

## ¿Hacia dónde evoluciona el tejido social contemporáneo? Nuevas tecnologías y viejas tendencias socioeconómicas

Giovanni DOSI\* y Maria Enrica VIRGILLITO\*\*

**Resumen.** *En este artículo se investiga si las sociedades asisten a una nueva revolución industrial, y cuál es la repercusión del cambio tecnológico en el tejido socioeconómico, principalmente con respecto al empleo, la distribución de la renta, las condiciones de trabajo y las relaciones laborales. Los autores sostienen que los procesos de innovación y la expansión de lo que denominan «automatización inteligente» tienden a exacerbar los actuales patrones de desigualdad de poder y de renta, que ya estaban presentes mucho antes la aparición de las tecnologías en cuestión. A tenor de esos procesos, proponen algunas recomendaciones para la formulación de políticas.*

El primer hombre a quien, cercando un terreno, se le ocurrió decir «esto es mío» y halló gentes bastante simples para creerle fue el verdadero fundador de la sociedad civil. (J.-J. Rousseau, 1755, pág. 109)

¿Asistimos a una nueva revolución industrial? ¿Cómo incide el cambio tecnológico en el tejido socioeconómico actual, sobre todo desde la perspectiva del empleo, la distribución de los ingresos, las condiciones de trabajo y las relaciones laborales? Estos dos interrogantes conexos, de sumo interés para nosotros y para muchos otros observadores de las transformaciones socioeconómicas contemporáneas<sup>1</sup>, vertebran las reflexiones del presente artículo. Podríamos seguir la línea reduccionista que consiste en recurrir al típico repertorio de la ciencia económica basado en la función de producción, los

---

\* Istituto di Economia, Scuola Superiore Sant'Anna; g.dosi@santannapisa.it. \*\* Dipartimento di Politica Economica, Università Cattolica del Sacro Cuore e Istituto di Economia, Scuola Superiore Sant'Anna; mariaenrica.virgillito@unicatt.it. Los autores desean dar las gracias al editor del presente número especial y a tres evaluadores anónimos que contribuyeron a mejorar la redacción inicial de este artículo. Agradecen la ayuda recibida en el marco del Programa Marco de Investigación e Innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea en virtud del acuerdo de subvención núm. 822781 – GROWINPRO.

La responsabilidad de las opiniones expresadas en los artículos solo incumbe a sus autores, y su publicación en la *Revista Internacional del Trabajo* no significa que la OIT las suscriba.

<sup>1</sup> Véanse, entre otros, los estudios de Franzini y Pianta (2015), y Milanovic (2016).

indicadores indirectos de la evolución de las competencias, la oferta y la demanda de trabajo, para ofrecer la respuesta esperada: a largo plazo, el sistema por sí solo recuperará un nuevo equilibrio en el que todo el desempleo será friccional o voluntario; quienes desempeñen las tareas necesarias para las nuevas tecnologías disfrutarán de una prima salarial y, por el contrario, aquellos trabajadores cuyas funciones puedan ser ejecutadas por máquinas verán reducido su salario, por no satisfacer la demanda del mercado, y deberán reorientarse profesionalmente si quieren seguir siendo competitivos.

Sin embargo, proponemos adoptar un enfoque diferente. Volvamos a los fundamentos de la disciplina para examinar la dinámica conjunta del cambio tecnológico y el desarrollo socioeconómico en niveles de análisis entrelazados. Antes de evaluar el impacto de las nuevas tecnologías, nos parece necesario examinar las tendencias preexistentes en ámbitos como la distribución de los ingresos, las relaciones laborales y las estructuras de la actividad económica. Después debemos investigar la naturaleza y el impacto de las tecnologías, antiguas y nuevas, por sí solas, antes de integrarlas en un modelo económico estacionario y relativamente improbable. Esas tecnologías antiguas y nuevas van a insertarse en todos los niveles de análisis de las economías políticas complejas, desde la división del trabajo y el poder en el ámbito empresarial hasta las políticas legislativas, fiscales y de gestión de la demanda. El último paso consistirá en sondear la repercusión de los cambios tecnológicos e institucionales a la luz de variables más amplias que no se limiten a la tasa de crecimiento del PIB per cápita. Por ejemplo, el bienestar y las condiciones de trabajo, la igualdad de oportunidades, la movilidad social y la calidad de vida son aspectos no menos importantes. Asistimos a un cambio de paradigma histórico en el que la estructura socioeconómica, las relaciones de poder y las políticas del presente determinarán las tendencias futuras a largo plazo.

El antagonismo entre el hombre y la máquina y su repercusión en las condiciones de trabajo no auguraban perspectivas tan aciagas desde la primera Revolución Industrial, máxime con la insaciable avidez de lucro y el riesgo de exclusión social característicos de la economía globalizada y financiarizada de nuestro tiempo. ¿Qué lecciones podemos extraer del pasado? Los historiadores coinciden en señalar que esta problemática es una constante en todas las revoluciones industriales, que siempre han ido acompañadas de una drástica transformación de la dicotomía del trabajo humano y la máquina. Por una parte, las nuevas tecnologías suponen una amenaza para los procedimientos tradicionales, las condiciones de trabajo y los patrones de empleo establecidos; por otra, ofrecen nuevas oportunidades de crecimiento económico y cambio social, hasta tal punto que, a largo plazo, llegan a ser un formidable motor de crecimiento que mejora sustancialmente las condiciones de vida. Las tecnologías emergentes pueden impulsar nuevas oportunidades de negocio y generar soluciones eficaces en ámbitos de aplicación que las tecnologías antiguas no resuelven de manera satisfactoria. Así, los sectores de los servicios médicos y la atención sanitaria, donde los costos son a veces desproporcionados, pueden beneficiarse de la adopción de las nuevas tecnologías, siempre que los usuarios tengan acceso a ellas.

En los niveles macroeconómico y social las nuevas tecnologías pueden ser el preludio de una «economía de la esperanza», con trabajo para todos e inclusión social equitativa, o bien, a la inversa, generar desempleo generalizado, desigualdad y exclusión social masivas en un proceso de «refeudalización» de las sociedades occidentales (Freeman, 1992; Freeman y Soete, 1994). Las tecnologías en sí no son buenas o malas en ninguna de las dos situaciones hipotéticas. A medida que surgen y se redefinen los nuevos paradigmas dominantes, los factores decisivos son de orden económico y social.

La presente coyuntura histórica nos brinda la oportunidad de «escoger» colectivamente la constelación de paradigmas hacia la que nos dirigimos<sup>2</sup>. Se perfilan dos arquetipos extremos. El primero, que podríamos denominar escenario *Blade Runner* –tomando el nombre de la película de ciencia ficción de Ridley Scott de 1982–, consiste en una suerte de tecnofeudalismo en el que una clase dirigente muy desarrollada, pero minoritaria, coexiste con un extenso lumpemproletariado de personas muy cultas y obedientes que perpetúan la distribución desigual del poder y de la renta en favor de los ricos y poderosos. De hecho, uno de los inconvenientes de la película es que no llega a describir una situación aún más extrema, con una clase de rentistas ignorantes y codiciosos que comparte el poder y la riqueza con la clase tecnofeudal, y un lumpemproletariado constituido fundamentalmente por esclavos casi subhumanos desprovistos de derechos y de ciudadanía.

El extremo opuesto abarca desde las propuestas progresistas y liberales de Keynes (1930), que se inscriben en la sociedad capitalista, hasta el Manifiesto comunista, que aboga por la reorganización de las sociedades sobre la base del credo marxista resumido en el aforismo «De cada cual según sus capacidades, a cada cual según sus necesidades». Con arreglo a este arquetipo, las nuevas tecnologías liberarán a las personas del trabajo tedioso, degradante y alienante y les permitirán satisfacer su curiosidad, aprender, disfrutar de la vida y dedicar la mayor parte de su tiempo al ocio y al juego. Estamos en condiciones de considerar que esta es una utopía factible, al menos en las economías desarrolladas<sup>3</sup>.

Sea como fuere, los procesos de innovación y expansión de lo que podríamos denominar «automatización inteligente» probablemente transformarán, y con toda seguridad reforzarán, los patrones de distribución desigual de ingresos y de poder que preceden a la irrupción de las nuevas tecnologías. Algunos de ellos son rasgos intrínsecos del capitalismo desde sus comienzos, mientras que otros han surgido en los últimos treinta o cuarenta años. Desde

---

<sup>2</sup> Los *paradigmas tecnoeconómicos* consisten en una constelación de paradigmas microtecnológicos, según la definición de Dosi (1982) (por ejemplo, semiconductores, computación electrónica, etc.) con efectos generalizados en toda la economía, tal como apuntan Freeman y Perez (1988). Aquí nos abstenemos de bosquejar, como hace Perez, una periodización precisa.

<sup>3</sup> Para las economías en desarrollo, este es todavía un objetivo mucho más lejano, que pasa por un enorme aprendizaje tecnológico y organizativo, junto con medidas de control demográfico. Sin embargo, cuantitativamente, la elección entre los dos arquetipos se aplica a todos los niveles de desarrollo.

una perspectiva tecnológica, se advierten elementos de discontinuidad paradigmática junto a un cambio más progresivo. La característica novedosa de las actuales transformaciones tecnológicas es el uso «inteligente» de macrodatos para ejercer el control en la esfera social, sin que aparentemente se produzca un cambio comparable de paradigma en el uso de tecnologías o dispositivos de la Industria 4.0 con respecto a la etapa anterior de automatización de la producción basada en las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) (Moro *et al.*, 2019).

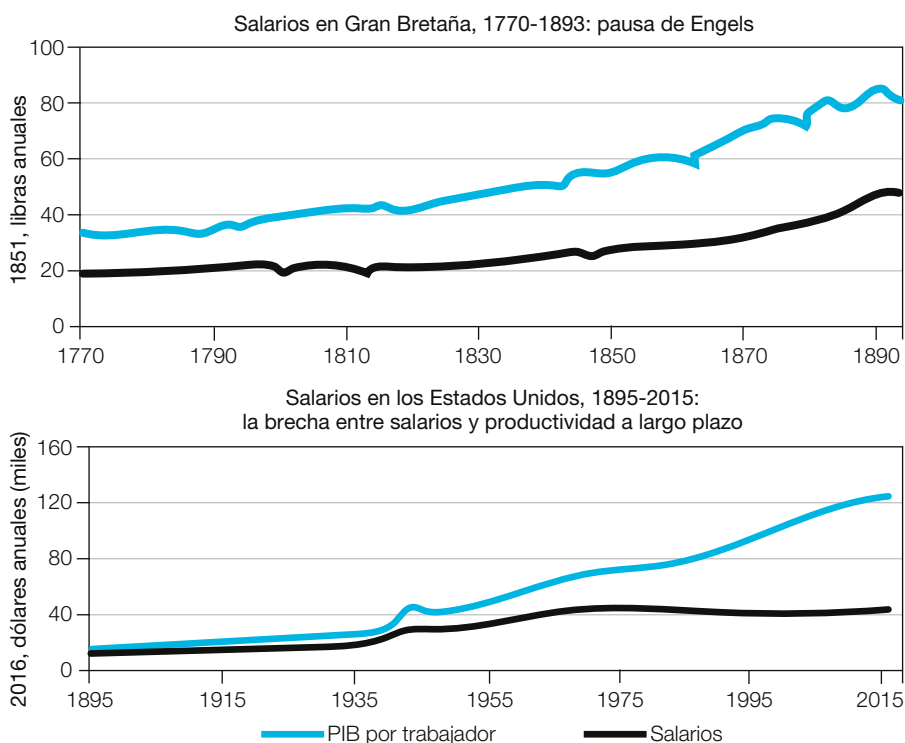
El resto del artículo se subdivide en seis partes. Sobre la base de un amplio conjunto de evidencias secundarias, en primer lugar describimos algunas tendencias que, si bien preceden a la posible «cuarta Revolución Industrial», se amplificarán con ella, en consonancia con nuestro concepto de «rentificación del capitalismo». En el segundo apartado examinamos las características de un posible paradigma tecnoeconómico, estableciendo una distinción entre la Industria 4.0 y los efectos más generales de la analítica de macrodatos sobre la reproducción social. La relación entre tecnología, productividad y crecimiento y el consiguiente impacto sobre el empleo son objeto de estudio en los apartados tercero y cuarto. En el quinto, analizamos los patrones de división del trabajo y de distribución de conocimiento, poder y control en la era del capitalismo rentificado, antes de pasar a exponer algunas recomendaciones para la formulación de políticas en el apartado final.

## Algunas tendencias generales

A menudo se da por supuesto que el crecimiento económico es necesariamente desigual, no solo entre países sino también entre grupos y clases sociales de un mismo país. La Revolución Industrial posiblemente desencadenó la mayor explosión de divergencia en la historia humana, aún más extrema que la escisión entre sociedades agrícolas y cazadores-recolectores, producida varios miles de años antes (Dosi, Freeman y Fabiani, 1994; Freeman, 2019). No obstante, el objeto de estudio del presente artículo es lo que sucede en las sociedades industriales, caracterizadas desde sus orígenes por un persistente cambio tecnológico que induce un crecimiento exponencial de la productividad laboral. A este respecto, la relación entre productividad y dinámica salarial es un factor de gran relevancia.

En términos generales, la relación entre el aumento de la productividad por efecto de la nueva tecnología y el crecimiento salarial pasa por fases alternas. Durante la primera Revolución Industrial (1770-1830), los salarios prácticamente se estancaron y no se inició una etapa ascendente hasta 1830, aproximadamente sesenta años después de que la producción por trabajador empezara a aumentar; Allen (2009) denomina este periodo la «pausa de Engels» (gráfico 1). Al mismo tiempo, todo el subcontinente de la India se vio sumido en un proceso de «temprana desindustrialización» que provocó la hambruna masiva. El «ascenso de Occidente a la prosperidad» (1830-1970), según la periodización propuesta por Allen (2017), se caracterizó por un vínculo mucho más estrecho entre productividad y crecimiento salarial. Sin embar-

Gráfico 1. Relación entre la productividad y los salarios



Fuente: Allen (2017, pág. 323).

go, en el decenio de 1970 se inició una nueva fase de disociación que todavía perdura. Allen la denomina el «presente problemático» (gráfico 1).

En realidad, la expresión «presente problemático» puede entenderse como un eufemismo de «retorno del capitalismo a la normalidad» tras los gloriosos decenios siguientes a la Segunda Guerra Mundial, cuando la situación de casi pleno empleo, las organizaciones sindicales, el conflicto social y el miedo a la Unión Soviética impulsaron relaciones laborales y acuerdos relativamente justos en los mercados de trabajo, junto con regímenes fiscales muy redistributivos. Conviene recordar que durante los años cincuenta, bajo la presidencia de Eisenhower, en los Estados Unidos se aplicaba un tipo medio del 60 por ciento en el impuesto sobre los beneficios y un tipo marginal del 92 por ciento en el impuesto sobre la renta, al tiempo que se registraban las tasas de crecimiento e inversión más altas de la historia del país.

Los procesos descritos se refieren a las tendencias a largo plazo<sup>4</sup>. Por otro lado, algunas tendencias a corto plazo, relativamente independientes de

<sup>4</sup> En los párrafos que siguen nos referimos principalmente a los datos estadísticos de los Estados Unidos, que son los más completos. Sin embargo, los patrones cualitativos son similares en la mayoría de los países de la OCDE.

los grandes cambios tecnológicos, han incidido de manera muy profunda en la distribución de ingresos, en las relaciones laborales y en las condiciones de trabajo. Las examinamos sucintamente a continuación.

*Tendencia 1. El proceso de globalización y la irrupción de China como la gran fábrica del mundo*

Después de cuarenta años de promoción del libre mercado, la liberalización de los movimientos de capital ha resultado ser uno de los principales factores de inestabilidad, preludio de crisis financieras y económicas (Stiglitz, 2002). Por el lado de la economía real, la distribución mundial de la cadena de valor ha originado una división internacional del trabajo que favorece a determinados trabajadores muy calificados y a los propietarios del capital tanto en los países desarrollados (donde la clase media se debilita) como en los países en desarrollo (donde se explota masivamente a los trabajadores de las fábricas), exacerbando la desigualdad y la fractura social. Buena parte de los productos y servicios internacionales se crea todavía en establecimientos situados en los países desarrollados, aunque la fase del proceso de producción de escaso valor añadido ha tendido a deslocalizarse (Timmer *et al.*, 2014; UNCTAD, 2018). Con todo, el proceso más sorprendente ha sido la irrupción de China como la gran fábrica del mundo. En pocos decenios de crecimiento espectacular, China se ha convertido en el fabricante y la economía mayor del mundo en todos los puntos de la cadena de valor y en la mayoría de las actividades de producción, desde los productos poco tecnológicos hasta la gama de alta tecnología. Ese proceso ha ido acompañado de un cambio masivo en la distribución internacional de las condiciones de trabajo, como veremos en el siguiente apartado.

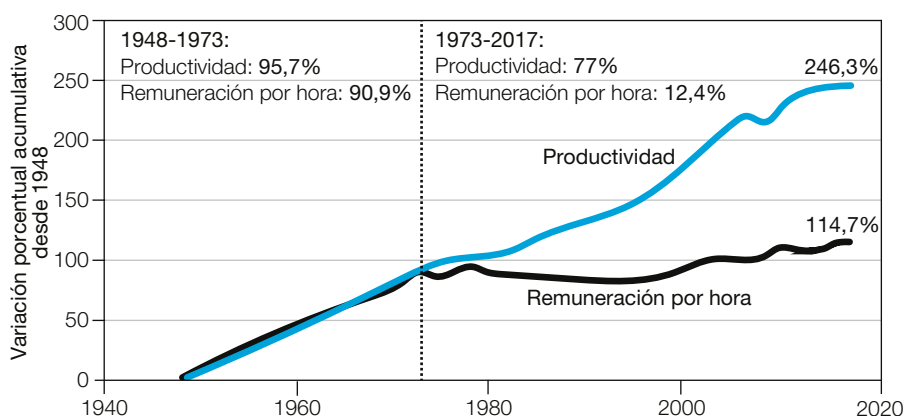
*Tendencia 2. Estancamiento de los salarios y divergencia entre el crecimiento de la productividad y la evolución salarial*

Así como la edad de oro del capitalismo se caracterizó por una correlación equilibrada entre el crecimiento de los salarios y de la productividad y por la participación constante de los salarios en el PIB, desde el decenio de 1980 el vínculo entre salario y productividad ha ido disolviéndose, de manera que este último elemento repercute cada vez menos en el primero (gráfico 2)<sup>5</sup>. La disociación de ambos elementos se refleja en dos factores concurrentes, a saber: la menguante participación del salario en el PIB (gráfico 3) y el agravamiento de la disparidad entre la mediana y el promedio de los ingresos salariales (Schwellnus, Kappeler y Pionnier, 2017; Hutchinson y Persyn, 2012; Karabarbounis y Neiman, 2014).

---

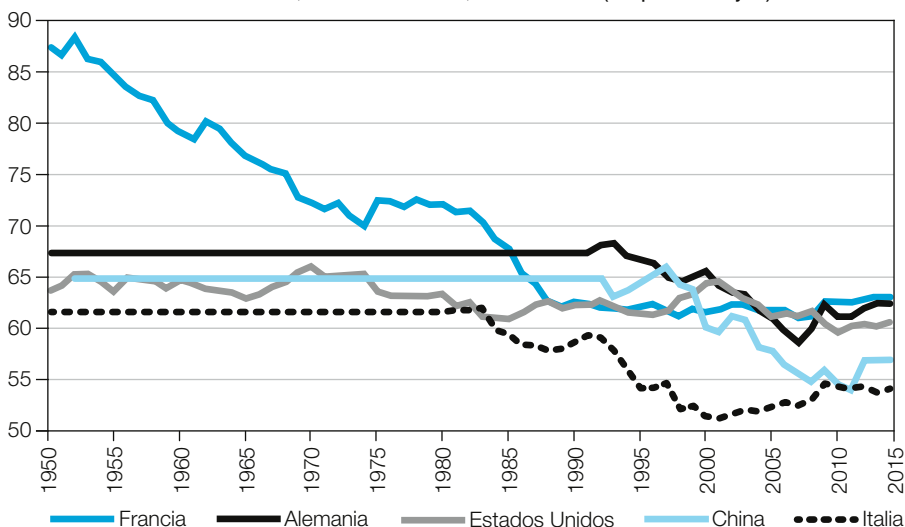
<sup>5</sup> La aparente diferencia de escalamiento entre el gráfico 1 (tendencias a largo plazo) y el gráfico 2 (tendencias posteriores a la Segunda Guerra Mundial) puede atribuirse al hecho de que el primer gráfico se basa en el salario por trabajador, mientras que el segundo corresponde al salario por hora.

Gráfico 2. La brecha entre salarios y productividad en los Estados Unidos (1948-2017)



Fuente: Bivens y Mishel (2015, pág. 4).

Gráfico 3. Participación decreciente del trabajo en el PIB en Alemania, China, Estados Unidos, Francia e Italia, 1950-2015 (en porcentajes)



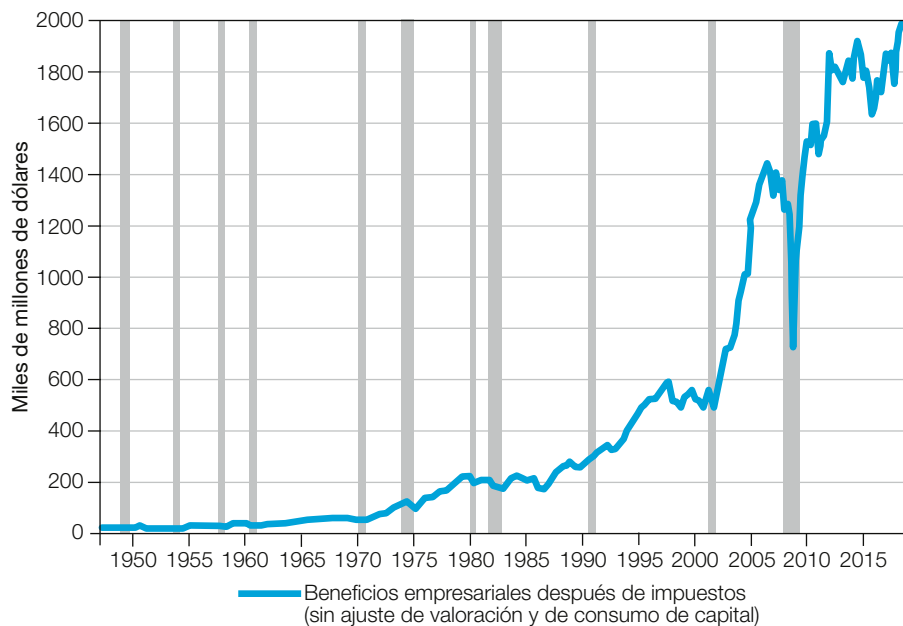
Nota: La participación se ha calculado según los precios nacionales vigentes.

Fuente: Base de datos Económicos de la Reserva Federal (FRED) de los Estados Unidos.

### *Tendencia 3. Incremento de los beneficios empresariales y de los ingresos de alto nivel*

Los beneficios y los ingresos altos son los únicos componentes del PIB que han aumentado en los últimos decenios, muy probablemente debido a la pérdida de poder negociador de los trabajadores y al deterioro de las instituciones del mercado de trabajo. Además, como se observa en el gráfico 4, los beneficios de

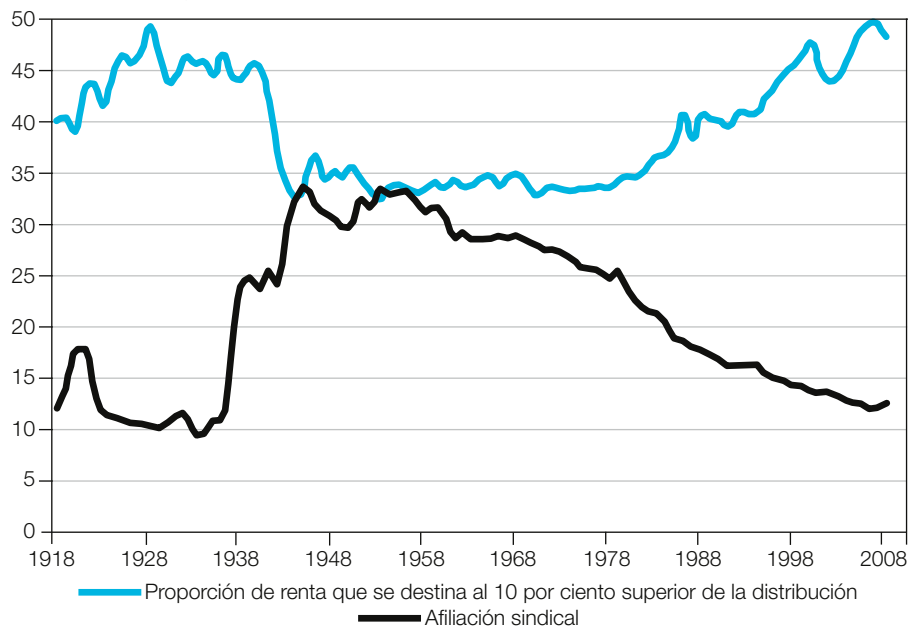
Gráfico 4. Aumento de los beneficios empresariales en los Estados Unidos (1950-2015)



Nota: Las áreas sombreadas indican las recesiones en los Estados Unidos.

Fuente: Oficina de Análisis Económicos de los Estados Unidos.

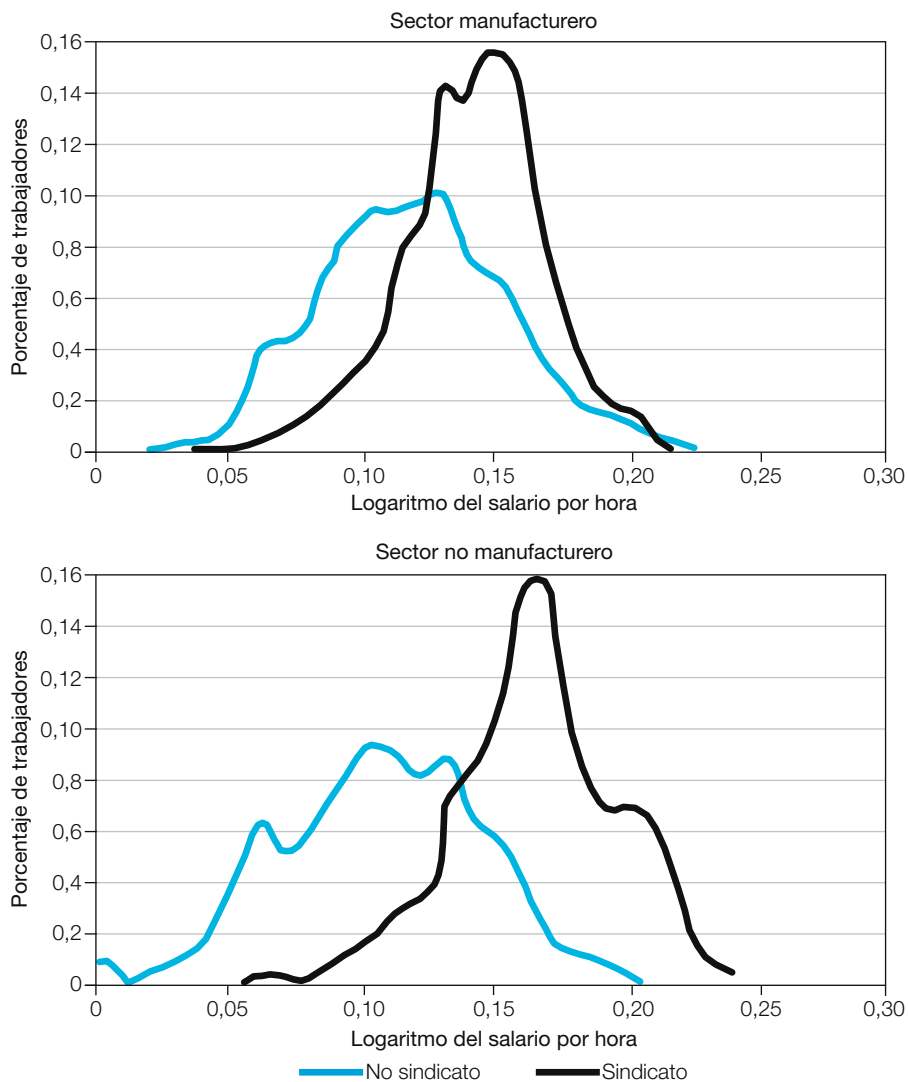
Gráfico 5. Reducción de los niveles de sindicación y aumento de la desigualdad de ingresos en los Estados Unidos, 1918-2008 (en porcentajes)



Fuente: Gordon y Eisenbrey (2012).



Gráfico 6. La distribución salarial más igualitaria con presencia sindical (análisis a nivel de empresa)



Fuente: Freeman (1980).

las empresas demostraron una resiliencia extraordinaria durante la Gran Recesión, con una caída temporal que, en la mayoría de los casos, dio inmediatamente paso a un repunte como resultado del crecimiento masivo (Dabla-Norris *et al.*, 2015). Hasta el Fondo Monetario Internacional (Jaumotte y Osorio Buitron, 2015) imputa a la transformación de las instituciones del mercado de trabajo el origen de las desigualdades de ingresos funcionales y personales. Un dato muy elocuente a este respecto es la tasa decreciente de sindicación, por

cuanto los sindicatos siempre han contribuido a promover una distribución de ingresos relativamente igualitaria tanto a nivel agregado (gráfico 5) como en el seno de las empresas (gráfico 6).

*Tendencia 4. Hacia una dinámica de acumulación, sobre todo en la economía del conocimiento*

La concentración y el «capitalismo del monopolio» son rasgos bien conocidos del desarrollo capitalista (Hilferding, 1910; Lenin, 1939 [1917]), pero lo que denominamos «rentificación del capitalismo» presenta características novedosas en relación con el papel de las grandes empresas tecnológicas<sup>6</sup>.

En primer lugar, esas empresas son objeto de una capitalización bursátil sin precedentes, absolutamente desligada del valor y del precio de los productos que venden. Este proceso de capitalización extrema no se rige por los principios fundamentales del mercado, sino por apuestas especulativas de los mercados financieros sobre la titularidad masiva de datos personales que pueden utilizarse para definir perfiles de consumidores y de ciudadanos individuales (como se demostró en el escándalo de la empresa Cambridge Analytica en 2018). Esas empresas tecnológicas no se valoran en función de los productos que fabrican, sino del conocimiento que poseen y del poder que ese conocimiento les otorga. Así se pone de relieve en el gráfico 7, que muestra las proporciones de grandes empresas tecnológicas que figuran entre las 100 corporaciones transnacionales más importantes en términos de capitalización bursátil, beneficios, activos físicos e ingresos. Curiosamente, a pesar de que la concentración del mercado en cuanto al volumen de ventas se mantuvo inalterada entre 2000 y 2015, la proporción de capitalización bursátil y de beneficios aumentó de manera significativa. El gráfico 8, que se retrotrae a la etapa anterior al estallido de la burbuja puntocom, muestra que la proporción de capitalización bursátil correspondiente a las empresas tecnológicas casi se duplicó entre 1996 y 2015, mientras que la proporción de empleo se mantuvo más o menos constante durante el mismo periodo (en torno al 25 por ciento del empleo total en las 100 principales empresas no financieras).

De hecho, para apreciar la disociación entre el mercado real y la dinámica de los mercados financieros, basta con comparar la lista de *Fortune 500* de 2018<sup>7</sup> que clasifica a las empresas en función de sus ingresos con la lista definida según criterios de rentabilidad<sup>8</sup>. Walmart se clasifica en primer lugar en *Fortune 500*, pero desciende a la 20.<sup>a</sup> posición en la segunda. A la inversa, Facebook ocupa la 76.<sup>a</sup> posición en la primera lista y la 12.<sup>a</sup> en la segunda.

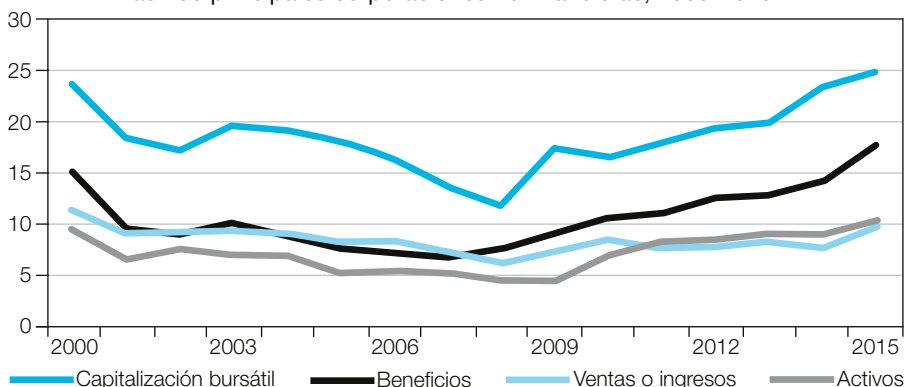
Otro aspecto de la rentificación de la economía es la financiarización de las empresas no financieras, que destinan los beneficios generados con su ac-

<sup>6</sup> A finales del siglo XX, estaba muy extendida la idea de que las tecnologías de la información y la comunicación favorecerían una menor concentración y una mejor distribución de la organización industrial. Tras haber analizado los patrones de concentración en la industria manufacturera hasta el nuevo milenio en Dosi *et al.*, 2008, discrepamos de esa opinión. Con todo, el gran salto hacia la concentración global llegó con el crecimiento explosivo de las empresas de uso intensivo de la información, como Google y Facebook (véase Andrews, Criscuolo y Gal, 2016).

<sup>7</sup> Véase <<http://fortune.com/fortune500/>>.

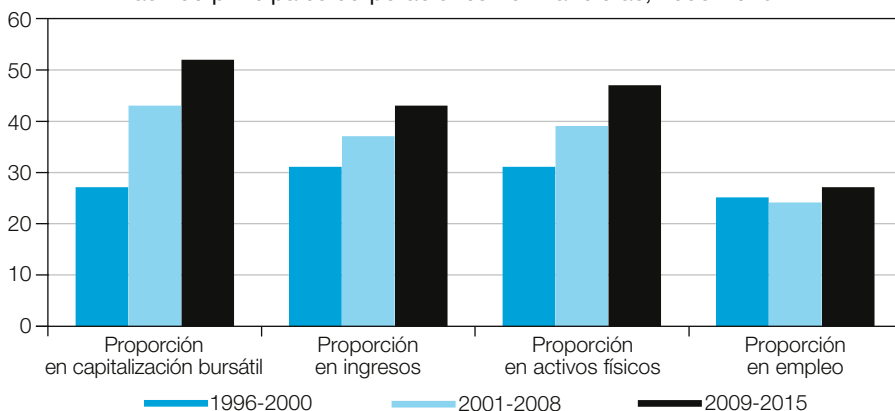
<sup>8</sup> Véase <<http://fortune.com/fortune500/list/filtered?sortBy=profits&first500>>.

Gráfico 7. Proporciones de grandes empresas tecnológicas entre las 100 principales corporaciones no financieras, 2000-2015



Fuente: UNCTAD (2018), pág. 80.

Gráfico 8. Proporciones de grandes empresas tecnológicas entre las 100 principales corporaciones no financieras, 1996-2015



Fuente: UNCTAD (2018), pág. 80.

tividad económica a financiar la inversión en las propias empresas o a aumentar la riqueza de sus accionistas (Lazonick y Mazzucato, 2013; Lazonick, 2014). En consecuencia, las cuatro mayores empresas tecnológicas –Amazon, Google, Apple y Facebook– controlan más activos financieros que muchos de los principales bancos de inversión. Muchas empresas dedican cada vez más sus beneficios a la recompra de sus propias acciones, en lugar de reinvertirlos en activos físicos o en investigación, con la sola finalidad de apreciar el patrimonio neto.

Conviene señalar que el concepto de rentificación aquí utilizado es más extenso que el concepto de financiarización y lo abarca. Este último hace referencia al equilibrio cambiante entre las inversiones reales y financieras. El primero designa los mecanismos de generación y apropiación del producto social. Las rentas siempre han existido (a tenor de la Ley de la Renta docu-

mentada en Ricardo, 1821), pero históricamente han sido un «impuesto parasitario» que grava el proceso de transformación de insumos en productos. En el ejemplo de Ricardo, los capitalistas contratan a trabajadores para que planten y cosechen maíz, pero estos últimos asumen la obligación de pagar una parte del valor añadido a los rentistas.

Una primera forma de rentificación avanzada es el ejercicio del poder monopolístico sobre lo que se produce. Por ejemplo, los precios que cobran las empresas farmacéuticas no tienen nada que ver con el costo de producción, sino con «el máximo valor que el comprador está dispuesto a pagar». Sin embargo, cuando el capitalismo se rentifica, los procesos de creación y de extracción de valor se disocian cada vez más. La extracción de valor ya no depende de la transformación, sino de otros tres procesos, a saber: la exclusión, la «mercadización» de actividades anteriormente consideradas no económicas, y la apropiación de estas últimas.

La exclusión consiste en crear valor ficticio de activos físicos e intangibles a raíz de su difícil accesibilidad. Ese es claramente el caso de las rentas inmobiliarias. Un apartamento en Manhattan y una casa en el Bronx satisfacen la misma necesidad básica. Sin embargo, gracias a la exclusión, sus valores de cambio difieren entre sí de forma drástica (y cada vez en mayor medida). La exclusión se refiere más en general a todos los bienes y servicios «posicionales» (Hirsch, 1976), donde el «valor» proviene de la misma exclusión de otros posibles usuarios (por ejemplo, una visita exclusiva a las islas Galápagos en solitario).

Otro importante factor de rentificación es la mercadización de actividades que anteriormente permanecían (total o parcialmente) al margen del ámbito del mercado: la salud y la educación son dos ejemplos destacados. La apropiación, o más exactamente la apropiación digital, consiste en la extracción y captación de activos intangibles personales (principalmente datos) con el objetivo de monetizarlos, un aspecto sobre el que volveremos en el siguiente apartado. La exclusión, la mercadización y la apropiación parecen acaparar una proporción cada vez mayor del producto social en forma de grandes rentas.

#### *Tendencia 5. Polarización y precarización del trabajo*

La economía de servicios, que representa el mayor segmento de la población trabajadora actual, se halla inmersa en un proceso de rápida transformación caracterizado por la presencia cada vez más frecuente de formas atípicas y flexibles de relaciones laborales y de reglamentación contractual. Este proceso va asociado al deterioro de las condiciones de trabajo, al neotaylorismo (físico y digital) y a la falta de protección jurídica de los trabajadores en la economía de plataformas digitales.

Todos los factores enumerados afectan a la universalidad del sistema de bienestar en ámbitos como la educación, la salud y las pensiones, y agravan la desigualdad de oportunidades y de niveles de vida, lo que representa una amenaza para la sostenibilidad social, política y económica. En algunos casos, pueden amplificar los efectos del cambio tecnológico. Ahora bien, ¿a qué tipo de cambio tecnológico nos referimos?

## ¿Hacia un nuevo paradigma tecnoeconómico?

El sector industrial moderno se caracteriza por la incorporación masiva de dispositivos robóticos capaces de sustituir a los humanos en actividades repetitivas y rutinarias. No obstante, incluso en el sector servicios (que, como hemos señalado, emplea al grueso de la población trabajadora), la inteligencia artificial y la programación informática adquieren un protagonismo cada vez mayor. Por lo tanto, la robotización y la inteligencia artificial suponen una amenaza directa para todos los trabajadores, ya sean manuales o no manuales. Que el ordenador Deep Blue de IBM fuera capaz de derrotar al campeón mundial de ajedrez Gary Kasparov no fue una gran sorpresa en su día, pues la heurística humana en el ajedrez puede ser reemplazada por una búsqueda exhaustiva de una combinatoria de movimientos de dimensión elevada, pero finita. Sin embargo, en 2004 los desarrolladores de software de IBM afrontaron un nuevo desafío con la programación de Watson, un ordenador capaz de derrotar al campeón humano de Jeopardy. A diferencia del ajedrez, el Jeopardy es un juego abierto que requiere una gran capacidad de aprendizaje y avanzadas competencias lingüísticas, semánticas y asociativas, facultades cognitivas que no figuran entre las destrezas típicas de un ordenador. En 2011 Watson derrotó a dos campeones mundiales de Jeopardy, demostrando que las máquinas pueden no solo realizar cálculos, sino también entender, aprender y reaccionar ante informaciones y entornos cambiantes, y en ese sentido pueden llegar a ser «inteligentes». Hoy los robots son capaces de componer música, escribir artículos de prensa, evaluar exámenes de enseñanza secundaria, pintar y tocar el piano. Si se confirma que están dotados de «inteligencia», también las habilidades cognitivas superiores pueden verse amenazadas por la tecnología<sup>9</sup>.

¿Esto es bueno o es malo? El propósito explícito de muchas empresas de Silicon Valley y de Boston consiste en crear y desarrollar tecnologías capaces de sustituir por completo el trabajo humano. Momentum Machine, por ejemplo, se constituyó con el objetivo de automatizar totalmente la producción de hamburguesas de gourmet. Los fundadores afirman que la finalidad de su dispositivo no es aumentar la eficiencia laboral sino prescindir del trabajo humano (Ford, 2015).

En cambio, la medicina y la atención sanitaria son algunos de los sectores que no cuentan todavía con robots o algoritmos de aprendizaje automático cuya aplicación generalizada pueda complementar la actividad humana, y mucho menos reemplazarla. En el ámbito de los servicios sanitarios los costos aumentan desproporcionadamente, menoscabando el derecho de asistencia médica de una inmensa parte de la población, tanto en países que cuentan con cobertura universal (la mayoría de los países europeos) como en aquellos donde tal cobertura no se reconoce (por ejemplo, los Estados Unidos). Fuera de los sectores donde los robots son un elemento rutinario, como la produc-

<sup>9</sup> La historia de la inteligencia artificial también ha estado jalonada por fracasos importantes. El uso de un curso en línea masivo y abierto (MOOC), por ejemplo, para estimular el aprendizaje en línea no logró promover la instrucción de estudiantes de bajos ingresos (Ford, 2015).

ción y la entrega de comida rápida, queda mucho camino por recorrer en el proceso de robotización y expansión de la inteligencia artificial.

¿Asistimos a una cuarta Revolución Industrial? ¿O a una progresiva acentuación y convergencia de paradigmas tecnológicos preexistentes? Estas preguntas son cruciales y vertebran nuestro análisis de las continuidades y discontinuidades en la base de conocimientos, de las instituciones y empresas que las generan y apoyan, y de la ubicación nacional de los principales actores. Es necesario establecer una distinción entre las estrategias de dirección y de política de la llamada «Industria 4.0» (I4.0), por un lado, y las evidencias que indican la llegada de una revolución tecnológica innovadora, por otro. Con respecto a esto último, según se desprende de una serie de estudios sobre la implantación tecnológica y organizativa de la I4.0 en el sector manufacturero (véase Cirillo *et al.*, 2018), no hay apenas signos de cambio revolucionario emergente en las fábricas de la I4.0. En general, los cambios organizativos asociados a la adopción de las tecnologías I4.0 tienden a concordar con el paradigma de producción ajustada (Womack, Jones y Roos, 2007). La estrategia I4.0, que promueve los sistemas de producción «ajustada», no representa en muchos aspectos un cambio de paradigma. El afán de potenciar la producción a medida, la reducción de inventario, la supresión de trabas, el seguimiento de errores y la intensificación y saturación del tiempo de trabajo presenta notables concomitancias con el primer ciclo de producción ajustada que se inició a finales del decenio de 1970.

Un indicio más sólido de cambio paradigmático estriba en la captación y utilización masiva de datos con el objeto de controlar las esferas de reproducción social de las personas. En 2014, el Consejo de Estado de China hizo público un documento en el que se anunciaba la puesta en marcha de un nuevo proyecto piloto, el «sistema de crédito social». Esta iniciativa, cuyo nombre evoca cierta forma de intervención del estado de bienestar, representa el primer programa gubernamental basado en un modelo de Gran Hermano que hace uso de macrodatos con el objeto de clasificar a los ciudadanos según su grado de conformidad social (véase Botsman, 2017). A partir de la recopilación masiva de datos individuales y de la reconstrucción de toda la esfera social de las personas, el programa determinará si los ciudadanos obtienen el empleo que desean, en qué colegios pueden matricular a sus hijos y si gozarán de libertad para viajar al extranjero, todo ello dependiendo de su grado de fiabilidad personal. Por motivos evidentes, el algoritmo de clasificación es secreto, aunque se sabe que inciden varios factores, como la condición de buen contribuyente y de prestatario fiable (en el sentido de que se cumplen los plazos), junto con determinadas características personales e interpersonales, preferencias y conductas. El sistema concede recompensas (como préstamos sin intereses) e impone castigos (como la restricción de la movilidad) y está gestionado por una empresa de servicios de crédito vinculada al grupo Alibaba. La posibilidad de reglamentar, con ayuda de la recopilación y el análisis de macrodatos, toda la esfera social del individuo representa la forma más extrema de control digital.

En Occidente, las empresas de alta tecnología son las que explotan masivamente esas oportunidades de control. Zuboff (2015) ha introducido el concepto de un nuevo sistema de organización del capital, denominado «capitalismo de la vigilancia». El «Gran Hermano» chino tiene su correlato en el «Gran Otro» estadounidense, un nuevo sistema de acumulación basado en la generación/extracción, el análisis y la venta de datos. Consta de varias etapas.

La primera consiste en diversos tipos de actividad intensiva en trabajo, desde la generación involuntaria de datos sobre los patrones individuales de consumo cada vez que los consumidores realizan una transacción, hasta las actividades de trabajo por tareas en granjas de clics o plataformas genéricas de trabajo colaborativo y las actividades de microtareas, como Amazon Mechanical Turk (Casilli, 2017; Huws, 2014). Al igual que los humanos, también las máquinas y sobre todo los robots, cuando están provistos de sensores, se convierten en generadores de datos. Estos sistemas son de especial utilidad en el sector industrial. El procedimiento consiste básicamente en extraer la información y apropiarse de ella mediante prácticas intrusivas y a veces con el uso de la fuerza, como ocurre en el caso del almacenamiento ilegal de datos o el atentado contra la intimidad de las personas. En este sentido, la actual fase de acumulación de capital se asemeja más a un modelo económico rentista que a una economía capitalista productiva, en la que los productores y consumidores/trabajadores disfrutan de los beneficios del proceso de creación de valor.

La segunda etapa consiste en la elaboración masiva de perfiles de consumidores/usuarios mediante procedimientos computacionales de inteligencia artificial, basados en técnicas de aprendizaje automático supervisado (por ejemplo, redes neurales artificiales) y no supervisado (por ejemplo, explotación de textos y procesamiento de lenguaje natural). La etapa final es la venta de datos: los perfiles generados se empaquetan y se venden a otras empresas que después tratan de manipular la conducta individual mediante publicidad personalizada. De este modo, la propensión a crear nuevas necesidades de consumo se eleva hasta niveles sin precedentes, distribuyendo anuncios y contenidos directamente a los consumidores que ya hayan demostrado una mayor capacidad de absorción.

El Gran Otro es tan coercitivo como el Gran Hermano. De hecho, su capacidad de persuasión es tan desmesurada que los usuarios elegirán un conjunto de acciones determinado no por un posible miedo al control, que daría lugar a conductas de comedimiento y sentido de la obediencia, sino porque lo perciben como un reflejo de sus predilecciones personales en materia de restaurantes, destinos de viaje, alojamientos, orientaciones políticas, etc. Esto es así porque el algoritmo induce y predefine el repertorio no solo de las acciones admisibles, sino también de las concebibles.

## Tecnología, productividad y crecimiento

A tenor de los patrones históricos expuestos, pasamos a examinar la relación general entre la tecnología, la productividad y el crecimiento. A primera vista, el progreso tecnológico es el motor de crecimiento económico. Desde la Revo-

lución Industrial, que supuso la mecanización y especialización de la producción, las máquinas junto con la actividad humana han contribuido a mejorar la cantidad (y también la calidad) de la producción (Freeman, 2019; Dosi, 1984). La innovación tecnológica se ha traducido en productividad, y esta última en crecimiento económico. Esta es la relación que se observa en una aproximación inicial. Presuponemos la siguiente identidad:

$$g_y = g_\pi + g_n$$

Desde un punto de vista contable, esta identidad nos dice que la tasa de crecimiento ( $g$ ) de la renta agregada y viene dada por la suma de la tasa de crecimiento de la productividad  $\pi$  y la tasa de crecimiento de la población trabajadora  $n$ . Sin embargo, desde la perspectiva de la teoría del crecimiento, la situación es mucho más complicada. Para poder afirmar que el crecimiento demográfico unido al aumento de la productividad impulsa directamente el crecimiento del PIB, es necesario dar por supuesto que: *a)* las condiciones iniciales son de equilibrio; *b)* la tasa de crecimiento de la población trabajadora concuerda con la tasa de crecimiento de la demanda de trabajo, esto es, el sistema mantiene el equilibrio cuando menos a largo plazo, sin desempleo involuntario y sin variaciones endógenas en las tasas de actividad; y *c)* el crecimiento de la productividad es exógeno, o bien, en caso de que sea endógeno, no entraña una retroacción entre las tasas de crecimiento de los ingresos y el crecimiento de la productividad (por lo tanto, no se cumplen los teoremas de Smith-Young ni las leyes de Kaldor acerca de la generación de rendimientos crecientes dinámicos). Sin embargo, nuestra tesis al respecto es muy diferente.

Un hecho incontestable de los modernos sistemas económicos es la existencia de fuerzas que los mantienen cohesionados e impulsan el crecimiento a pesar de las rápidas y profundas transformaciones que alteran las estructuras industriales, las relaciones sociales, las técnicas de producción y los patrones de consumo. Debemos entender mejor esas fuerzas para explicar las posibles causas estructurales de inestabilidad y/o ciclicidad en las variables de rendimiento. Tal vez sea útil empezar por una definición más explícita de la «estabilidad dinámica» y la «homeostasis». Probablemente conformamos la primera estructura social en la que los cambios tecnológicos, sociales y económicos son características fundamentales de su funcionamiento. Por primera vez se aplica lo que denominamos el «postulado de la bicicleta», según el cual para mantener la verticalidad hay que seguir pedaleando (Dosi y Virgillito, 2017). El propio crecimiento o desarrollo del sistema crea las condiciones de su (imperfecta) coordinación. Sin embargo, el cambio y la transformación son por naturaleza fuerzas «desequilibrantes». Por lo tanto, debe haber otros factores que mantengan relativamente ordenadas las configuraciones del sistema y permitan una amplia compatibilidad entre las condiciones de reproducción material (en aspectos como la distribución de los ingresos, la acumulación, las técnicas disponibles, los patrones de consumo) y el hilo de relaciones sociales. Esto es lo que algunos autores franceses denominan «regulación», según una laxa analogía termodinámica. El problema de las discontinuidades u oleadas de in-



novación, que a largo plazo pueden modificar las tasas de actividad macroeconómica, se inscribe precisamente en este nivel de análisis. ¿Hay características estructurales que produzcan crisis en las configuraciones de la «regulación»?

En el tejido socioeconómico cabe distinguir tres elementos fundamentales, a saber: el sistema de las tecnologías, la maquinaria económica y el sistema de instituciones y relaciones sociales. Estos tres elementos están claramente interrelacionados. Nuestro análisis se basa en las siguientes hipótesis:

- A pesar de las potentes interacciones, cada uno de los tres elementos se rige por reglas propias que conforman y acotan cada uno de los mecanismos de estímulo y ajuste que operan entre ellos.
- Existe un número limitado de posibles configuraciones de esos tres elementos, lo que facilita hasta cierto punto su regulación sistemática.
- Las configuraciones críticas o desequilibradas no entrañan necesariamente la transición a otra configuración.

El ahorro de trabajo es una de las dimensiones fundamentales de la mayoría de las trayectorias tecnológicas en las economías capitalistas, en las que el conflicto relativo a los procesos laborales, la distribución de ingresos y el poder son características estructurales. Además, el ahorro de trabajo en las fases iniciales de la cadena, es decir, la producción de mercancías que son también insumos productivos representa un ahorro de insumos, en términos de valor, también en las fases posteriores. Desde un punto de vista funcional, los sistemas industriales desarrollados, en circunstancias normales, se caracterizan por la reproducibilidad y la ausencia de carestías, evolucionan en función de la demanda a nivel macroeconómico y se supeditan al equilibrio de la balanza de pagos. En estas condiciones se atribuye una importancia primordial a la dualidad del cambio tecnológico, que, por un lado, ahorra continuamente trabajo y, por otro, crea nuevos mercados o amplía los existentes, alterando el costo y el precio de cada mercancía o servicio. El equilibrio entre creación de demanda y destrucción de empleo determina las tasas de actividad macroeconómica y de utilización de trabajadores generadas endógenamente. Las características económicas duales del progreso técnico se ven afectadas por el patrón de compatibilidad (o de desajuste) entre:

- la naturaleza de los paradigmas tecnológicos fundamentales;
- la naturaleza de los procesos de producción y laborales conexos;
- los mecanismos de interacción entre los principales grupos sociales; y
- las cestas de consumo, que son una función del nivel de ingresos, de la distribución de los ingresos y, dependiendo de esta última, de los modos en que las sociedades organizan el uso del tiempo de descanso y la prestación de servicios, entre otros factores.

Años después de la Gran Recesión, el crecimiento europeo continúa estancado y aviva el temor de que la crisis haya ralentizado permanentemente el crecimiento de la productividad, reduciendo las perspectivas de crecimiento a largo plazo de manera semejante a la histéresis (véase Dosi *et al.* 2018a). Por lo que respecta a los Estados Unidos, Syverson (2017) ha documentado

recientemente que la productividad se redujo en más de la mitad entre 1995 y 2015, del 2,8 por ciento (1995-2004) al 1,3 por ciento (2005-2015). Se observa una tendencia similar en 29 de los 30 países analizados en el mismo estudio, con una reducción media de 1,2 puntos porcentuales.

¿Nos acercamos al fin de las oportunidades innovadoras? ¿O asistimos, por el contrario, al agotamiento de un régimen de crecimiento caracterizado por un ajuste fluido entre la innovación de productos y procesos, el aumento de la productividad, su distribución en forma de aumentos salariales, la constante generación de demanda agregada y, por último, el crecimiento constante del PIB?

Al menos desde la Revolución Industrial, el Prometeo ilimitado de innovación tecnológica preconizado por Landes (1969) ha impulsado la mecanización y la especialización de los procesos productivos, generando una creciente variedad de productos que han supuesto el aumento continuo de la productividad y del PIB per cápita. Ha sido así durante las diferentes etapas de industrialización (o revoluciones industriales) caracterizadas por distintos paradigmas tecnoeconómicos (Freeman y Perez, 1988), desde la máquina de vapor hasta la cuarta Revolución Industrial posiblemente en ciernes. Sin embargo, algunos investigadores sostienen que ese impulso secular se ha extinguido, tanto en términos de crecimiento de la productividad como de creación de nuevas oportunidades de inversión y consumo comparables a las que surgieron con las revoluciones de los medios de transporte, la urbanización, la calefacción central, la electrificación, etc. (Gordon, 2012). ¿Se han agotado esas necesidades sociales? Parece improbable.

Las razones de la pérdida de productividad son seguramente diversas y atribuibles a múltiples causas complementarias. Algunas tienen su origen en el lado de la demanda; es el caso del retardo en la expansión de la oleada más reciente de nuevos paradigmas tecnológicos y la falta de capacidades y competencias organizativas que permitan aprovecharlos al máximo. Al fin y al cabo, se tardó casi un siglo en descubrir todo el potencial de las grandes innovaciones tecnológicas, principalmente las basadas en la electricidad. Hoy nos encontramos en los albores de la digitalización de la economía y de la sociedad, fruto de la confluencia de las tecnologías de la información y la comunicación, la automatización y la inteligencia artificial, y apenas hemos empezado a explorar las oportunidades que se abren con las biotecnologías, las nanotecnologías y los nuevos materiales. Otras posibles causas de la aparente ralentización de la productividad radican en el lado de la demanda y en la interacción de esta con la tasa y el enfoque de la innovación.

Los esquemas de crecimiento socioeconómico, extraordinariamente fructíferos, observados durante tres décadas gloriosas tras la Segunda Guerra Mundial empezaron a desarticularse mucho antes de la Gran Recesión, a medida que se desajustaba el engranaje de innovación tecnológica, crecimiento de la productividad, distribución de los ingresos y demanda agregada (véanse las tendencias generales expuestas *supra*). Conviene recordar que, en la faceta tecnológica, las tasas de crecimiento sostenido dependían del rápido desarrollo de algunas tecnologías fundamentales, como los automóviles, los bienes de

consumo duraderos eléctricos, los bienes de capital utilizados en la producción masiva y los procesos de producción tayloristas. En los aspectos institucionales y laborales, cierta forma de consenso social inclusivo garantizaba una distribución relativamente equitativa de los ingresos, la vinculación de los salarios al crecimiento de la productividad y un compromiso político con el objetivo de pleno empleo. A su vez, las condiciones de distribución de la renta impulsaban el aumento sostenido del consumo, un concepto optimista de la inversión y el crecimiento global de la demanda agregada.

En cualquier caso, es importante observar que el análisis aquí desarrollado difiere claramente del modelo comparativo del «tecnoptimismo» (por ejemplo, Brynjolfsson y McAfee, 2014) y del «tecnopesimismo» (por ejemplo, Gordon, 2012). Ambos enfoques se fundamentan en la naturaleza intrínseca de las nuevas tecnologías y en la existencia de un vínculo directo entre las tendencias de la tecnología, la productividad y el crecimiento. Por el contrario, sobre todo en coyunturas como la actual, el resultado final dependerá de la interacción entre los principales interlocutores sociales, como las empresas, los sindicatos, la sociedad civil y los Estados. Refutamos categóricamente la tesis de que esa dinámica pueda reducirse a la estimación de los parámetros cambiantes de una función de producción por lo demás invariante. Del mismo modo, nos parece poco plausible la interpretación de las tasas de desempleo y los niveles salariales en términos de compensaciones trabajo/ocio<sup>10</sup>, así como la atribución de las derivadas parciales resultantes de las productividades agregadas a competencias específicas. Puede que nos encaminemos hacia el «trabajo para todos» o hacia el «desempleo masivo» (Freeman y Soete, 1994). El desenlace depende enteramente de nosotros.

## Tecnología y empleo

La tecnología incide en la demanda de trabajo a través de diversos cauces y guarda relación con una de las cuestiones más espinosas al menos desde que David Ricardo (1821) añadió un capítulo «Sobre la maquinaria» a su influyente libro. Nos referimos al problema de los mecanismos de compensación (Vivarelli, 2014). El cambio tecnológico, la demanda y el empleo se relacionan entre sí al menos en cuatro sentidos: *a*) a través del crecimiento de la productividad que empuja a la baja los precios y aumenta la demanda (siempre que la elasticidad de los precios sea positiva); *b*) a través del crecimiento de la productividad que eleva los salarios reales y aumenta la demanda; *c*) a la inversa, a través del crecimiento de la productividad que provoca la sustitución del trabajo humano y, en consecuencia, eleva la tasa de desempleo y reduce la demanda; y *d*) a través de innovaciones de productos que crean nuevas fuentes de demanda y nuevas formas de empleo. La pregunta que se plantea es qué

<sup>10</sup> A la inversa, es poco probable que la bifurcación dependa de la elección de un «trabajador/consumidor representativo», en función del precio relativo del tiempo libre, tal como sugieren las versiones extremas de la teoría del equilibrio. Los trabajadores pobres no trabajan más que antes porque el costo de la suscripción de Netflix (prácticamente gratuita) haya aumentado.

ha ocurrido y qué ocurre con la importancia relativa de los avances tecnológicos relacionados con productos frente a los relacionados con procesos. ¿Ha cambiado? ¿En qué dirección?

Por supuesto, esta dinámica tiene una dimensión sectorial. Desde una perspectiva global, el patrón de crecimiento económico a lo largo de la historia ha estado asociado al desplazamiento de los trabajadores de la agricultura a la industria manufacturera y, en última instancia, al sector servicios. La cuestión de hasta qué punto el proceso de cambio estructural va acompañado de creación o de destrucción de empleo básicamente se reduce a si el crecimiento de la producción (demanda) es mayor o menor que el crecimiento de la productividad. La elasticidad de los precios representa el vínculo entre el crecimiento de la demanda y el crecimiento de la productividad, de la siguiente manera: la dinámica de la productividad, en tanto en cuanto contribuye a reducir los precios, estimula la demanda en los sectores que presentan un fuerte crecimiento de la productividad (véase Kuznets, 1955; Clark, 1957; Baumol, 1967; Pasinetti, 1981).

El otro factor determinante es el coeficiente de elasticidad-ingreso de la demanda. Los sectores con mayor absorción de empleo (hacia los que tiende a orientarse la población activa) se han caracterizado generalmente por una elevada elasticidad-ingreso de la demanda, especialmente en la fase inicial de desarrollo (Freeman, Clark y Soete, 1982). Aunque los altos niveles de ingresos y de elasticidad de la demanda pueden compensar con creces el efecto de ahorro de trabajo intrínseco a la innovación de procesos, en condiciones de rendimientos crecientes el aumento de la demanda influye en la dinámica de la productividad (ley de Verdoorn-Kaldor). Esos círculos virtuosos se aplican principalmente a la industria manufacturera y fueron una realidad durante la época de bonanza que siguió a la Segunda Guerra Mundial. ¿Siguen vigentes hoy?

Durante la transición de la agricultura a la industria, los sectores menos productivos dieron paso a otros de mayor productividad, en un proceso caracterizado por una elevada elasticidad-ingreso de la demanda; de manera similar, en la industria hubo una evolución de las manufacturas tradicionales hacia los bienes duraderos de consumo (como los coches, los electrodomésticos y los televisores). En cambio, las actividades manufactureras asociadas con los nuevos paradigmas tecnológicos se localizan en subsectores de alta productividad (por ejemplo, las TIC, la robótica, la biotecnología), pero (todavía) representan una proporción relativamente baja de la demanda agregada y del empleo.

En la etapa actual, el grueso de la transición evoluciona de la industria manufacturera a los servicios y se caracteriza, a primera vista, por una menor productividad. Su cuantificación tropieza con importantes escollos, ante la imposibilidad de medir con el mismo rasero el valor añadido en la atención sanitaria y en la industria del automóvil. En las sociedades relativamente prósperas y en proceso de envejecimiento, la proporción de los servicios de salud, del cuidado de ancianos y de otros servicios de bienestar va en aumento y seguirá creciendo en el futuro. De hecho, el sector sanitario puede engendrar una

nueva oleada de innovación y desarrollo tecnológico. Sin embargo, parece poco probable que pueda dar lugar a procesos de rendimientos crecientes similares a los de la industria manufacturera, que relaciona casi mecánicamente el crecimiento de la demanda y el crecimiento de la productividad, independientemente del sistema de medición aplicado. Esto plantea un reto fundamental para la formulación de políticas, cuestión que abordamos en el apartado de conclusiones. Por supuesto, los procesos de automatización y robotización en la industria y, cada vez más, en el sector servicios previsiblemente seguirán incidiendo de manera muy profunda sobre la productividad laboral<sup>11</sup>. Este será un tema importante de investigación en los próximos años, junto con la estructura de retardos con que las innovaciones conexas se extenderán al conjunto de la economía.

La innovación tecnológica repercute enormemente en los aspectos cualitativos y cuantitativos del empleo. Muchos investigadores han empezado a estudiar la incidencia de las nuevas tecnologías en el conjunto de competencias laborales que las empresas exigen a sus trabajadores (véase una revisión bibliográfica sobre esta cuestión en Autor, 2015). Según Autor, la automatización y la computarización no solo han transformado la tipología de competencias, sino que son un sustituto de las actividades más rutinarias y complementan los empleos de alta calificación no rutinarios, con efectos más limitados sobre los trabajos poco calificados no rutinarios (*ibid.*). El resultado de esta dinámica indica un patrón según el cual los trabajadores de calificación media tenderán a desaparecer, mientras que la demanda de trabajadores poco calificados y muy calificados se mantendrá estable o aumentará. La consecuencia del crecimiento relativo simultáneo de la demanda de trabajadores muy calificados/con altos salarios y de trabajadores poco calificados/con bajos salarios es un proceso de polarización salarial y de competencias<sup>12</sup>.

Por otro lado, la composición cambiante de las competencias puede afectar también a la capacidad de las economías occidentales para recuperar los niveles de empleo anteriores a la crisis (véase Jaimovich y Siu, 2012). En este sentido, el grado actual y futuro de automatización de las tareas (manuales y cognitivas) rutinarias es uno de los factores que subyace al fenómeno de la recuperación sin creación de empleo. De hecho, la caída de la demanda de competencias rutinarias ha sido especialmente brusca desde la recesión de 1991. Antes de ese periodo, las ocupaciones rutinarias estaban en el punto de mira, pero podían recuperarse con facilidad, y la demanda de ocupaciones no rutinarias generalmente tendía a aumentar incluso duran-

---

<sup>11</sup> No es este el lugar adecuado para explicar por qué nos centramos en la productividad laboral en vez de analizar la llamada productividad total de los factores, como hacen muchos economistas. Baste con señalar que, en un mundo en que los insumos de capital y el trabajo son complementarios y en que los primeros se producen en condiciones de rendimientos no decrecientes, los indicadores de la productividad total de los factores probablemente carecen de sentido e incluso podrían dar lugar a resultados equívocos.

<sup>12</sup> Véase una comparación internacional de la dinámica del empleo rutinario en Marcolin, Miroudot y Squicciarini (2019).

te las etapas de recesión económica. En cambio, desde 1991 las competencias asociadas a las ocupaciones rutinarias no solo se han visto gravemente desplazadas en la fase recesiva, sino que nunca han llegado a recuperarse. Después de las recesiones de 1991 y de 2001, la recuperación de las tasas de empleo anteriores a la crisis se debió fundamentalmente al aumento de la demanda de ocupaciones no rutinarias. Y, de manera preocupante, después de la Gran Recesión las ocupaciones rutinarias han sido las más afectadas y, por primera vez desde los años setenta, la demanda de ocupaciones no rutinarias también ha disminuido.

El concepto de rutinización suele ir asociado a una idea simplista de la relación entre la automatización y las tareas. En realidad, los procedimientos de organización rutinarios son el vínculo fundamental entre las tecnologías y las tareas operativas, como veremos en el siguiente apartado. Además, en muchos estudios se concluye que las fuentes de desigualdad tienen poco que ver con la rutinización derivada del cambio tecnológico o con el supuesto sesgo del cambio tecnológico hacia el trabajo calificado, y que el origen del fenómeno estriba en el desmantelamiento de las instituciones del mercado de trabajo (véase Freeman, 2015; Dosi *et al.*, 2018b).

Los cambios estructurales repercuten también de manera decisiva en la dimensión intersectorial. Según las estimaciones de Jaimovich y Siu (2012), la pérdida de puestos de trabajo en la industria manufacturera representa el 38 por ciento de la polarización del empleo desde los años noventa. A este respecto, Groshen y Potter (2003) investigan si el proceso de cambio estructural es un factor determinante de la recuperación sin creación de empleo, en particular tras la crisis de 2001 en los Estados Unidos<sup>13</sup>, y concluyen que efectivamente lo es. Además, observan un claro predominio de la pérdida de empleo permanente respecto del empleo temporal y un desplazamiento de puestos entre sectores. Consideran que las bajas tasas de recontractación son un indicio de que los trabajadores despedidos generalmente encuentran empleo en otros sectores y empresas. A partir de una distinción metodológica entre flujos cíclicos y contracíclicos, y entre ganancias y pérdidas estructurales, estiman que, si bien las recesiones de los decenios de 1970 y de 1980 se caracterizaron por una mezcla de ajustes cíclicos y estructurales (distribuidos al 50 por ciento), la proporción de ajustes estructurales aumentó al 57 por ciento y al 79 por ciento en el periodo 1990-1991 y en 2001, respectivamente. Sin lugar a duda, esos cambios en la estructura económica de los Estados Unidos (y más en general en las economías occidentales) tienen mucho que ver con la irrupción de China como la gran fábrica del mundo.

Bárány y Siegel (2018) aportan nuevas pruebas de la relación entre la polarización del empleo y el cambio estructural, a partir de la formulación de un modelo en el que relacionan la clasificación tripartita de las competen-

---

<sup>13</sup> En algunos países, como los Estados Unidos, la aparente caída de la tasa de desempleo se explica en gran medida por la reducción de la población activa y por el crecimiento del empleo a tiempo parcial involuntario (Bell y Blanchflower, 2018).

cias (manuales, rutinarias y abstractas) propuesta por Autor, Levy y Murnane (2003) con los servicios poco calificados, la industria manufacturera y los servicios muy calificados, respectivamente. Sostienen que existe una clara superposición entre las categorías rutina-competencias y sector-ocupación. En concreto, las dinámicas de la proporción de la industria manufacturera y de las competencias de carácter rutinario parecen bastante similares. Además, la reducción del empleo en las actividades rutinarias solo es profunda y persistente en el sector manufacturero, según se desprende del examen pormenorizado de las categorías sector-ocupación. A la inversa, el empleo en las actividades rutinarias de servicios poco calificados y muy calificados va en aumento o se mantiene estable, respectivamente.

Por supuesto, el cómputo total de puestos de trabajo debe ser objeto de interés analítico y político. La amenaza del desempleo tecnológico, habida cuenta del uso masivo de procesos automatizados capaces de sustituir el trabajo humano, es una cuestión que afecta a las dinámicas microeconómicas, sectoriales y macroeconómicas. La relación entre innovación y empleo a nivel microeconómico y sectorial se examina en Calvino y Virgillito (2018) y, por lo que se refiere al caso concreto de China, en Dosi y Yu (2018). Los datos indican una relación positiva, principalmente con respecto a la innovación de productos y a las comparaciones entre empresas. Sin embargo, si el crecimiento del empleo en las empresas más innovadoras se logra a expensas de otras empresas, el efecto global podría ser negativo. A fin de abordar adecuadamente esta cuestión, es preciso analizar las dinámicas sectoriales e intersectoriales de innovación y empleo desde una perspectiva de desequilibrio general que todavía resulta poco común.

Otro enfoque analítico consiste en utilizar las diferencias geográficas en algunos indicadores indirectos de las tendencias de la innovación y en la composición del empleo, a fin de elaborar una suerte de multiplicador geográfico del empleo (Moretti, 2012). La hipótesis es que los sectores muy innovadores tendrán un multiplicador más alto, porque los empleos de alta tecnología en el sector comercializable parecen vinculados a un número mucho mayor de empleos en los sectores no comercializables. Los sectores muy innovadores se caracterizan por el aumento de la productividad, y esa mejora de la productividad, al traducirse en ingresos elevados, repercute en la demanda de bienes no comercializables.

No obstante, cabe oponer numerosas objeciones a esta lectura del proceso. En primer lugar, las empresas de uso intensivo de la información tienden a generar muchos menos puestos de trabajo que la industria manufacturera tradicional (el número de asalariados de una gran empresa tecnológica como Google es un orden de magnitud inferior al de una empresa tradicional o en declive como General Motors). En una época como la actual, con grandes desigualdades de ingresos, la razón de los trabajadores productivos a los improductivos tenderá a ser más baja en Silicon Valley que en Detroit, pero en términos puramente estadísticos que entrañan una dinámica tecnoeconómica más desigual. En segundo lugar, debemos alejarnos del mero ejercicio compo-



sitivo y prestar más atención no solo al número de empleos creados, sino también a su nivel de calidad y de remuneración. De lo contrario, podemos acabar construyendo una sociedad de siervos en la que los ricos empleen a decenas de personas para satisfacer sus necesidades personales. En tercer lugar, las sociedades muy desiguales suelen presentar externalidades negativas colectivas. Por ejemplo, los empleos de altos ingresos tienden a incrementar el costo de la vida, principalmente por el aumento del precio de la vivienda.

Las tendencias descritas, agravadas con el estancamiento de los salarios y el aumento de los despidos, aceleran la rentificación de la economía y reducen la calidad de vida de la mayoría de la población. El desamparo de las personas sin hogar en el mítico Silicon Valley es un ejemplo prototípico de este contraste. Pese a la falta de análisis precisos, es de suponer que la dificultad de acceso a la vivienda tiene su origen en la llegada de las empresas de alta tecnología, que han provocado un incremento desproporcionado de los costos inmobiliarios. Por ejemplo, un apartamento de un solo dormitorio se alquila por 3000 dólares mensuales, cifra que no está al alcance de un ingeniero con unos ingresos brutos anuales de 80000 dólares. Esta situación es un buen indicador de los nuevos patrones de creación de empleo resultantes del capitalismo 4.0<sup>14</sup>.

Por la misma razón, ha llegado el momento de plantearse hasta qué punto las grandes empresas tecnológicas son auténticos creadores de nuevo conocimiento y de qué modo se justifica la enorme desigualdad que generan con el uso indebido de la información que circula por la sociedad. El «conocimiento» que producen es, en muchos casos, una recombinação de datos existentes que se agrupan con la finalidad de crear necesidades supuestamente nuevas que se han de satisfacer o, mejor aún, para satisfacer las mismas necesidades de siempre con supuestas nuevas tecnologías. Las redes sociales, por ejemplo, sirven principalmente para charlar, cotillear y conocer a otras personas, pero transfieren esas viejas necesidades humanas básicas a una realidad virtual desconocida. En conjunto, mediante la vigilancia, el seguimiento y la venta de los perfiles de consumidores, esos sistemas extraen más valor del que crean.

## División del trabajo, conocimiento y poder

El poder de organizar el trabajo es una facultad consustancial al capitalismo. Desde la primera Revolución Industrial, que trajo consigo una combinación de nuevos paradigmas tecnológicos e innovaciones organizativas, ese poder siempre se ha ejercido mediante la racionalización del proceso de producción. Como explicó magistralmente Adam Smith (1776), la división del trabajo en unidades organizadas supuso un drástico aumento de la productividad, en virtud de la transferencia de conocimiento de los artesanos y jornaleros a tiempo

---

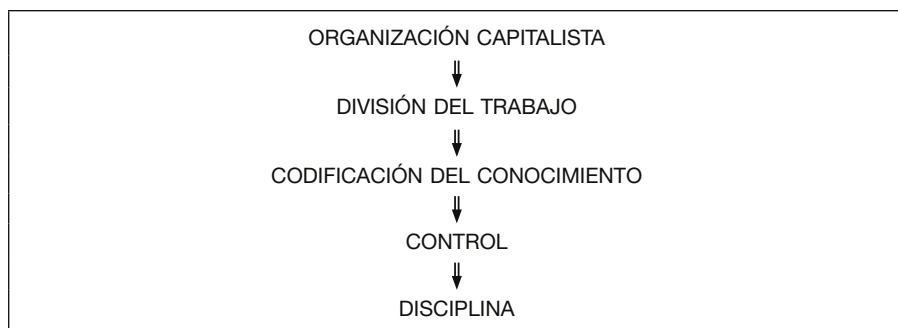
<sup>14</sup> Véase <[https://en.wikipedia.org/wiki/Homelessness\\_in\\_the\\_San\\_Francisco\\_Bay\\_Area](https://en.wikipedia.org/wiki/Homelessness_in_the_San_Francisco_Bay_Area)> [21/08/2019].



parcial desorganizados a las formas jerárquicas de producción. De este modo, la fase inicial del desarrollo capitalista puso en marcha un primer proceso masivo de descualificación laboral. A partir de ahí se sucedieron varias oleadas, desde el «movimiento taylorista» hasta el presente. Braverman (1974) estudia esas dinámicas en el capitalismo contemporáneo y describe en detalle la microorganización del llamado proceso laboral, analizando la relación de la clase trabajadora con la máquina, los niveles jerárquicos más bajos, la dirección y el control conexas. La estructura de dirección en el capitalismo favorece que el caudal de conocimientos de los trabajadores se transfiera a las máquinas. En este sentido, el proceso de cambio tecnológico ha impulsado una tendencia secular a la descualificación por la cual la máquina hace codificable el conocimiento anteriormente tácito (Nuvolari, 2002).

La relación entre el hombre y la máquina no se puede entender sin una comprensión cabal del proceso evolutivo que impulsa el cambio tecnológico. La tecnología puede concebirse como una receta con ingredientes, instrucciones y un método que especifica lo que se debe hacer y lo que no. Una receta siempre contiene cierto grado de conocimiento codificado, pero su ejecución requiere también conocimientos prácticos no codificados y tácitos (procedimientos no escritos). A su vez, los procedimientos suelen ser colectivos, lo que hace necesario establecer mecanismos de coordinación entre los miembros de la organización mediante un conjunto de rutinas organizativas que se aplican al ejecutar la receta. Por lo tanto, las rutinas organizativas constituyen un vínculo entre la tecnología y la organización, generalmente integrada en estructuras jerárquicas y relaciones de poder (Dosi y Marengo, 2015). Este punto se ilustra en el gráfico 9. Dada la naturaleza tácita del conocimiento dedicado a la ejecución de tareas complejas, la «trayectoria natural» del progreso técnico entraña la progresiva mecanización/automatización de los procesos de producción y la tendencia a idear rutinas simples, repetitivas y codificadas. El control de los ritmos de producción, la correcta ejecución de las tareas, los movimientos a lo largo de las secuencias de producción y la disciplina impuesta a los trabajadores han sido y son las condiciones necesarias para la codificación del conocimiento.

Gráfico 9. Relación entre la organización capitalista, el conocimiento y el poder



Los patrones descritos, que han sido una constante y un rasgo distintivo de las sociedades capitalistas desde sus orígenes, ahora parecen acelerarse. La automatización más o menos inteligente provoca la desaparición de algunas de las tareas que antes desempeñaban los humanos, y con ellas desaparecen los empleos conexos. No es fácil predecir si esas pérdidas se compensarán con un número comparable de puestos de trabajo inteligentes, pero los actuales indicios son poco alentadores. Hasta los análisis más optimistas (por ejemplo, el de Moretti, 2012) prevén un gran efecto multiplicador para los jardineros, cuidadores infantiles, peluqueros –podríamos añadir a los conserjes– y, en los Estados Unidos, para los guardias penitenciarios y policías.

Otra característica importante de las actuales transformaciones tecnológicas que representan discontinuidades respecto de los patrones más antiguos es la «desmaterialización» de algunas fuentes de ingresos globales. Este factor está estrechamente ligado a una parte significativa de las actividades sociales basadas en tecnologías que son, más que nunca, afines a la «información», sobre todo en términos de productos, pero también de insumos, como hemos visto en apartados anteriores, lo que da lugar a una forma de apropiación privada de la información. Las plataformas caracterizadas por una combinación de costos marginales de acceso y de reproducción cercanos a cero, fuertes economías de escala y efectos de red son un buen ejemplo de este fenómeno (David, 1985). Para valorar su magnitud, examinemos brevemente las características específicas de la información como bien económico (véase Dosi y Nelson, 2010). Primero, el uso de la información no es de naturaleza competitiva. La misma información puede ser utilizada por varios agentes económicos sin exclusiones ni limitaciones mutuas. Segundo, la información inicial en sí comporta costos iniciales de generación elevados en comparación con los costos de su utilización repetida. De hecho, una peculiaridad de la información en general, y del conocimiento técnico en particular, es su condición no escalada, en el sentido de que una idea totalmente desarrollada no entraña, *a priori*, ninguna restricción intrínseca respecto de la escala de su aplicación. Nos incomoda formularlo de esta manera, pero una función de producción que tuviera la información como único insumo mostraría un producto igual a cero para la información inferior a una unidad, y una línea vertical para la información igual a uno. Las plataformas actuales se aproximan cada vez más a ese arquetipo. Tercero, el uso de la información tiene una propiedad fundamental de rendimientos crecientes<sup>15</sup>. A diferencia de lo que sucede con los bienes económicos convencionales como los zapatos y las herramientas me-

---

<sup>15</sup> Existe, en consecuencia, una fuerte tendencia a la monopolización, que reduce aún más la exposición a la libre competencia (véase Baumol, 1986). De hecho, los rendimientos crecientes y la dependencia de la trayectoria se oponen a toda representación de la organización industrial que sea tan «fluida» que hasta las variables nominales (los precios) tienen la consistencia de las variables de bienes raíces (por ejemplo, las inversiones en activos fijos), una condición necesaria de la competitividad.

cánicas, que se desgastan con el uso, el uso persistente de la información entraña como mínimo su no depreciación.

En la combinación de las dinámicas precedentes respecto de la división del conocimiento, el poder y el control, y la centralización y apropiación de la información, las primeras dan lugar a la concentración del poder jerárquico, a menudo encubierta por una reducción de los niveles que conforman la jerarquía. Sin embargo, ese proceso debe entenderse inequívocamente como una tendencia a la polarización del tejido social: por un lado el rey, por otro sus súbditos. Las características inherentes a la centralización y apropiación de los datos, junto con el uso de plataformas que explotan las propiedades de la economía de la información, conllevan una falta de convexidad general, un efecto Mateo<sup>16</sup> y procesos de autorrefuerzo que implican múltiples equilibrios y trayectorias. La suma de las dos dinámicas puede resultar explosiva: una mixtura de jerarquías más estrictas con la centralización impulsada por los macrodatos puede propiciar la explotación y generar una polarización extrema en la distribución del poder, el conocimiento y los ingresos. Como se observa en el ejemplo de Uber, el costo principal corresponde a la construcción y comercialización de la plataforma. Una vez que el sistema está en funcionamiento, los costos de mantenimiento y expansión (costos marginales) son cercanos a cero, y el servicio se presta mediante la explotación de proveedores externos (los conductores y sus vehículos). Eso no significa que todas las plataformas que tratan de monopolizar la información logren sobrevivir. En realidad, por definición son «unicornios»<sup>17</sup> y, como tales, están condenados al fracaso, pero hasta que llegue ese momento transformarán de forma radical los sectores en los que operan (Kenney y Zysman, 2016).

La economía de las plataformas digitales es un arquetipo aún más extremo<sup>18</sup>. Los algoritmos que regulan las condiciones de trabajo no son seres humanos contra los que los trabajadores puedan ejercer el derecho de huelga. Entre el trabajador y el algoritmo no existe una jerarquía visible. El trabajador individual, junto con otros miles de personas, acaba sumido en una condición preindustrial, similar al sistema de *putting-out* que precedió a las fábricas industriales. En aquel entonces, los campesinos ingleses que trabajaban en empleos flexibles a tiempo parcial podían al menos conversar, robar parte de los tejidos y controlar su ritmo de trabajo.

El caso de los llamados «riders», repartidores en bicicleta que hoy pueblan las calles de las metrópolis, es otro ejemplo sintomático. Estos trabajadores utilizan un medio de producción relativamente antiguo e intensivo en mano de obra (una bicicleta) para prestar un servicio que satisface una necesidad aún más antigua y básica (comer). Están controlados por un sistema informático

<sup>16</sup> De la parábola bíblica de los talentos, recogida en el Evangelio de Mateo: «Porque al que tiene, le será dado, y tendrá más; y al que no tiene, aun lo que tiene le será quitado» (capítulo 25, versículos 14-30).

<sup>17</sup> Término utilizado para hacer referencia a las empresas privadas emergentes valoradas en más de 1000 millones de dólares.

<sup>18</sup> Sobre el concepto de economía de las plataformas digitales, véase Kenney y Zysman (2016).

muy avanzado que asume las funciones de jefe, controla y supervisa el rendimiento de los trabajadores, y envía mensajes de evaluación de productividad (tiempo para aceptar los pedidos, tiempo para la entrega, tiempo de trayecto hasta el restaurante, tiempo de trayecto hasta el cliente, retrasos, etc.). Sin embargo, con arreglo al ordenamiento jurídico de algunos países, los ciclistas no son asalariados porque no están obligados a inscribirse en la aplicación de Uber. Según indica un trabajador de Uber Eats en una entrevista publicada en el *Financial Times* (O'Connor, 2016), la aplicación puede modificar inmediatamente la retribución del trabajador sin ninguna consecuencia jurídica. La tarifa inicial era de 20 libras por hora, después pasó a ser de 3,30 libras por entrega más 1 libra por milla, menos un 25 por ciento de «comisión de servicio de Uber», más 5 libras en concepto de «recompensa por trayecto». Posteriormente la «recompensa por trayecto» se recortó a 4 libras para las entregas de almuerzos en días laborables y de cenas en fines de semana, y a 3 libras si se trataba de cenas en días laborables o de almuerzos en fines de semana.

El taylorismo digital se caracteriza por la existencia de trabajadores mal remunerados, con un nivel de instrucción general y desprovistos de lugar trabajo, pero que erróneamente creen ser «sus propios jefes». El contrato que regula su actividad transfiere el riesgo empresarial de la compañía al trabajador. La autoridad normalmente encarnada en el jefe se refuerza con un algoritmo que mantiene la comunicación con los trabajadores a través de teléfonos móviles inteligentes. Esta división del trabajo conlleva la desaparición de los convenios colectivos y de los contratos de trabajo individuales (De Stefano, 2016).

Junto a esta forma de taylorismo digital, persisten las viejas formas del taylorismo, sobre todo en China. El caso de Foxconn, empresa proveedora de Apple, es emblemático a este respecto (Ngai *et al.*, 2015). Foxconn es uno de los mayores empleadores del mundo y uno de los principales exportadores chinos. Su estrategia de contratación consiste en aprovecharse de la migración masiva de trabajadores jóvenes (nacidos después de 1980) procedentes de zonas rurales. Se organiza como una fábrica con internado (régimen laboral de internado) y recurre a formas extremas de control (puestos de control y vigilantes permanentes). La fábrica asume el control como una «institución total» (según la definición de Foucault, 1975), que controla no solo el tiempo de trabajo sino todos los ámbitos de la actividad humana. Se hace un seguimiento continuo de los trabajadores, incluso cuando utilizan el cuarto de baño o cuando comen. La violencia física y verbal es constante en el sistema Foxconn. Se acosa y se maltrata a los trabajadores con el pretexto más nimio. La situación es tan insoportable que solo en 2010 se registraron 18 suicidios. Un trabajador empezó a escribir un blog para dar a conocer el efecto deshumanizador de las condiciones de trabajo impuestas por Foxconn a todos los asalariados: «Morir es la única forma de dejar constancia de que alguna vez hemos vivido. [...] Para los trabajadores de Foxconn como nosotros, los llamados *nongmingong*, trabajadores migrantes rurales en China, la muerte es la única salida para dejar constancia de que hemos tenido una existencia y de

que hemos vivido en la absoluta desesperación» (Ngai *et al.*, 2015, a partir de la traducción al inglés realizada por los autores).

Esta estructura jerárquica interna se corresponde con una división internacional de la producción y con una cadena de valor en la que Apple ejerce una enorme presión sobre sus proveedores. En consecuencia, para obtener contratos, Foxconn minimiza los costos y transfiere la presión de los exiguos márgenes de beneficio a los trabajadores en los niveles más bajos de la producción. La remuneración de estos trabajadores en promedio se aproxima al salario mínimo local, pese a que su jornada se prolonga más allá de los límites reglamentarios. Esta forma de explotación no es un fenómeno nuevo ni exclusivo de las TIC, sino que se extiende a otras empresas tan ubicuas como Walmart. Sin embargo, los citados ejemplos ponen de manifiesto que la aplicación de las TIC a la producción puede crear formas ultratecnológicas de «turbotaylorismo» en la gestión de la cadena de valor, tan espantosas como las fábricas y los talleres de la primera Revolución Industrial.

## Marcos hipotéticos de políticas, a modo de conclusión

En el debate sobre políticas empieza a cobrar protagonismo la idea de que es preciso contrarrestar el aumento de las desigualdades, la amenaza de desempleo masivo, el deterioro de las condiciones de trabajo y la erosión del estado de bienestar. Sin embargo, el enfoque tiende a ser demasiado parcial (se aborda cada problema por separado) y en muchos casos se inscribe en el paradigma interpretativo de la ortodoxia económica, sobre la base de las fricciones, rigideces, desajustes o a lo sumo deficiencias de los mercados. Se parte de la hipótesis de que los mercados, por sí solos, disponen de mecanismos capaces de procurar su propia eficiencia, lo que redundaría en beneficio de todos nosotros. Según este postulado, por ejemplo, en principio no puede haber desempleo tecnológico de larga duración.

Por supuesto, conviene evaluar la eficacia y las posibles contrapartidas de diversas propuestas normativas en el marco de las políticas redistributivas, la tributación en un mundo globalizado y digitalizado, la educación y la formación, las políticas de empleo, la innovación y las políticas industriales, pero es preciso examinarlas en conjunto. Además, el debate debe centrarse en el contexto de transformación de las relaciones entre los seres humanos y el trabajo, y entre los individuos y las instituciones. Las distintas políticas darán lugar a diferentes configuraciones del Estado y de las instituciones intermedias, en un continuo que comprende desde un concepto paternalista del Estado hasta la disolución de lo público, desde las formas de acción individuales hasta las colectivas, y desde un sistema estatal de prestación de servicios públicos hasta su privatización. Las consecuencias de unos u otros modelos son profundamente divergentes no solo en términos de crecimiento, sino también en los aspectos relativos a la inclusión y a la forma en que se distribuye el trabajo, la renta y, en definitiva, el poder.

Entre las políticas que conciernen a las instituciones del mercado de trabajo cabe mencionar la cogestión –un sistema que faculta a algunos trabajadores para ejercer el control sobre las estrategias empresariales–, la propiedad colectiva de los trabajadores y, en el extremo opuesto del espectro, la renta básica y/o universal y el salario mínimo. Las consecuencias distributivas y sociales de estos modelos son muy dispares. Por ejemplo, la ingeniería microinstitucional implícita en el modelo de propiedad colectiva de los trabajadores y/o de reparto de beneficios, o incluso en la *Mitbestimmung* (cogestión) de tipo alemán, impone la carga de la redistribución a la empresa o al empleador individual y, aunque pueda resultar muy eficaz en el ámbito local, tiende a crear una clase privilegiada de trabajadores diferenciados del resto. Sirve para aumentar la participación del trabajo y redistribuir los dividendos de la productividad al nivel de la empresa, pero tiene también el inconveniente de exacerbar las desigualdades y de alimentar el conflicto entre grupos de trabajadores, y resulta ineficaz para paliar el desempleo global.

En cambio, los problemas asociados a la franja inferior de la distribución suelen abordarse con modelos más universales, como las formas de renta básica. Al igual que en el caso anterior, se trata de medidas muy controvertidas. Ofrecen una red de seguridad para todos los ciudadanos, pero su aplicación tiende a ser, en el mejor de los casos, neutral en cuanto a la redistribución de la renta. De hecho, la renta básica suele ir asociada a bruscos recortes en el estado de bienestar, lo que supone la transformación de los bienes públicos, como la salud y la educación, en transferencias de ingresos (privados). Recordemos que Milton Friedman fue uno de los primeros promotores del impuesto negativo sobre la renta con carácter universal. Además, los regímenes de renta básica pueden estar políticamente sesgados, en el sentido de que se circunscriben a los ciudadanos de un país, planteando cuestiones fundamentales de trato discriminatorio contra los colectivos sin derechos de ciudadanía. El aumento de los niveles de renta inferiores puede servir para establecer un límite mínimo de participación del trabajo, actualmente en caída libre. No obstante, podría debilitar el poder negociador de los sindicatos y poner en peligro la organización colectiva de los trabajadores. En cualquier caso, esta medida no permite reajustar la distribución general de la renta.

Con toda probabilidad, la tributación seguirá siendo uno de los mecanismos redistributivos más importantes. Es conveniente aplicar viejas y nuevas formas de tributación progresiva, atendiendo a la dinámica de la base imponible y a los modos en que han de tributar los diversos tipos de ingresos, en función de si se trata de beneficios o de salarios, y las rentas (financieras y no financieras). La defensa acérrima de los mercados ha ido de la mano de un afán antitributario que ha atenuado los efectos redistributivos de las políticas fiscales y de la prestación universal de servicios. Es necesario frenar esa tendencia y restablecer el equilibrio de los tipos impositivos, de manera que la carga tributaria sea más gravosa para las rentas del capital y las grandes fortunas que para los beneficios, y más gravosa para los beneficios que para los salarios. Las rentas y los beneficios son cada vez más huidizos, no solo porque

no hay voluntad política de retenerlos, sino también por su naturaleza deslocalizada. Existen los medios técnicos necesarios para controlar sus movimientos, ya que los beneficios, como los flujos financieros en general, pueden rastrearse desde el país de origen hasta el país de destino, generalmente un paraíso fiscal.

Los objetos de tributación también están cambiando. Es necesario abrir un debate sobre nuevas formas de tributación como el «impuesto sobre los robots», el «impuesto sobre los bits» y «el impuesto sobre la web». Algunos investigadores afirman que «quien posea los robots dominará el mundo» (Freeman, 2015). En la República de Corea se ha introducido recientemente el impuesto sobre los robots, una cuestión que también está sobre la mesa en el Parlamento Europeo. Aunque parece claro que el impuesto sobre los robots puede ralentizar la adopción de tecnologías que comporten el desplazamiento de trabajadores, todavía no se sabe si el objeto de tributación debe ser la propiedad o el uso de los robots. *A priori* parece mucho más razonable gravar a los propietarios. Lo contrario sería como si, en otros tiempos, se hubieran impuesto gravámenes a las locomotoras en vez de exigir tributos a los magnates del ferrocarril. Además, los robots pueden tener usos muy diversos, algunos de ellos destinados no a sustituir, sino a complementar las actividades humanas en numerosos ámbitos, desde la agricultura hasta la industria y el sector servicios (un ejemplo lo encontramos en las aplicaciones médicas y biorrobóticas).

El concepto de impuesto sobre los bits forma parte del discurso en materia de políticas desde comienzos de los años noventa (Soete y Kamp, 1996). La intangibilidad de las transacciones y de los ingresos conexos obliga a redefinir la base imponible en términos de unidades digitales (bits de información transmitidos), frente a los criterios materiales vigentes. El impuesto sobre la web, que grava las transacciones digitales, puede considerarse una forma de impuesto sobre los bits. La tributación de las plataformas es otra cuestión abierta de gran trascendencia. Las plataformas explotan con afán de lucro algunos activos individuales (como las viviendas en el caso de Airbnb). Además, los activos distribuidos generan rentas muy centralizadas.

Junto a las políticas de ingresos, deben tomarse en consideración las políticas de empleo. Algunas son indirectas y afectan a las características de la oferta de trabajo. Pertenecen a este grupo las políticas de educación y formación, así como las políticas activas de mercado de trabajo, que tienen por objeto la capacitación de los desempleados y la reconversión profesional de los trabajadores como medio para paliar la obsolescencia de las competencias laborales. Se trata de políticas fundamentales, aunque tal vez insuficientes, y en algunos casos podría ser necesario complementarlas con otras políticas más directas (Dosi *et al.*, 2019). Se debe instar a las empresas a que inviertan en la mejora del aprendizaje del personal, principalmente a través de planes de formación en el empleo, en vez de infundirles la expectativa de contratar a trabajadores formados *ad hoc*. El requisito prioritario para hacer frente a los rápidos avances tecnológicos es poseer un amplio conjunto de competencias profesionales inespecíficas. En particular, es importante inculcar en los trabajadores un mayor nivel de razonamiento y de competencias abstractas.



Según un enfoque que se remonta al menos al New Deal de Roosevelt, el Estado es el empleador de último recurso. Frente al menoscabo de lo público, este concepto entraña la creación de programas masivos de empleo durante las etapas de recesión, con la doble ventaja de que los beneficiarios ocupan puestos de trabajo al servicio de la ciudadanía y perciben los correspondientes ingresos (Minsky, 1986). Por otro lado, las políticas de empleo tratan de reducir las horas de trabajo, o al menos esta ha sido la tendencia secular en los países industrializados desde mediados del siglo XIX, en paralelo a los procesos de mecanización y progresiva automatización de la producción. En los últimos tiempos se han puesto en marcha estas políticas de forma experimental con el propósito de crear nuevas oportunidades de empleo y de redistribuir, al mismo tiempo, los dividendos de la productividad. Tales iniciativas deberían complementarse con medidas reglamentarias que limiten claramente el trabajo a tiempo parcial involuntario, las formas atípicas de empleo y los «miniempleos».

El Estado siempre ha sido un creador de oportunidades de inversión, promotor de arriesgados programas de investigación a largo plazo y precursor de innovaciones orientadas a objetivos concretos (Mazzucato, 2013). Hoy debería redoblar la apuesta, aspirando a fomentar la creación de innovaciones capaces de complementar el trabajo humano sin desplazarlo. La tarea es ingente y requiere elaborar programas ambiciosos, orientados a objetivos específicos, con el propósito de impulsar la aparición y el uso masivo de nuevas tecnologías que sienten las bases de las futuras trayectorias tecnológicas. Las exigencias irrenunciables deberían ser la sostenibilidad ambiental y social y la redistribución de la renta. A tal efecto, el sector público debería recuperar su capacidad no solo de regular sino de perfilar las estrategias de los actores privados.

En el presente artículo hemos puesto de relieve cómo las actividades de uso intensivo de información generan inmensos rendimientos crecientes de la información en sí. A su vez, ese proceso tiende a generar una estructura (cuasi) monopolística u oligopolística de la oferta, como sucede en el caso de Google, Amazon y Airbnb. ¿Cómo hemos de abordar las consecuencias socioeconómicas de esas tendencias? Las políticas de competencia son una medida imprescindible que la Unión Europea ya ha empezado a aplicar. ¿Será suficiente? Probablemente no. Cuando surgen monopolios «naturales», la historia nos enseña que el Estado debe regularlos de forma estricta y exhaustiva, sin descartar su nacionalización. Es lo que ocurrió en el pasado con las telecomunicaciones y otros servicios públicos. No debemos rehuir este tipo de políticas en una etapa como la actual, en presencia del mayor proceso de monopolización conocido desde los inicios del capitalismo.

Nos hallamos ante una encrucijada histórica que atañe a las trayectorias tecnológicas y a las formas de organización socioeconómica. Podemos orientarnos hacia una forma de tecnofeudalismo con una sociedad profundamente dividida, o avanzar hacia una sociedad que comparta colectivamente los beneficios de los avances tecnológicos. El rumbo futuro dependerá, en gran medida, de los tipos de política que finalmente prevalezcan.



## Bibliografía citada

- Allen, R.C. 2017. «Lessons from history for the future of work», *Nature*, vol. 550, núm. 7676, págs. 321-324.
- . 2009. «Engels' pause: Technical change, capital accumulation, and inequality in the British industrial revolution», *Explorations in Economic History*, vol. 46, núm. 4, págs. 418-435.
- Andrews, D.; Criscuolo, C., y Gal, P.N. 2016. *The best versus the rest: The global productivity slowdown, divergence across firms and the role of public policy*. OECD Productivity Working Papers, No. 5. París, OCDE.
- Autor, D.H. 2015. «Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation», *Journal of Economic Perspectives*, vol. 29, núm. 3, págs. 3-30.
- ; Levy, F., y Murnane, R.J. 2003. «The skill content of recent technological change: An empirical exploration», *Quarterly Journal of Economics*, vol. 118, núm. 4, págs. 1279-1333.
- Bárány, Z.L., y Siegel, C. 2018. «Job polarization and structural change», *American Economic Journal: Macroeconomics*, vol. 10, núm. 1, págs. 57-89.
- Baumol, W.J. 1986. «Contestable markets: An uprising in the theory of industry structure», *Microtheory: Applications and origins*. Cambridge (Estados Unidos), MIT Press, págs. 40-54.
- . 1967. «Macroeconomics of unbalanced growth: The anatomy of urban crisis», *American Economic Review*, vol. 57, núm. 3, págs. 415-426.
- Bell, D.N., y Blanchflower, D.G. 2018. *Underemployment in the US and Europe*. NBER Working Paper No. 24927. Cambridge (Estados Unidos), National Bureau of Economic Research.
- Bivens, J., y Mishel, L. 2015. *Understanding the historic divergence between productivity and a typical worker's pay: Why it matters and why it's real*. EPI Briefing Paper No. 406. Washington, Economic Policy Institute.
- Botsman, R. 2017. «Big data meets Big Brother as China moves to rate its citizens», *Wired*, 21 de octubre. <<https://www.wired.co.uk/article/chinese-government-social-credit-score-privacy-invasion>> [22/08/2019].
- Braverman, H. 1974. *Labor and monopoly capital: The degradation of work in the twentieth century*. Nueva York, Monthly Review Press.
- Brynjolfsson, E., y McAfee, A. 2014. *The Second Machine Age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. Nueva York, W.W. Norton & Company.
- Calvino, F., y Virgillito, M.E. 2018. «The innovation-employment nexus: A critical survey of theory and empirics», *Journal of Economic Surveys*, vol. 32, núm. 1, págs. 83-117.
- Casilli, A.A. 2017. «Digital labor studies go global: Toward a digital decolonial turn», *International Journal of Communication*, vol. 11, págs. 3934-3954.
- Cirillo, V.; Rinaldini, M.; Staccioli, J., y Virgillito, M.E. 2018. *Workers' intervention authority in Italian 4.0 factories: Autonomy and discretion*. LEM Working Papers Series, No. 13. Pisa, Laboratory of Economics and Management, Institute of Economics, Scuola Superiore Sant'Anna.
- Clark, C. 1957. *The conditions of economic progress*. Tercera edición. Londres, Macmillan.
- Dabla-Norris, E.; Kochhar, K.; Suphaphiphat, N.; Ricka, F., y Tsounta, E. 2015. *Causes and consequences of income inequality: A global perspective*. IMF Staff Discussion Note No. 13. Washington, Fondo Monetario Internacional.
- David, P.A. 1985. «Clio and the economics of QWERTY», *American Economic Review*, vol. 75, núm. 2, págs. 332-337.
- De Stefano, V. 2016. «The rise of the just-in-time workforce: On-demand work, crowdwork, and labor protection in the 'Gig-Economy'», *Comparative Labor Law & Policy Journal*, vol. 37, núm. 3, págs. 471-504.
- Dosi, G. 1984. «Technology and conditions of macroeconomic development», en C. Freeman (coordinador): *Design, innovation and long cycles in economic development*. Londres, Design Research Publications, págs. 99-125.

- . 1982. «Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change», *Research Policy*, vol. 11, núm. 3, págs. 147-162.
- ; Freeman, C., y Fabiani, S. 1994. «The process of economic development: Introducing some stylized facts and theories on technologies, firms and institutions», *Industrial and Corporate Change*, vol. 3, núm. 1, págs. 1-45.
- ; Gambardella, A.; Grazzi, M., y Orsenigo, L. 2008. «Technological revolutions and the evolution of industrial structures: Assessing the impact of new technologies upon the size and boundaries of firms», *Capitalism and Society*, vol. 3, núm. 1, págs. 1-49.
- , y Marengo, L. 2015. «The dynamics of organizational structures and performances under diverging distributions of knowledge and different power structures», *Journal of Institutional Economics*, vol. 11, núm. 3, págs. 535-559.
- , y Nelson, R.R. 2010. «Technical change and industrial dynamics as evolutionary processes», en B. Hall y N. Rosenberg (coordinadores): *Handbook of the economics of innovation*, vol. 1. Amsterdam, North-Holland/Elsevier, págs. 51-127.
- ; Pereira, M.C.; Roventini, A., y Virgillito, M.E. 2019. «What if supply-side policies are not enough? The perverse interaction of flexibility and austerity», *Journal of Economic Behavior & Organization*, vol. 162, págs. 360-388.
- ; —, y —. 2018a. «Causes and consequences of hysteresis: Aggregate demand, productivity, and employment», *Industrial and Corporate Change*, vol. 27, núm. 6, págs. 1015-1044.
- ; —, y —. 2018b. «The effects of labour market reforms upon unemployment and income inequalities: An agent-based model», *Socio-Economic Review*, vol. 16, núm. 4, págs. 687-720.
- , y Virgillito, M.E. 2017. «In order to stand up you must keep cycling: Change and coordination in complex evolving economies», *Structural Change and Economic Dynamics*. <<https://doi.org/10.1016/j.strueco.2017.06.003>> [27/09/2019].
- , y Yu, X. 2018. «Technological catching-up, sales dynamics, and employment growth: Evidence from China's manufacturing», *Industrial and Corporate Change*, vol. 28, núm. 1, págs. 79-107.
- Ford, M. 2015. *The rise of the robots: Technology and the threat of mass unemployment*. Nueva York, Basic Books.
- Foucault, M. 1975. *Surveiller et punir: Naissance de la prison*. París, Gallimard [trad. cast. *Vigilar y castigar: nacimiento de la prisión*. Madrid, Siglo XXI, 1976].
- Franzini, M., y Pianta, M. 2015. *Explaining inequality*. Londres, Routledge.
- Freeman, C. 2019. «History, co-evolution and economic growth», *Industrial and Corporate Change*, vol. 28, núm. 1, págs. 1-44.
- . 1992. *The economics of hope: Essays on technical change and economic growth and the environment*. Londres, Pinter Publishers.
- ; Clark, J., y Soete, L. 1982. *Unemployment and technical innovation: A study of long waves and economic development*. Londres, Pinter Publishers.
- , y Perez, C. 1988. «Structural crises of adjustment: Business cycles and investment behaviour», en G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg, y L. Soete (coordinadores): *Technical change and economic theory*. Londres, Pinter Publishers, págs. 38-66.
- , y Soete, L. 1994. *Work for all or mass unemployment? Computerised technical change into the 21st century*. Londres, Pinter Publishers.
- Freeman, R.B. 2015. «Who owns the robots rules the world», *IZA World of Labor*, vol. 5. <<https://wol.iza.org/uploads/articles/5/pdfs/who-owns-the-robots-rules-the-world.pdf>> [27/08/2019].
- . 1980. «Unionism and the dispersion of wages», *ILR Review*, vol. 34, núm. 1, págs. 3-23.
- Gordon, R.J. 2012. *Is US economic growth over? Faltering innovation confronts the six headwinds*. NBER Working Paper No. 18315. Cambridge (Estados Unidos), National Bureau of Economic Research.

- Gordon, C., y Eisenbrey, R. 2012. «As unions decline, inequality rises», *Economic Snapshot*, 6 de junio. Washington, Economic Policy Institute. <<https://www.epi.org/publication/unions-decline-inequality-rises/>> [13/08/2019].
- Groshen, E.L., y Potter, S. 2003. «Has structural change contributed to a jobless recovery?», *Current Issues in Economics and Finance*, Federal Reserve Bank of New York, vol. 9, núm. 8, págs. 1-7.
- Hilferding, R. 1910. *Das Finanzkapital. Eine Studie über die jüngste Entwicklung des Kapitalismus*. Viena, Wiener Volksbuchhandlung [trad. cast. 1985. *El capital financiero*. Madrid, Tecnos].
- Hirsch, F. 1976. *Social limits to growth*. Cambridge (Estados Unidos), Harvard University Press.
- Hutchinson, J., y Persyn, D. 2012. «Globalisation, concentration and footloose firms: In search of the main cause of the declining labour share», *Review of World Economics*, vol. 148, núm. 1, págs. 17-43.
- Huws, U. 2014. *Labor in the global digital economy: The cybertariat comes of age*. Nueva York, Monthly Review Press.
- Jaimovich, N., y Siu, H.E. 2012. *Job polarization and jobless recoveries*. NBER Working Paper No. 18334. Cambridge (Estados Unidos), National Bureau of Economic Research.
- Jaumotte, F., y Osorio Buitron, C. 2015. *Inequality and labor market institutions*. IMF Staff Discussion Note No. 15/14. Washington, Fondo Monetario Internacional.
- Karabarbounis, L., y Neiman, B. 2014. «The global decline of the labor share», *Quarterly Journal of Economics*, vol. 129, núm. 1, págs. 61-103.
- Kenney, M., y Zysman, J. 2016. «The rise of the platform economy», *Issues in Science and Technology*, vol. 32, núm. 3, págs. 61-69.
- Keynes, J.M. 1930. «Las posibilidades económicas de nuestros nietos» [en J. M. Keynes: *Ensayos de persuasión*. Madrid, Síntesis, 2008, págs. 325-335].
- Kuznets, S. 1955. «Economic growth and income inequality», *American Economic Review*, vol. 45, núm. 1, págs. 1-28.
- Landes, D.S. 1969. *The unbound Prometheus: Technological change and industrial development in Western Europe from 1750 to the present*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Lazonick, W. 2014. «Profits without prosperity», *Harvard Business Review*, septiembre, págs. 46-55.
- , y Mazzucato, M. 2013. «The risk-reward nexus in the innovation-inequality relationship: Who takes the risks? Who gets the rewards?», *Industrial and Corporate Change*, vol. 22, núm. 4, págs. 1093-1128.
- Lenin, V.I. 1939 [1917]. *Imperialism, the highest stage of capitalism: A popular outline*. Londres, Lawrence and Wishart.
- Marcolin, L.; Miroudot, S., y Squicciarini, M. 2019. «To be (routine) or not to be (routine), that is the question: A cross-country task-based answer», *Industrial and Corporate Change*, vol. 28, núm. 3, págs. 477-501.
- Mazzucato, M. 2013. *The entrepreneurial state: Debunking public vs. private sector myths*. Londres, Anthem Press.
- Milanovic, B. 2016. *Global inequality: A new approach for the age of globalization*. Cambridge (Estados Unidos), Harvard University Press.
- Minsky, H.P. 1986. *Stabilizing an unstable economy: The lessons for industry, finance and government*. New Haven, Yale University Press.
- Moretti, E. 2012. *The new geography of jobs*. Nueva York, Houghton Mifflin Harcourt.
- Moro, A.; Rinaldini, M.; Staccioli, J., y Virgillito, M.E. 2019. «Control in the era of surveillance capitalism: An empirical investigation of Italian Industry 4.0 factories», *Journal of Industrial and Business Economics*, vol. 46, núm. 3, págs. 347-360.
- Ngai, P.; Huilin, L.; Yuhua, G., y Yuan, S. 2015. *Nella fabbrica globale: Vite al lavoro e resistenze operaie nei laboratori della Foxconn* [edición italiana, F. Gambino y D. Sacchetto (coordinadores)]. Verona, Ombre Corte.

- Nuvolari, A. 2002. «The ‘machine breakers’ and the industrial revolution», *Journal of European Economic History*, vol. 31, núm. 2, págs. 393-426.
- O’Connor, S. 2016. «When your boss is an algorithm», *Financial Times*, 8 de septiembre. <<https://www.ft.com/content/88fdc58e-754f-11e6-b60a-de4532d5ea35>> [21/08/2019].
- Pasinetti, L.L. 1981. *Structural change and economic growth: A theoretical essay on the dynamics of the wealth of nations*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Ricardo, D. 1821. *On the principles of political economy and taxation*. Tercera edición. Londres, John Murray.
- Rousseau, J.-J. 1755. *Discours sur l’origine et les fondements de l’inégalité parmi les hommes*. Amsterdam, Marc-Michel Rey [trad. cast. *Discurso sobre el origen de la desigualdad entre los hombres*, Madrid, Calpe, 1923].
- Schwellnus, C.; Kappeler, A., y Pionnier, P.A. 2017. *Decoupling of wages from productivity: Macro-level facts*. Economics Department Working Papers, No. 1373. París, OCDE.
- Smith, A. 1776. *An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations*. Londres, Strahan and Cadell.
- Soete, L., y Kamp, K. 1996. «The ‘Bit Tax’: The case for further research», *Science and Public Policy*, vol. 23, núm. 6, págs. 353-360.
- Stiglitz, J.E. 2002. *Globalization and its discontents*. Nueva York, Norton.
- Syverson, C. 2017. «Challenges to mismeasurement explanations for the US productivity slowdown», *Journal of Economic Perspectives*, vol. 31, núm. 2, págs. 165-186.
- Timmer, M.P.; Erumban, A.A.; Los, B.; Stehrer, R., y De Vries, G.J. 2014. «Slicing up global value chains», *Journal of Economic Perspectives*, vol. 28, núm. 2, págs. 99-118.
- UNCTAD. 2018. *Trade and Development Report 2018: Power, platforms and the free trade delusion*. Ginebra.
- Vivarelli, M. 2014. «Innovation, employment and skills in advanced and developing countries: A survey of economic literature», *Journal of Economic Issues*, vol. 48, núm. 1, págs. 123-154.
- Womack, J.P.; Jones, D.T., y Roos, D. 2007. *The machine that changed the world*. Nueva York, Free Press.
- Zuboff, S. 2015. «Big other: Surveillance capitalism and the prospects of an information civilization», *Journal of Information Technology*, vol. 30, núm. 1, págs. 75-89.