



AUTO- MATIZA- CIÓN Y MER- CADO DE TRABAJO

LABORATO-
RIO DE ECO-
NOMÍA DEL
COMPORTA-
MIENTO:

AUTOMATI-
ZACIÓN Y MER-
CADO DE TRA-
BAJO.



Este proyecto ha sido realizado por el siguiente equipo:

Investigadores

Antonio Cabrales	UMICCS. University College of London.
Penélope Hernández	UMICCS. Universitat de València.
Anxo Sánchez	UMICCS. Universidad Carlos III de Madrid.

Este proyecto ha contado con el apoyo técnico del Departamento de Economía y Finanzas de la Fundación Cotec

Agradecimientos

Los investigadores agradecen al equipo del laboratorio experimental LINEEX su apoyo y rigor en la planificación y ejecución de las sesiones experimentales.

ÍNDICE.

05	Resumen ejecutivo
08	Introducción
10	Metodología
13	Resultados
23	Bibliografía
24	Anexo I: diseño del experimento
32	Anexo II: muestra



RESUMEN EJECUTIVO.

La introducción de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la segunda mitad del siglo XX y su posterior auge a comienzos de los 90 ha dado lugar a un panorama económico y social sin precedentes históricos. A consecuencia de esa revolución, y como continuación del proceso innovador, una nueva ola de tecnologías relacionadas con la automatización, robotización e inteligencia artificial ha comenzado a introducirse en la sociedad. Este proceso viene dado por el traslado del conocimiento y la información a las máquinas, para que éstas sean capaces de tomar decisiones por sí mismas y ejecutar las correspondientes acciones. Las implicaciones de este escenario han generado un debate muy intenso en la opinión pública, ya que las nuevas tecnologías podrían no sólo constituir un complemento a los puestos de trabajo actuales, sino llegar a sustituir determinadas ocupaciones de manera total o parcial.

En este contexto, el presente estudio busca dar respuesta a preguntas fundamentales para aportar luz en este debate: ¿Qué variables influirán en la implantación de la automatización, y cómo lo harán? ¿Qué efectos tendrá sobre las rentas, los trabajos, la productividad y la producción? ¿Qué papel pueden desempeñar las políticas económicas para superar los posibles riesgos?

Para dar respuesta a estas preguntas, el estudio combina la economía del comportamiento con la economía experimental. La economía del comportamiento busca modelar la conducta de los individuos incorporando a la teoría económica ideas de disciplinas como la psicología, mientras que la economía experimental funciona como metodología para comprobar estas teorías, así como cualquier tipo de intervenciones que tienen como objetivo cambiar la conducta de los individuos a través del desarrollo de experimentos de laboratorio. En estos experimentos, se reproduce en el laboratorio un entorno microeconómico a pequeña escala en el que se puedan medir y controlar las variables relevantes. De esta manera se puede comprobar la validez de teorías y mejorar sus predicciones, además de servir como piloto para el desarrollo de políticas públicas.

Para entender los efectos de las políticas económicas en el mercado laboral del futuro, nuestro estudio replica de una manera transparente el contexto de decisión de los actores en este mercado, es decir, de trabajadores y directivos. En nuestros experimentos, los trabajadores realizan tareas de producción y los directivos pueden elegir entre trabajadores y/o robots para desempeñar dichas tareas. En las correspondientes sesiones experimentales ha participado una muestra



de 900 individuos, seleccionada por formación y por habilidades para que sea representativa de la población que se enfrentará al futuro mercado laboral. Siguiendo la metodología experimental, los participantes reciben un pago monetario en función de su rendimiento en las tareas desarrolladas, lo que los incentiva a tomar decisiones que redunden en su mayor beneficio, como en la realidad. Ello hace que este tipo de investigación sea diferente de las encuestas, en las que responder una cosa u otra no implica nada para los entrevistados, y se acerca más a lo que ocurre en la situación de interés, que en este caso es la automatización.

Hemos diseñado distintas variantes de nuestros experimentos en función de las distintas intervenciones sociales que se han propuesto en el contexto de la automatización. Como punto de partida, se ha realizado una versión básica del experimento, que da información sobre la percepción que tienen los trabajadores de su posible sustitución por robots. A continuación, hemos estudiado el efecto de la incorporación de una renta básica como sistema universal de salario independiente de la actividad laboral con un diseño que reproduce la experiencia piloto en marcha en Finlandia. Finalmente hemos considerado la inclusión de un impuesto fijo (tasa de reemplazo) por la utilización de robot en sustitución de un trabajador así como la posible coexistencia de robots y trabajadores en un marco de trabajo parcial o compartido.

Gracias a este diseño de múltiples escenarios y al gran volumen de participantes en nuestros experimentos, hemos podido obtener una imagen bastante completa del proceso de automatización y su percepción, cuyas principales conclusiones son:

- **La amenaza de ser sustituido por un robot no afecta a la productividad de los trabajadores.** Los trabajadores no varían su producción en función de si hay riesgo o no de ser sustituidos por un robot. No obstante, la incorporación de robots en el proceso productivo incrementa notablemente la productividad de la empresa.
- **Ni la renta básica ni el impuesto por la sustitución de un trabajador por un robot desincentivan la productividad del trabajador.** Por un lado, la existencia de una renta básica que proporciona al trabajador un salario por defecto no le hace reducir su eficiencia. Por otro lado, el trabajador, conocedor de la tasa de reemplazo en la que incurre un directivo cuando es reemplazado por un robot, no reduce su productividad por sentirse menos vulnerable.
- **El impuesto a la sustitución de un trabajador reduce la probabilidad de reemplazo.** Los directivos perciben un coste añadido lo suficientemente elevado, por lo que solo emplearán un robot cuando el incremento de la productividad respecto al trabajador sea suficiente para compensar dicho coste.
- **El trabajador no incrementa su productividad cuando no ha sido reemplazado por un robot más eficiente.** Si bien cabría esperar un esfuerzo adicional del trabajador como respuesta a haber conservado su puesto cuando podría haber sido sustituido, no observamos ese esfuerzo adicional.



Desde un punto de vista macroeconómico, este estudio se traduce además en algunas conclusiones adicionales, como son:

- **En las empresas que adoptan la automatización aumenta la productividad.** El aumento se debe en exclusiva a los nuevos procesos instalados, y no a que exista un efecto incentivo sobre los trabajadores que no son reemplazados. Por otro lado, resulta difícil pronunciarse sobre efectos de equilibrio general. La mayor productividad en algunos sectores puede hacer aumentar el tamaño de estos, y por tanto la productividad global.
- **No todos los empleos potencialmente automatizables se sustituyen por máquinas.** De hecho, se observa que los directivos prefieren mantener a sus trabajadores en un 30% de los casos en los que pueden disponer de un robot/algorithm que es hasta un 19% más productivo que éstos. Es posible entonces que el tamaño de ese sector aumente a causa del menor coste de sus productos y esto conlleve un mayor empleo dentro del mismo. Sin embargo, para estudiar las consecuencias desde un punto de vista del empleo agregado es necesario estudiar el efecto indirecto y el efecto sustitución en otros sectores. La experiencia de las revoluciones industriales previas sugiere que las tasas de empleo a largo plazo no están relacionadas con la sustitución de trabajadores por robots en los distintos sectores.
- **La opción de reemplazar al trabajador mediante un contrato de jornada parcial o de jornada compartida no es atractiva.** Los directivos, cuando se les ofrece esta opción intermedia, optan casi siempre por descartarla, sustituyendo o no al trabajador enteramente por un robot.
- **Una política de renta básica universal en los términos definidos en este experimento no reduce la productividad de los trabajadores.** A este respecto, hay que aclarar que este estudio no valora otras consideraciones, como la viabilidad económica de esta política, que requerirían un análisis independiente.

Finalmente, este estudio demuestra que la economía experimental permite abordar con una perspectiva amplia el comportamiento de una sociedad que se enfrentará a la situación anteriormente planteada en el medio plazo. Esta es una línea de investigación pionera, que constituye un marco de investigación inédito con gran potencial de proyección, en especial sobre las políticas que puedan aplicar las administraciones públicas (política basada en evidencias).



INTRODUCCIÓN.

Bajo el título *Mastering the Fourth Industrial Revolution*, el Foro Económico Mundial de Davos 2018 avisó con claridad: la 4ª revolución industrial o revolución 4.0 comienza a penetrar en nuestras sociedades y puede suponer un cambio de paradigma en la forma de entender las economías, especialmente sobre el factor trabajo.

Tras la revolución de las tecnologías de la información y la comunicación en la segunda mitad del siglo xx; la robotización, la automatización y la inteligencia artificial comienzan a estar presentes en nuestra sociedad y su uso crece de manera exponencial. Son cada vez más los organismos e investigadores que alertan sobre la importancia de entender en qué consiste esta nueva revolución y cuáles son los posibles efectos positivos y negativos que puedan derivarse de ella.

Esta revolución 4.0 incorpora tecnologías más automáticas e inteligentes y capacita a las máquinas a tomar decisiones por sí mismas, de manera que podrían no sólo constituir un complemento a los puestos de trabajo actuales, sino llegar a sustituir determinadas ocupaciones de manera total o parcial. Esto ha generado un amplísimo debate en la sociedad, focalizado en torno a los posibles efectos negativos, ya que algunos autores consideran que podría derivar en un descenso del nivel de empleo y/o en una creciente desigualdad en la distribución de la renta. Como consecuencia del posible desarrollo de sociedades *postlaborales*¹, surgen voces que reclaman un papel activo del Estado a través de instrumentos novedosos que permitan reducir las desigualdades salariales —incluyendo la brecha de género— y favorecer la inclusión social.

Con todo esto, la robotización se ha convertido en un tema candente y cada vez más estudiado, con la intención de dar respuesta a preguntas fundamentales como: ¿qué variables y cómo influirán en la introducción de la nueva revolución? ¿qué efectos tendrá sobre las rentas, los trabajos, la productividad o la producción? ¿qué papel jugarán las políticas económicas y sociales para superar los riesgos asociados a estas nuevas condiciones?

Ese creciente interés se ha plasmado en diversos informes y trabajos de investigación. Frey y Osborne (2013) señalan que el 47% de los puestos de trabajo actuales de EE.UU. corre el riesgo de ser automatizado y que existe una fuerte relación negativa entre el nivel educativo y la probabilidad de automatización. Análogamente, el Banco Mundial (2016), avisa del riesgo que tienen los países —desarrollados y no desarrollados— de sufrir pérdidas de empleo, aunque con una incidencia dispar en función de la estructura productiva de cada país.

1. Sociedades cuya estructura productiva está fuertemente digitalizada. Los puestos de trabajo automatizables tienden a desaparecer por lo que una parte importante de la población queda desconectada del mercado de trabajo de forma permanente. Se diluye la separación entre vida laboral y ocio.



Sus estimaciones señalan que cerca del 57% de los puestos de trabajo actuales en toda la OCDE es susceptible de automatizarse en las próximas décadas.

No obstante, Arntz, Gregory y Zierahn (2016) plantean que tales cifras podrían estar sobreestimadas y, admitiendo la posibilidad de los trabajadores de especializarse en aquellas tareas de más difícil automatización, el empleo en riesgo se reduciría a un limitado pero relevante 9% en toda la OCDE. McKinsey (2017) aporta una visión más positiva al considerar que la revolución tecnológica creará más empleos de los que destruirá, pero alerta de que el 14% de los puestos de trabajo actuales en el mundo (en torno a 375 millones) sufrirá ese proceso de transición, que puede ser lento y complicado. Al escenario de creación neta de empleo como consecuencia del proceso de automatización se ha sumado también el World Economic Forum (2018).

En este sentido, Michaels, Natraj y Van Reenen (2014) focalizan en la polarización de los salarios de los trabajadores como consecuencia de la entrada de las tecnologías TIC. Sin duda, uno de los trabajos más completos es el realizado por Acemoglu y Restrepo (2017), quienes analizan el impacto y equilibrio de la introducción de los robots sobre salarios y empleos, estimando que tenderán a la baja cuanto mayor penetración de la robotización exista: un robot más por cada 1.000 trabajadores reducirá el empleo entre 0,18-0,34 puntos porcentuales y los salarios entre 0,25-0,5 p.p.

Recientemente, Autor y Salomons (2018) han estudiado el impacto de la automatización en el empleo y los salarios, en un análisis que comprende datos de las cuatro últimas décadas en 19 países desarrollados. El estudio aborda el impacto de la automatización en el empleo de manera directa, donde se observa que el signo es negativo, y de manera indirecta, donde el efecto es positivo y mayor que el efecto directo, por lo que el efecto neto resultante es positivo. Por el contrario, al analizar el efecto sobre los salarios, resulta un signo negativo neto, por lo que los autores concluyen que la preocupación política y social no debe estar tan focalizada en torno al empleo sino en los efectos distributivos del cambio tecnológico.

Frank et al. (2017) centran su atención sobre los efectos en zonas urbanas. Según estos autores, el impacto de la automatización será mayor en las pequeñas ciudades que en las grandes urbes, que podrán beneficiarse de la especialización por la abundancia de profesiones técnicas y directivas, menos automatizables.

Estos artículos marcan diferentes direcciones de investigación, con resultados sobre empleo y salario todavía dispares, tal y como se ha podido comprobar. Esta literatura se ha basado hasta la fecha en metodologías clásicas. Este trabajo es el primer estudio internacional que utiliza la metodología experimental para desarrollar un experimento de laboratorio² que aporte evidencia sobre cómo ciertas políticas públicas, como la renta básica universal y/o impuestos sobre la utilización de robots, influyen en la productividad de los trabajadores. Esta línea de acción es pionera y los resultados obtenidos pueden constituir un nuevo marco de investigación inédito con gran potencial de proyección, en especial sobre las políticas que puedan aplicar las administraciones públicas.

2. La necesidad y adecuación de los experimentos en laboratorio para el estudio del impacto de la renta básica están defendidas en el artículo de Noguera and Wispe-laere (2006).



METODOLOGÍA.

La economía experimental y la economía del comportamiento confluyen de manera que permiten obtener resultados y conclusiones acerca del fenómeno de la automatización.

La economía del comportamiento busca modelizar la conducta de los agentes económicos a través de la incorporación a la teoría económica de otras disciplinas, como la psicología o la sociología. A su vez, pretende explicar qué ocurre en los mercados en situaciones donde aparecen las limitaciones y complicaciones humanas (Mullainathan y Thaler, 2000). Tradicionalmente, la teoría económica encuadra a los agentes económicos como sujetos calculadores y maximizadores, ignorando todo el estudio de la psicología cognitiva y social. Según estos autores, la economía del comportamiento busca, en definitiva, identificar de qué maneras el comportamiento de los agentes difiere de los modelos y explicar cómo ese comportamiento importa en contextos económicos.

Por su parte, la economía experimental funciona como metodología para testar, permitiendo a través del desarrollo de experimentos la obtención de aquella información necesaria para el análisis del comportamiento. El propósito detrás de un experimento de laboratorio en economía es el de crear un entorno microeconómico a pequeña escala en el que se pueda mantener una medición y un control adecuado de las variables relevantes. Los experimentos permiten testar la validez de teorías, proporcionando demostraciones empíricas, e incluso mejorar las predicciones, además de servir como piloto para el desarrollo de políticas públicas.

El proyecto experimental transcurre a través de las siguientes fases: (I) la identificación de las hipótesis, (II) el diseño experimental, (III) la experimentación o test de impacto, (IV) la identificación de los patrones y modelización y (V) la validación.

Siguiendo esta metodología, se consiguen identificar, cuantificar y optimizar los factores que determinan el comportamiento. El objetivo fundamental del experimento es conocer, en un contexto futuro de automatización y, por tanto, de competencia en determinados ámbitos entre trabajadores y robots, qué políticas influyen en la productividad de los agentes económicos y el impacto que éstas podrían tener en la sociedad desde una perspectiva social y económica.

El reclutamiento de la muestra se realiza mediante un proceso abierto y, tras aplicar una serie de filtros de selección relacionados con las determinadas habilidades y no con criterios demográficos, se obtienen



900 individuos repartidos en 9 tratamientos (entre los que se incluye el grupo control). Estos filtros responden a la necesidad de representar a la población que vivirá el fenómeno de la robotización en el futuro. De este modo, la muestra se compone por un 59% de mujeres frente al 41% correspondiente a los hombres, siendo el 98% de los participantes estudiantes universitarios. La edad de éstos ronda los 21 años (la mediana en todos los tratamientos), siendo la edad mínima 19 años y la máxima 30 años. Esta distribución de la muestra, atendiendo a las diferentes áreas de formación de los estudiantes, junto con el hecho de que la ganancia individual dependa de su propio esfuerzo, permite que el contexto sea representativo del futuro mercado laboral (para más información, véase Anexo Muestra).

La dinámica del experimento consiste en la realización de una serie de tareas que evalúan la producción individual de cada participante. Siguiendo la metodología experimental, los individuos reciben un pago monetario dependiendo de su propio rendimiento en las tareas desarrolladas. En cada tratamiento, exceptuando al grupo de control, los participantes se enfrentan al riesgo de ser sustituidos por un robot que se asocia de forma individual y aleatoria, pudiendo perder la posibilidad de seguir produciendo. Tras una primera fase de tareas, se evalúa individualmente la producción de cada sujeto y se compara con la de un robot. El criterio que determina si un individuo es sustituido por su robot asociado depende del tratamiento, pudiendo ser de dos tipos: endógenos y exógenos.

En los tratamientos endógenos, a los participantes se les clasifica como sujetos tipo A o tipo B³. Cada sujeto tipo A está asociado con un sujeto tipo B, formando grupos del mismo tamaño. El sujeto tipo A decide, conociendo tanto la producción de su sujeto tipo B como la del robot asociado, si su sujeto tipo B es sustituido por el robot en la segunda fase de producción.

En los tratamientos exógenos, si la producción del robot excede a la del sujeto, éste será sustituido por su robot en lo que resta del experimento con una probabilidad del 90%, no pudiendo realizar la segunda fase de tareas.

Las ganancias de los participantes corresponden a la suma de los ingresos de las dos fases de producción. Esto implica que, si el individuo es reemplazado en la segunda etapa, no recibe pago. Además de este aspecto, los tratamientos difieren entre sí del esquema de pago tanto de trabajadores como de directivos. Para ser más precisos, para los tratamientos donde de manera endógena se elige un robot, el sistema de pago de los directivos dependerá de si se les descuenta una cantidad fija por utilizar un robot o no, es decir, si se imputa un impuesto fijo por el reemplazo del trabajador. El valor del impuesto fijo se ha calculado en función de la ratio de reemplazo en los tratamientos exógenos para cubrir los costes de la renta básica de los agentes reemplazados. Por otro lado, se incluye en este contexto la posibilidad de que el directivo ofrezca a los trabajadores un sistema de contrato a tiempo parcial por lo que el directivo tiene la posibilidad de mitigar el total reemplazo de un trabajador por un robot.

3. El rol del sujeto tipo A es el de directivo y el del sujeto tipo B es el de trabajador.

Desde el punto de vista del trabajador, el contexto que se mide, tanto en un entorno exógeno como endógeno, aborda la posibilidad de recibir un salario universal e independiente de lo que se trabaje o de cuánto se produzca, es decir, una renta básica. Se entiende la renta básica como una cantidad monetaria que recibe el ciudadano, sin obligación de contraprestación, destinada a cubrir sus necesidades básicas. El valor de la renta básica utilizada en el experimento se obtiene al dividir entre 5 la producción mediana del tratamiento del grupo de control. Este cálculo sigue el espíritu de la experiencia piloto llevada a cabo en Finlandia donde el salario mediano es del orden de 3.000 euros al mes y la cantidad para realizar el estudio fue casi de 600 euros (un quinto del pago mediano)⁴.

Los tratamientos y el número de participantes en cada uno de ellos son los siguientes (para obtener información más detallada véase Anexo Diseño Experimental):

1. *Baseline* (grupo control): 60 sujetos.
2. Endógeno sin renta básica sin tasa: 120 sujetos.
3. Endógeno con renta básica sin tasa: 120 sujetos.
4. Endógeno sin renta básica con tasa: 120 sujetos.
5. Endógeno con renta básica con tasa: 120 sujetos.
6. Endógeno sin tasa con opción de trabajo parcial: 120 sujetos.
7. Endógeno con tasa con opción de trabajo parcial: 120 sujetos.
8. Exógeno sin renta básica: 60 sujetos.
9. Exógeno con renta básica: 60 sujetos.

Como se puede apreciar, los diferentes tratamientos permiten estudiar el efecto de las variables relativas a políticas económicas en todos y cada uno de los escenarios posibles, donde el reemplazo de un robot puede ser por una decisión endógena o exógena.

4. https://www.bloomberg.com/amp/view/articles/2018-04-26/finland-s-basic-income-experiment-was-doomed-from-the-start?twitter_impression=true



RESULTADOS.

A continuación, se presentan los resultados más destacados de este proyecto:

- I. La amenaza de inclusión de robot no cambia la productividad de los trabajadores, es decir, se observa que los trabajadores no varían su producción en función de si hay riesgo o no de ser sustituidos por un robot. No obstante, con la incorporación de robots en el proceso productivo, se observa un incremento medio de la productividad de la empresa del 13,5%.
- II. Ni la existencia de una renta básica, tal y como se ha diseñado en este experimento, ni de un impuesto fijo por la utilización de un robot en sustitución de un trabajador (tasa de reemplazo) desincentivan la productividad del trabajador. Por un lado, la renta básica que proporciona al trabajador un salario por defecto no le hace reducir su eficiencia. Por otro lado, el trabajador, conocedor de la tasa de reemplazo en la que incurre un directivo cuando es reemplazado por un robot, no modifica su productividad.
- III. El impuesto fijo a la sustitución de un trabajador reduce la probabilidad de reemplazo, es decir, los directivos consideran un coste económico lo suficientemente elevado utilizar un robot, por lo que solo lo emplearán cuando la productividad respecto al trabajador sea suficientemente mayor.
- IV. El trabajador tampoco incrementa su productividad como respuesta a no ser reemplazado por un robot más eficiente.

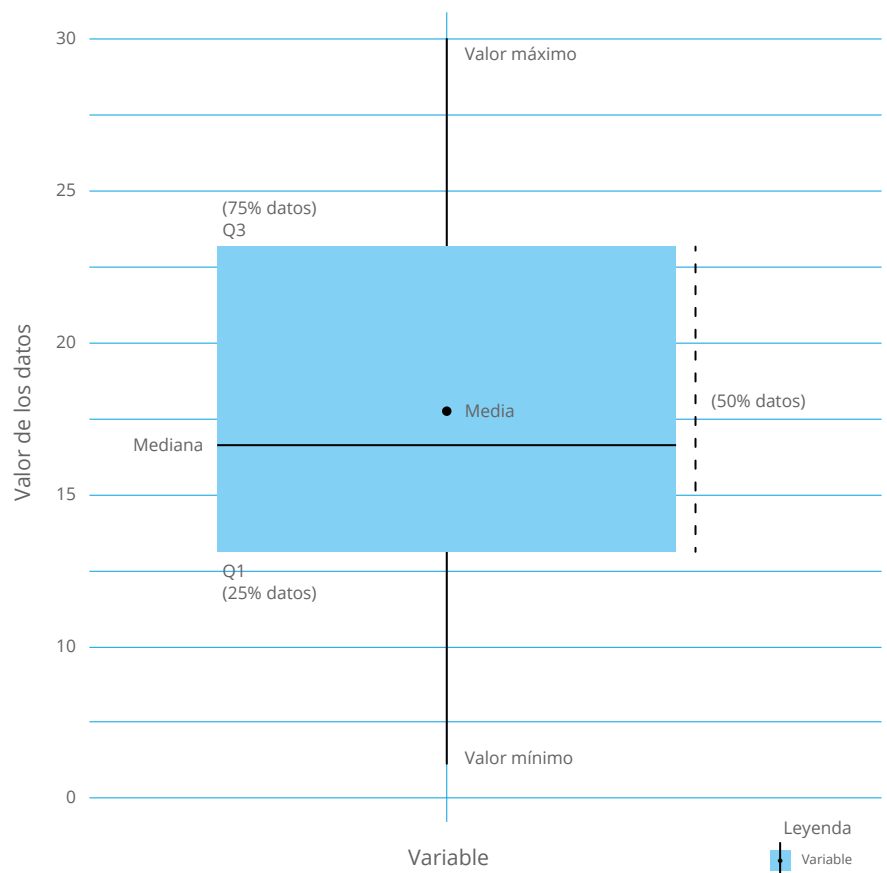


I LA AMENAZA DE INCLUSIÓN DE ROBOT NO CAMBIA LA PRODUCTIVIDAD DE LOS TRABAJADORES.

El experimento muestra que entre las empresas que adoptan la automatización, aumenta la productividad. El experimento también muestra que ese aumento se debe en exclusiva a los nuevos procesos instalados, y no porque, de manera adicional, exista un efecto incentivo en términos monetarios⁵ sobre los trabajadores humanos.

El hecho de que la amenaza de automatización no cambie la productividad del trabajador es fácilmente explicable a la luz de la economía de la conducta. El trabajador tiene que inferir sobre la reacción de otras personas a sus acciones presentes. La literatura experimental sobre situaciones estratégicas en las que este tipo de razonamiento es importante ha demostrado que los seres humanos tienen muchas dificultades para hacerlo bien. Como muestran Levitt, List y Sadoff (2011), ni siquiera los jugadores profesionales de ajedrez, para los cuales esto es una habilidad esencial, son capaces de realizar este tipo de inferencias fuera del juego.

Ilustración 1
Ejemplo de visualización.
Fuente: Elaboración propia.



5. La mayor productividad en algunos sectores puede hacer aumentar el tamaño de estos, y por tanto la productividad global, por encima del efecto en una empresa concreta por efecto sustitución de la demanda hacia estos sectores, cuyos productos serán más baratos en términos relativos. Por otro lado, los trabajadores desplazados de estos sectores podrían acabar en otros donde su productividad, al menos inicialmente sería probablemente inferior y esto disminuye el impacto agregado en la productividad.

La **Ilustración 1** muestra la producción en la primera fase de todos los participantes en cada uno de los 9 tratamientos. Como sistema de visualización de los datos se han elegido los conocidos como «gráficos de bigotes», que permiten describir varias características estadísticas al mismo tiempo, como la media, la mediana, los cuartiles y valores máximos y mínimos. Los cuartiles son los valores que dividen un conjunto de datos ordenados en cuatro partes iguales. Q1, Q2 y Q3 determinan los valores correspondientes al 25%, al 50% y al 75% de los

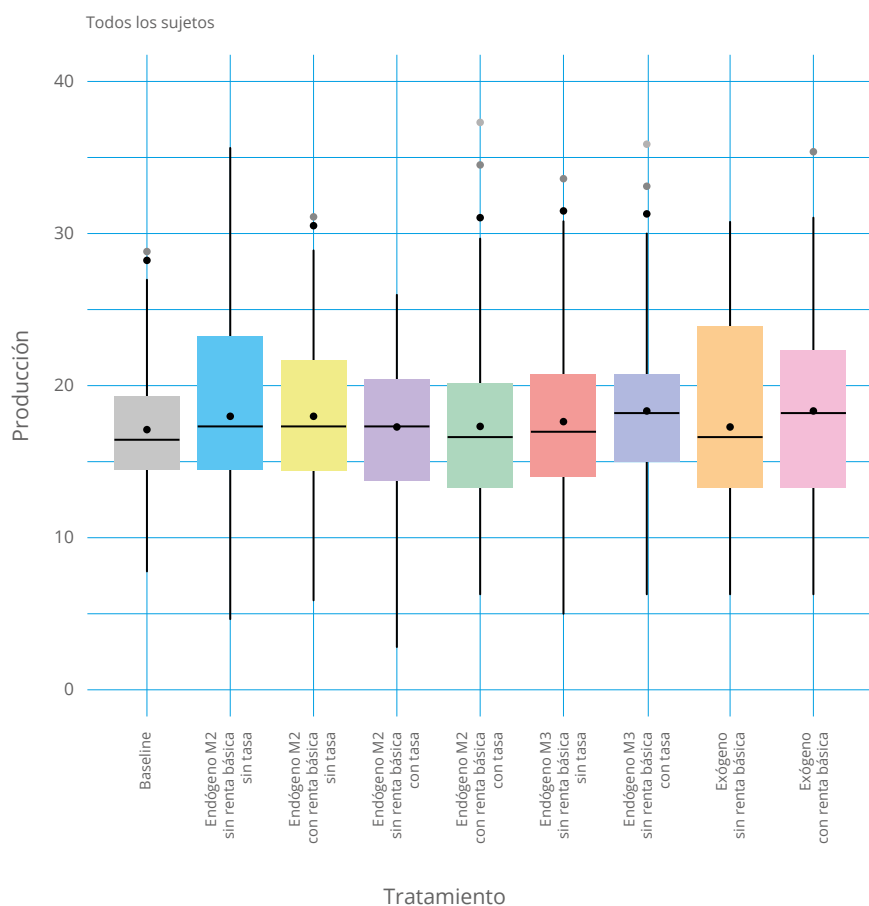
datos y Q2 corresponde a la mediana. Estos valores nos permiten entender la dispersión de los datos. Además, la media se identifica como un punto. La representación consiste en una caja rectangular, dividida por un segmento horizontal que indica donde se posiciona la mediana y dos brazos (llamados bigotes) que determinan el valor máximo y mínimo. El tamaño desde la mediana a la parte superior de la caja ofrece información de la dispersión de los datos entre el tercer y segundo cuartil. De igual forma, el tamaño de la caja desde la mediana a la parte inferior de la caja muestra la dispersión de los datos del primer cuartil a la mediana. Los datos atípicos se muestran como puntos fuera de los bigotes. La siguiente figura ilustra la información descrita.

Observando los gráficos de bigotes se aprecia que, aunque las cajas correspondientes a la información de la producción en la primera fase de todos los sujetos en cada uno de los 9 tratamientos no tengan la misma dimensión, las medias y las medianas se sitúan en una línea prácticamente recta. Los gráficos sugieren, de esta manera, que en los distintos tratamientos se obtiene un comportamiento similar en la variable que se está estudiando (producción). No obstante, es necesario realizar la comprobación estadística pertinente para confirmar esta hipótesis. Mediante un test de igualdad de medias, se corrobora que, efectivamente, no hay diferencias estadísticas significativas entre la producción de la primera fase de los distintos tratamientos. Si se observa en el tratamiento de referencia, que es el grupo de control, se extrae como mensaje que los agentes responden igual cuando no pueden ser sustituidos por robots (*baseline*) y cuando sí pueden (resto de tratamientos), es decir, la amenaza de robot no tiene efecto sobre el nivel de esfuerzo del trabajador.

Ilustración 2

Producción en la primera fase por tratamientos.

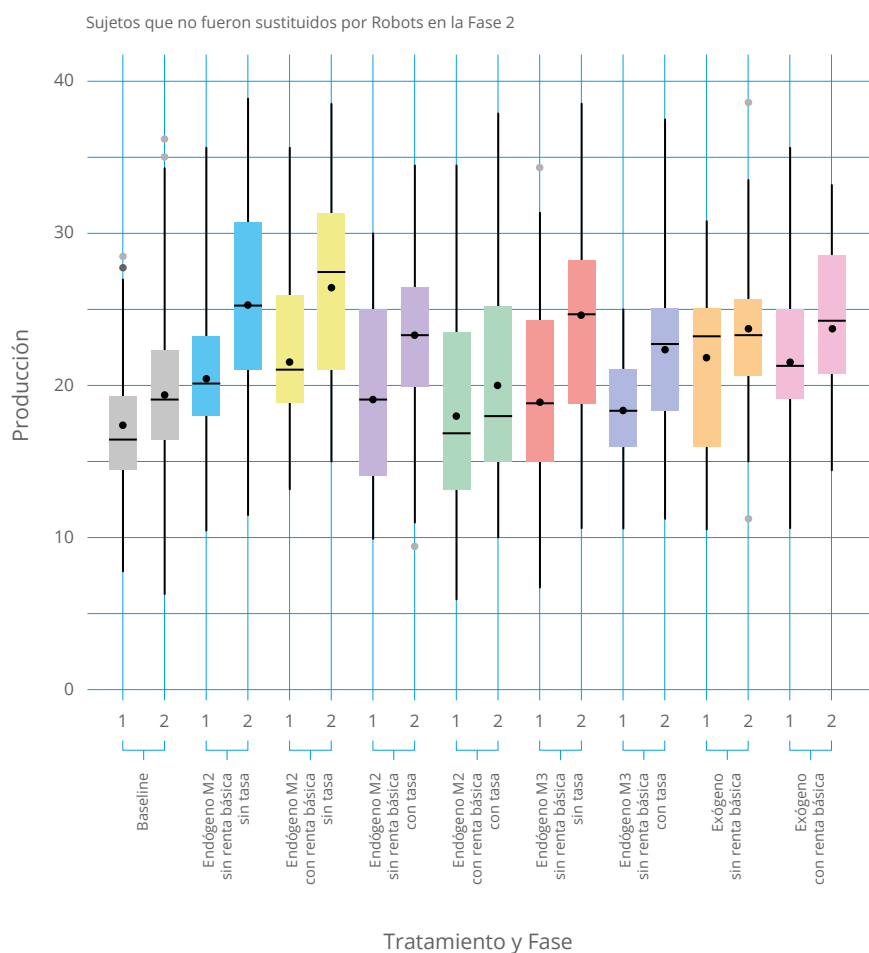
Fuente: Elaboración propia.



Sin embargo, la segunda fase de producción —que corresponde a aquellos trabajadores que no fueron sustituidos por robots— muestra un relevante incremento medio de productividad de un 13,5% respecto a la fase 1, siendo el incremento máximo de un 18,5% —tratamiento endógeno con renta básica y sin tasa— y el incremento mínimo de un 9,5% —tratamiento exógeno sin renta básica— (véase la [Ilustración 3](#)). Si se observan las cajas con bigotes de la segunda fase de cada tratamiento (diferenciado cada tratamiento por colores) se ve que la segunda caja está por encima de la primera, la cual corresponde a la producción de la primera fase. Además, este crecimiento es bastante homogéneo entre tratamientos por lo que la productividad final depende del tratamiento en sí, es decir, del efecto de las variables en estudio y no por el hecho de hacer dos fases de producción. Dicho incremento se podría justificar por razones de aprendizaje (aunque debe señalarse que el diseño contempla mayor complejidad en la segunda fase de producción) y por el sesgo de selección (donde los sujetos más expertos son los que acceden a realizar dicha fase).

Ilustración 3
Producción en la segunda fase por tratamientos.

Fuente: Elaboración propia.



II NI LA EXISTENCIA DE UNA RENTA BÁSICA, TAL Y COMO SE HA DISEÑADO EN ESTE EXPERIMENTO, NI DE UN IMPUESTO FIJO POR LA UTILIZACIÓN DE UN ROBOT EN SUSTITUCIÓN DE UN TRABAJADOR (TASA DE REEMPLAZO) DESINCENTIVAN LA PRODUCTIVIDAD DEL TRABAJADOR.

A. La renta básica no disminuye la productividad.

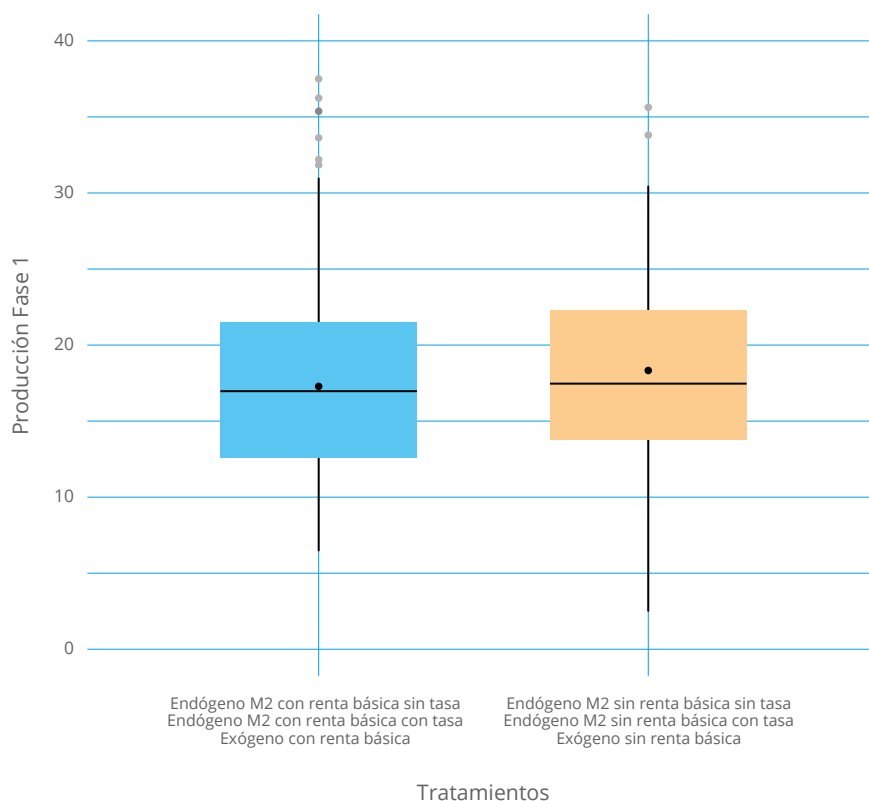


Ilustración 4

Producción en la primera fase de los tratamientos con renta básica frente a los tratamientos sin renta básica.

Fuente: Elaboración propia.

La [Ilustración 4](#) compara la producción de los sujetos en la primera fase de todos los tratamientos en los que hay renta básica frente a aquellos tratamientos sin renta básica. Tras realizar un test de igualdad de medias, se concluye que no existen diferencias estadísticamente significativas entre la producción de los participantes cuando existe o no renta básica. De nuevo, las cajas con bigotes de los dos escenarios, la producción cuando hay renta básica (color rosa) y la producción cuando no hay renta básica (color verde), tienen prácticamente la misma dimensión e igual media.

Considerando cualquier escenario de decisión de reemplazo por un robot, tanto no estratégico (tratamientos exógenos) como estratégico (tratamientos endógenos), la política de renta básica no tiene efecto negativo en los trabajadores, que producen igual estadísticamente. Por tanto, la existencia de una renta básica no disminuye la productividad de los trabajadores. Además, como el comportamiento de producción es similar con renta básica positiva (e igual a la quinta parte de la producción o salario mediano, siguiendo el diseño planteado en el piloto finlandés) y a renta básica igual a cero, es decir, sin renta básica, se puede asegurar que este resultado se mantiene si se consi-

dera una renta básica más pequeña. Por ejemplo, si en vez de dividir por 5 se hace por 8 o por 16, los resultados serían equivalentes. Sin embargo, si la renta básica fuese de un orden de magnitud superior, similar al salario mediano, es decir, dividiendo entre el intervalo 1 a 2, entonces sería necesario medir este efecto con un experimento adicional considerando este nuevo parámetro.

Un análisis desagregado de los datos (esto es, comparando entre tratamientos endógenos con renta básica, endógenos sin renta o exógeno) indica que los resultados se mantienen, es decir, a nivel de tratamiento no hay diferencias significativas entre las producciones de la primera fase bajo la presencia de renta básica o no.

El experimento presenta conclusiones de interés para la política económica respecto a la renta básica ya que, bajo el diseño que se contempla, no parece desincentivar el esfuerzo laboral. Sin embargo, no se entra a valorar su implicación fiscal, ni tampoco el efecto de equilibrio general de la automatización. Del mismo modo, estas conclusiones no permiten tampoco contrastar esta política con otras como, por ejemplo, políticas de subsidios.

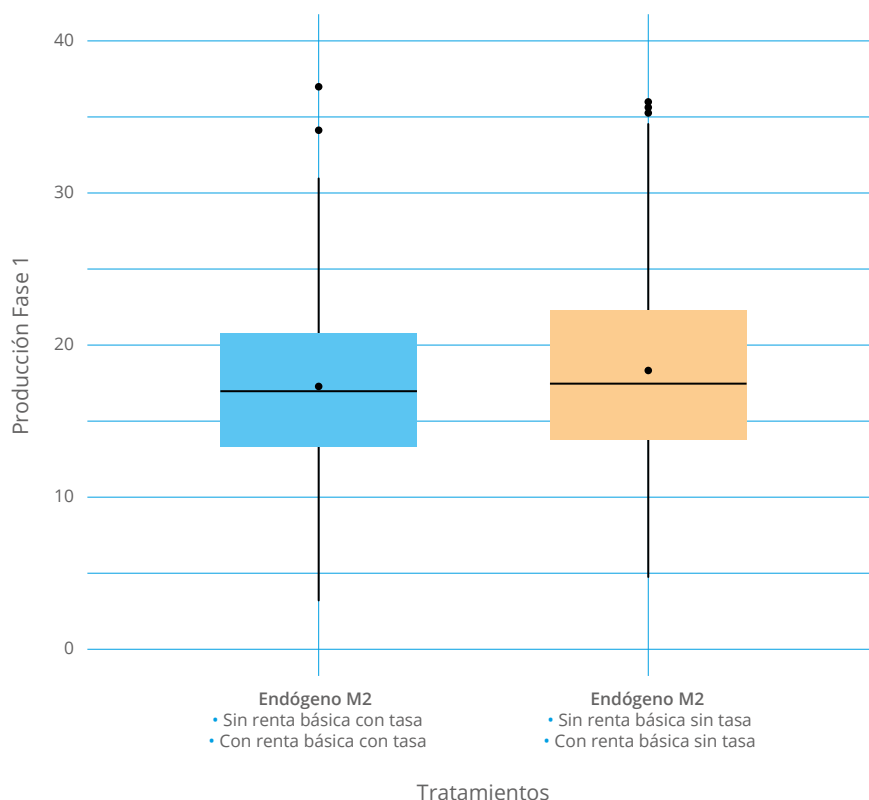
B. Los trabajadores no cambian su productividad cuando hay tasa de reemplazo.

La [Ilustración 5](#) compara la producción de los participantes en la primera fase del tratamiento endógeno sin renta básica y sin tasa de reemplazo frente a la del tratamiento endógeno sin renta básica y con tasa de reemplazo. El test de igualdad de medias confirma que no hay diferencias estadísticamente significativas entre la producción de los sujetos cuando hay una tasa impuesta por reemplazar y cuando no la hay. La [Ilustración 5](#) tiene la misma forma que la anterior, mostrando

Ilustración 5

Producción en la segunda fase de los tratamientos con tasa frente a los tratamientos sin tasa, cuando no hay renta básica.

Fuente: Elaboración propia.



una similitud de los escenarios con y sin tasas. Los gráficos de bigotes vuelven a mostrar que el comportamiento de los agentes no se ve afectado por la presencia de la tasa.

Esto indica que el trabajador no anticipa el hecho de que el directivo tiene coste en el reemplazo del trabajador por un robot, y por tanto la existencia del impuesto fijo no tiene ningún efecto estadísticamente significativo sobre su producción.

Un análisis desagregado de los datos (esto es, distinguiendo entre tratamientos con impuesto y sin impuesto) indica que los resultados se mantienen, i.e., a nivel de tratamiento no hay diferencias significativas entre las producciones de la primera fase bajo la presencia de impuesto de reemplazo o no.

III EL IMPUESTO FIJO A LA SUSTITUCIÓN DE UN TRABAJADOR REDUCE LA PROBABILIDAD DE REEMPLAZO.

Una de las políticas que algunas voces han sugerido que se podría aplicar en esta situación de robotización, consiste en la aplicación de un impuesto fijo al uso de robots. En este experimento, se contemplan diferentes tratamientos para poder medir el efecto de esta política cuando los directivos pueden tomar la decisión de reemplazo. Por un lado, el hecho de que el uso de un robot tenga un coste adicional para el directivo podría hacer que hubiese menos reemplazo; por el otro, los agentes anticipando este comportamiento podrían esforzarse menos con la consiguiente reducción de producción.

Focalizando en el efecto sobre el reemplazo, nos interesa conocer las variables que tienen efecto en esta toma de decisión. Para ello se mide el impacto de la tasa en la acción de reemplazo con la probabilidad de que un agente sea reemplazado en función de algunas variables. Una de ellas es la existencia o no de un impuesto fijo (variable *TAXYes*); otra es la existencia de alguna política en acción como la renta básica (variable *RBYes*); y por último una característica demográfica como el sexo (variable *SexMMale*).

El siguiente modelo econométrico ofrece la estimación de la probabilidad de que un individuo tipo B sea reemplazado por un robot. La [Tabla 1](#) ofrece los coeficientes de esta regresión. El signo negativo del coeficiente de la variable *TAXYes* β_2^{tasa} , indica que la probabilidad de reemplazo es menor cuando hay un impuesto fijo. Además, teniendo en cuenta como variable la diferencia entre la producción del robot y del trabajador cuya variable es $I(ProdRob - Prod1)$ se observa que el coeficiente β_1^{dif} es positivo, por lo que cuanto mayor es la diferencia entre la productividad del robot y del trabajador en la fase 1, mayor es la probabilidad de reemplazo. Por último, la ratio de los coeficientes de las variables $(\beta_1^{dif}) / (\beta_2^{tasa}) = 4,5$ da el diferencial de producción necesario para compensar una unidad de tasa por el uso de un robot. Como la tasa que se utilizó en el experimento fue de 3,2 unidades, se puede asegurar que dicha cantidad es apropiada, ya que el intervalo de confianza al 95% corresponde al intervalo entre 1,06 y 8,18 con una desviación típica de la ratio de 2,03. El intervalo de confianza se ha calculado utilizando la técnica de remuestreo⁶.

6. La técnica de remuestreo es un procedimiento estándar en estadística (Efron y Tibshirani, 1993) que permite obtener aproximaciones empíricas de la distribución muestral (y, por tanto, de los errores de estimación) de cualquier estadístico. No importa lo complicado que este sea, la ventaja del remuestreo radica en que es posible incorporar en el proceso la estructura de generación de datos.



	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-0.38940	0.29910	-1.302	0.1929
I(ProdRob - Prod1)	0.14342	0.02095	6.846	7.58e-12 ***
TAXYes	-0.64306	0.31249	-2.058	0.0396 *
RBYes	0.10227	0.30313	0.337	0.7358
SexMMale	0.29599	0.30890	0.958	0.3380

Tabla 1

Resultados del modelo logit. Códigos de significatividad:

0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 '.' 1

El impacto de la automatización en el empleo es ambiguo incluso dentro del sector considerado. Por una parte, el experimento demuestra que no todos los empleos potencialmente automatizables se sustituyen por máquinas, pero además es posible que el tamaño de ese sector aumente a causa del menor coste de sus productos y esto conlleve un mayor empleo dentro del mismo. La experiencia de las revoluciones industriales previas sugiere que las tasas de empleo a largo plazo no están relacionadas con la sustitución de trabajadores por robots en los distintos sectores.

IV EL TRABAJADOR TAMPOCO INCREMENTA SU PRODUCTIVIDAD COMO RESPUESTA A NO SER REEMPLAZADO POR UN ROBOT MÁS EFICIENTE.

La literatura de la economía del comportamiento demuestra que los individuos presentan preferencias sociales. Esto quiere decir que nuestras decisiones pueden ser influidas por el comportamiento de otros hacia nosotros, y las nuestras esperando un comportamiento de los demás. Por ejemplo, si soy amable con alguien espero que esa persona lo sea conmigo, es decir, recíproque mi comportamiento. Esta situación es la que podría ocurrir en este experimento. Cuando el directivo en la fase 2 toma la decisión de reemplazar o no al trabajador, este podría entender una acción «amable» si no lo hace, sobre todo cuando el robot que tiene asignado es más productivo.

La forma que tiene el trabajador de recíprocar esta acción del directivo es produciendo más, ya que así, el directivo ganará también más. Si este fuera el caso, los trabajadores se comportarían de manera diferente cuando la decisión la toma un humano, es decir, tratamientos endógenos, o la toma un sistema exógeno como en el caso de los otros tratamientos. Se asume que los trabajadores no tienen un comportamiento social respecto a las máquinas.

La economía de la conducta también explica el hecho de que los directivos no automaticen a pesar de que los robots sean más productivos. Hay un cuerpo de literatura importante (ver Cabrales y Ponti 2015) que muestra que muchos humanos tienen preferencias que les llevan a dejar de ganar algo de dinero si otros individuos se benefician más. Esta tendencia se exagera en nuestro caso porque el empresario está obteniendo beneficios debido a la sustitución de una persona



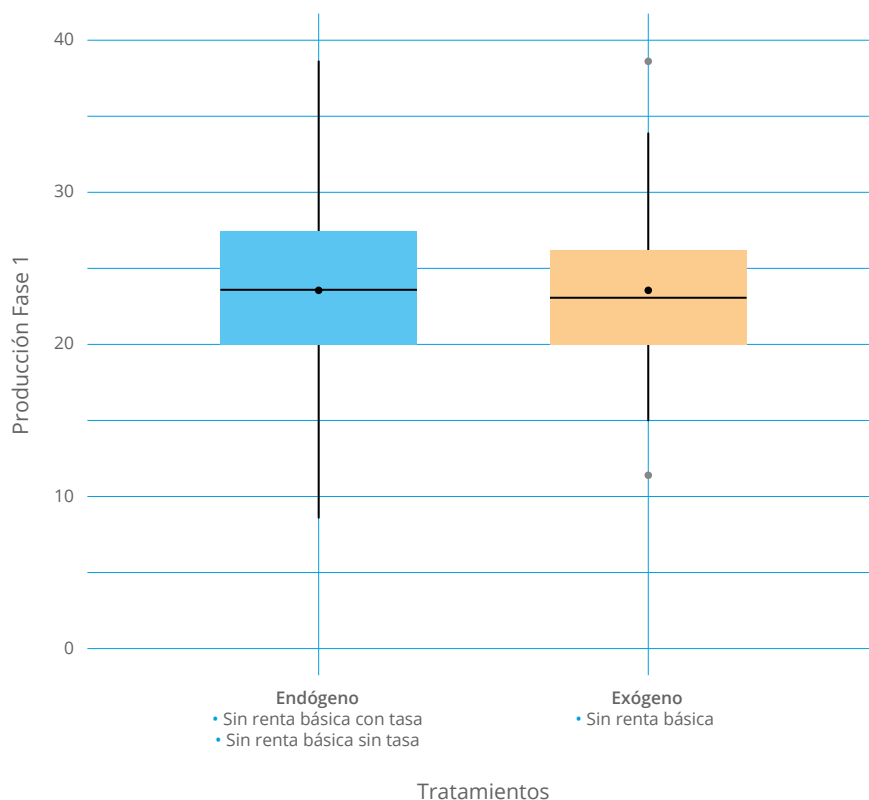
por una máquina. Esto es importante porque la pérdida de empleo, además de su valor monetario, da lugar a graves problemas psicológicos derivados de su relevancia para la formación de la identidad personal (ver Schöb 2012).

La **Ilustración 6** muestra que no hay diferencias significativas en la producción de la fase 2 de los trabajadores que realizan dicha fase por ser elegidos de manera no personal (tratamiento exógeno) o de manera personal por el directivo (tratamiento endógeno). De hecho, el test de igualdad de medias acepta la hipótesis nula con un *p-valor* de $p = 0,6825$.

Ilustración 6

Producción en la segunda fase de los tratamientos endógenos frente a los exógenos, cuando no hay renta básica.

Fuente: Elaboración propia.



Esto demuestra que los trabajadores no tienen un comportamiento recíproco con los directivos cuando éstos pueden elegir entre un humano y un robot.

Un estudio más exhaustivo sobre el comportamiento micro de las acciones de los sujetos tipo A que sustituyen a los trabajadores por robots no muestra un patrón de comportamiento específico. Para ser más precisos, en el tratamiento endógeno M2 sin renta básica y sin tasa, entre aquellos sujetos cuya producción en la fase 1 fue inferior a la del robot, el 72,2% fueron sustituidos por el robot para la siguiente fase y el 27,8% no lo fueron. Por el contrario, entre aquellos sujetos con mejor producción que el robot, el 70,8% no fueron sustituidos frente al 29,2% que sí fueron reemplazados. En el tratamiento endógeno M2 con renta básica y sin tasa, entre aquellos sujetos con menor producción que el robot, el 84,2% fueron reemplazados frente al 15,8% que no lo fueron. Asimismo, entre los sujetos con mejor producción que el robot, el 90,9% no fueron reemplazados, frente al 9,1%. En el tratamiento endógeno M2 sin renta básica y con tasa, entre aquellos sujetos con producción inferior a la del robot, el 59,6% fueron sustituidos frente al 40,4% que no lo fueron. Por otro lado, entre los sujetos con mejor producción que el robot, el 92,3% no fueron sustituidos, frente



al 7,7%. Por último, en el tratamiento endógeno M2 con renta básica y tasa, entre aquellos sujetos con cuya producción fue inferior a la del robot, el 63,8% fueron sustituidos frente al 36,2% que sí lo fueron. Por el contrario, entre aquellos sujetos con mayor producción que el robot, el 84,6% no fueron sustituidos, frente al 15,4% que sí lo fueron.

Cabría esperar un patrón en el que los directivos, siempre que el robot sea más eficiente que el trabajador, reemplazaran al trabajador. Sin embargo, en un 30% de los casos el directivo no sustituye al trabajador. Es más coherente la situación contraria, es decir, cuando el trabajador es más productivo que el robot, el directivo es más conservador y en el 85% de las ocasiones no reemplaza al trabajador. Por eso en la [Ilustración 7](#), a la derecha del 0 en el eje horizontal, la columna rosa (no reemplazo por robot) es dominante. Cada barra a la derecha del 0 corresponde a la diferencia entre la producción del trabajador y del robot. Sin embargo, a la izquierda del 0, cuando el robot es mejor que el trabajador, las barras tienen una dominancia del color verde que representa cuando el trabajador es reemplazado. Sin embargo, las barras rosas se distribuyen de igual manera para cualquier diferencia. Se podría pensar que la decisión de reemplazo del directivo podría ser dirigida por una estrategia de umbral⁷; sin embargo, para que esto fuera así las barras rosas a la izquierda del 0 tendrían que ir de más a menos (incluso desaparecer) según la diferencia se agranda. Se necesita una diferencia de productividad a favor del robot de más de 15 unidades para que sea patente la reducción. Además entre 0 y 15 unidades de diferencia, la ratio de no reemplazo no es decreciente. Por último, como se aprecia en la [Ilustración 7](#), los casos de contrato parcial o jornada compartida (en celeste) son escasos y no tienen ningún patrón específico.

Distinción de los trabajadores/sujetos que fueron o no reemplazados por robot o medio robot

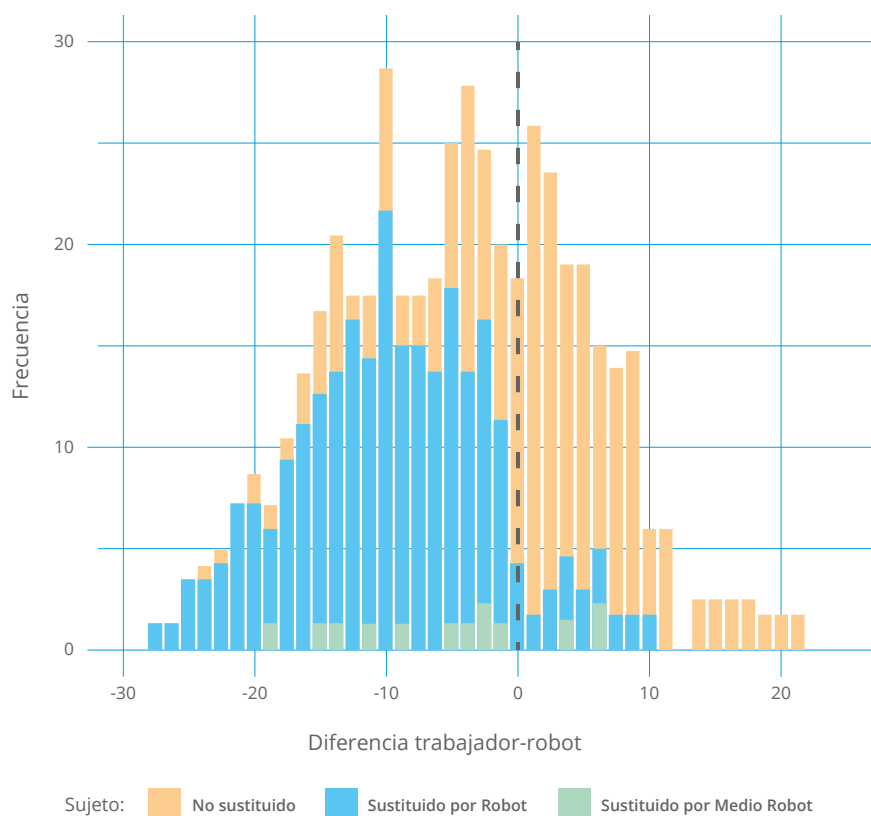


Ilustración 7

Histograma de la diferencia entre la producción del trabajador/ sujeto y la del robot en la primera fase. Todos los tratamientos incluidos (menos el grupo de control).

Fuente: Elaboración propia.

7. Se entiende como estrategia umbral a aquella que describe un cambio de acción cuando el agente económico reconoce una cantidad dada que justifica un cambio de su mejor respuesta. En este caso, una estrategia umbral se podría aceptar si los agentes tipo A decidieran reemplazar al sujeto tipo B si su rendimiento es menor que una cantidad fija o umbral. En caso contrario decidirían mantener al sujeto B.



BIBLIOGRAFÍA.

ACEMOGLU, D., & RESTREPO, P. (2017). *Robots and Jobs: Evidence from us Labor Markets*.

ARNTZ, M., GREGORY, T., & ZIERAHN, U. (2016). *The Risk of Automation for Jobs in oecd countries. oecd Social, Employment and Migration Working Papers*.

Autor, D. & SALOMONS, A. (2018). *Is Automation Labor-Displacing? Productivity Growth, Employment, and the Labor Share*.

BANK, W. (2016). *World Development Report*. Washington.

CABRALES A., PONTI G. (2015). *Social Preferences*. In: Branas-Garza P., Cabrales A. (eds) *Experimental Economics*. Palgrave Macmillan, London

EFRON, B. AND TIBSHIRANI, R.J. (1993). *An Introduction to the Bootstrap*, New York: Chapman & Hall/CRC.

FRANK, M. R., SUN, L., CEBRIAN, M., YOUN, H., & RAHWAN, I. (2017). *Small cities face greater impact from automation*.

FREY, C. B., & OSBORNE, M. A. (2013). *The future of Employment: How susceptible are Jobs to Computerisation?* Oxford.

LEVITT, S. D., LIST, J. A., & SADOFF, S. E. (2011). *Checkmate: Exploring backward induction among chess players*. *American Economic Review*, 101(2), 975-90.

McKINSEY GLOBAL INSTITUTE. (2017). *Jobs Lost, Jobs Gained: Workforce transitions in a time of automation*.

MICHAELS, G., NATRAJ, A., & VAN REENEN, J. (2014). *Has ict polarized skill demand? Evidence from eleven countries over 25 countries*. *Review of Economics and Statistics*, 96 (1), 60-77.

NOGUERA, J. A., & DE WISPELAERE, J. (2006). *A plea for the use of laboratory experiments in basic income research*. *Basic Income Studies*, 1(2).

SCHÖB, R. (2012). *Unemployment and identity*. *CESifo Economic Studies*, 59(1), 149-180.

WORLD ECONOMIC FORUM (2018). *The Future of Jobs Report*. Geneve.



ANEXO 1: DISEÑO DEL EXPERIMENTO.

Para este experimento se realizaron 9 tratamientos en total, incluido un grupo de control de 60 sujetos sobre el cual basar los 8 tratamientos restantes. Los 9 tratamientos se ejecutaron en un total de 15 sesiones. En la [Tabla 2](#) se puede observar la distribución de las sesiones por tratamiento, así como el número de sujetos que participaron en cada tratamiento.

Tratamiento	Renta Básica	Tasa	∃ Robot	∃ Tipo A	Decisiones del Tipo A	Sesiones	Sujetos	Sujetos Tipo B
Grupo de control	No	No	No	No	-	1	60	0
Exógeno								
Sin Renta básica	No	No	Sí	No	-	1	60	0
Con Renta Básica	Sí	No	Sí	No	-	1	60	0
Endógeno M2								
Sin Renta Básica sin Tasa	No	No	Sí	Sí	M2	2	120	60
Con Renta Básica sin Tasa	Sí	No	Sí	Sí	M2	2	120	60
Sin Renta Básica con Tasa	No	Sí	Sí	Sí	M2	2	120	60
Con Renta Básica con Tasa	Sí	Sí	Sí	Sí	M2	2	120	60
Endógeno M3								
Sin Tasa	No	No	Sí	Sí	M3	2	120	60
Con Tasa	No	Sí	Sí	Sí	M3	2	120	60

Tabla 2
Características de cada tratamiento.

La [Tabla 2](#) resume las características que definen cada tratamiento. En cada uno de ellos se observa la existencia o inexistencia de una renta básica añadida al pago final independiente de las decisiones tomadas o de la producción rendida a lo largo de la sesión, así como la presencia o ausencia de una tasa penalizadora que influya en la toma de decisiones de los sujetos Tipo A. Además, la existencia de robot indica la posibilidad de sustitución. A los sujetos de los tratamientos endógenos se les asigna aleatoriamente el rol de sujeto Tipo A o sujeto Tipo B, con el fin de tener a la mitad de los sujetos con cada rol.



En caso de ser asignado el rol de sujeto Tipo A, el sujeto deberá tomar una decisión de entre: 2 opciones en los tratamientos M2 o 3 opciones en los tratamientos M3.

Se realizó una sesión para cada tratamiento, excepto para los endógenos, que tuvieron 2 sesiones cada uno. Dado que cada sesión cuenta con 60 sujetos, las sesiones dobles proporcionaron tratamientos de 120 sujetos⁸.

Cada uno de estos tratamientos consiste en una prueba y dos fases. El objetivo de la prueba es el de familiarizarse con la dinámica del experimento mediante un ejemplo. Tanto la prueba como las dos fases constan de las siguientes tareas:

- Contar el número de veces que aparece cierta letra en un texto (con posibles excepciones).
- Realizar una serie de sumas.

Los puntos obtenidos en las fases de producción se calculan mediante la siguiente fórmula:

$$\text{puntos tarea 1} + \text{puntos tarea 2} + (\text{puntos tarea 3}) / 4$$

Los ejercicios que un sujeto dado realiza a lo largo de una sesión se traducen en puntos que miden su utilidad individual, y el pago recibido por ese participante al final de la sesión resulta de convertir esos puntos a euros mediante un multiplicador, de forma que:

1 punto = 0,5 euros.

1. PRUEBA Y PRIMERA FASE.

El funcionamiento de la prueba y la primera fase del experimento es común a todos los tratamientos, mientras que la segunda fase tiene una mecánica diferente en cada tratamiento. Concretamente, las tareas a realizar en la prueba son las siguientes:

Tarea 1

Cuente el número de «o» del siguiente texto:

El veloz murciélago hindú comía feliz cardillo y kiwi.
La cigüeña tocaba el saxofón detrás del palenque de paja.

Introduce el número de «o»: _____

Tarea 2

Realice la siguiente suma:

$$15 + 29 + 2 = \underline{\hspace{2cm}}$$

Tras haber introducido las respuestas, a cada participante se le muestra tanto su respuesta como el valor correcto del ejercicio, además de los puntos obtenidos. Sin embargo, la prueba no cuenta como parte de los resultados del experimento, y por tanto los puntos obtenidos en la misma no computan ni para los puntos totales ni para los pagos finales.

8. El propósito se explica más adelante.



A continuación, da comienzo la primera fase de producción, en la cual la **Tarea 1** es la de contar el número de veces que aparece la letra «e» en un texto. La **Tarea 2** de la primera fase de producción es algo más complicada ya que, al igual que la **Tarea 1**, consiste en contar el número de veces que aparece la letra «e» en un texto, pero esta vez con la particularidad de que aparece una excepción: no se contará la «e» cuando vaya precedida por una vocal distinta de «u» dentro de la misma palabra. El tiempo para completar ambas tareas es de 240 segundos. Tras haberlas completado, a cada sujeto se le muestra tanto su respuesta como el valor correcto del ejercicio, además de los puntos obtenidos. Seguidamente se da paso a la **Tarea 3**, en la que cada individuo debe realizar tantas sumas como pueda durante 180 segundos, una tras otra hasta un total de 30. Al finalizar se le muestra el número de sumas realizadas correctamente, además de los puntos obtenidos.

Tras completar la primera fase de producción, los participantes realizarían la segunda. Aunque las tareas de esta fase sean iguales a las de la primera, pero con textos distintos (en el caso de las **Tareas 1 y 2**) y sumas distintas (en la **3**), y comunes en todos los tratamientos, la dinámica no lo es, y depende del tratamiento. La **Tabla 1** refleja las características principales de cada tratamiento. A continuación, se proporciona una breve explicación de cada uno de ellos en función de cómo se sucedía la fase de producción.

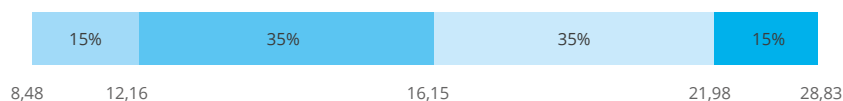
2. SEGUNDA FASE.

2.1. Grupo de control.

Directamente, tras la primera fase de producción, los sujetos realizan la segunda, completando las tareas y viendo tanto sus resultados como el valor correcto de cada ejercicio, además de sus puntos. A continuación, se les muestra de forma individual tanto sus puntos totales como la cantidad de euros obtenida a lo largo del experimento, y se procede a repartir los pagos, finalizando el experimento.

La producción (en puntos) obtenida por el grupo de control (los sujetos que realizan el tratamiento de grupo de control) en la primera fase se almacena y sirve de referencia para el resto de los tratamientos de la siguiente forma: se dibuja en una barra la distribución de los resultados y se marca el valor de los percentiles 15, 50 y 85.

Figura 1
Distribución de la producción en la primera fase del grupo de control.



La distribución del grupo de control del experimento queda reflejada en la **Figura 1**. Según estos datos, el sujeto que menos puntos obtuvo de entre todos los participantes del grupo de control obtuvo 8,48 puntos, mientras que el que más puntos obtuvo consiguió 28,83 puntos. El 15% de los sujetos obtuvo una puntuación menor de 12,16, un 35% de sujetos obtuvo una puntuación entre 12,16 y 16,15, otro 35% de sujetos obtuvo una puntuación entre 16,15 y 21,98, y el 15% restante obtuvo una puntuación entre 21,98 y 28,83.



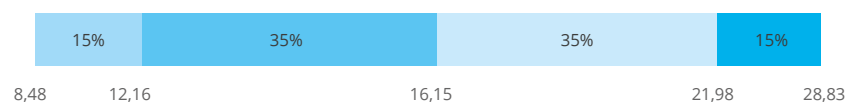
2.2. Exógenos.

Los tratamientos exógenos son dos: exógeno sin renta básica y exógeno con renta básica. Se realizó una sesión para cada tratamiento, y en cada sesión participaron 60 sujetos.

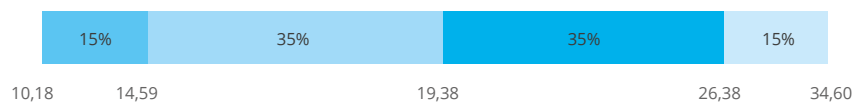
Tras completar la primera fase de producción, la producción individual de los sujetos en puntos se compara con la producción de unos robots medida también en puntos. Así, individualmente y de forma aleatoria, se genera la producción de un robot y se compara con la producción del sujeto. Si la producción del robot excede a la del trabajador, entonces éste será sustituido por el robot con una probabilidad de 0,9, que realizará en su lugar la segunda fase de producción. Consecuentemente, el sujeto no obtendrá puntos por la segunda fase de producción. Si en cambio la producción del robot es menor o igual que la del sujeto, o si la probabilidad de sustitución indica que el trabajador no es sustituido, el sujeto realizará la segunda fase de producción, y los puntos obtenidos en ambas fases computarán para los pagos finales. Todo esto es común a ambos tratamientos, y lo que les diferencia es el hecho de que los sujetos reciban o no una renta básica independiente del cambio y los puntos acumulados a lo largo de la sesión.

Pero ¿cómo es la distribución de la producción de los robots y cómo se determina el cambio de trabajador a robot? La distribución de la producción de los robots resulta de tomar la producción de la primera fase del grupo de control (Figura 1) y añadirle un 20% más de puntuación, haciendo que la producción de los robots sea un 20% mayor que la de los sujetos del grupo de control, y se compara esta producción con la de los sujetos del exógeno durante la primera fase para determinar si pasan o no a la segunda. Este proceso se desarrolla siguiendo los pasos:

1. De forma individual para cada sujeto, se muestra el resultado de la primera fase de producción.
2. Se muestran los resultados del grupo de control:

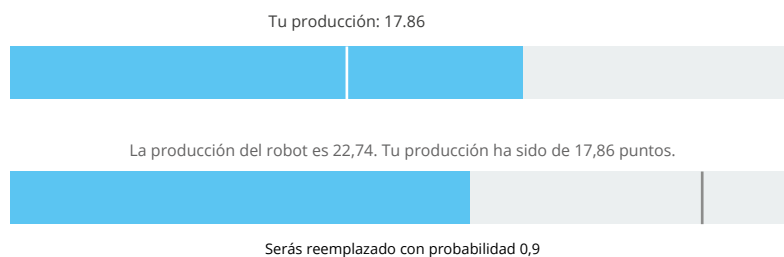


3. Se muestran las producciones de los robots (120%):



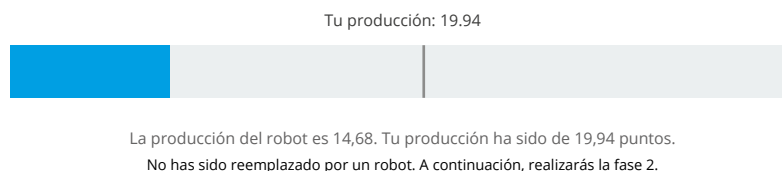
4. De forma individual para cada sujeto, se muestra la producción del individuo sobre una barra y se determina aleatoriamente la producción del robot asociado al sujeto.
 - a. En caso de que la producción del robot sea mayor que la del trabajador durante la primera fase, y el proceso aleatorio determine (con probabilidad 0,9) que sea sustituido, el sujeto no realizará la segunda fase de producción. No obtendrá puntos por esta fase. La Figura 2 ejemplifica este caso:

Figura 2
Ejemplo de sustitución
en el exógeno.



- b. En cualquier otro caso, sí la realiza y por tanto los puntos obtenidos en la segunda fase computarán, junto con los de la primera fase, para el pago final. La [Figura 3](#) ejemplifica este caso:

Figura 3
Ejemplo de no sustitución
en el exógeno.



Al finalizar, se procede a repartir los pagos a los participantes. Dependiendo del tratamiento (con/sin renta básica), se modificará el pago individual en una cantidad fija:

- Si hay renta básica, cada sujeto recibirá una renta básica fija, además del pago derivado de las fases de producción, e indiferentemente de haber sido sustituido en la segunda fase.
- Si no hay renta básica, no se añadirá nada al pago derivado de las fases de producción.

2.3. Endógenos.

La diferencia principal entre estos tratamientos y los demás (exógenos y grupo de control) reside en el hecho de que a los sujetos se les asigna un rol al finalizar la primera fase de producción, y éste es el que determina la dinámica de la segunda fase. Tras completar la primera fase de producción, a la mitad de los sujetos de la sesión se les asigna el rol de sujeto Tipo A, asignando a la otra mitad el rol de sujeto Tipo B. Cada sujeto Tipo A estará emparejado con un sujeto Tipo B durante el resto de la sesión. Entonces, y no antes, se revela a cada sujeto su rol y se les informa de que estarán emparejados con un sujeto del tipo complementario en lo que resta de experimento. Además, a cada sujeto Tipo A se le muestra únicamente la producción de su sujeto Tipo B en la primera fase, y a cada sujeto Tipo B su propia producción de la primera fase, luego ambos reciben la misma información. A continuación, a ambos se les muestra la distribución de la producción de los robots, y se genera aleatoriamente la producción de un robot. Para proceder la explicación es necesario distinguir entre si el tratamiento es endógeno M2 o endógeno M3.

Los tratamientos endógenos se distinguen entre endógenos M2 y endógenos M3, dependiendo del número de decisiones que el sujeto Tipo A puede tomar en cada uno de ellos. Estos son: endógeno M2 sin renta básica y sin tasa, endógeno M2 con renta básica y sin tasa,

endógeno M2 sin renta básica y con tasa, endógeno M2 con renta básica y con tasa, endógeno M3 sin renta básica; y endógeno M3 con renta básica. Se realizaron dos sesiones para cada uno de estos tratamientos, y en cada sesión participaron 60 sujetos. El propósito de duplicar las sesiones es el de tener el mismo número de sujetos con posibilidad de cambio. En los tratamientos exógenos, estos sujetos son todos los participantes (60 por sesión), mientras que en los endógenos tan solo los sujetos Tipo B pueden ser sustituidos por robots (30 por sesión).

A continuación, se proporciona una breve explicación de los mismos.

2.3.1. Endógenos M2.

Dada toda esta información, se pide al sujeto Tipo A que decida entre sustituir o no a su sujeto Tipo B por el robot asociado. En caso de que decida sustituirlo, el sujeto Tipo B no realizará la segunda fase de producción. Si, en cambio, el sujeto Tipo A decide no sustituir su sujeto Tipo B por el robot asociado, el sujeto Tipo B pasará a realizar las tareas de la segunda fase de producción.

Llegado este punto, es necesario concretar de qué dependen y cómo se calculan los pagos de cada sujeto en los tratamientos endógenos M2. La producción de la primera fase de cada sujeto determina los puntos que computarán para ese sujeto en relación a esa fase. Sin embargo, los puntos derivados de la segunda fase de producción se determinan de forma distinta:

- En el caso de los sujetos Tipo A, cada uno recibirá de la segunda fase de producción:
 - a. Los puntos de la segunda fase de producción de su sujeto Tipo B asociado, en caso de haber decidido no sustituirlo por el robot.
 - b. Los puntos de la producción del robot que se le ha mostrado, en caso de haber decidido sustituir a su sujeto Tipo B asociado por el robot.
- En el caso de los sujetos Tipo B, cada uno recibirá de la segunda fase de producción:
 - a. Los puntos obtenidos en su segunda fase de producción, en caso de no haber sido sustituido por el robot.
 - b. Ningún punto, en caso de haber sido sustituido por el robot.

2.3.2. Endógenos M3.

La particularidad de este tratamiento frente al anterior reside en que, esta vez, se pide al sujeto Tipo A que decida entre: no sustituir a su sujeto Tipo B por su robot asociado, sustituir a su sujeto Tipo B por su robot asociado, o incluso sustituir a su sujeto Tipo B por «medio» robot. Tanto en caso de que el sujeto Tipo A decida no sustituir a su



sujeto Tipo B como en caso de que decida sustituir a su sujeto Tipo B, la dinámica y los pagos coinciden con los del tratamiento M2 en los casos análogos. Sin embargo, en caso de que el sujeto Tipo A decida sustituir a su sujeto Tipo B por medio robot, el sujeto Tipo B tiene la opción de aceptar o rechazar la oferta, *i.e.*, el sujeto Tipo B puede renunciar y por tanto ser sustituido por el robot durante la segunda fase de producción. Si el sujeto tipo B decide aceptar la oferta del sujeto Tipo A de ser sustituido por medio robot, el sujeto Tipo B sí pasará a realizar las tareas de la segunda fase de producción, pero disponiendo de la mitad de tiempo del que disponía en la primera fase, esto es, 120 segundos para las tareas 1 y 2, y 90 segundos para la 3.

Otra particularidad de los endógenos M3 es la de pedir al sujeto Tipo B que elija la probabilidad de cambio de la sesión, es decir, a cada sujeto Tipo B se le pide que dé la probabilidad con la que cree será sustituido, expresada en función de la producción.

En lo correspondiente a los pagos, al igual que en los tratamientos M2, la producción de la primera fase de cada sujeto determina los puntos que computarán para ese sujeto en relación a esa fase. Los puntos derivados de la segunda fase de producción se determinan de forma distinta:

- En el caso de los sujetos Tipo A, cada uno recibirá de la segunda fase de producción:
 - a. Los puntos de la segunda fase de producción de su sujeto Tipo B asociado, en caso de haber decidido no sustituirlo por el robot.
 - b. Los puntos de la producción del robot que se le ha mostrado, en caso de haber decidido sustituir al sujeto Tipo B asociado por el robot.
 - c. Los puntos de la segunda fase de producción de su sujeto Tipo B asociado (teniendo en cuenta que ha tenido la mitad de tiempo) más la mitad de los puntos que le corresponderían de la producción del robot que se le ha mostrado, en caso de haber decidido sustituir a su sujeto Tipo B por medio robot.

- En el caso de los sujetos Tipo B, cada uno recibirá de la segunda fase de producción:
 - a. Los puntos obtenidos en su segunda fase de producción, en caso de no haber sido sustituido por el robot asociado.
 - b. Ningún punto, en caso de haber sido sustituido por el robot asociado.
 - c. Los puntos obtenidos en su segunda fase de producción (teniendo en cuenta que ha tenido la mitad de tiempo), en caso de haber sido sustituido por medio robot.



Además, en cada uno de los endógenos (M2 y M3) y dependiendo del tratamiento (con/sin renta básica/tasa), se modificará el pago individual en una cantidad fija:

- Si hay renta básica, cada sujeto Tipo B recibirá una renta básica fija además del pago derivado de las fases de producción, e indiferentemente de haber sido sustituido en la segunda fase.
- Si no hay renta básica, no se añadirá nada al pago derivado de las fases de producción.
- Si hay tasa, a cada sujeto Tipo A se le restará de su pago final una tasa fija solo en caso de haber decidido sustituir al sujeto Tipo B asociado por su robot.
- Si no hay tasa, no se añadirá nada al pago derivado de las fases de producción.

Cabe decir que los participantes en el experimento conocen estas condiciones, a fin de que se pueda asociar sus decisiones a las condiciones impuestas.



ANEXO 2: MUESTRA.

El reclutamiento de la muestra se realizó siguiendo los protocolos del laboratorio LINEEX: a través de redes sociales y mediante un proceso abierto, en el cual cualquier estudiante podía inscribirse al experimento siempre que cumpliera con el perfil requerido para este proyecto. Aplicados los filtros requeridos y reclutada la muestra, se observa el reparto de la misma.

La muestra está mayoritariamente compuesta por mujeres, constituyendo el 59% de la misma frente al 41% que corresponde a los hombres. La distribución por tratamientos es similar (a excepción del Exógeno sin Renta Básica, en el cual participaron más hombres que mujeres), como puede verse en la [Tabla 1](#).

De acuerdo con la [Tabla 2](#), la edad de los individuos que participaron en el experimento rondaba los 21 años (la mediana en todos los tratamientos), siendo la edad mínima 19 años y la máxima 30 años.

Con respecto a su nivel de estudios, se observa en la [Tabla 3](#) una dominancia del sector estudiantil universitario del 98% (en el que se incluyen los estudios de posgrado) frente a la minoría del 2% con estudios no universitarios. Esto se corresponde con las estadísticas observadas con respecto a la edad de los sujetos, la mayoría estudiantes.

La distribución de la muestra en las distintas áreas de conocimiento según sus estudios es cuasi-uniforme, siendo un 25% de los sujetos que participaron en el experimento pertenecientes al campo de las artes y las letras (lingüística, historia, geografía, psicología, pedagogía, sociología, bellas artes, etc.), un 23% al de la economía (economía, ADE, finanzas, contabilidad, turismo, etc.), un 22% al de las ciencias básicas y la tecnología (matemáticas, física, química, biología, ingenierías, etc.), un 18% al jurídico (derecho, criminología, relaciones laborales, recursos humanos, etc.), un 11% al de la salud (medicina, odontología, enfermería, farmacia, fisioterapia, nutrición, veterinaria, etc.), con el 1% restante constituido por sujetos cuyo campo de estudios es desconocido o no pudo ser clasificado. La [Tabla 4](#) resume estos datos en una tabla de frecuencias distribuidas entre los campos mencionados.

Dado que el experimento conlleva dos fases de producción las cuales implican habilidades de cálculo y de atención, se podría pensar en que la variable área del conocimiento podría generar un sesgo en la producción. La siguiente regresión que explica la producción en la actividad de sumas. Como se aprecia la media de producción de esta actividad fue de 10 unidades y el pertenecer al grupo de ciencias básicas y tecnologías aumenta en 3,2 puntos dicha producción. Asi-



mismo, el campo de Economía también tiene un efecto positivo significativo con 2,2 unidades adicionales.

$$\begin{aligned} \text{Sumas} = & \alpha_0 + \alpha_1 (\text{Campo Ciencias Básicas y Tecnológicas}) \\ & + \alpha_2 (\text{Campo Económicas}) + \alpha_3 (\text{Campo Jurídicas}) \\ & + \alpha_4 (\text{Campo Salud}) \end{aligned}$$

	Estimación	Error estándar	t valor	Pr(> t)
Intercept	10,4801	0,3561	29,432	< 2e-16 ***
Campo Ciencias Básicas y Tecnológicas	3,2521	0,5225	6,224	7,44e-10 ***
Campo Económicas	2,2723	0,5124	4,434	1,04e-05 ***
Campo Jurídicas	0,6199	0,5481	1,131	0,2584
Campo Salud	1,1178	0,6498	1,720	0,0857

Códigos de significatividad: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

Error residual estándar: 5,353 de 894 grados de libertad

R-cuadrado múltiple: 0,05176, R-cuadrado ajustado: 0,04646

F-estadístico: 9,76 de 5 y 894 DF, p-valor: 4,302e-09

Sin embargo, respecto a la actividad de contar letras, no se aprecia una ventaja comparativa por pertenecer a un área de especialización, aunque en la segunda actividad que requería mayor atención, los individuos que provienen del área de la Salud tienen una ligera mejoría en su producción. Los dos modelos a continuación demuestran estos hechos:

$$\begin{aligned} \text{Letras}_1 = & \alpha_0 + \alpha_1 (\text{Campo Ciencias Básicas y Tecnológicas}) \\ & + \alpha_2 (\text{Campo Económicas}) + \alpha_3 (\text{Campo Jurídicas}) \\ & + \alpha_4 (\text{Campo Salud}) \end{aligned}$$



	Estimación	Error estándar	t valor	Pr(> t)
Intercept	4,1114	0,0776	52,976	<2e-16 ***
Campo Ciencias Básicas y Tecnológicas	0,0862	0,1139	0,757	0,449
Campo Económicas	-0,0277	0,1117	-0,248	0,804
Campo Jurídicas	0,1191	0,1195	0,997	0,319
Campo Otros	-0,2774	0,5275	-0,526	0,599
Campo Salud	0,1530	0,1416	1,080	0,280

Códigos de significatividad: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

Error residual estándar: 1,167 de 894 grados de libertad

R-cuadrado múltiple: 0,003639, R-cuadrado ajustado: -0,001933

F-estadístico: 0,653 de 5 y 894 GL, p-valor: 0,6593

$$\text{Letras}_2 = \alpha_0 + \alpha_1 (\text{Campo Ciencias Básicas y Tecnológicas}) + \alpha_2 (\text{Campo Económicas}) + \alpha_3 (\text{Campo Jurídicas}) + \alpha_4 (\text{Campo Salud})$$

	Estimación	Error estándar	t valor	Pr(> t)
Intercept	0,96889	0,10576	9,161	< 2e-16 ***
Campo Ciencias Básicas y Tecnológicas	0,25891	0,15518	1,668	0,095583
Campo Económicas	0,09741	0,15220	0,640	0,522334
Campo Jurídicas	-0,06471	0,16280	-0,397	0,691106
Campo Otros	-0,76889	0,71885	-1,070	0,285083
Campo Salud	0,70162	0,19299	3,636	0,000293 ***

Códigos de significatividad: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

Error residual estándar: 1,59 de 894 grados de libertad

R-cuadrado múltiple: 0,02132, R-cuadrado ajustado: 0,01584

F-estadístico: 3,894 de 5 y 894 GL, p-valor: 0,001693

A pesar de estas diferencias en el efecto de las habilidades endógenas, la fase 1 de producción es homogénea atendiendo a los distintos tratamientos. Esto permite concluir que la distribución por tratamiento es similar en todos ellos, manteniendo el grado de aleatorización en toda la muestra.



1. Sexo (tabla de frecuencias)

Tratamiento	Género		
	Hombre	Mujer	
Grupo de control	22	38	
Exógeno	Sin Renta Básica	37	23
	Con Renta Básica	24	36
Endógeno M2	Sin Renta Básica sin Tasa	53	67
	Con Renta Básica sin Tasa	46	74
	Sin Renta Básica con Tasa	47	73
	Con Renta Básica con Tasa	50	70
Endógeno M3	Sin Tasa	47	73
	Con Tasa	42	78
Total	368	532	

Tabla 3
Tabla de frecuencias por sexo.

2. Edad (tabla de estadísticas)

Tratamiento	Edad				
	Máx.	Min.	Mediana	Media	
Grupo de control	28	19	21	20,767	
Exógeno	Sin Renta Básica	29	20	21	21,633
	Con Renta Básica	29	19	21	21,933
Endógeno M2	Sin Renta Básica sin Tasa	28	19	21	21,308
	Con Renta Básica sin Tasa	26	19	21	21,5
	Sin Renta Básica con Tasa	30	19	21	21,608
	Con Renta Básica con Tasa	30	19	21	21,783
Endógeno M3	Sin Tasa	30	19	21	21,617
	Con Tasa	29	19	21	21,25
Total	30	19	21	21,498	

Tabla 4
Tabla de estadísticas de la edad.

3. Nivel de Estudios (tabla de frecuencias)

Tratamiento	Estudios				
	Estudios de posgrado	Estudios Universitarios	Formación profesional grado medio	Formación profesional grado superior / Bachillerato	Educación Primaria o Secundaria
Grupo de control	1	58	0	0	1
Exógeno					
Sin Renta Básica	3	57	0	0	0
Con Renta Básica	4	53	0	3	0
Endógeno M2					
Sin Renta Básica sin Tasa	6	112	0	1	1
Con Renta Básica sin Tasa	8	112	0	0	0
Sin Renta Básica con Tasa	8	110	0	1	1
Con Renta Básica con Tasa	11	108	1	0	0
Endógeno M3					
Sin Tasa	11	106	0	3	0
Con Tasa	4	113	0	3	0
Total	56	829	1	11	3

Tabla 5
Tabla de frecuencias por nivel de estudios.



4. Área de Estudio (tabla de frecuencias)

Tratamiento	Campo					
	Artes y Letras	Ciencias Básicas y Tecnologías	Económicas	Jurídicas	Salud	Otros
Grupo de control	19	3	15	16	7	0
Exógeno						
Sin RB	17	14	12	12	5	0
con RB	9	18	17	8	8	0
Endógeno M2						
Sin Renta Básica sin Tasa	23	26	33	22	14	2
Con Renta Básica sin Tasa	29	38	23	16	14	0
Sin Renta Básica con Tasa	30	25	33	19	12	1
Con Renta Básica con Tasa	39	23	30	13	14	1
Endógeno M3						
Sin Tasa	35	31	23	24	6	1
Con Tasa	25	18	25	35	17	0
Total	226	196	211	165	97	5

Tabla 6
Tabla de frecuencias por área de estudio.

5. Área de Estudio: Todos los tratamientos (tabla de frecuencias)

Área de Estudio	Frecuencia
Artes y Letras	226
Ciencias Básicas y Tecnología	196
Económicas	211
Jurídicas	165
Salud	97
Otros	5
Total	900

Tabla 7
Tabla de frecuencias por área de estudio entre todos los tratamientos.

COTEÇ FUNDACIÓN
COTEÇ
PARA LA INNOVACIÓN

