

## ROBOTS E IMPUESTOS

*La cuarta revolución tecnológica, impulsada por el abaratamiento de los procesos de computación y, por ello, por el aumento de la competitividad de los nuevos métodos de automatización, han elevado la preocupación por la sustitución de la mano de obra y sus consecuencias. Entre estas, la pérdida de peso de la renta de los trabajadores y el aumento de la desigualdad salarial entre trabajadores son las más destacadas. Ante esto, en el ámbito de la fiscalidad, no pocos han propuesto un impuesto a los robots. En este trabajo se pretende analizar la idoneidad de este impuesto y su posible fijación. Después de una reflexión sobre dichas consecuencias, se exponen los recientes avances en la teoría que lo justifican y los problemas prácticos que conllevarían su diseño.*

### Taxing robots

*The fourth industrial revolution, made possible by cheaper computers and new automatization methods, has increased public concern because of the substitution of labor by machines. Automatization has reduced the labor share of income and has increased wage dispersion. Given this situation, new tax proposals have been made, including taxing robots. The aim of this article is to analyze the goodness of a robot tax, show the new developments on optimal taxation theory that justify such a tax and the practical problems that would be encountered in its implementation.*

**Palabras clave:** impuestos óptimos, desigualdad, sustitución, complementariedad.

**Keywords:** optimal taxes, inequality, substitution, complementarity.

**JEL:** D24, D61, H30, J31.

### 1. Introducción

Desde hace no menos de treinta años una tendencia viene consolidándose en las economías desarrolladas: el aumento de la automatización de las actividades productivas a la sombra de un nuevo cambio tecnológico. Es cierto que dicha tendencia, en realidad, ha prosperado desde los inicios más remotos de la Revolución Industrial, allá a finales del siglo XVIII

y principios del XIX. Desde la misma aparición de la máquina de vapor, incluso antes, hemos conocido de actividades que pasaron de ser realizadas por la energía generada por la fuerza del hombre (o animales) a ser realizadas por la energía que movía una máquina. Sin embargo, y esta es la razón por la que el debate ha resurgido con fuerza en estos últimos años, la actual preocupación por las consecuencias de la nueva automatización se debe a una doble razón que la hace quizás única a las experimentadas con anterioridad. En primer lugar, la automatización parece haberse acelerado. En segundo lugar, la automatización ha dado el salto a sectores productivos que con anterioridad parecían más a resguardo del proceso de sustitución

---

\* Universidad Pablo de Olavide.

Contacto: [mhidper@upo.es](mailto:mhidper@upo.es)

Versión de octubre de 2020.

<https://doi.org/10.32796/ice.2020.917.7132>

de personas por máquinas y ha «contagiado» otras parcelas de la organización económica y productiva.

La automatización no es neutral. Nunca lo ha sido. En particular, la que en la actualidad vivimos afecta de un modo diferente al trabajo con respecto a otras automatizaciones anteriores, a excepción quizás de la Primera Revolución Industrial. Por un lado, parece que el factor trabajo pierde peso respecto a la parte de la renta que recibe del total generado por la actividad productiva. Por otro lado, dentro del mismo factor trabajo, existen diferentes consecuencias en función de las características de los trabajadores condicionado por su nivel de cualificación y habilidad.

Lo que se va a analizar en este artículo es, principalmente, cómo dichas consecuencias de este proceso de automatización en la distribución de la renta entre factores y entre los propios trabajadores han abierto un debate singular y relevante sobre el sostenimiento del estado de bienestar. Gran parte del peso que supone financiar los servicios públicos en un estado de bienestar recae sobre la renta de los trabajadores, el consumo y, en menor medida, en las rentas de los empresarios.

Si como se viene argumentando, la automatización desplaza parte de los trabajadores de sus empleos y ocupaciones, reduciendo su participación en la renta, sería necesario redefinir el sistema impositivo para que sea factible continuar sufragando nuestro estado de bienestar. Además, si el Estado es averso a la desigualdad, sería deseable redefinir el sistema impositivo que optimice la combinación de suficiencia y equidad.

Sin embargo, partiendo de la idea de que un sistema impositivo debe ajustarse ante cambios en la forma de organizar la producción, lo que este artículo pone en evidencia son que las razones argumentadas para establecer un impuesto a los robots deben considerarse con cierto grado de escepticismo. Por un lado, no está nada claro que la caída en el peso de las rentas de los trabajadores sea a favor de las rentas del capital, en concreto, no parece que favorezca tan claramente a la rentabilidad de los robots y máquinas que

sustituyen al trabajo. De este modo, y así se planteará, es complicado derivar del análisis que se va a presentar, que la caída del peso de las rentas de los trabajadores pueda esquivarse con un impuesto a los robots. Respecto al aumento de la desigualdad, por el contrario, sí encontraríamos argumentos sólidos y convincentes, al menos desde el punto de vista teórico. Sin embargo, y aunque el debate está adquiriendo fuerza y notoriedad, aún es pronto para extraer conclusiones sólidas y consensos, especialmente sobre la cuantía óptima de un supuesto impuesto a los robots.

A esto último hay que sumar, además, cómo llevarlo a la práctica. Aunque hubiera un análisis teórico capaz de llegar a un consenso, la puesta en práctica de un impuesto depararía, a su vez, no pocos inconvenientes. Así, sería muy complicado determinar quién es el sujeto impositivo. ¿Qué es un robot? ¿Qué es una máquina que sustituye al trabajador? ¿Lo hace realmente o complementa a otro tipo de trabajador? ¿Una línea de códigos que permite a una aplicación realizar mediante mecanismos de inteligencia artificial es un robot? ¿Cómo lo medimos? Son muchas las incógnitas que no parece posible resolver, al menos en detalle, por lo que es muy complejo e importante avanzar en el desarrollo de las ideas que permitan una mejor imposición.

Así, en primer lugar, en este artículo, se hablará de las raíces del proceso de automatización, robotización y sus principales consecuencias. En segundo lugar, y una vez analizado el origen del cambio, se propondrá un debate sobre cuáles deberían ser las nuevas orientaciones fiscales. En este caso, se abordará desde una perspectiva teórica y práctica.

## 2. Cambio tecnológico, robotización y rentas del trabajo

La Primera Revolución Industrial fue el campo de experimentación más duro y crudo donde la sustitución entre trabajo y capital condicionó lo que sería, sin duda, la historia mundial en los siguientes siglos.

Fue esta, de todas las revoluciones, la más disruptiva de aquellas otras revoluciones que estarían por llegar. No pocos trabajos recientes, como los del economista Robert C. Allen, han puesto de manifiesto muchos aspectos sobre la misma. En particular, Allen ha centrado gran parte de su obra en analizar los salarios, lo que le ha permitido reconstruir qué fue lo que pasó y cómo sucedieron los cambios durante el amanecer de la economía moderna (Allen, 2017).

Las consecuencias de esta revolución fueron enormes, ya que no solo redefinieron las características de la actividad productiva, sino además de la propia sociedad. Así pues, los episodios revolucionarios de 1830 y 1848 son ejemplos claros de cómo el cambio en la producción, mediante el aumento de la automatización, puede provocar cambios en los fundamentos sociales. Obviamente, no solo las razones puramente productivas impulsaron a los revolucionarios de la primera mitad del siglo XIX. Sin embargo, fueron estas, entre otras razones, síntomas de la tensión de un liberalismo social y político que luchaba por romper definitivamente los vínculos que la sociedad tradicional de los estamentos se resistía a dejar atrás.

Las primeras tres décadas del siglo XIX recibieron de algunos, en términos económicos, la denominación de la «Pausa de Engels». Lo que empezamos a conocer gracias a trabajos como los de Allen y sus series de datos sobre salarios, es que durante aquellos años la rentabilidad del capital creció con mayor vigorosidad que la rentabilidad del trabajo. En términos técnicos, la remuneración relativa del capital respecto a la del trabajo creció. Es decir, la desigualdad entre factores, capital y trabajo aumentó durante esta Primera Revolución Industrial.

Dado que estamos hablando de precios relativos, la caída del precio relativo de la mano de obra pudo tener dos (más una) explicaciones: o bien aumentó la demanda relativa de capital (impulsada a su vez por la caída del precio del capital), o bien se incrementó la oferta relativa de mano de obra, o ambos procesos a la vez. Para el economista, sociólogo, filósofo

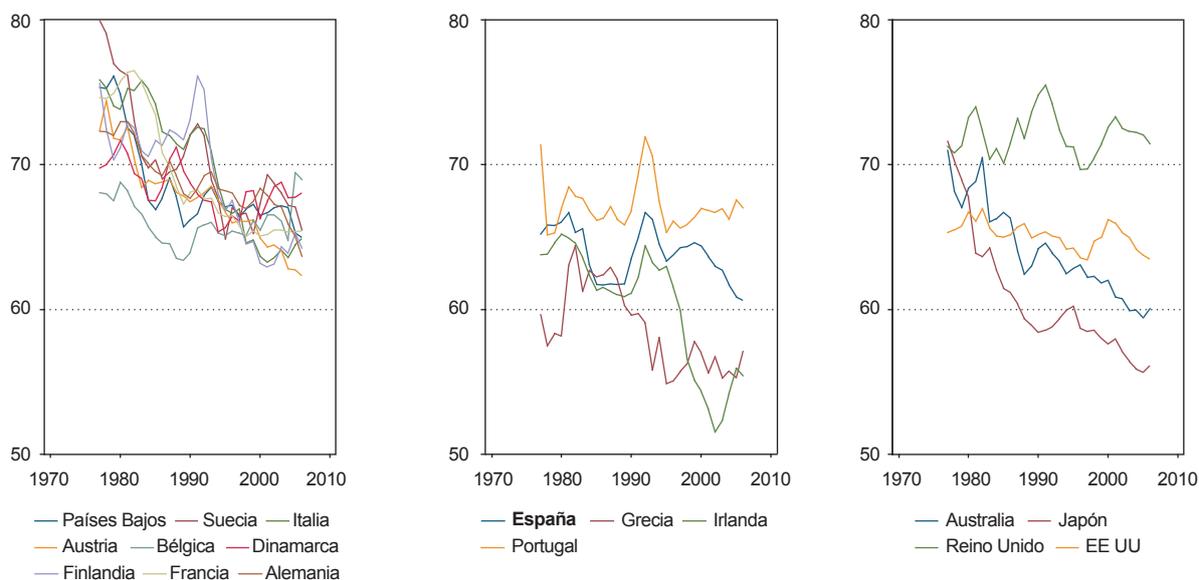
y periodista Karl Marx, la razón principal era la primera de ellas. Para otros economistas clásicos, como David Ricardo o Thomas Malthus, era la segunda. Marx creía que la introducción del capital tenía un claro objetivo, reducir la dependencia de la mano de obra por parte del propietario de los medios de producción, o dicho de otro modo, el sistema aprovechaba la capacidad de las nuevas máquinas para sustituir mano de obra. Marx contemplaba que la sustitución era más importante que la complementariedad, sustitución que era promovida en un sistema como el capitalismo a través de una continua reinversión para mantener las ganancias de productividad y, por ello, de la plusvalía. Más recientemente, esta misma idea, aunque con un desarrollo más actualizado, es la defendida por Piketty, y la resume en que el capital sustituye a la mano de obra, de tal modo que el actual proceso de avance tecnológico genera desigualdad (Piketty, 2014). El vínculo entre la Primera y Cuarta Revolución Industrial reside en la supuesta preponderancia de la sustitución frente a la complementariedad.

Otros economistas clásicos consideraban que la renta de los trabajadores decayó simplemente por el aumento de su oferta relativa. Los procesos de sustitución de mano de obra, hasta entonces en actividades intensivas en esta, provocó un desplazamiento de este factor hacia actividades que, de repente, se vieron con mano de obra abundante. También, los nuevos procesos de producción automatizados «des-cualificaron» la mano de obra necesaria para llevar a cabo las tareas. Esto amplió considerablemente la oferta de trabajo, al entrar en liza mujeres y niños, así como hombres sin cualificación.

La consecuencia, como se ha comentado, fue una inicial pauperización de una gran parte de la sociedad. El peso de las rentas del trabajo decayó y la desigualdad aumentó. Esto, sin duda alguna, y como se recoge en obras universales de la historia de la literatura donde Charles Dickens o Victor Hugo son sus principales referencias, nos dejó una sociedad desestructurada, de supervivencia diaria para una

FIGURA 1

PESO DE LA REMUNERACIÓN DE TRABAJADORES EN EL VALOR AÑADIDO BRUTO (% VAB)



FUENTE: Elaboración propia y EU-Klems.

parte importante y, por ende, la necesidad de actuar para solucionar el problema.

Hoy experimentamos la Cuarta Revolución Industrial. A diferencia de las anteriores, pero con cacofonías de la Primera, lo que parece que observamos es un proceso similar al de la «Pausa de Engels», donde, de nuevo la fuerte caída del precio del capital puede estar impulsando la sustitución y, por ello, elevando el peso de las rentas del capital frente a las salariales. Esto, sin duda, de nuevo, impulsa la desigualdad y, por ello, las tensiones sociales. Sin embargo, no hay dos revoluciones similares y esta tiene sus particularidades, lo que nos debe ayudar a reflexionar sobre el mejor modo de actuación.

En primer lugar, no cabe duda de que en estas últimas décadas estamos experimentando una reducción clara del peso de las rentas salariales en el total del valor

añadido de no pocas economías. La Figura 1, realizada con datos de la base EU-Klems para varios países, así lo demuestra. Esta Figura nos muestra una clara tendencia internacional a la reducción del peso de las rentas de los trabajadores. En el caso de países como Países Bajos, Suecia, Italia, Austria, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Irlanda, Grecia, Australia, Japón y Estados Unidos, esta tendencia es más que evidente. En otros, aunque igualmente hay una caída, esta se produce con mayor parsimonia y lentitud, como es el caso del Reino Unido o España. Una explicación coherente con esta tendencia es el de un cambio tecnológico que favorece la sustitución del factor trabajo por el capital, incluso por encima de lo que la complementariedad entre ambos podría contrarrestar.

La causa principal de esta tendencia sería la caída del precio del factor capital. En este sentido, el actual

impulso a la automatización tiene dos razones claves. En primer lugar, estamos inmersos en una nueva ola de robotización, y que podríamos llamar como «Robotización 2.0». Esta nueva ola vendría impulsada, principalmente, por el abaratamiento de los robots y de sus componentes. En segundo lugar, desde inicios de la segunda década de este siglo, hemos experimentado un incremento más que exponencial en la capacidad computacional de las máquinas, lo que a su vez ha permitido reducir el coste de tratamiento de datos y por unidad de energía exigida para ello. Esta mejora computacional indudablemente lleva a las máquinas a ser más eficientes, por lo que cada vez es más factible que estas puedan realizar tareas de un modo más competitivo.

La principal consecuencia de este proceso es que la nueva ola de robotización está introduciendo al robot en procesos productivos donde antes no era competitivo. Por ejemplo, en industrias de tamaño medio o bajo, donde la mano de obra seguía siendo rentable. Debemos recordar que los robots, hasta no hace mucho, tenían un coste desorbitado que ciertas actividades no eran capaces de amortizar. Es por ello por lo que las cadenas de montaje más sofisticadas y automatizadas eran, primordialmente, aquellas que pertenecían a industrias que aprovechaban las elevadas economías de escalas, como son la automoción o las asociadas a extractivas. Sin embargo, hoy, es mucho más fácil automatizar procesos más pequeños, gracias, como se ha dicho, al abaratamiento de los componentes que conforman los robots. Los sensores y su capacidad de comunicarse entre ellos y aprender es lo que hace a esta nueva generación mucho más competitiva y, por ello, sustitutiva de los trabajadores.

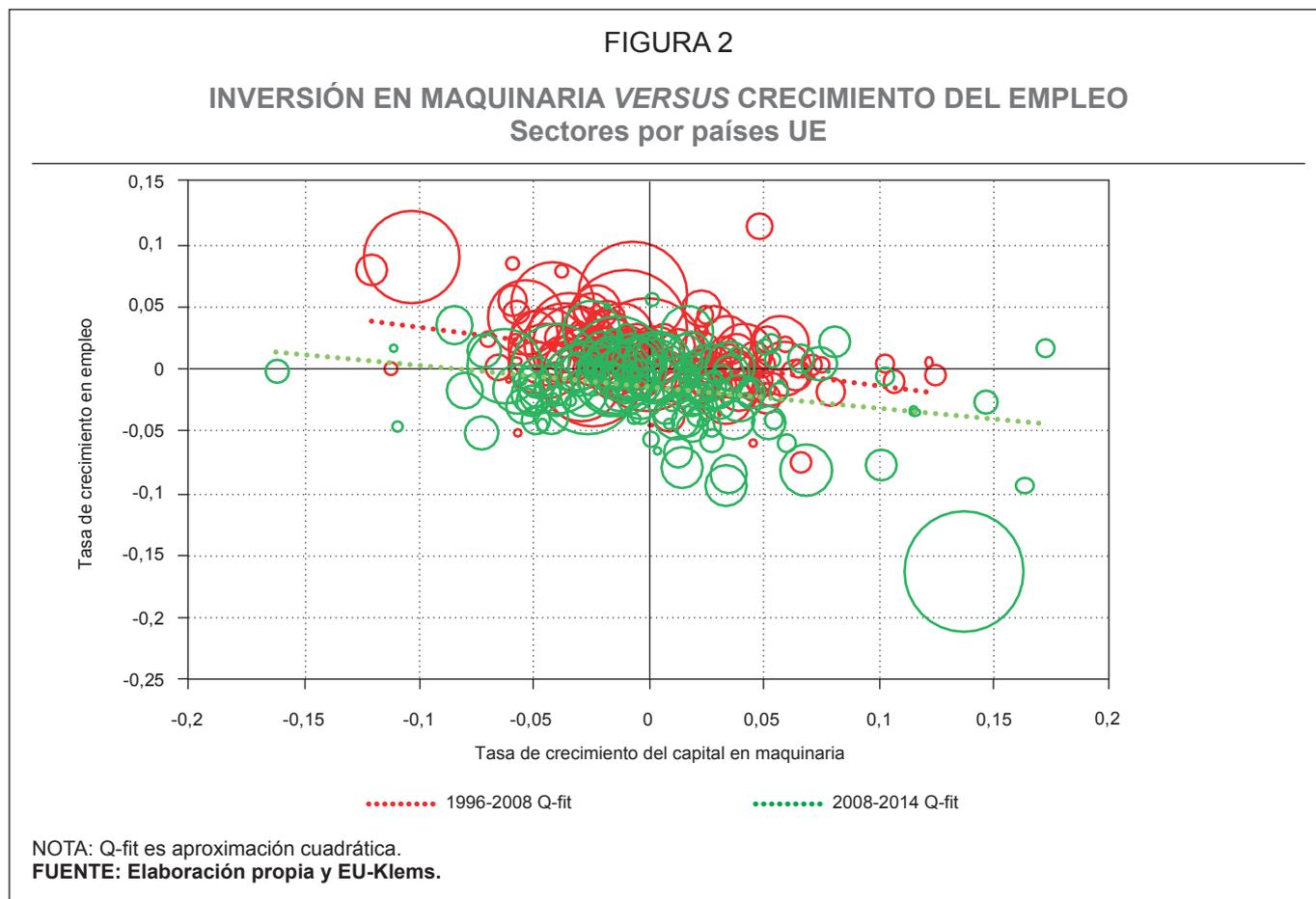
Pero no solo es esto. Las nuevas formas de computación han permitido a las máquinas realizar tareas que antes, sencillamente, no eran posibles. La explosión de la inteligencia artificial, la estrecha, es decir, aquella que desarrolla pequeñas pero contundentes tareas, y el aumento exponencial de las computadoras para procesar información, así como generarlo, han derivado en un aumento del espectro de tareas que una máquina puede ahora hacer que antes era simplemente imposible. El

uso masivo de nuevas tarjetas gráficas y las economías de escala que representa la obtención de datos mediante el internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés), traslada la frontera de lo que las máquinas pueden hacer mucho más lejos de lo imaginado hace no muchas décadas.

La consecuencia, evidentemente, es el aumento de los empleos amenazados por la automatización. No resulta extraño la proliferación de no pocos trabajos que estiman la desaparición de ciertos empleos en el futuro como consecuencia de la automatización, a pesar de que algunos de estos resultados sean profundamente matizables (Frey & Osborne, 2015; Arntz *et al.*, 2016; 2017). En todo caso, es evidente que este proceso de sustitución ha ido calando, haciéndose realidad para una parte no desdeñable de la fuerza laboral en estas últimas décadas. En particular, existe evidencia de una pérdida cada vez mayor de empleo rutinario, es decir, aquel susceptible de ser automatizado, y que ha ido siendo reemplazado por procesos artificiales (Hidalgo *et al.*, 2016). Esta eliminación del empleo rutinario ha provocado un desplazamiento de los trabajadores hacia empleos más a resguardo de la automatización: o bien aquellos manuales de baja cualificación, con bajos salarios, o bien hacia aquellos donde la inteligencia humana no puede ser, aún, sustituida por la máquina (Cortes, 2016).

Sobre las consecuencias de esta tendencia de cambio, es importante el trabajo de Daron Acemoglu y Pascual Restrepo donde muestran cómo la exposición a la robotización de las áreas urbanas norteamericanas posee una cierta correlación con el cambio en el empleo, entre 1990 y 2007, en esas mismas zonas urbanas (Acemoglu & Restrepo, 2020). En su figura principal, el trabajo de estos dos economistas muestra cómo la correlación entre estas dos variables es claramente negativa, es decir, a una mayor exposición a la robotización en un condado implica un menor crecimiento del empleo durante el período analizado.

Sin embargo, en un informe del BBVA Research, se muestra una nueva Figura que parece contradecir al anterior (Doménech *et al.*, 2017). En ella se observa que



los países más automatizados son aquellos con menor desempleo. En este sentido, y para completar la evidencia y establecer un argumento que concilie la aparente contradicción, se puede realizar un sencillo ejercicio. Utilizando de nuevo los datos ofrecidos por la base de datos EU-Klems, y para 34 sectores productivos de ocho economías de la UE (Bélgica, Alemania, Francia, España, Italia, Países Bajos, Suecia y Reino Unido) desde mediados de la década de los 90, se ha calculado y representado la tasa de crecimiento del *stock* de capital en maquinaria, excepto el asociado a transporte, y del empleo para dos períodos, 1996-2008 y 2008-2014. Lo que se pretende con este sencillo ejercicio es comprobar, a modo expositivo, qué consecuencias puede tener la automatización con el empleo, y en última instancia,

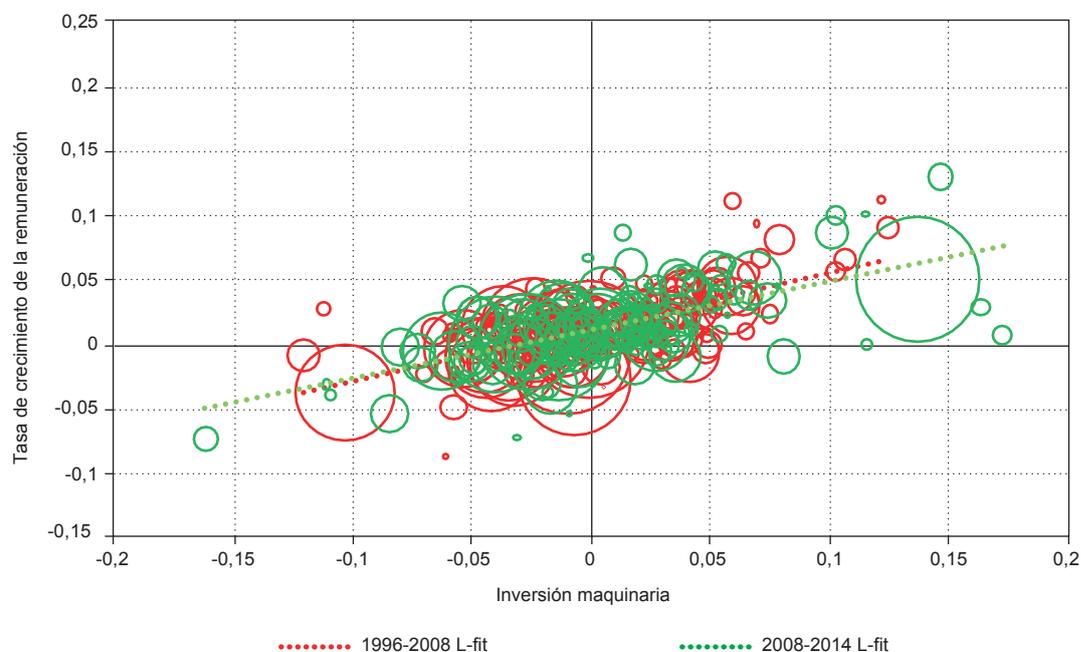
con la renta de los trabajadores. Los resultados se muestran en la siguiente Figura 2.

El eje horizontal muestra la tasa de crecimiento medio en términos reales de este tipo de capital durante ambos períodos, y el eje vertical el crecimiento del empleo. Las burbujas muestran pares de ambos crecimientos por cada uno de los sectores-países. El tamaño de cada burbuja viene determinado por el número de trabajadores en 2008 (como referencia) en cada sector. El color rojo muestra los pares para ambos crecimientos medios anuales en el período 1996-2008, mientras que el verde para el período 2008-2014. Las líneas rectas reflejan la correlación y su sentido.

Lo que esta figura muestra son dos ideas claras. En primer lugar, y en consonancia con Acemoglu y Restrepo

FIGURA 3

### INVERSIÓN MAQUINARIA VERSUS CRECIMIENTO DE LA REMUNERACIÓN Sector es por países UE



NOTA: L-fit es aproximación lineal.

FUENTE: Elaboración propia y EU-Klems.

(2020), los sectores que más invierten en maquinaria son los que menos empleo crean o, en su caso, aquellos que más destruyen. En segundo lugar, que este proceso se ha intensificado una vez se iniciara la Gran Recesión. En este sentido, y respecto a esto último, no es posible argumentar que todo empleo ajustado sea por la mayor presencia de robots, para afirmar tal cosa es necesario un análisis más detallado, pero sí que si asumimos la existencia de heterogeneidad entre sectores y otros factores como son los ajustes derivados de la crisis, parece que la apuesta por la robotización y su efecto sobre el empleo se ha intensificado desde 2008.

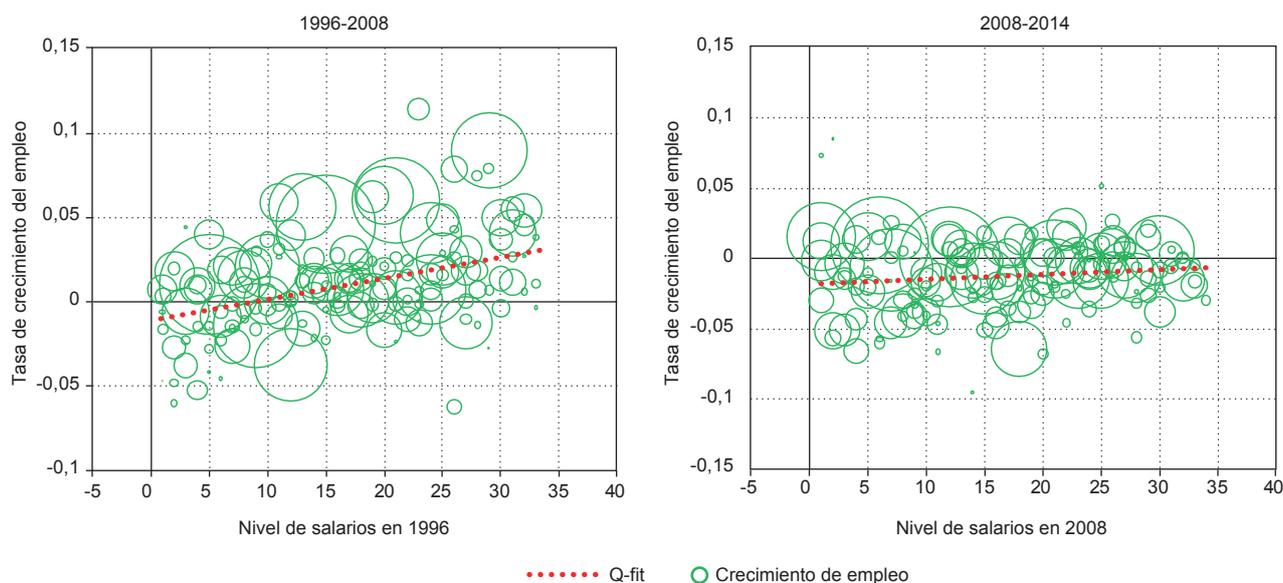
Pero si esto es así, podríamos afirmar que la automatización reduce el empleo. Entonces, ¿cómo casar esta evidencia con aquella en la que los países que más

han intensificado su uso de robots tienen a su vez una menor tasa de desempleo? ¿Cómo concordar ambos resultados? Es decir, cómo es posible que países que tienen más robots tengan menos desempleo, cuando es evidente que la apuesta por la robotización destruye empleo. Aunque parezca una paradoja, en realidad no lo es. La explicación viene derivada por la complementariedad, el efecto renta y las externalidades, y la migración de empleos hacia puestos de trabajo peor remunerados, lo que provoca polarización.

En primer lugar, la inversión en maquinaria, en este caso también robots, eleva la productividad, tal y como lo hemos comprobado por siglos de experiencia. Es por ello por lo que el aumento de esta productividad ha afectado positivamente a los salarios, aunque evidentemente

FIGURA 4

**CRECIMIENTO DEL EMPLEO (1996-2008 Y 2008-2014) POR NIVEL DE SALARIO EN EL AÑO DE INICIO DEL PERÍODO**  
**Sectores por países UE**



NOTA: Q-fit es aproximación cuadrática.  
 FUENTE: Elaboración propia y EU-Klems.

de una manera asimétrica y desigual. Para reflejar tal evidencia, sirva como muestra la Figura 3, extraída del mismo ejercicio que la figura anterior. En dicha figura se muestra que sectores con mayor aumento de la intensidad por empleo de maquinaria son sectores donde más han crecido los salarios por hora. Esto provoca un aumento de la renta disponible y por ello de la demanda, lo que termina por elevar el empleo en otros sectores.

En segundo lugar, este desplazamiento es lo que está empezando a ocurrir. En la Figura 4 se observa el aumento del empleo por sectores en dos períodos, donde dichos sectores-país han sido ordenados (eje horizontal) por el nivel de salarios que pagaban de media al inicio de cada uno de los períodos. En esta Figura, lo que se observa, es que entre 1996 y 2008 se creaba más empleo en aquellos sectores con mayores salarios,

mientras que entre 2009 y 2014 se comienza a aumentar más rápidamente en sectores que pagaban pocos salarios. Es decir, el mercado de trabajo se polariza.

Por lo tanto, y resumiendo, las máquinas han sustituido una parte importante del empleo, especialmente el más rutinario (sustitución), desplazando a estos hacia ambos lados de la distribución del salario y, a pesar del aumento de los salarios entre los más cualificados (complementariedad) y el aumento de la demanda derivado del aumento de la producción (efecto renta), parece que no han sido capaces de evitar la reducción del peso de las rentas salariales en el total de la renta. La razón de por qué no ha sido suficiente es que, según no pocos autores, el efecto compensador del aumento de la productividad no ha sido suficiente. Así, aunque la productividad haya aumentado, en general, no lo han

hecho al mismo ritmo los salarios medios, en parte por el aumento más que proporcional de los empleos de bajos salarios, generando por lo tanto la tan comentada reducción del peso de la renta.

Esto último parece estar en consonancia con la evidencia que encuentran algunos trabajos, como los famosos presentados por el Economic Policy Institute, matizados por no pocos trabajos, como el de João P. Pessoa y John Van Reenen, donde encontraron que no solo aumentaba la desigualdad salarial, sino que, por primera vez en mucho tiempo, el incremento salarial agregado de las economías occidentales no era capaz de seguir el ritmo de la productividad (Bivens & Mishel, 2015; Pessoa & Van Reenen, 2013). Si la renta de los trabajadores pierde peso y, además, la complementariedad y el efecto renta no son capaces de compensar la pérdida de masa salarial por el trasvase de trabajadores hacia empleos peor remunerados, es el momento de abrir el debate sobre quién debe hacerse cargo de parte de los costes fiscales si queremos mantener los objetivos de equidad y eficiencia del sistema impositivo. La respuesta es simple: si la productividad crece a un ritmo superior al de los salarios, la ganancia derivada de este desacople debe estar beneficiando a otros factores. El único posible, *a priori*, debe ser el capital. En este caso, por lo tanto, la carga fiscal debe virar hacia este factor, por ello, y según algunos, que sean las máquinas las que están detrás de estos cambios justificaría que deben ser estas las que aumenten su aportación fiscal.

### 3. ¿Todo va al capital?

El razonamiento anterior es impoluto salvo por una pequeña cuestión: no parece que quien recibe la renta perdida de los trabajadores sea el capital. Todo parece indicar que gran parte de la caída del peso en las rentas de los trabajadores responde a cuestiones diversas, algunas asociadas al mismo cambio tecnológico pero no necesariamente derivadas de un proceso de sustitución.

En primer lugar, la retribución del capital humano adquiere hoy formas más diversas comparada con

tiempo atrás. Por ejemplo, entre los trabajadores más cualificados, parte de la actual inversión que la empresa realiza en ellos no es contabilizada como retribución, como sería el caso en el que la empresa financie formación a sus trabajadores. Aunque esta inversión podría asumirse como retribución, pues dicha inversión repercute *a posteriori* en la propia productividad del trabajador y así, su propia remuneración futura, esta no queda recogida como tal. Para comprender mejor esta cuestión, considere que el trabajador abandona la empresa. En este caso, parte de la productividad que posee se la lleva consigo a otro empleo o empresa. Así pues, esta inversión le pertenece y, por ello, la podrá rentabilizar en el futuro. A esta remuneración en «especie» o con retribuciones futuras habría que sumar otras como los seguros médicos privados, y que puede explicar una buena parte del desacople en países donde esta práctica es más usual.

En segundo lugar, hay que señalar el aumento del peso de las nuevas tecnologías en el capital de las empresas, lo que afecta a la combinación de retribuciones de las empresas. Así, en un trabajo de 2016, [Dongya, Santaèulàlia-Llopis y Zheng](#) trataban de evaluar qué efecto tiene en la contabilidad agregada de una economía, en este caso en los Estados Unidos, la obligación y el modo de contabilizar estas nuevas tecnologías como capital, I+D y *software*, y por ello su mejora, como inversión, frente a pasadas normas que los consideraba como consumos intermedios ([Dongya et al., 2016](#)). En este caso, lo que encuentran estos tres investigadores es que la eliminación de la contabilidad empresarial de la contabilización de estos nuevos activos mantendría el peso de las rentas salariales sobre el PIB, de tal manera que estas ya no muestran esa tendencia negativa observada en las últimas décadas. Muy posiblemente este hecho pudiera encontrarse además en otras economías avanzadas.

Para el caso de España algún pequeño ejercicio es posible utilizando de nuevo los datos de la base de datos de EU-Klems. En este caso, se ha calculado una estimación a nivel sectorial del desacople de los

FIGURA 5

**DESACOPLE ENTRE PRODUCTIVIDAD Y COMPENSACIÓN POR HORAS  
Y EN PRECIOS CONSTANTES POR SECTORES EN ESPAÑA  
Sectores no agrarios (1970-2008)**



FUENTE: Elaboración propia y EU-Klems.

salarios con la productividad desde 1980 hasta 2008, lo que daría una impronta de la posible reducción de la participación de los salarios en el conjunto de la renta generada. Lo que nos ofrece la Figura 5 para los sectores no agrarios es una imagen interesante.

Por supuesto, con todas las precauciones necesarias que debe aconsejar el uso de una base de datos tan agregada, lo que se observa en la Figura 5 es que, en algunos sectores, el salario real creció por encima de la productividad (barras en positivo) mientras que, por el contrario, en otros creció por debajo (barras en negativo). Pero esto no es lo más importante. Lo que resulta interesante es que en aquellos sectores que podemos asociar a los de la frontera del cambio tecnológico (más la construcción, entrando aquí la particularidad española) son aquellos dónde más peso perdieron los salarios reales. ¿Se podría explicar por la tesis de Avent o de Koh y compañía? Podría. Curiosamente, donde más se redujo el peso de las rentas salariales en el PIB fue, paradójicamente allí donde más crecieron los salarios, es decir, en sectores donde el cambio tecnológico es primordial y patente; donde el peso del capital por trabajador es mayor.

En tercer lugar, [en un reciente trabajo](#), Simcha Barkai, encontró para los Estados Unidos que el menor peso de las rentas salariales no benefició a las rentas del capital. Fueron en realidad las rentas empresariales, es decir, el excedente bruto empresarial (EBE), las que acapararon esta transferencia de rentas.

A modo de recordatorio, hay que decir que el valor añadido bruto (VAB) se distribuye en las rentas generadas por los diferentes factores de producción que participan en la actividad productiva: trabajadores, capital y factor empresarial. Mientras es fácil identificar las rentas del trabajo, aunque como se ha dicho esto ya no lo es tanto, es más complejo separar las del capital de las empresariales (EBE). Esta es precisamente la principal aportación del trabajo de Barkai: identificar las rentas del capital frente al EBE para los Estados Unidos desde los años ochenta. Y lo que encuentra es un aumento del poder de mercado de

las corporaciones de tal modo que, y contrariamente a lo que se creía, no solo los trabajadores han perdido peso en el VAB, sino que también lo ha hecho el capital.

Si uno lo piensa con tranquilidad tiene sentido. El precio del capital se ha visto reducido en las últimas décadas gracias al cambio tecnológico. Por este motivo, los «propietarios» del capital no obtienen necesariamente una mayor rentabilidad por el uso de este, por lo que su renta no ha aumentado particularmente durante estos últimos años. En consecuencia, si los trabajadores ya no poseen el trozo de tarta de antaño y este no ha sido absorbido por el capital, solo nos queda un tercero en discordia: el EBE.

Por ejemplo, y para España, se observa un aumento del EBE durante los últimos 16 años. Así, según los datos de la Contabilidad Anual del INE, si en 1999 el EBE acaparaba el 29 % del valor añadido bruto, una vez descontados los impuestos netos, en 2015 este peso era del 37,3 %. Ciertamente es que gran parte de esta renta se dedica a la amortización, en parte debido al cambio del modelo productivo. Mientras en 1999 el 12 % del VAB se usaba para amortizar el capital disponible, en 2015 es el 16 %, representando la mitad del aumento del peso del EBE. Aun así, el peso del excedente neto en el valor añadido neto pasó del 16,4 % al 20,4 %.

Por lo tanto, existen ciertas dudas de que el cambio tecnológico pueda estar modificando, más allá de la polarización y de la desigualdad, los grandes agregados de participación en la renta. Obviamente no estamos ante una situación menor, es decir, el incremento en la desigualdad salarial puede estar provocando efectos tanto económicos como sociales que necesitan ser compensados, y por ello, un sistema de redistribución fiscal que exija a su vez de nuevas figuras de recursos fiscales. Sin embargo, la consideración de la necesidad de elevar los impuestos al capital debe realizarse desde razones que están sustentadas por la evidencia, no tanto por supuestos efectos derivados de un cambio tecnológico que no están claros.

#### 4. ¿Debemos establecer impuestos a los robots?

##### Consideraciones iniciales

Las consecuencias de la automatización son diversas. Sin embargo, en los anteriores apartados hemos visto que dos son las principales. Por un lado, se observa desde hace décadas una disminución en el peso de las rentas del trabajo. Esta evidencia, muy recurrente en los debates sobre el efecto de la automatización, podría justificar un nuevo impuesto a los robots. Por otro lado, la polarización del mercado de trabajo eleva la desigualdad salarial. Si la sociedad y su gobierno son aversos a la desigualdad, la justificación de un impuesto a los robots estaría más que razonado. Por lo tanto, cualquiera de ambas razones justificaría la imposición a los robots.

Sin embargo, y por ir cerrando el análisis en los términos más objetivos y razonados posibles, es necesario descartar, desde un inicio, la existencia de transferencias de rentas desde los trabajadores al capital. El motivo para descartar esta razón ha quedado convenientemente analizado en los apartados anteriores. El hecho de que los trabajadores hayan perdido peso en el reparto del valor añadido bruto de la mayoría de las economías occidentales no se debe, necesariamente, al aumento del peso de las rentas que remuneran al capital. En los anteriores apartados se han explicado razones para descartar este razonamiento. Por ejemplo, se ha señalado la existencia de un aumento de la amortización, dado el cada vez menor ciclo de vida del capital, también relacionado con el cambio tecnológico, o la existencia de otros modos de remuneración a los trabajadores. También, el aumento de las rentas inmobiliarias podría explicar parte de esta reducción. Por estos motivos, un incremento en la imposición del capital, en concreto un nuevo impuesto a los robots, no tendría seguramente el efecto esperado, por lo que no sería la mejor opción.

Sin embargo, nos queda la segunda de las razones que podrían justificar la imposición de los robots.

Todos sabemos que el sistema impositivo debe buscar dos grandes objetivos. Por un lado, este debe ser suficiente, es decir, debe promover una recaudación para que se consiga elevar las rentas fiscales y favorecer políticas de transferencias, aunque tratando de ser lo menos distorsionador posible. Por otro lado, debe buscar reducir las desigualdades. Es en este sentido donde puede ser razonable una tasa a los robots.

En primer lugar, centrándonos en la posibilidad de transferencias de rentas entre individuos que busque compensar las desigualdades originadas por el reparto no aleatorio de una riqueza inicial, el Segundo Teorema del Bienestar vendría a justificar la existencia de un sistema impositivo que nos permitiera alcanzar un nuevo y mejor nivel de bienestar social. En segundo lugar, este sistema impositivo debería buscar la menor pérdida posible de eficiencia. La literatura económica, a través de la Teoría de la Imposición Óptima, ha tratado, desde hace no pocas décadas, de evaluar las consecuencias de la imposición en el comportamiento de los agentes, en la eficiencia de la producción y en la productividad de la economía, proponiendo el mejor diseño impositivo para alcanzar tales objetivos. En este sentido, y como es lógico, parte del análisis que pueda derivarse de la conveniencia o no de una imposición a los robots debe enmarcarse, necesariamente, en esta misma literatura. Literatura que, por cierto, no ha despreciado el envite y en los últimos años han aparecido trabajos teóricos que tratan de evaluar la necesidad, la oportunidad de un impuesto a los robots, así como es el caso de algunos trabajos, el tipo óptimo del mismo.

##### Lo que la teoría dice

La Teoría de la Imposición Óptima tiene una larga tradición en la literatura económica. En esta rama de ciencia económica, de la economía pública, los economistas han tratado de responder a una serie de preguntas de importancia máxima y que condiciona parte del análisis a la necesidad de los Estados de obtener recursos fiscales suficientes para lograr una mayor

equidad en la distribución final de la renta. Para ello, y desde el trabajo de Ramsey (1927), la Teoría de la Imposición Óptima ha tratado de responder cómo sería posible que el Estado estableciera un sistema de imposición lo más neutro posible, es decir, que modificara al mínimo los comportamientos de los agentes pero que les permitiera a su vez obtener los recursos necesarios para proceder a elevar el bienestar de los ciudadanos. En este sentido, y en referencia a esta última cuestión, esta necesidad para responder a estas preguntas descansa, principalmente, en el supuesto establecido por el Segundo Teorema del Bienestar, y que nos indica en consecuencia que la mejora del bienestar, la obtención de un óptimo de Pareto, puede instrumentarse mediante el diseño de un sistema impositivo neutral, o lo que es lo mismo, que no afecte a las decisiones de los agentes. Aunque esto último se ha declarado imposible después de no pocas décadas de estudio, no deja de ser un objetivo que este sistema sea lo menos distorsionador posible.

Entrando ya en la cuestión más concreta de la imposición al capital, en concreto a los medios de producción o maquinaria, donde deberíamos incluir el concepto siempre ambiguo de robots, hay que recurrir, en primer lugar, al trabajo de Diamond y Mirrlees (1971) y a su Teorema de la Eficiencia de la Producción. Según este, los autores llegan a la conclusión de la necesidad de evitar la imposición a los bienes de producción intermedios, ya que son estos impuestos los que más pérdida de eficiencia generan y más distorsiones provocan. En concreto, la defensa de un sistema fiscal óptimo pasaría por la imposición a las rentas del trabajo y del consumo, consiguiendo estos, con impuestos los más discriminatorios posibles en función de las habilidades de los trabajadores, maximizar la recaudación minimizando el efecto en el comportamiento de los trabajadores y de los consumidores. En consecuencia, la imposición a los robots no estaría justificada. Este Teorema fue posteriormente complementado por el de Atkinson y Stiglitz (1976) donde llegaban a complementar la anterior afirmación de que

no solo es subóptimo establecer impuestos al capital sino también a los bienes de consumo. Según estos autores, si el Estado pudiera establecer un impuesto sobre la renta que no fuera lineal con el objetivo de redistribuir la renta, y siempre que la función de utilidad de los consumidores fuera débilmente separable entre bienes y ocio, entonces los impuestos óptimos sobre los productos básicos deberían ser uniformes. De este modo, uniendo ambos trabajos, se podría llegar a la conclusión de que el principal objetivo del Estado debería ser el de mantener la eficiencia de los mercados, aunque se mantenga el objetivo de la redistribución de los ingresos. En consecuencia, el mejor sistema impositivo sería un sistema tributario progresivo, es decir, un impuesto sobre la renta no lineal a los ingresos de los trabajadores.

Sin embargo, el trabajo de Diamond y Mirrlees se basaba en supuestos enormemente difíciles de justificar. Por un lado, considera a los trabajadores perfectamente sustituibles entre sí, lo que desde luego tiene como consecuencia que los salarios relativos sean exógenos a los cambios en los precios de los factores. Por otro lado, estos trabajos no consideran inicialmente los efectos de la imposición sobre la renta en la oferta de trabajo, lo que desde luego aparta sus conclusiones de las que podríamos considerar realmente válidas, siendo exigibles nuevos modelos con nuevas respuestas. El problema es que, para que un sistema impositivo sea neutro en un mundo con diferentes dotaciones de habilidad y capital humano, el Estado debería conocer estas variables y establecer un impuesto diferente para cada uno de ellos, incluso cuando los salarios obtenidos por los mismos fueran similares. Como indican Guerreiro *et al.* (2020), esta posibilidad es simplemente descartada, por lo que el resultado de la no imposición a los bienes intermedios no debe ser considerada en un marco más cercano a la realidad.

En este sentido Naito (1999) demuestra que puede ser perfectamente factible mejorar el bienestar conjunto mediante una imposición a bienes intermedios. La razón para esta afirmación es simplemente considerar que la

reacción de los trabajadores a los impuestos sobre la renta puede ser compensada por impuestos diferentes a los bienes de consumo e incluso a los bienes intermedios. La razón última está en las diferencias en las productividades marginales de los trabajadores y, más concretamente, por el efecto diferencial que la introducción de los robots tiene en los salarios, la oferta y la demanda de los trabajadores en función de las tareas que estos desempeñan y las habilidades que poseen.

En este punto, el dilema cambia de bando. Por un lado, tenemos al Estado deseoso de reducir la desigualdad y, por otro lado, tenemos aportaciones teóricas que confirman que diferentes efectos en los trabajadores de la introducción de los robots condicionado a la habilidad de los trabajadores, implicarían que un impuesto a los robots podría mejorar el bienestar conjunto de la sociedad. Esto viene a ser confirmado por Guerreiro *et al.* (2020).

El trabajo de Guerreiro *et al.* (2020) parte de la idea de que, como se ha descrito, una caída sostenida en el precio de los robots (de la automatización) provoca un incremento en la desigualdad de ingresos, por lo que los trabajadores rutinarios, que como se ha descrito son los principales damnificados, experimentarán una caída sustancial en su bienestar.

La posible solución sería un impuesto a tanto alzado, *lump sum taxes*, lo que permitiría beneficiarse del cambio tecnológico y su posterior redistribución de sus beneficios de forma equilibrada. Sin embargo, como ya apuntara Mirrlees (1971), el Estado no es capaz de observar la desigual distribución de productividades de los trabajadores (habilidades) y, por ello, este sistema no es compatible con la realidad. Concretamente, como se ha dicho, lo que el Estado observa son los ingresos de los trabajadores, y por ello, los grava con un impuesto progresivo (no lineal). Esto cambia enormemente el escenario sobre la idoneidad de un impuesto a los bienes intermedios tal y como se ha comentado en los párrafos anteriores.

Guerreiro *et al.* (2020) parten de la idea de que, debido a que el sistema tributario es el mismo para

todos los trabajadores, los trabajadores con mayor habilidad, y que elegirán ser no rutinarios, tendrán incentivos a trabajar menos dada su capacidad de ganar lo mismo en menos horas que aquellos que son rutinarios, lo que afectará sin duda a la capacidad del Estado en redistribuir la renta, principalmente porque según las palabras de los autores, esto reducirá su generosidad. Es por ello por lo que puede ser eficiente, en términos de bienestar, gravar a los robots, complementarios a los primeros, ya que reduciría la prima salarial a favor de los trabajadores no rutinarios haciéndoles elegir por opciones de oferta laboral y consumo más intensivas. A similar conclusión llegan Costinot y Werning (2018) y Thuemmel (2018) con supuestos diferentes y más generales.

De particular interés es el trabajo de Thuemmel, al ampliar el análisis de Guerreiro *et al.* (2020) a una economía con tres tipos diferentes de trabajadores (cognitivos no rutinarios, manuales no rutinarios y rutinarios), y con productividad heterogénea dentro de las ocupaciones. También considera la elección ocupacional que juega un papel importante en nuestro modelo.

Importante cuestión, no obstante, es también el efecto que tiene un impuesto a los robots no solo en la distribución salarial actual sino en la futura, afectándola sin duda por las decisiones de formación actuales de los trabajadores. Así, no es posible descartar que establecer un impuesto a los robots reducirá los incentivos a la formación, es decir, a la adquisición de habilidades, que permitan a los trabajadores elegir ocupaciones o empleos no rutinarios frente al resto. Dado que, como afirman Guerreiro *et al.* (2020), los actuales trabajadores no rutinarios ya tomaron su decisión en formarse en el pasado, un impuesto a los robots no afectará a tal cuestión. En este sentido sería óptimo, como ya se ha comentado, un impuesto a los robots. No obstante, este impuesto debería ser menor a medida que pasen los años, en tanto en cuanto no se debe distorsionar la formación de futuros trabajadores. Es por ello por lo que Guerreiro *et al.* (2020) proponen un impuesto que deberá ser positivo en el

momento actual, con el objetivo de favorecer a los trabajadores que más pierden en estos momentos con la aparición de los robots, y que deberá ir bajando para evitar distorsiones en la formación de los trabajadores con el tiempo.

La pregunta que queda por resolver es cuánto debería ser este impuesto. Aquí, la respuesta está condicionada por los modelos y los supuestos empleados por los diferentes trabajos. Así, en el caso de Guerreiro *et al.* (2020), ellos consideran que el impuesto óptimo a los robots debería suponer una tasa del 30 %, aunque como se ha dicho, debería ir reduciéndose a medida que pasaran los años. Sin embargo, y aunque las conclusiones en general son las mismas, los resultados en cuanto al nivel de la imposición óptima son muy diferentes si acudimos a trabajos como los de Costinot y Werning (2018) y Thuemmel (2018). Así, este último, y como consecuencia directa de ampliar a tres la tipología de los trabajadores y derivar con ello un efecto en la desigualdad de los trabajadores condicionado al nivel de salarios como consecuencia de la caída de los precios de los robots, llega a la conclusión de que el impuesto óptimo a los robots se situaría en el 1 %. Por su lado, Costinot y Werning (2018), aplicando una metodología diferente y basada en enfoque estadístico, llegan a similar conclusión, confirmando un impuesto del 1 %.

### La práctica

Sin embargo, los análisis y trabajos previos se centran solo en el aspecto teórico de la implementación de una imposición a los robots, no respondiendo a cuestiones prácticas que no son de menor importancia.

En primer lugar, es complicado definir lo que es un robot. Si esto no es posible, cualquier imposición al robot sería cuando menos complicado de llevar a la práctica. La automatización está gobernada por diversas formas de máquinas, algunas físicas, como la propia de los robots, máquinas que desarrollan físicamente tareas rutinarias en cadenas de producción, o por otro lado puede

ser considerado como robot una línea de código y que resulta ser la base y fundamento de nuevas tecnologías de las que se derive la Inteligencia Artificial, nuevo paradigma de la automatización.

En segundo lugar, es necesario un mayor estudio de los efectos en la formación de los trabajadores, en la oferta de trabajo y, esto es importante, en la investigación y desarrollo. No cabe duda de que la automatización es una de las consecuencias de la mejora tecnológica, que es el fundamento último del crecimiento y desarrollo económico. Una imposición a los robots y a la automatización puede beneficiar al bienestar al reducir la desigualdad. Además, puede mejorar la eficiencia de la producción incentivando la oferta de trabajo de aquellos con más habilidades. Sin embargo, puede reducir el crecimiento económico al reducir la rentabilidad de la acumulación de capital o de la innovación, por lo que las opciones de los gobiernos por disponer de una mayor base impositiva se podrían reducir, teniendo por lo tanto menor capacidad para poder combatir la propia desigualdad.

Por lo tanto, diseñar un impuesto a los robots no deja de responder a un reto importante. El desarrollo teórico sobre si es conveniente y cuál debe ser este impuesto está aún en sus inicios, encontrando de momento un cierto consenso en la pertinencia del impuesto, pero estando lejos de acordar su nivel óptimo. Por otro lado, estos trabajos teóricos no contemplan gran parte de las dificultades derivadas para llevarlos a la práctica, así como tampoco, aún, se ha explorado en profundidad las consecuencias en parcelas como la innovación y la investigación. Por todo ello, podemos decir, que más investigación es necesaria para responder a la pregunta sobre si hay que establecer impuestos a los robots y cuánto.

### 5. Conclusiones

No cabe duda de que la reducción del peso de las rentas de los trabajadores y el aumento de la desigualdad salarial generan una serie de disrupciones que

terminan sin duda afectando a los ingresos fiscales de los países y a las preferencias por la equidad. Estos cambios, en parte asociados a la Cuarta Revolución Tecnológica que experimentamos, exigen tomar medidas, algunas de carácter fiscal. Adquiere, de este modo, relevancia la idea de diseñar una imposición al factor que supuestamente sustituye al trabajador y, por ello, se apropia de su renta, la máquina o el robot.

Sin embargo, un análisis riguroso de la evidencia nos lleva a considerar que terminar por concluir que un impuesto a los robots sea la mejor solución no está nada claro. Dejando de un lado, no por menos importante, sino por corresponder a un análisis diferenciado, que gravar a los robots puede suponer no solo una menor tasa de crecimiento futuro sino además una alteración a la formación de los trabajadores, la caída de la participación en la renta de los trabajadores no necesariamente se traduce en una transferencia de dicha pérdida a favor del factor capital, entendido como propietarios del robot o la máquina. Estudios sobre esta cuestión reservan a otras razones estas posibles reducciones de dicho peso.

### Referencias bibliográficas

- Acemoglu, D. & Restrepo, P. (2020). Robots and jobs: Evidence from US labor markets. *Journal of Political Economy*, 128(6), 2188-2244.
- Allen, R. C. (2017). *The industrial revolution: a very short introduction*, 509. Oxford University Press.
- Arntz, M., Gregory, T. & Zierahn, U. (2016). The risk of automation for jobs in OECD countries. *OECD Library*.
- Arntz, M., Gregory, T. & Zierahn, U. (2017). Revisiting the risk of automation. *Economics Letters*, 159, 157-160.
- Atkinson, A. B. & Stiglitz, J. E. (1976). The design of tax structure: direct versus indirect taxation. *Journal of public Economics*, 6(1-2), 55-75.
- Bivens, J. & Mishel, L. (2015). Understanding the Historic Divergence Between Productivity and a Typical Worker's Pay: Why It Matters and Why It's Real. *Economic Policy Institute*.
- Cortes, G. M. (2016). Where have the middle-wage workers gone? A study of polarization using panel data. *Journal of Labor Economics*, 34(1), 63-105.
- Costinot, A. & Werning, I. (2018). Robots, Trade, and Luddism: A Sufficient Statistic Approach to Optimal Technology Regulation. *National Bureau of Economic Research (NBER) Working Paper No. 25103*.
- Diamond, P. A. & Mirrlees, J. A. (1971). Optimal taxation and public production I: Production efficiency. *The American Economic Review*, 61(1), 8-27.
- Doménech, R., García, J. R., Montañez, M. & Neut, A. (2017). [El futuro del Empleo](#). II Encuentro sobre Economía Labor. *BBVA Research*.
- Dongya, K., Santaella-Llopis, R. & Zheng, Y. (2016). [Labor Share Decline and Intellectual Property Products Capital](#).
- Frey, C. B. & Osborne, M. A. (2015, February). Technology at Work: The Future of Innovation and Employment. *Citi GPS: Global Perspectives & Solutions*, 65-66.
- Guerreiro, J., Rebelo, S. & Teles, P. (2017, September). Should Robots Be Taxed? *NBER Working Paper No. 23806*.
- Hidalgo Pérez, M. A., O'Kean, J. M. & López, J. R. (2016). Labor demand and ICT adoption in Spain. *Telecommunications Policy*, 40(5), 450-470.
- Mirrlees, J. A. (1971). An exploration in the theory of optimum income taxation. *The review of Economic Studies*, 38(2), 175-208.
- Naito, H. (1999). Re-examination of uniform commodity taxes under a non-linear income tax system and its implication for production efficiency. *Journal of Public Economics*, 71(2), 165-188.
- Pessoa, J. P. & Van Reenen, J. (2012). Decoupling of Wage Growth and Productivity Growth? Myth and Reality. *CEP Discussion Papers dp1246*. Centre for Economic Performance, LSE.
- Piketty, T. (2014). *El capital en el siglo XXI*. Fondo de cultura económica.
- Ramsey, F. P. (1927). A Contribution to the Theory of Taxation. *Economic Journal*, 37(145), 47-61.
- Thuemmel, U. (2018). Optimal Taxation of Robots. *CESifo Group Munich Working Paper No. 7317*.