v. 2.0", *Goldman Sachs US Economics Analist*, núm. 15/30, 2015, en https://www.goldnausachs.com/briefings/multimedia/producivity/pandox-v2.0-revisted.pdf.

[52] Baste el ejemplo elocuente ofrecido por WATANABE, Ch. *et alii*: "Measuring GDP in the digital economy: Increasing dependence on uncaptured GPD", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 137, 2018, págs. 226-240.

[53] SYVERSON, Ch.: "Challenges to mismeasurement explanations for the US productivity slowdown", *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 31, núm. 2, 2017, págs. 165-186.

[54] FORD, M.: *Rise of the robots. Technology and the threat of a jobless future*, New York (Basic Books), 2016, en particular págs. 51 y ss , en https://www.uc.pt/feuc/citcoimbra/Martin_Ford-Rise_of_the_ Robots.

[55] TAMBE, P. *et alii*: "Digital capital and superstar firms", *NBER Working Paper*, núm. 28285, 2020, en https://www.nber.org/system/files/working_papers/w28285/w28285.pdf.

[56] STEINBAUM, M.; BERNSTEIN, E. H. y STURM, J.: *Powerless: How lex antitrust and concentrated market power rig the Economy against American workers, consumers and communties*, Nueva York (Rooswelt Institute), 2018.

proceder con relativa frecuencia viene acompañado de una política sistemática de "búsqueda de rentas" (*rent-extraction* o *rent-seeking*) para favorecer los privilegios asociados a la innovación[57].

3º.- Con todo, en los últimos tiempos es ampliamente mayoritaria la tesis de refutación que, sin negar la evidencia de una productividad baja, encuentra sólidas razones para avalar una gran expectativa de crecimiento de la productividad al calor de la automatización. Para ello sus defensores fijan la atención en el hecho de que, frente a cualquier innovación de enjundia, los protagonistas económicos (políticos, empresarios, inversores y hasta investigadores) tardan un tiempo considerable en percibir todo el potencial de sus efectos transformadores, e incluso -como ha ocurrido con la automatización- puede que en determinados sectores, como bastantes de los servicios, se haya utilizado más con fines privados que industriales[58], porque en aquellos otros ámbitos donde así se ha hecho (por ejemplo en la industria del automóvil) sus efectos han sido apreciables desde hace tiempo[59].

Con gran clarividencia se ha hecho ver que deben confluir dos datos: de un lado, la acumulación suficiente de tecnología para satisfacer el mercado, acompañada de las imprescindibles innovaciones complementarias en orden a hacer útil el descubrimiento principal, así como del intervalo preciso para rediseñar, reorganizar y satisfacer mediante el oportuno reciclaje la necesidad de familiarizarse con el adelanto[60]; de otro, atender como conviene al dato de conformidad con el cual las estadísticas normalmente miran hacia atrás y los inversores hacía adelante, y mientras en los periodos de cierta estabilidad tecnológica, o cambio a velocidad constante, ambos factores confluyen, en los de cambio rápido y disruptivo pierden su correlación, para únicamente recuperarla con el paso del tiempo.

La mejor prueba de este enfoque lo proporcionan precisamente las estadísticas. De observar las dos grandes revoluciones tecnológicas analizadas, la de los años 70 con los ordenadores (donde surge la paradoja) y la actual de la inteligencia artificial (que da pie al rompecabezas), cabrá apreciar cómo en el largo plazo ambas ofrecen unos importantes avances en productividad, haciendo evidente que toda revolución lleva su tiempo.

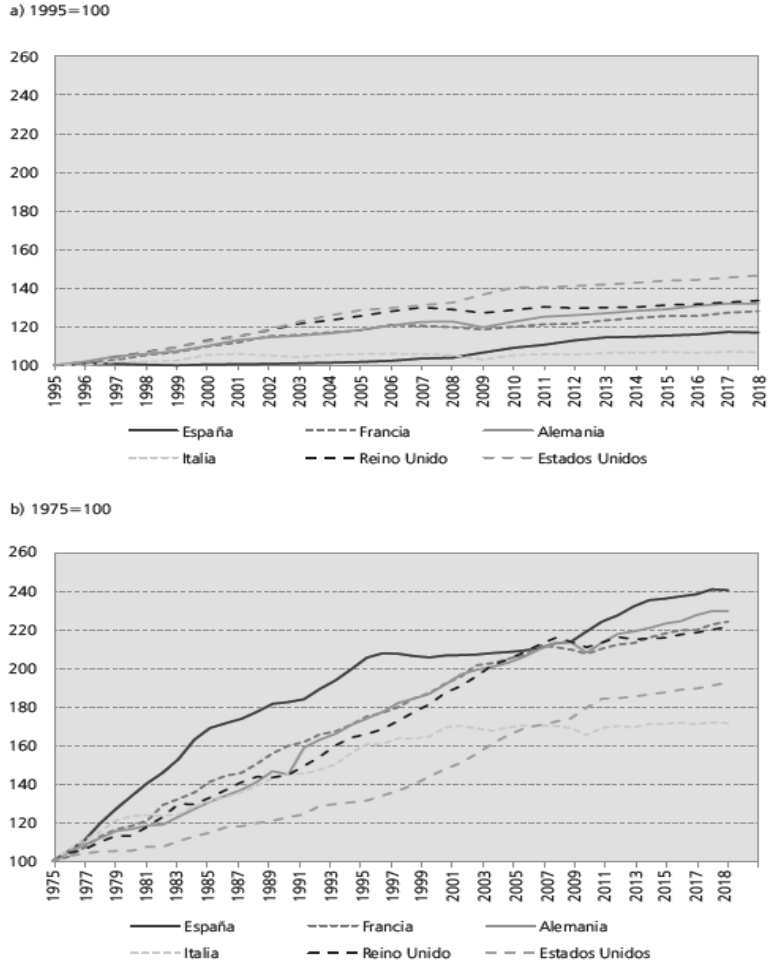
[57] NGOC NGO, Ch. y MCCANN, Ch. R.: "Rethinking rent seeking for technologícal change and development", *Journal of Evolutionary Economics*, Vol. 29, 2019, págs. 721-740.

[58] GORDON, R. J.: "Is U.S economic growth over? Faltering innovation confronts the six headwinds", *NBER Working Paper*, núm. 18315, 2012, en https://www.nber.org/papers/w18315.pdf.

[59] VAN ARK, B.: "Productivity and digitalisation in Europe: Paving the road to faster growth", *Research Report by The Conference Board and the Centre for Innovation Economics*, 2014, en http://ec.europa.eu/ newsroom/document.cfm?action=display& doc_id=5966.

[60] MCGAUGHEY, E.: "Will robots automate your job away? Full employment, basic income, and economic democracy", cit., págs. 16 y ss.

Figura 6.- Productividad del Trabajo 1995-2018 y 1970-2018



Fuente: THE CONFERENCE BOARD (2019)

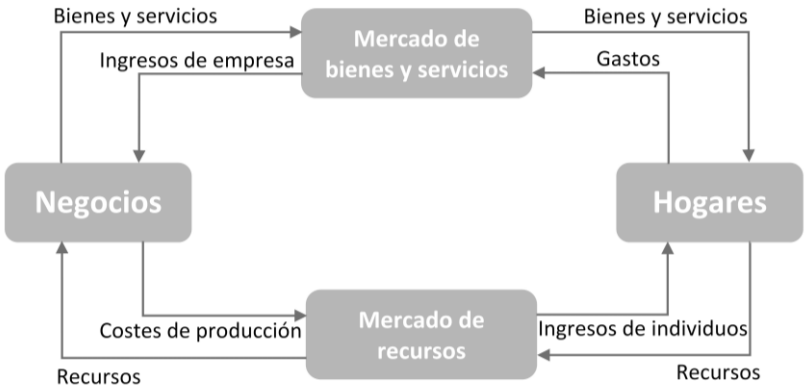
4. LA FALACIA DE LA CANTIDAD FIJA DE TRABAJO

Confirmada la primera de las variables, que la automatización genera mayor productividad, resta hacer lo propio con su secuencia natural, es decir, que ese incremento se traduce en una mejora de las condiciones de trabajo; comenzando, es obvio, por el mantenimiento del empleo.

Precisamente en la demostración de la segunda de las premisas radica la mayor dificultad, pues es donde se asienta la firme convicción de gran parte de los ciudadanos acerca de los efectos destructivos que la automatización tiene sobre el empleo. Peligrosa falacia situada en la raíz de razonamientos por mucha gente considerados incontrovertibles, cuando, sin embargo, los argumentos que conducen a la conclusión son solo aparentes y encierran un engaño fatal. Su pseudo lógica (en esta ocasión asentada en elementales operaciones aritméticas) lleva a que convenzan con facilidad, en particular si no se analizan con calma y existe el ánimo de captar y alimentar el interés popular para, en atención a ese arraigo fácil de cultivar, justificar determinado tipo de políticas, en este caso relacionadas con el empleo.

Se trata, sin duda, de una de las falacias más y mejor conocidas en Economía y, sin embargo, peor atajadas. Parte de la errónea premisa de que la cantidad de trabajo es fija (también denominada, por este motivo, como "falación de suma cero", en aplicación de la teoría en virtud de la cual un juego de estas características es aquel en el cual la ganancia o pérdida de un participante se equilibra exactamente con las pérdidas y ganancias del resto); por tanto, y en cuanto variable independiente, se considera de forma equivocada que solo está sujeta a cambios exógenos[61], en lugar de sopesar su carácter dependiente de otras (en particular la inversión y su resultante en productividad y consumo) y, por tanto, sometida a cambios endógenos a partir del conocido modelo de flujo circular[62].

Figura 7.- Modelo de flujo circular



Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

A lo largo de los últimos tiempos ha sido aplicada bajo numerosas perspectivas para lleva a defender, por ejemplo[63], el desempleo de los varones por mor de la incorporación masiva de las mujeres al trabajo, el incremento del paro de los nacionales a resultas del incremento de la inmigración, la oportunidad de frenar las importaciones como vía para generar empleo a través de la producción nacional de esos bienes, la necesidad de aumentar el gasto público para hacer crecer la demanda de bienes y servicios y generar nuevos puestos de trabajo, la consideración de que el mantenimiento en la ocupación de las personas de mayor edad (o, según se ha formulado al escribir estas líneas en España, el retraso en la edad de jubilación) reduce las posibilidades de acceso a una ocupación de los jóvenes[64], o, en fin, que el trabajo, en tanto bien escaso, únicamente puede encontrar solución al volumen de paro provocado por el aumento de nuevos de demandantes de

[61] Incidiendo en la determinación exógena, el razonamiento a este respecto de MERCADER UGUINA, J. R.: "Reformas laborales en tiempos de digitalización y cambio tecnológico", *Anuario de la Facultad de Derecho de la Universidad Autónoma de Madrid*, Vol. 23, 2019, págs. 177 y 178, en https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7160624.

[62] En didáctica exposición de WOLLA, S. A.: "Examining the 'lump of labor' fallacy using a simple economic model", *Page. One Economics*, noviembre 2020, en https://www.research.stalouisfed.org/publications/page1-econ/2020/11/02/examining-the-ump-of-labor-fallacy-using-economic-model.

[63] Una amplia explicación de estas teorías y su refutación caso por caso en JIMENO SERRANO, J. F.: *Crecimiento y empleo. Una relación turbulenta e incomprendida*, Barcelona (RBA), 2016, Capitulo II; en aplicación a la automatización, imprescindible la remisión a nota 6.

[64] Por su carácter didáctico cabría acudir a la explicación y muestras gráficas de BÖRSCH-SUPAN, A.: "Myths, scientific evidence and economic policy in aging world", *The Journal of the Economics of Ageing*, Vol. 1 y 2, 2013, en especial págs. 10-13, en https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212828X13000029?via%3Dihub.

empleo a partir de su reparto, ya sea reduciendo la jornada, prohibiendo el pluriempleo, limitando las horas extraordinarias o promoviendo el trabajo a tiempo parcial[65].

En esta ocasión aplicada a la tecnología, si los robots -por acudir a la muestra más gráfica- ocupan los puestos de trabajo que venían desempeñando los hombres, en un contexto de cantidad fija de empleo procedería ratificar el parecer de quienes aluden a una importante tasa de sustitución, de tales dimensiones incluso que las predicciones más pesimistas acabarían teniendo razón. El argumento, empero, dista de ser tan simple (y en su sencillez radica gran parte del éxito de la falacia y su potencial terrible de confusión), pues las máquinas a lo largo de toda la Historia -y más concretamente en el contexto de las revoluciones industriales- han mostrado cómo, frente al efecto de desplazamiento de millones de trabajadores de sus puestos de trabajo anteriores, han traído consigo, también, la creación de otros nuevos y normalmente mejores. Ignorar este dato supone desconfiar del dinamismo económico, así como de la capacidad de diseñar y ejecutar políticas capaces de hacer frente a la situación para, a través del necesario tránsito, recuperar la senda temporalmente perdida. Instalarse en el fatalismo destinado a perpetuar el equívoco, alimentando el miedo a que por mor de la tecnología la Economía no sea capaz de crear nuevos puestos de trabajo, significa tanto como afirmar que, ante la más que segura destrucción de muchos puestos de trabajo y el desempleo tecnológico, no hay salida: "enfrentarnos con la perspectiva de una sociedad de trabajadores sin trabajo, es decir, sin la única actividad que les queda. Está claro que nada podría ser peor"[66].

Obran así afirmaciones para las cuales "se produce cada vez más con menos personas, y estando las cosas como están, *rebus sic stantibus* (…), no se ve que esta tendencia vaya a invertirse". Añadiendo (para explicar también la falta de estímulos a la inversión), "y quizás este elemento sea el decisivo, [cómo se asiste a] una satisfacción generalizada en los países industrializados del sistema de necesidades que los hombres hemos inventado hasta ahora [, pues el resto] (…) no es satisfacer ninguna nueva necesidad, sino atender a un capricho individual o social, o acomodarse a una norma emocional, que no racional, de emulación de los consumos del vecino"[67].

Ningún lugar a la esperanza quedaría a partir de esta nueva revolución. Pero, con el pasado como testigo, los argumentos distan de ser nuevos y han sido refutados por los hechos, quizás porque sus prestigiosos mantenedores "han subestimado ligeramente nuestra insaciabilidad como consumidores y la capacidad del capital para mantener a las masas trabajando"[68]. También que "la invención es la madre de la necesidad" para -parafraseando al clásico-, al generar mejores condiciones de vida, ser capaz de hacer lo propio con puestos de trabajo vinculados precisamente a esta mayor disponibilidad de ocio[69].

Sentido en el cual bien cabrá seguir una triple afirmación capaz de refutar cuanto sostiene la falacia: en primer lugar, la automatización puede ser un sustituto de la mano de obra, pero también un complemento; segundo, en una economía dinámica la pérdida de puestos de trabajo libera recursos laborales llamados a incorporarse a otros sectores en crecimiento; en fin, la garantía de que si un ámbito productivo disminuye otro crecerá en su lugar radica en que los deseos humanos son infinitos[70].

---

[65] Partidario de tal solución, entre la doctrina laboralista española, la autorizada voz de ALONSO OLEA, M.: "El trabajo como bien escaso", *Revista del Ministerio de Trabajo e Inmigración*, núm. 33, 2001, págs. 17 y 32, en http://www.mitramiss.gob.es/es/publica/pub_electronicas/destacadas/revista/numeros/33/estudio1.pdf.

[66] ARENDT, H.: *La condición humana*, 1ª ed., 5ª reimp. (del original de 1958, traducido al castellano en 2003), Buenos Aires (Paidos), 2009, pág. 17.

[67] ALONSO OLEA, M.: "El trabajo como bien escaso", cit., pág. 20.

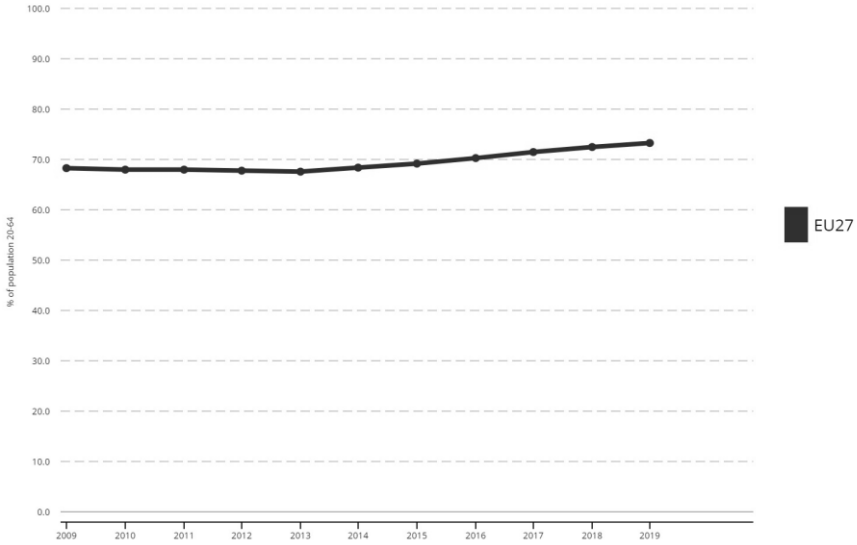
[68] PAUL, M.: "Don't fear the robots: Why automation doesn't mean the end of work", cit., pág. 20.

[69] Excelente reflexión al respecto de ARIAS HERNÁNDEZ, R.: "Reconsideraciones sobre Veblen y la case ociosa", 2008, en https://www.cdrgital.uv.mx/handle/123456789/3922.

[70] Bajo la extensa justificación de WALKER, T.: "Why economist dislike of lump of labor?", *Review of Social Economy*, Vol. 65, núm. 3, 2007, págs. 279-291.

Pero, amén de las experiencias precedentes, otro dato también había de llamar la atención: si así fuera, y además la sociedad del presente ya estuviera inmersa en esa fase de implementación plena de la automatización, las estadísticas habrían de empezar a hacer sonar las primeras señales de alarma, mostrando unas tasas de desempleo que refrendarían tal realidad. Y, sin embargo, por solo acudir a los datos disponibles de la Unión Europea y Estados Unidos, cabrá constatar una tendencia inversa, pues nunca antes se había alcanzado mayor nivel de empleo en ambos referentes señeros.

Figura 8.- Porcentaje de empleo en la UE (2009-2019)



Fuente: EUROSTAT (2020)

Figura 9.- Evolución del número total de empleos en Estados Unidos (1950-2020)

Fuente: BANCO DE RESERVA FEDERAL DE ESTADOS UNIDOS (SAN LUIS) (2020)

Un estudio exhaustivo del comportamiento del empleo en 19 de las economías más desarrolladas en un pasado próximo muestra cómo los saltos de productividad en un sector concreto -en particular en los sometidos a automatización- , si bien solían generar una sustitución del trabajadores y una reducción del empleo ("efecto directo negativo"), tendían a incrementarlo en los demás sectores productivos no asociados a la innovación ("efecto indirecto positivo"). Tres posibles explicaciones vendrían dadas a través de los siguientes elementos: primero, por "el encadenamiento hacia atrás", en el sentido de que una industria puede elevar sus niveles de producción y requerir, a partir de tal incremento, mayores inversiones para funcionar, lo cual incentivaría la producción y el empleo de sus proveedores; segundo, al elevar la producción la industria innovadora normalmente reduce el precio del bien fabricado, lo cual permite a cuantos se abastecen de ese producto abaratar los costes y, de este modo, incrementar la producción y generar mayor número de ocupaciones al estimular el "encadenamiento hacia adelante"; por último, la superior productividad puede generar "efectos ingreso o demanda final" debido a los precios más bajos, pues el consumidor dispone de más fondos para destinar al consumo en otras industrias, generando superior demanda y contribuyendo a hacer mayor la producción con carácter general[71].

En este sentido, tampoco conviene caer en el extremo contrario y considerar que esta revolución será diferente, pues cabe aventurar -según ya está sucediendo- que efectivamente existan puestos de trabajo llamados a desaparecer (en particular las ocupaciones rutinarias y cuantos empleos exigen menor cualificación) y donde el reemplazo por la nueva tecnología sea total. Probablemente la sociedad actual esté viviendo las primeras fases de lo que será una transformación mucho más profunda y rápida que, hasta tanto se produzca el acomodo a través del desplazamiento de los afectados por el paro tecnológico hacia las nuevas ocupaciones, supondrá un enorme coste, con evidentes problemas financieros, situaciones de desempleo de larga duración, degradación del trabajo, angustia en las poblaciones y sectores -y con ello regiones- enteros signados por ajustes difíciles de afrontar y otras "enfermedades" de distinto tipo y calado que asolarán gran parte de la sociedad.

5. LA POLARIZACIÓN DEL TRABAJO

"La tecnología elimina empleos y no trabajo". Frase popular en los últimos años, a la par que confirma cuanto hasta ahora se ha venido sosteniendo, permite aventurar la otra cara de los efectos de la automatización, situada en la desaparición de muchas de las ocupaciones conocidas a partir de un cambio abrupto en la composición de un mercado de trabajo cuya demanda de competencias diferentes sirve para generar otras nuevas.

Lejos de ser neutral, el cambio tecnológico en la recomposición trae consigo importantes implicaciones distributivas en un proceso de claros ganadores y perdedores, con trabajadores que ven reafirmada su posición y otros desplazados, quienes en muchos casos habrán de hacer frente a las dificultades propias de adultos sometidos a reconversión, obligados a transitar hacia las demandas de los yacimientos laborales emergentes y las calificaciones requeridas.

Ha lugar, de ese modo, a una evidente polarización en la estructura ocupacional, bien documentada desde comienzos de siglo[72] y con modelos de análisis asentados a comienzos de la

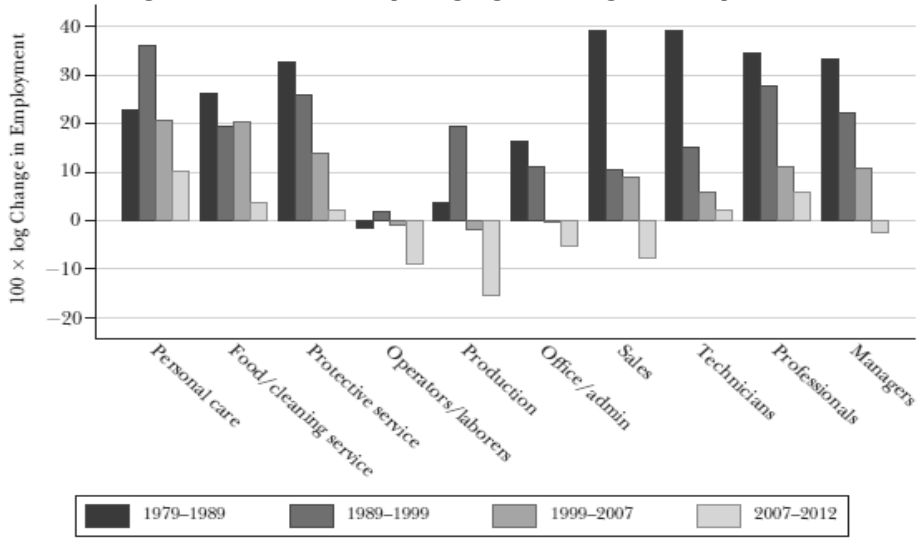
[71] AUTOR, D. H. y SALOMONS, A.: "Is automation labor displacing? Productivity growth, employment and the labor share", *NBER Working Papers*, núm. 29871, 2018, en https://www.nber.org/papers/w24871.

[72] Pionero el análisis de GOOS, M. y MANNING, A.: "Lousy and lovely jobs: The rising polarization of work in Britain", *Center for Economic Performance Discussion Papers*, núm. DP0604, 2003, en http://eprints.lse.ac.uk/20002/1/Lousy_and_Lovely_Jobs_the_Rising_Polarization_of_Work_in_Britain.Pdf. Más tarde publicado con el nuevo título en *Review of Economics and Statistics*, Vol. 89, núm. 1, 2007, págs. 118-133; sobre sus pasos, interesante la aportación de MICHAELS, G.; NATRAJ, A. y VAN REENEN, J.: "Has ICT polarized skill demand? Evidence from eleven countries over 25 years", *NBER Working Papers*, num. 16138, 2010, en https://www.nber.org/papers/w16138.

segunda decena[73], los cuales vienen permitiendo constatar el crecimiento de la participación en los empleos de alta y baja calificación, a expensas del declive de la clase media trabajadora.

En este contexto es donde recupera su protagonismo la "paradoja de Polanyi", pues explica cómo son precisamente los empleos de cualificación e ingresos medios los asociados a tareas rutinarias, fácilmente definibles y automatizables. Por el contrario, los avances tecnológicos encuentran dificultades para extenderse a dos tipos de tareas no rutinarias, como son, de un lado, las abstractas, que requieren habilidades tales como la persuasión, la negociación, la creatividad o la originalidad, propias de exigentes niveles de educación y capacidad analítica y con el importante componente del razonamiento inductivo demandado por las profesiones altamente cualificadas; de otro, tareas manuales no rutinarias que requieren adaptabilidad a las situaciones, reconocimiento visual y lenguaje e interacción personal en labores que cabría calificar como poco sofisticadas (limpieza, seguridad, transporte o cuidado de niños o ancianos), pero que apelan a virtudes intrínsecamente humanas que comparten con las anteriores la dificultad para definirlas (y, por tanto, automatizarlas), según ocurre con la empatía, el acomodo y la fácil respuesta a entornos cambiantes o la percepción sensorial.

Figura 10.- Cambios en el empleo según grandes categorías de empleados



Fuente: AUTOR (2015)[74]

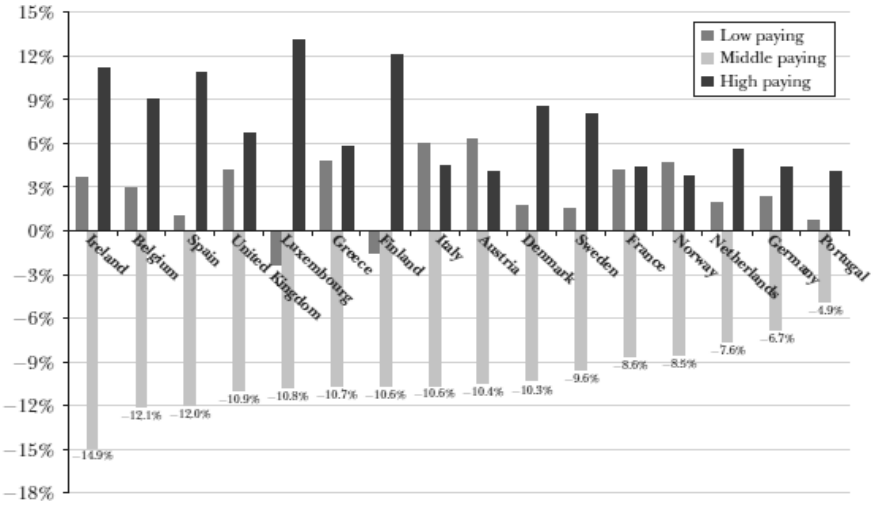
El fenómeno dista de atenuarse, y cada vez permite vislumbrar con superior claridad cómo quienes no pueden adquirir las competencias básicas demandadas tienen más difícil encontrar una ocupación cualificada, haciendo que su única salida sea el refugio en servicios de baja cualificación, a los cuales es más sencillo responder, pues no apelan a competencias complejas, sino a cualidades naturales del hombre. Además, no solo alcanza traducción en el reparto del trabajo, sino que también lo hace -lógicamente- sobre el salario, dando pie a observar cómo los trabajadores de alta cualificación han desarrollado mayores grados de complementariedad con las nuevas tecnologías,

[73] El que ha servido de fundamento a la mayoría de los estudios posteriores fue propuesto por ACEMOGLU, D. y AUTOR, D. H.: "Skills, tasks and tecnologies: implications for employment and earrnings", en AA.VV. (Ashenfelter, O, y Card, D., Eds.): *Handbook of Labor Economics*, Vol. 4, Parte B, Amsterdam (Elsevier), 2011, págs. 1043-1171; con posterioridad, interesantes las variaciones contenidas en AUTOR D. H. y DORN, D.: "The growth of low skill service jobs and the polarization of the U.S. labor market", *American Economic Review*, Vol. 103, núm. 5, 2013, págs. 1553-1597.

[74] AUTOR, D. H.: "Why are there so many jobs? The History and future of workplace automation", cit., págs. 3-30.

mientras las rutinas diarias de los menos cualificados permanecen sin que los avances digitales las hayan alterado sustancialmente. Si a este dato se une que los exigentes requisitos de cualificación técnica hacen que su mayor demanda no encuentre respuesta en el correlativo incremento de la oferta, mientras los puestos de baja cualificación resultan ser la salida natural para los desplazados y la opción preferida para gran parte de las nuevas generaciones, al demandar menores requisitos de cualificación y sofisticación productiva, fácil es seguir que la gran competencia por ocupaciones con bajos ingresos tiende a deprimir los salarios y genera mayor inseguridad. De este modo, las ganancias de productividad ni han sido, ni son, ni serán las mismas para todos los trabajadores y la adaptación al cambio siempre presentará el signo de la desigualdad.

Figura 11.- Cambios en porcentajes de empleo en trabajadores con salarios bajos, medios y altos (UE 1993-2010)



Fuente: GOOS, MANNING Y SALOMONS (2014)[75]

Aunque con menor incidencia cuando las políticas sociales y la presencia de un potente movimiento sindical actúan como contrapeso[76], y sin duda el sector productivo afectado también influya[77], lo cierto es que su extensión alcanza a todos los países (y no son excepción aquellos en desarrollo que pudieran haber sido en algún momento los beneficiarios de potenciales deslocalizaciones de ocupaciones que requirieran cualificación media)[78], e incluso se acrecienta con la desindustrialización en favor del sector servicios[79] o con la caída de los precios de la tecnología[80].

[75] GOOS, M.; MANNING, A. y SALOMONS, A.: "Explaining job polarization: Routine-biased technological change and offshoring", *American Economic Review*, Vol. 104, núm. 8, 2014, págs. 2509-2526, en http://personal.lse.ac.uk/manning/work/ExplainingJobPolarization.pdf; igual contraste en el exhaustivo análisis de DAUTH, W. *et alii*: "German robots. The impact of industrial robots on workers", *IAB Discussion Paper*, núm. 30, 2017, en http://doku.iab.de/discussionpapers/2017/dp3017.pdf.

[76] FERNÁNDEZ-MACÍAS, E.: "Job polarization in Europe? Changes in the employment structure and job quality, 1995-2007", *Work and Occupations*, Vol. 39, 2012, págs. 157-182.

[77] SHIM, M. y YANG, H. S.: "Interindustry wage differentials, technology adoption, and job polarization", *Journal of Economics Behavior & Organization*, Vol. 146, 2018, págs. 141-160.

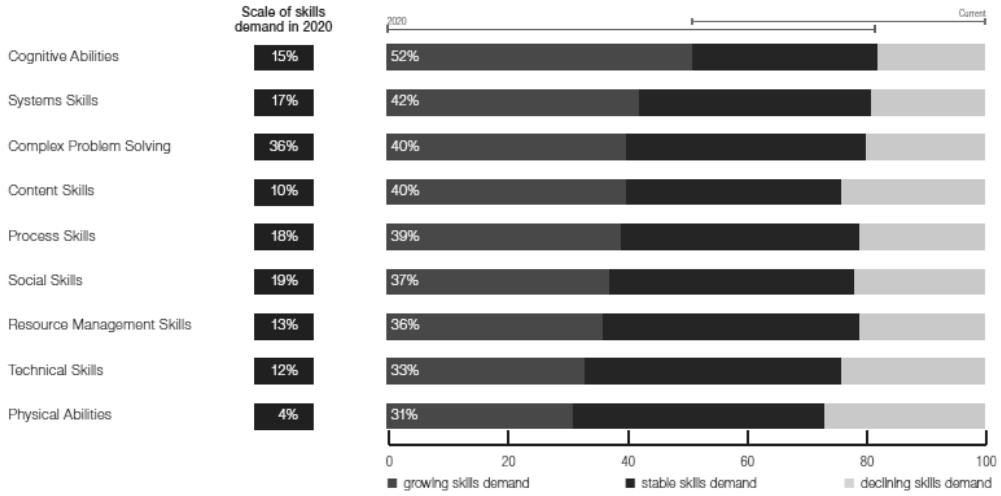
[78] MALONEY, W. F. y MOLINA, C.: "Is automation labor-displacing in the developing countries, too?. Robots, polarization and jobs", *World Bank Working Paper*, 2019, en https://www.openknoledge. worldbank.org/ handle/10986/33301.

[79] HALLWARD-DRIEMEIER, M. y MAYYAR, G.: *Trouble in the making? The future of manufacturing-led development*, Washington (World Bank), 2017, en htpps://www.openknoledge. worldbank.org/ handle/10986/27946.

Cabrá discutir su dimensión[81], pero no su evidente impacto segmentador, que, una vez más, presenta un sesgo evidente de edad -según queda expuesto- y de género[82], permitiendo cuestionar las políticas de innovación socialmente poco responsables también en este punto[83].

El escenario no puede dejar indiferente a nadie y exigirá tomar conciencia de los efectos de este fenómeno para actuar en consecuencia no solo a nivel sindical, sino también educativo, a fin de cubrir con la cualificación necesaria esas profesiones llamadas a completar cuanto siempre ha sido el importante eslabón ordenado a evitar la segmentación social[84], y que perfectamente podría tomar forma bajo la sugerente propuesta de "nuevos artesanos", a modo de fruto de una virtuosa combinación entre tareas técnicas e interpersonales[85] y abierta al cambio en cuantas competencias básicas se tiende a demandar.

Figura 12.- Cambio previsto en las competencias básicas demandadas en el trabajo



Fuente: WORLD ECONOMIC FORUM (2016)[86]

[80] JERBASHIAN, V.: "Automation and job polarization: on the decline of middling occupations in Europe", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Vol. 81, núm. 5, 2019, págs. 1095-1116.

[81] HUNT, J. y NUNN, R.: "Is employment polarization informative about wage inequality and is employment really polarizing?", *NBER Working Paper*, núm. 26064, en https://www.nber.org/system/files/working_papers/w26064/revisions/w26064.rev0.pdf.

[82] CERINA, F.; MORO, A. y RENDALL, M.: "The role of gender in employment polarization", *CMF Discussion Papers*, núm. 4, 2017, en http://www:voxeu.org/article/role-gender-employment-polarization.

[83] La denuncia constituye ya un lugar común, conforme muestran WEST, D. M.: "What happens if robots take the jobs? The impact of emerging technologies on employment and public policy", *Center for Technology Innovation at Brookings*, 2015, pág. 10, en https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/robotwork.pdf o WORLD ECONOMIC FORUM: "The future of jobs. Employment, skills and workforce strategy for the Fourth Industrial Revolution", 2016, pág. 14, en http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf.

[84] LORENZ, M. *et alii*: "Man and machine in industry 4.0. How will technology transform the industrial workforce through 2025?", *The Boston Consulting Group*, 2015, págs. 4-12, en http://englishbulletin.adapt.it/wp-content/uploads/2015/10/BCG_Man_and_Machine_in_Industry_4_0_Se p_2015_tcm80-197250.pdf o WORLD ECONOMIC FORUM: "The future of jobs. Employment, skills and workforce strategy for the Fourth Industrial Revolution", cit., págs. 13-22.

[85] HOLZER, H. y FELLOW, V.: "Job market polarization and U.S. worker skills: A tale of two middles", *Economics Studies at Brookings*, 2015, en http://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/ polarization_jobs _policy_holzer.pdf.

[86] WORLD ECONOMIC FORUM: "9 quotes that sum up the Fourth Industrial Revolution", *World Economic Forum Annual Meeting*, 2016, en htpps:www.weforum.org/agenda/2016/01/9-quotes-that-sum-up-forth-industrial-revolution

6. PREMISAS PARA UNA INTERVENCIÓN LEGAL ATENTA A LA INCIDENCIA DE LA TECNOLOGÍA SOBRE EL EMPLEO Y LA POLARIZACIÓN SOCIO-LABORAL

Esbozados los efectos fundamentales de la tecnología sobre el empleo, no cabrá finalizar la reflexión sin una breve semblanza de algunas iniciativas postuladas para afianzar los efectos disruptivos de la tecnología en el trabajo.

Aun cuando la mayor parte de los análisis de los cuales trae causa el discurso se mantienen en el plano que les ha servido de fundamento y presentan, por tanto, un marcado carácter económico y socio-educativo, con el Estado como principal destinatario[87], no cabrá nunca abdicar de la idea no solo de elevar las miras a una perspectiva de dimensión global, sino también al imprescindible descenso a su traducción en reformas legislativas, como ayuda en esa necesidad sentida de "reprogramar el Derecho"[88]. Entre muchas más, y de muy variado tipo, cabría repasar en algunas vinculadas a los aspectos siguientes:

1º.- Los relativos a la cooperación internacional para conducir al mundo a un desarrollo sostenible, introduciendo en la reflexión los aspectos de un fenómeno cuya proyección no encuentra fronteras y hace tan necesario aprender de las experiencias nacionales como ayudar a los países menos desarrollados. En este sentido, la tecnología es y será uno de los motores fundamentales de la globalización, y a través de la automatización adquiere potencial bastante para introducir cambios en la naturaleza de los flujos fronterizos. Al margen de los movimientos masivos de población que hacen de la emigración en busca de oportunidades de todo tipo un fenómeno imparable, por cuanto hace a los avances que aquí concitan el interés será preciso parar la atención en el quehacer de las multinacionales y su estrategia tanto sobre la difusión de la tecnología punta a sus filiales (e incluso a la cadena de valor), como respecto a las decisiones sobre los traslados de los beneficios aun cuando las actividades que los generan no puedan hacerlo[89].

Desde el primer punto de vista, y además de la labor de supervisión de la OIT y otros miembros de Naciones Unidas, así como de cuantas políticas de cooperación pudieran lograr implementar dentro del objetivo general de un trabajo decente -incluida la evidente preocupación medioambiental por los altos costes de una digitalización y automatización intensiva en consumo energético[90]-, resultará fundamental el papel de las Federaciones Sindicales Internacionales convenientemente organizadas a tal nivel para evitar que la eliminación o desplazamiento de puestos de trabajo rutinarios o que exigen menor cualificación acabe convirtiéndose en un nuevo factor de desequilibrio mundial[91]. La proliferación de tribunales éticos o denuncias de comportamiento irresponsables como vías de presión que se han mostrado enormemente efectivas,

[87] Entre las más acabadas cabrá remitir, por ejemplo, a la "receta con seis ingredientes": 1) inversión en educación, 2) promoción del emprendimiento, 3) ajuste entre demanda y oferta en el mercado de trabajo, 4) inversión en ciencia y tecnología, 5) inversión en infraestructuras y 6) aplicación inteligente de los impuestos, propugnada por BRYNJOLFSSON, E; ROCK, D. y SYVERSON, Ch.: "Artificial intelligence and the modern productivity paradox: A clash of expectations and statistics", cit., págs. 17 y ss.

[88] En el sugerente planteamiento que trata de cohonestar el triple objetivo de garantizar el pleno empleo a partir de una democracia económica, asegurar una Seguridad Social universal para las rentas más bajas y ceñir la estricta responsabilidad de las empresas por los robots, como productos (y o personas) que son, MCGAUGHEY, E.: "Will robots automate your job away? Full employment, basic income, and economic democracy", cit., págs. 26-31.

[89] BRUCKNER, M.; LAFREUR, M. y PITTERLE, I.: "The impact of the technological revolution on labour markets and income distribution", *Frontier Issues, DESA/DPAD*, 2017, págs. 41-43, en https://www.un.org/development/desal/dpad/wp-content/uploads/sites/45/publication/2017_Aug_Frontier-Issues-1.pdf.

[90] BRAÑA PINO, F. J.: "Cuarta revolución industrial, automatización y digitalización: una visión desde la periferia de la Unión Europea en tiempos de pandemia", *ICET Working Papers*, núm. 4, 2020, en https://eprints.ucm.es/id/eprint/61648/.

[91] MARCOLIN, L. S.; MIROUDOT, S. y SQUINCCIARINI, M.: "Routine jobs, employment and technological innovation in global value chains", *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, núm. 1, 2016, http://dx.doi.org/10.1787/tjm5dcz2d26j-en.

así como los Acuerdos Marco Internacionales como forma de negociación colectiva con floreciente uso, parecen, a este propósito, instrumentos llamados a desempeñar un papel fundamental[92].

Desde el otro plano, en primer lugar cabrá anotar que los beneficios asociados a las nuevas tecnologías están en disposición de atravesar fronteras incluso si las actividades económicas no se desplazan, lo cual pudiera permitir a las empresas eludir sus obligaciones fiscales recortando los recursos públicos disponibles para redistribuir y promover la innovación, provocando un efecto negativo sobre la producción a partir de la acumulación de rentas en manos privadas, e igual ocurre con las prácticas monopolistas derivadas de convenios bi o plurilaterales sobre propiedad intelectual que acaban trazando un panorama de difusión del conocimiento netamente diferente según el nivel de desarrollo de los Estados[93].

2º.- De atender a las políticas regionales o nacionales, lógicamente el objetivo prioritario radicará en corregir cuanto aparte del pleno empleo. Si la introducción de nuevas tecnologías aumenta la producción, y con ello debe tener lugar una mejora en las condiciones de trabajo, procederá intervenir para corregir cuanto impida alcanzar este círculo virtuoso a través de unas políticas económicas, fiscales y laborales apropiadas[94].

A este propósito, difícil será hacer frente a la brecha actual entre la productividad y salarios si la distribución de aquella sigue siendo un objeto relegado frente a las políticas monetarias que convierten la corrección de la inflación en meta fundamental a conseguir[95]. En este punto, parece claro que sobre la responsabilidad ciudadana pesa el exigir de los gobernantes las dosis necesarias de democracia económica, bajo la idea de conformidad con la cual "la inversión en el trabajo siempre justifica el voto"[96]. Igualmente parece preciso el fomento una inversión que vaya dirigida no solo hacia los nuevos "tangibles" (bienes de capital mejorados o "intensificación del capital"), sino también a los intangibles, para incluir investigación y desarrollo, propiedad intelectual y diseño ("propiedad innovadora") o toda clase de información digital, como software, bases de datos, etcétera[97].

Sin perjuicio de la dimensión propia que deben adquirir en leyes y convenios fenómenos como la exteriorización productiva a través de subcontratas (que, al extender la cadena de valor, afectan de manera notable a la productividad), la ordenación de las plataformas tecnológicas (en tanto nueva forma de negocio que compite a partir de costes marginales de carácter solo virtual), la necesidad de impulsar el emprendimiento relacionado con *star-ups* digitales bajo la idea de desarrollar "empresas inteligentes" (*smart factory*), así como el largo elenco que suele acompañar

[92] FERNÁNDEZ DOMÍNGUEZ, J. J.: *De la condicionalidad social a los Acuerdos Marco Internacionales*, Cizur Menor (Aranzadi Thomson), 2012, en particular págs. 185 y ss.

[93] CASTILLO MURCIEGO, A.: *Los efectos de la fiscalidad de la renta societaria sobre las decisiones de las empresas multinacionales: inversiones y traslado de beneficios*, Tesis Doctoral, Zaragoza (Universidad de Zaragoza), 2017, en especial págs 152-178, en https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis? codigo=174410.

[94] NÜBLER, I.: "New technologies: A jobless future or golden age of job creation?", *ILO Research Departament Working Paper*, núm. 13, 2016, págs. 11 y 12, en https://www.ilo.org/wemsp5/ groups/public/---dgreports/---inst/documents/publication/wems_544189.pdf.

[95] KONEZAL, M. y MASON, J. W.: "A new direction for the Federal Reserve (Expanding the monetary policy toolkit)", *Roosevelt Institute Reports*, 2017, en http://rooseveltinstitute.org/wp-content /uploads/ 2017/11/Monetary-PolicyToolkit-Report-1/pdf.

[96] MCGAUGHEY, E.: "Wil robots automate your job away? Full employment, basic income, and economic democracy", cit., págs. 27 y 28.

[97] Por extenso, VAN DER ZEE, F.: "Technology and labor productivity", en AA.VV. (Van Est, R. y Kool, L., Eds.): *Working on the robot society. Visions and insights from science concerning the relationship between technology and employment*, La Haya (Rathenau Institut), 2015, en particular, pág. 108, en https://www.rahtenau.nl/sites/default/files/2018-05/RATH_Working_on_the_Robot_Society _01.pdf; CORRADO, C. *et alii*: "Innovation and intangible investment in Europe, Japan, and the United States", *Oxford Review of Economic Policy*, Vol. 29, núm. 2, 2013, págs. 261-286 o MÁS IVARS, M.: "El crecimiento de la productividad y los activos intangibles", *Papeles de Economía Española*, núm. 164, 2020, con especial atención a págs. 44-57, en https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7539171.

cualquier propuesta de calendario de reformas en este sentido[98], cabría reseñar el papel fundamental que, para evitar la concentración -casi monopolística- de la tecnología en muy pocas empresas [aludida como un fenómeno en el cual "*winner-takes-all (markets)*"], debe desempeñar la normativa sobre propiedad intelectual e industrial[99].

Destacada como conviene su dimensión internacional, y destinada en teoría a proporcionar protección institucional a la inversión en I+D, garantizando el monopolio de la propiedad intelectual por un periodo de tiempo que permita la recuperación de lo invertido en investigación más un razonable beneficio, en la práctica ha traído aparejado un efecto perverso. De la mano de la regulación norteamericana, extendida por todo el mundo a través de su imposición en los convenios bi o multilaterales que firma la gran potencia económica, ha llevado a que las denominadas "rentas del innovador", por mor de su considerable duración en el tiempo, acaben constituyendo "rentas de extracción" que obstaculizan la innovación y comprometen seriamente el crecimiento de la productividad, al tiempo que exacerban las desigualdades existentes[100], motivo por el cual procedería articular otras fórmulas diversas de protección de tan singular propiedad sin lastrar o diferir en el tiempo la distribución de tan preciado intangible[101]. Como magníficamente se ha sintetizado, el esfuerzo ha de quedar dirigido a implementar un desarrollo tecnológico directamente ordenado al beneficio de la sociedad, pues si bien los Estados no fijan exactamente los mercados, pueden intervenir activamente en su orientación final con el objetivo, en esta ocasión, de buscar un efecto de complementariedad -y no de sustitución- con el trabajo[102].

3.- En este proceso de ajuste, la norma laboral ha de desempeñar un papel fundamental para acomodar la ley a la nueva realidad productiva y dispensar adecuada protección social a quienes lo precisen.

En atención al primero de los retos, parece clara la aparición de estrategias organizativas en la empresa que están llamadas a romper las barreras de tiempo y espacio sobre las cuales se asentaba la regulación tradicional. De este modo, el trabajo a distancia, la creación de mayores espacios para la autonomía individual, la operatividad de grupos de trabajo virtuales, la necesidad de metodos de formación continuada flexibles y personalizadas, el desarrollo de distintas formas de supervisión o la generalizada exteriorización hacia un creciente espacio de modernos autónomos dependientes o "agentes libres" (*freelanders*) conforman una lista mucho más extensa de nuevos patrones en los cuales resulta sencillo colegir la exigencia de flexibilidad locativa (con la aparición de nuevos riesgos laborales y la necesaria cooperación -comunicación- con las máquinas en las labores diarias) y temporal (bajo el doble sesgo de mayor disponibilidad horaria en atención a los requerimientos derivados de la tecnología, pero también de superior margen de descanso para las necesidades personales), lo cual se traducirá en requisitos diferentes en la manera de trabajar (con la polivalencia como norte), necesaria preocupación por la protección de datos y regulación del uso de los medios puestos a disposición por el empresario o, por no seguir, la más que segura implantación de partidas o modalidades retributivas apenas si exploradas hasta ahora.

Panorama vinculado al contrato o relación individual de trabajo dentro del cual resulta de todo punto imprescindible la participación de los sindicatos en las decisiones que sobre la tecnología

[98] Entre muchos, destacable el compendio ofrecido por ERNST, E.; MEROLA, R. y SAMAN, D.: "The economics of artificial intelligence: Implications for the future of work", *ILO Future of Work Research Paper*, núm. 5, 2018, en https://www.researchgate.net/publications/328353684_The_economics_of_artificial_intelligence_implications_for_the_future_of_work.

[99] GRABHER-MEYER, N. y GMYREK, P.: *Big data and artificial intelligence in the ILO's development cooperation. State of play, ideas, oportunities, and threats*, Ginebra (OIT), 2017, en particular págs. 33 y ss.

[100] KORINEK, D. y NG, D.X.: "The macroeconomies of superstars" (mineo), 2017, en http://.www. korinek.com /downloads/Superstars.pdf.

[101] BAKER, D.; JAYADEV, A. y STIGLITZ, J.: "Innovation, intellectual property and development (A better set of approaches for the 21st Century)", *CPR Working Papers*, julio, 2017, págs, 26-35, en http://cepr.net/images/stories/reports/baker-joyadev-stiglitz-innovation-ip-development--2017-07-pdf.

[102] PAUL, M.: "Don't fear the robots: Why automation doesn't mean the end of world", cit., pág. 26.

adopte la empresa para que su incorporación y las condiciones resultantes sean equitativas. Proceso de información y consultas para el cual también los interlocutores sociales habrán de realizar el esfuerzo de adaptación a una realidad diferente a aquella bajo la cual nacieron y se desarrollaron, pues perderá peso el contacto directo proporcionado por el viejo modelo de empresa, será menester expandir su actuación a autónomos, *crowdworkers*, *freelanders* y otras figuras atípicas. Al tiempo, convendrá aprovechar todas las oportunidades derivadas de plataformas virtuales y otras herramientas que facilitan la comunicación; también, por supuesto, afrontar las negociaciones con preocupaciones adicionales a las clásicas, bajo el esquema antes expuesto respecto al tiempo de trabajo, protección de datos, necesidad de reciclaje "avanzado" y permanente o, en general, cuanto deriva de la interacción hombre-máquina[103].

Desde la perspectiva de los sistemas de protección social el desafío es de tal envergadura que, incluso de poder aplicar una política de reparto del tiempo de trabajo (con los problemas ya conocidos de no existir una relación directa entre la disminución de las horas de trabajo y la creación del número de puestos equivalentes, así como de no resultar aconsejable como medida permanente, sino estrictamente temporal[104]), un desempleo de las proporciones -numéricas y temporales- que se augura consumiría gran parte de los recursos públicos, bastantes comprometidos por el envejecimiento de la población. A un punto tal que propuestas tales como la creación de una renta mínima garantizada para todos los ciudadanos sin condicionantes estrictos, además de su discutible papel como subvención a la cual también accederían quienes pueden pero quieren trabajar, demandaría allegar nuevos y mayores ingresos vía impuestos para poder costear cuanto se ha venido a considerar la forma más correcta de distribuir los beneficios[105] (y la cotización por los robots que privan de puestos de trabajo no deja de ser continuamente invocada por los autores[106]), a modo de "dividendo universal básico"[107].

4.- Por último, y no por ello menos fundamentales, las medidas de educación van a resultar decisivas en estos momentos de cambio, tanto a la hora de proporcionar el apoyo institucional para la incorporación de nuevas cualificaciones a quienes están en activo, como a la de diseñar el sistema de formación para las nuevas generaciones. Desde el primer punto de vista, el esfuerzo de reciclaje ha de ser especialmente importante (insistiéndose en la oportunidad de crear una amplia oferta de cursos de calidad contrastada y con financiación pública) en favor de quienes no acrediten las cualificaciones necesarias, a fin de que puedan aspirar a integrar en su acervo las competencias imprescindibles para mejorar su empleabilidad y orientarlos hacia los nuevos yacimientos de

[103] Un elenco acabado de cambios en la relación constitutiva y el modelo institutional en WISSKIRCHEN, G. *et alii*: "Artifical intelligence and robotics and their impact on the workplace", loc. cit. Alguno de estos temas fundamentales, con una perspectiva muy actual, en AA.VV. (Fernández Domínguez, J. J. y Fernández Fernández, R., (Coords.): *Nuevos lugares, distintos tiempos y modos diversos de trabajar. Innovación tecnológica y cambios en el ordenamiento social*, Cizur Menor (Aranzadi/Thomson), 2021 (en prensa).

[104] HERZOG-STEIN, A.; LINDNER, F. y STURM, S.: "The German employment miracle in the Great Recession: The significance and institutional foundations on temporary working-time reductions", *Oxford Economic Papers*, Vol. 70, núm. 1, 2018, págs. 206-224.

[105] Especialmente esclarecedores los análisis de OBERSON, X.: "Taxing robots? From the emergence of an electronic ability to pay to a tax on robots or the use of robots", *World Tax Journal*, julio 2014, págs. 247 y ss. https://www.ibfd.org/sites/ibfd.org/files/content/pdf/wtj_2017_02_int_3_SeptNewsletter.pdf.; también BOTTONE, G.: "A tax on robots? Some food for thought", *Dipartamento delle Finance Working Papers*, núm. 3, 2018, https://www.researchgate.net/publication/341379284_A_TAX_ON_ ROBOTS_ Some_food_for_though

[106] Con documentado análisis, GÓMEZ SALADO, M. A.: "Robótica, empleo y Seguridad Social. La cotización de los robots para salvar el actual estado del bienestar", *Revista Internacional y Comparada de Relaciones Laborales y Derecho del Empleo*, Vol. 6, núm. 3, 2018, págs. 139 y ss., en http://adapt.it/wp/wp-content/uploads/2018/08/revista_n3_2018_def.pdf.

[107] VAROUPAKIS, Y.: "The universal right to capital income", *Proyect Syndicate*, 2016, en https://www.proyect-syndicate.org/Commentary/basic-income-funded-by-capital-income-by-yanis-veroufakis-2016-10?barrier=accesspaylog.

empleo, aun cuando solo sea a partir de la incorporación de las *soft skills* demandadas para el dinamismo económico[108].

Desde el segundo parece claro que habrá de producirse un importante cambio tanto en el método como en los contenidos. En este sentido, varias premisas parecen indeclinables: en primer lugar, "no debería explicarse [solo] el mundo como fue, sino como será"[109]; en segundo término, los conocimientos a impartir han de ser fáciles de adaptar a nuevas realidades -no en vano es de presumir una quinta revolución industrial-, contando a tal fin siempre con la ayuda de la tecnología (a partir del conocido lema "*to switch the skill, switch the job*"), para lo cual resulta fundamental la incorporación de la tecnología en los planes de estudio desde la edad más temprana; en último término, y teniendo siempre presente la necesidad de una educación inclusiva también en lo tecnológico, vital será poner fin a la pobre "carrera entre la tecnología y la educación" que ha acabado produciendo un exceso de sobrecualificación, aumentando la variedad de talento que se ofrece, con particular atención a los conocimientos metacognitivos ("aprender a aprender"), de desarrollo de la personalidad (creatividad y familiaridad con el emprendimiento)[110] y habilidades sociales (incluida la fundamental labor de aprender a trabajar en equipo). El esfuerzo en este ámbito primario merecerá la pena, pues, sin duda alguna y a medio o largo plazo, la adecuación en la educación recibida marcará el signo de quienes sean ganadores en este esfuerzo por asumir las consecuencias derivadas de los cambios tecnológicos[111].

7. BIBLIOGRAFÍA

AA.VV. (FERNÁNDEZ DOMÍNGUEZ, J. J. y FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, R., (Coords.): *Nuevos lugares, distintos tiempos y modos diversos de trabajar. Innovación tecnológica y cambios en el ordenamiento social*, Cizur Menor (Aranzadi/Thomson), 2021 (en prensa).

AA.VV. (TEULINGS, C. y BALDWIN, R., Eds.): *Secular stagnation: Facts, causes and cures*, Londres (CEPR), 2014.

ACEMOGLU, D. y AUTOR, D. H.: "Skills, tasks and tecnologies: implications for employment and earrnings", en AA.VV. (ASHENFELTER, O, y CARD, D., Eds.): *Handbook of Labor Economics*, Vol. 4, Parte B, Amsterdam (Elsevier), 2011.

ALONSO OLEA, M.: "El trabajo como bien escaso", *Revista del Ministerio de Trabajo e Inmigración*, núm. 33, 2001, págs. 17 y 32, en http://www.mitramiss.gob.es/es/publica/pub_electronicas/destacadas/revista/numeros/33/estudio1.pdf

ARENDT, H.: *La condición humana*, 1ª ed., 5ª reimp. (del original de 1958, traducido al castellano en 2003), Buenos Aires (Paidos), 2009.

ARIAS HERNÁNDEZ, R.: "Reconsideraciones sobre Veblen y la case ociosa", 2008, en https://www.cdrgital.uv.mx/handle/123456789/3922

ARNTZ, M.; GREGORY, T. y ZIERAHN, U.: "The risk of automation for jobs in OECD Countries: A comparative analysis", *OECD Social*, *Employment, and Migration Working Paper*, núm. 189, 2016, en http://www.ifuturo.org/sites/default/files/docs/automation.pdf

AUTOR, D. H. y SALOMONS, A.: "Is automation labor displacing? Productivity growth, employment and the labor share", *NBER Working Papers*, núm. 29871, 2018, en https://www.nber.org/papers/w24871

[108] PHELPS, E. S.: "Educar para el dinamismo económico", *Proyect Syndicate*, 2 septiembre 2014, https://www.project-syndicate.org/commentary/edmund-s--phelps-argues-that-restoring-humanities-education-is-the-key-to-building-innovative-economies/spanish

[109] WORLD ECONOMIC FORUM: "9 quotes that sum up the Fourth Industrial Revolution", cit.; también, BAINBRIDGE, S.: "In the future, what will people do?", en AA.VV. (Dolphin, T., Ed.): *Technology, globalisation and the future of work in Europe. Essays on employment in a digitised Economy*, Londres (IPPR), 2015, págs. 80-86, en https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/ academic/tecnology-globalisation-future-of-word_Mat2015.pdf.

[110] KOOL, L.: "The IT revolution and labor market", en AA.VV. (Van Est, R. y Kool, L.; Eds.): *Working on the robot society: Visions and insights from science concerning the relationship between technology and employment*, cit., págs. 125 y ss.

[111] BRYNJOLFSSON, E. y MCAFEE, A.: *The second machine age. Work, progress, and prosperity in a time of brilliant techonologies*, Nueva York (Norton & Company), Cap. 12, págs. 165 y ss.

AUTOR, D. H.: "Why are there still so many jobs? The History and the future of workplace automation", *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 29, núm. 3, 2015, en https://economics.mit.edu/files/11563

AUTOR, D. H.: "Polanyi's paradox and the shape of employment growth", *NBER Working Paper Series*, núm. 20485, 2014, en https://www.nber.org/papers/w20485

AUTOR D. H. y DORN, D.: "The growth of low skill service jobs and the polarization of the U.S. labor market", *American Economic Review*, Vol. 103, núm. 5, 2013.

BAINBRIDGE, S.: "In the future, what will people do?", en AA.VV. (DOLPHIN, T., Ed.): *Technology, globalisation and the future of work in Europe. Essays on employment in a digitised Economy*, Londres (IPPR), 2015, págs. 80-86, en https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/ academic/tecnology-globalisation-future-of-word_Mat2015.pdf

BAKER, D.; JAYADEV, A. y STIGLITZ, J.: "Innovation, intellectual property and development (A better set of approaches for the 21st Century)", *CPR Working Papers*, julio, 2017, págs, 26-35, en http://cepr.net/images/stories/reports/baker-joyadev-stiglitz-innovation-ip-development--2017-07-pdf.

BERRIMAN, R.: "Will robots steal our jobs? The potential impact of automation on the UK and other major economies", *UK Economie Outlook*, marzo 2017, en particular Capítulo IV, en https://www.pwc.co.uk/economic-services/ukeo/pwcukeo-section-4-automation-march-2017-v2.pdf

BILLÓN CURRÁS, N.; LERA LÓPEZ, F. y ORTIZ SERRANOS, S.: "Evidencias del impacto de las TIC en la productividad de la empresa: ¿fin de la 'paradoja de la productividad'?", *Cuadernos de Economía*, Vol. 30, núm. 82, 2007.

BIVENS, J. y MISHEL, L.: "Understanding the historic divergence between productivity and typical worker's pay. Why it matters and why it's real", *Economic Policy Institute Briefing Paper,* núm. 406, 2015, págs. 4 a 7, en https://www.epi.org/files/2015/understanding-productivity-pay-divergence-final.pdf

BLOOM, N. *et alii*: "Are ideas harder to find?", *NBER Working Paper*, núm. 23782, 2017, en https://scholar.google.es/scholar?q=BLOOM,+N.+et+alii:+% E2%80%9CAre+ ideas+harder+to+find%3F,+NBER+Working+Paper,+n%C3%BAm.+23782,+2017&hl=es&as_sdt=0& as_vis=1& o i =scholart

BLOOM, N.; SADUN, R. y VAN REENEN, J.: "Americans do it better: US multinational and the productivity miracle", *American Economic Review*, Vol. 102, núm. 1, 2012.

BÖRSCH-SUPAN, A.: "Myths, scientific evidence and economic policy in aging world", *The Journal of the Economics of Ageing*, Vol. 1 y 2, 2013, en especial págs. 10-13, en https://www.sciencedirect.com/science/ article/pii/S2212828X13000029?via%3Dihub

BOTTONE, G.: "A tax on robots? Some food for thought", *Dipartamento delle Finance Working Papers*, núm. 3, 2018, https://www.researchgate.net/publication/341379284_A _TAX_ON_ ROBOTS_ Some_food_for_though

BOWEN, H. R.: *Report of the National Commission on Tecnology, Automation, and Economy Progress*, Washington (US Government Office), Vol. 1, 1966, Presentación.

BRAÑA PINO, F. J.: "Cuarta revolución industrial, automatización y digitalización: una visión desde la periferia de la Unión Europea en tiempos de pandemia", *ICET Working Papers*, núm. 4, 2020, en https://eprints.ucm.es/id/eprint/61648

BRUCKNER, M.; LAFREUR, M. y PITTERLE, I.: "The impact of the technological revolution on labour markets and income distribution", *Frontier Issues, DESA/DPAD*, 2017, págs. 41-43, en https://www.un.org/development/desal/dpad/wp-content/uploads/sites/45/publication/2017_Aug_Frontier - Issues-1.pdf

BRYNJOLFSSON, E; ROCK, D. y SYVERSON, Ch.: "Artificial intelligence and the modern productivity paradox: A clash of expectations and statistics", *NBER Working Paper*, núm. 24001, 2017, en particular págs. 28-31, en https://www.nber.org/papers/ w24001

BRYNJOLFSSON, E. y HITT, L.: "Computing productivity: firm-level evidence", *Revue of Economics & Statistics*, Vol. 85, núm. 4, 2003.

BRYNJOLFSSON, E. y McAFEE, A.: *The second machine age. Work, progress, and prosperity in a time of brilliant techonologies*, Nueva York (Norton & Company), Cap. 12 .

BRZESKI, C. y BURIK, I.: "Die Roboter kommen. Folgen der Automatisierung für den deutschen Arbeitsmarkt", *ING-DiBa Economic Research*, Frankfrut, abril 2015, en https://www.ing-diba.de/binaries/content/assets/pdf/ueber-uns/presse/publikationen/ing-diba-economic-analysis-die-roboter-kommen.pdf

CASTILLO MURCIEGO, A.: *Los efectos de la fiscalidad de la renta societaria sobre las decisiones de las empresas multinacionales: inversiones y traslado de beneficios*, Tesis Doctoral, Zaragoza (Universidad de Zaragoza), 2017, en especial págs 152-178, en https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis? codigo=174410

CERINA, F.; MORO, A. y RENDALL, M.: "The role of gender in employment polarization", *CMF Discussion Papers*, núm. 4, 2017, en http://www:voxeu.org/article/role-gender-employment-polarization

CHI DAO, M.; DAS, M.; KOCZAN, Z. y LIAN, W: "Understanding the downward trend in labor income shares", *World Economic Outlook, April 2017: Gaining Momentum?*, 2017, Capítulo 3, en https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2017/04/04/world-economic-outlook-april-2017

CIRERA, X. y MALONEY, W. F.: *La paradoja de la innovación*, Bogotá (Universidad de los Andes/Banco Mundial), 2020.

CORRADO, C. *et alii*: "Innovation and intangible investment in Europe, Japan, and the United States", *Oxford Review of Economic Policy*, Vol. 29, núm. 2, 2013.

COWEN, T.: *The great stagnation: How America ate all the low-hanging fruit of Modern History, got sick, and will (eventually) feel better*, Nueva York (Dutton), 2011.

CRAFTS, N.: "The contribution of new technology to economic growth: Lessons from Economic History", *Revista de Historia Económica*, Vol. 28, núm. 3, 2010, págs. 422 y 423, en http://rhe-jilaeh. com/?page_id=380

DAUTH, W. *et alii*: "German robots. The impact of industrial robots on workers", *IAB Discussion Paper*, núm. 30, 2017, en http://doku.iab.de/discussionpapers/2017/dp3017.pdf

DAVID, B.: "Computer technology and probable job destructions in Japan: An evaluation", *Journal of the Japanese and International Economies*, Vol. 43, 2017, págs. 77-87, en https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889158317300011

DE PRATO, G. (Ed.), MAS IVARS, M. *et alii*: *The 2018 PREDICT. Key Fact Report. An Analisis of ITC R&D in the EU and beyond*, 2018, https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository /handle/JRC112019

DIZIKES, P.: "The productivity career of Robert Solow", *MIT Technology Review*, 27 diciembre 2019, en https://www.technologyreview.com/2019/12/ 27/131259/the-productive-career-of-robert-solow/

ERNST, E.,; MEROLA, R. y SAMAN, D.: "The economics of artificial intelligence: Implications for the future of work", *ILO Future of Work Research Paper*, núm. 5, 2018, en https://www.researchgate.net/publications/328353684_The_economics_of_artificial_intelligence_implications_for_the_future_of_work

EXECUTIVE OFFICE OF THE PRESIDENT (USA): *Artificial Intelligence, automation, and the Economy*, diciembre 2016, págs. 8 y 9, en https://obamawhitehouse.archives.gov/ sites/ whitehouse. gov/ files/documents/Artificial-Intelligenc-Automation-Economy.PDF

FERNÁNDEZ DOMÍNGUEZ, J. J.: *De la condicionalidad social a los Acuerdos Marco Internacionales*, Cizur Menor (Aranzadi Thomson), 2012.

FERNÁNDEZ-MACÍAS, E.: "Job polarization in Europe? Changes in the employment structure and job quality, 1995-2007", *Work and Occupations*, Vol. 39, 2012.

FERRÀS HERNÁNDEZ, X.: "La paradoja de Polanyi", *Blog Innovación* 6.0, 17 agosto 2017, https://xavierferras.com/2017/08/la-paradoja-de-polanyi/

FORD, M.: *Rise of the robots. Technology and the threat of a jobless future*, New York (Basic Books), 2016, en particular págs. 51 y ss , en https://www.uc.pt/feuc/citcoimbra/Martin_Ford-Rise_of_the_ Robots

FREY, C. y OSBORNE, M.: "The future of employment: How susceptible are jobs to computerization?", 2013, en https://www.fhi.ox.ac.uk/wp-content/uploads/The-Future-of-Employment-How-Susceptible-Are-Jobs-to-Computerization.pdf

GÓMEZ SALADO, M. A.: "Robótica, empleo y Seguridad Social. La cotización de los robots para salvar el actual estado del bienestar", *Revista Internacional y Comparada de Relaciones Laborales y Derecho del Empleo*, Vol. 6, núm. 3, 2018, págs. 139 y ss., en http://adapt.it/wp/wp-content/uploads/2018/08/revista_n3_2018_def.pdf

GOOS, M. y SALOMON, A.: *Randstad-Research. El futuro del trabajo (flexibility@work)*, 2020, https://www.randstadresearch.es/wp-content/uploads/2020/04/RANDSTAD-RESEARCH-Informe-Flexibility-El-futuro-del-trabajo-1.pdf

GOOS, M.; MANNING, A. y SALOMONS, A.: "Explaining job polarization: Routine-biased technological change and offshoring", *American Economic Review*, Vol. 104, núm. 8, 201 2014, págs. 2509-2526, en http://personal.lse.ac.uk/manning/work/ExplainingJobPolarization.pdf

GOOS, M. y MANNING, A.: "Lousy and lovely jobs: The rising polarization of work in Britain", *Center for Economic Performance Discussion Papers*, núm. DP0604, 2003, en http://eprints.lse.ac.uk/ 20002/1/Lousy_and_Lovely_Jobs_the_Rising_Polarization_of_Work_in_ Britain. Pdf

GORDON, R. J.: "Is U.S economic growth over? Faltering innovation confronts the six headwinds", *NBER Working Paper*, núm. 18315, 2012, en https://www.nber.org/papers/w18315.pdf

GRABHER-MEYER, N. y GMYREK, P.: *Big data and artificial intelligence in the ILO's development cooperation. State of play, ideas, oportunities, and threats*, Ginebra (OIT), 2017.

GRACE, K. *et alii*: "Viewpoint: When will AI exceed human performance? Evidence form AI experts", *Future of Humanity Institute Working Paper,* 2018, pág. 729, en https://arxiv.org/abs/ 1705.08807

GREGORY, T.; SALOMONS, A. y ZIERAHN, U.: "Racing with or against the machine? Evidence from Europe", *Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung Discussion Paper,* núm. 16-053, 2016, en http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp16053.pdf

GREENWOOD, J.; SESHADRI, A. y YORUKOGLU, M.: "Engine of liberation", *Review of Economic Studies*, Vol. 72, núm. 1, 2005, s/p, en http://www.jeremygreenwood.net/papers/engines.pdf

HALLWARD-DRIEMEIER, M. y MAYYAR, G.: *Trouble in the making? The future of manufacturing-led development*, Washington (World Bank), 2017, en htpps://www.openknoledge.worldbank.org/handle/10986/27946

HATZIUS, J. y DAWSEY, K.: "Doing the sums on productivity paradox v. 2.0", *Goldman Sachs US Economics Analist*, núm. 15/30, 2015, en https://www.goldnausachs.com/briefings/multimedia/producivity/pandox-v2.0-revisted.pdf

HERZOG-STEIN, A.; LINDNER, F. y STURM, S.: "The German employment miracle in the Great Recession: The significance and institutional foundations on temporary working-time reductions", *Oxford Economic Papers*, Vol. 70, núm. 1, 2018.

HIDALGO, M. A.: "La dialéctica entre el hombre y la máquina: consecuencias y acciones para un futuro incierto", *Economistas*, núm. 165 (*Globalización 4.0*), 2019.

HIDALGO, M. A.: *El empleo del futuro: Un análisis del impacto de las nuevas tecnologías en el mercado laboral*, Barcelona (Ediciones Deusto), 2018.

HOLZER, H. y FELLOW, V.: "Job market polarization and U.S. worker skills: A tale of two middles", *Economics Studies at Brookings*, 2015, en http://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/ polarization_jobs_policy_holzer.pdf

HUNT, J. y NUNN, R.: "Is employment polarization informative about wage inequality and is employment really polarizing?", *NBER Working Paper*, núm. 26064, en https://www.nber.org/system/files/ working_papers/w26064/revisions/w26064.rev0.pdf

IFR (INTERNATIONAL FEDERATION OF ROBOTICS): *The impact of robots on productivity, employment and jobs*, 2017, pág. 11, en https://ifr.org/img/office/IFR_The_Impact_of_Robots_on_ Employment.pdf

JERBASHIAN, V.: "Automation and job polarization: on the decline of middling occupations in Europe", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Vol. 81, núm. 5, 2019.

JIMENO SERRANO, J. F.: *Crecimiento y empleo. Una relación turbulenta e incomprendida*, Barcelona (RBA), 2016.

KEYNES, J. M.: "Economic possibilities of our grandchildren", en *Essays in persuasion*, Nueva York (Hartcourt), 1930.

KONEZAL, M. y MASON, J. W.: "A new direction for the Federal Reserve (Expanding the monetary policy toolkit)", *Roosevelt Institute Reports*, 2017, en http://rooseveltinstitute.org/wp-content /uploads/ 2017/11/Monetary-PolicyToolkit-Report-1/pdf

KORINEK, D. y NG, D.X.: "The macroeconomies of superstars" (mineo), 2017, en http://.www. korinek.com /downloads/Superstars.pdf

LEONTIEF, W.: "Machines and man", *Scientific American*, Vol. 187, núm. 3, 1952.

LORENZ, M. *et alii*: "Man and machine in industry 4.0. How will technology transform the industrial workforce through 2025?", *The Boston Consulting Group*, 2015, págs. 4-12, en http://englishbulletin.adapt.it/wp-content/uploads/2015/10/BCG_Man_and_Machine_in_Industry_4_0_Se p_2015_tcm80-197250.pdf

LUND, S. *et alii*: *The future of work after COVID-19*, 2021, en https://www.voced.edu.au/content/ngv 89731

McGAUGHEY, E.: "Will robots automate your job away? Full employment, basic income, and economic democracy", *Center for Business Research, University of Cambridge Working Paper,* núm. 496, 2018, en https://www.cbr.cam.ac.uk/fileadmin/user_upload/centre-for-business-research/downloads/working-papers/wp496.pdf

MALONEY, W. F. y MOLINA, C.: "Is automation labor-displacing in the developing countries, too?. Robots, polarization and jobs", *World Bank Working Paper*, 2019, en https://www.openknoledge. worldbank.org/ handle/10986/33301

MANYIKA, J. *et alii*: *A future that works: Automation, employment and productivity*, McKinsey Global Institute, febrero 2017, en https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/featured%20insights/Digital%20Disruption/ Harnessing%20automation%20for%20a%20future%20that%20works/MGI-A-future-that-works-Executive-summary.ashx

MARCOLIN, L. S.; MIROUDOT, S. y SQUINCCIARINI, M.: "Routine jobs, employment and technological innovation in global value chains", *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, núm. 1, 2016, http://dx.doi.org/10.1787/tjm5dcz2d26j-en

MAS IVARS, M.: *El futuro digital en España*, 6 julio 2021, https://portal.mineco.gob.es/es-es/economiayempresa/Paginas/webinario-futuro-digital-espana.aspx.

MÁS IVARS, M.: "El crecimiento de la productividad y los activos intangibles", *Papeles de Economía Española*, núm. 164, 2020, con especial atención a págs. 44-57, en https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7539171

MAS IVARS, M.: "Reflexiones sobre la productividad (I). El rompecabezas de la productividad", *Blog Nada es gratis*, 5 marzo 2018, https://nadaesgratis.es/admin/reflexiones-sobre-la-productividad-i-el-rompecabezas-de-la-productividad

MERCADER UGUINA, J. R.: "Reformas laborales en tiempos de digitalización y cambio tecnológico", *Anuario de la Facultad de Derecho de la Universidad Autónoma de Madrid*, Vol. 23, 2019, págs. 177 y 178, en https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7160624

MERCADER UGINA, J. R.: *El futuro del trabajo en era de la digitalización y robótica*, Valencia (Tirant lo Blanch), 2016.

MICHAELS, G.; NATRAJ, A. y VAN REENEN, J.: "Has ICT polarized skill demand? Evidence from eleven countries over 25 years", *NBER Working Papers*, num. 16138, 2010, en https://www.nber.org/papers/w16138

MOKYR, J.: "Secular stagnation? Not in your life", *Geneva Reports on the World Economy*, agosto 2014, págs. 83-89, en https://scholar.harvard.edu/files/farhi/files/ book_chapter_secular_stagnation_nov_2014_0.pdf

MORAVEC, H.: *Mind children: The future of robot and human intelligence*, Cambridge, Mass. (Harvard University Press), 1988, con anotaciones sugerentes sobre su versión inicial en MORAVEC, H.: "When will computer match the human brain?", *Journal of Evolution and Technology*, Vol. I, 1998.

NGOC NGO, Ch. y McCANN, Ch. R.: "Rethinking rent seeking for technologícal change and development", *Journal of Evolutionary Economics*, Vol. 29, 2019.

NORDHAUS, W. O.: "Are we approaching an economic singularity?. Information technology and the future of economic growth", *NBER Working Paper*, núm. 21547, 2015, con expresiva Tabla 7 de resultados en pág. 29, en https://www.nber.org/system/files/working_papers/w21547/w21547.pdf

NÜBLER, I.: "New technologies: A jobless future or golden age of job creation?", *ILO Research Departament Working Paper*, núm. 13, 2016, págs. 11 y 12, en https://www.ilo.org/wemsp5/ groups/public/---dgreports/---inst/documents/publication/wems_544189.pdf

OBERSON, X.: "Taxing robots? From the emergence of an electronic ability to pay to a tax on robots or the use of robots", *World Tax Journal*, julio 2014, págs. 247 y ss. https://www.ibfd.org/sites/ibfd.org/files/content/pdf/wtj_2017_02_int_3_SeptNewsletter.pdf

PAUL, M.: "Don't fear the robots: Why automation doesn't mean the end of work", *Report of Roosevelt Institute and The Samuel Dubois Cook Center*, 2018, en http://rooseveltinstitute.org/wp-content/uploads/2018/06/Don%E2%80%99t-Fear-the-Robots.pdf

PHELPS, E. S.: "Educar para el dinamismo económico", *Proyect Syndicate*, 2 septiembre 2014, https://www.project-syndicate.org/commentary/edmund-s--phelps-argues-that-restoring-humanities-education-is-the-key-to-building-innovative-economies/spanish

POLANYI, M.: *The tacit dimension*, Nueva York (Doubleday), 1966; versión consultada, *La dimensión tácita*, Chicago (Universidad de Chicago), 2009.

QUESADA IBÁÑEZ, M. y MAS IVARS, M.: "The role of ICT in the Spanish productivity slowdown", *Documentos de Trabajo Fundación BBVA*, núm. 5, 2006, en https://www.fbbva.es/publicaciones/the-role-of-ict-in-the-spanish-productivity-slowdown/

RIFKIN, J.: *El fin del trabajo (Nuevas tecnologías contra puestos de trabajo: el nacimiento de una nueva era*), México (Paidós), 1996, en https://s7d00f109a9e98130.jimcontent.com/download/version/1336274934/module/6066165182/name/Jeremy%20Rifkin%20-%20El%20Fin%20del%20Trabajo.pdf

SARTORIO, L.: "Qué sabemos (y que no sabemos) sobre el futuro del trabajo", *Nueva Sociedad*, núm. 279, 2019, pág. 74, en https://static.nuso.org/media/articles/downloads/4.TC_Sartorio_279.pdf

SCHUMPETER, J. A.: *Capitalism, socialism and democracy*, Londres y Nueva York (Harper&Brother), 1942, Cap. VII y VIII, en particular pág. 90, en https://eet.pixel-online.org/files/etranslation/original/Schumpeter,%20Capitalism,%20Socialism%20and%20 Democracy. pdf

SIN AUTOR: *Citizens, government and business: the state of the State 2017-2018*, 2017, pág. 10, en https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/uk/Documents/public-sector/deloitte-uk-the-state-of-the-state-report-2017.pdf

SHIM, M. y YANG, H. S.: "Interindustry wage differentials, technology adoption, and job polarization", *Journal of Economics Behavior & Organization*, Vol. 146, 2018.

SHOOK, E. y KNICKREM, M.: *Harnesing revolution: Creating the future workforce (Accenture Strategy)*, 2017, https://www.accenture.com/_acnmedia/pdf-40/accenture-strategy-harnessing-revolution-pov.pdf

SOLOW, R. M.: "We'd better watch out", *New York Times*, 12 julio 1987, pág. 36, en http://www.standupeconomist.com/pdf/misc/solow-computer-productivity.pdf

STEINBAUM, M.; BERNSTEIN, E. H. y STURM, J.: *Powerless: How lex antitrust and concentrated market power rig the Economy against American workers, consumers and communties*, Nueva York (Rooswelt Institute), 2018.

SUMMERS, L. H.: "Aceptar la realidad del estancamiento secular", *Finanzas & Desarrollo*, marzo 2020, págs. 17-19, en https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/spa/2020/03/pdf/larry-summers-estancamiento-secular. pdf

SYVERSON, Ch.: "Challenges to mismeasurement explanations for the US productivity slowdown", *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 31, núm. 2, 2017.

TAMBE, P. *et alii*: "Digital capital and superstar firms", *NBER Working Paper*, núm. 28285, 2020, en https://www.nber.org/system/files/working_papers/w28285/w28285.pdf.

THE CONFERENCE BOARD: *Total Economy Database. Productivity results*, abril 2021, https://conference-board.org/topics/global-economic-outlook/global-productivity-brief-2021

TIME: "The automation jobless", 24 de febrero de 1961, en http://content.time.com/time/subscriber / article/ 0,33009,828815-1,00.html

UGT: *Impacto de la automatización en el empleo en España. Recopilación y traslación de los principales estudios*, Madrid (UGT), 2018, en https://www.ugt.es/sites/default/files/24-_maquetado-_impacto_de_ la_automatizacion _ en _el_empleo_en_espana.pdf

VAN ARK, B.: "Productivity and digitalisation in Europe: Paving the road to faster growth", *Research Report by The Conference Board and the Centre for Innovation Economics*, 2014, en http://ec.europa.eu/ newsroom/document.cfm?action=display& doc_id=5966

VAN DER ZEE, F.: "Technology and labor productivity", en AA.VV. (VAN EST, R. y KOOL, L., Eds.): *Working on the robot society. Visions and insights from science concerning the relationship between technology and employment*, La Haya (Rathenau Institut), 2015, en particular, pág. 108, en https://www.rahtenau.nl/sites/default/files/2018-05/RATH_Working_on_the_Robot_Society _01.pdf

VAROUPAKIS, Y.: "The universal right to capital income", *Proyect Syndicate*, 2016, en https://www.proyect-syndicate.org/Commentary/basic-income-funded-by-capital-income-by-yanis-veroufakis-2016-10?barrier=accesspaylog

WALKER, T.: "Why economist dislike of lump of labor?", *Review of Social Economy*, Vol. 65, núm. 3, 2007.

WATANABE, Ch. *et alii*: "Measuring GDP in the digital economy: Increasing dependence on uncaptured GPD", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 137, 2018.

WEST, D. M.: "What happens if robots take the jobs? The impact of emerging technologies on employment and public policy", *Center for Technology Innovation at Brookings*, 2015, pág. 10, en https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/robotwork.pdf

WOLLA, S. A.: "Examining the 'lump of labor' fallacy using a simple economic model", *Page. One Economics*, noviembre 2020, en https://www.research.stalouisfed.org/publications/page1-econ/2020/11/02/examining-the-ump-of-labor-fallacy-using-economic-model

WORLD ECONOMIC FORUM: "The future of jobs. Employment, skills and workforce strategy for the Fourth Industrial Revolution", 2016, pág. 14, en http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf

WORLD ECONOMIC FORUM: "9 quotes that sum up the Fourth Industrial Revolution", *World Economic Forum Annual Meeting*, 2016, en htpps:www.weforum.org/agenda/2016/01/9-quotes-that-sum-up-forth-industrial-revolution

WTO: *World Trade Report 2017: Trade, technology and jobs*, 2017, pág. 95, en https://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/world_trade_report17_e.pdf