

PANORAMA SOCIAL

39

DIGITALIZACIÓN E INTELIGENCIA ARTIFICIAL: OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS SOCIALES



- Opinión pública e inteligencia artificial
- La IA desde una perspectiva sociotécnica
- Pantallas, aprendizaje y competencias tecnológicas
- Desinformación y alfabetización mediática
- Potencial y riesgos de las tecnologías biométricas
- La sociología ante la revolución digital

COLABORAN:

Aleix Calveras, Héctor Cebolla, Pilar Cuevas, Juan-José Ganuza, Júlia García-Puig, Dulce Manzano, Carmen Marta Lazo, María Miyar Busto, Luz Rello, Milagros Sáinz Ibáñez, Ismael Sanz, Almudena Sevilla, Alba Taboada Villamarín



cecabank

Banking for business



www.cecabank.es





PATRONATO

ISIDRO FAINÉ CASAS (*Presidente*)
JOSÉ MARÍA MÉNDEZ ÁLVAREZ-CEDRÓN (*Vicepresidente*)
FERNANDO CONLLEDO LANTERO (*Secretario*)
ANTÓN JOSEBA ÁRRIOLA BONETA
MANUEL AZUAGA MORENO
CARLOS EGEA KRAUEL
MIGUEL ÁNGEL ESCOTET ÁLVAREZ
AMADO FRANCO LAHOZ
PEDRO ANTONIO MERINO GARCÍA
ANTONIO PULIDO GUTIÉRREZ
VICTORIO VALLE SÁNCHEZ

PANORAMA SOCIAL

Número 39. Primer semestre. 2024

CONSEJO DE REDACCIÓN

CARLOS OCAÑA PÉREZ DE TUDELA (*Director*)
ELISA CHULIÁ RODRIGO (*Editora*)
MARÍA MIYAR BUSTO (*Editora*)
VÍCTOR PÉREZ-DÍAZ
ANTONIO JESÚS ROMERO MORA
VICTORIO VALLE SÁNCHEZ

PEDIDOS E INFORMACIÓN

Funcas
Caballero de Gracia, 28, 28013 Madrid.
Teléfono: 91 596 54 81
Fax: 91 596 57 96
Correo electrónico: publica@funcas.es

Impreso en España
Edita: Funcas
Caballero de Gracia, 28, 28013 Madrid.

© FUNCAS. Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta publicación, así como la edición de su contenido por medio de cualquier proceso reprográfico o fónico, electrónico o mecánico, especialmente impresión, fotocopia, microfilm, offset o mimeógrafo, sin la previa autorización escrita del editor.

ISSN Impreso: 1699-6852
ISSN Digital: 2254-3449
Depósito legal: M-23-401-2005
Maquetación: Funcas
Imprime: CECABANK

Las colaboraciones en esta revista reflejan exclusivamente la opinión de sus autores, y en modo alguno son suscritas o rechazadas por Funcas.

Índice

5 PRESENTACIÓN

- 9 | La opinión pública ante la inteligencia artificial: conocimiento, expectativas y regulación

MARÍA MIYAR BUSTO

- 25 | ¿De qué está hecha la inteligencia artificial? La transición a la sociedad digital desde una perspectiva sociológica

ALBA TABOADA VILLAMARÍN

- 39 | La desigualdad y la economía digital

ALEIX CALVERAS Y JUAN-JOSÉ GANUZA

- 55 | ¿Están los nativos digitales *hiperconectados*? El uso de pantallas en España

DULCE MANZANO Y HÉCTOR CEBOLLA

- 73 | El impacto del aprendizaje asistido por tecnología en la educación no universitaria

ALMUDENA SEVILLA, PILAR CUEVAS, LUZ RELLO E ISMAEL SANZ

- 95 | Esterotipos y sesgos de género en la evaluación de las propias competencias científico-tecnológicas

MILAGROS SÁINZ IBÁÑEZ

- 105 | La desinformación, enfermedad de la sociedad posdigital: amenazas y desafíos

CARMEN MARTA LAZO

- 117 | La expansión del uso estatal de las tecnologías biométricas:
una mirada crítica
JÚLIA GARCÍA-PUIG

- 129 | El gran salto adelante de las ciencias sociales en la era de los biomarcadores
HÉCTOR CEBOLLA

Presentación

La creciente digitalización de la sociedad evoca escenarios futuristas que la literatura y el cine ya habían imaginado, convirtiendo lo que antes era ciencia ficción en una realidad tangible o, cuando menos, previsible en el horizonte vital de casi cualquier persona adulta. Los numerosos avances tecnológicos se incorporan a la vida social, personal y profesional de forma progresiva, sin que muchas personas adquieran conciencia de su sentido y sus efectos sobre la manera en que nos educamos, informamos y trabajamos o sobre cómo nos relacionamos y participamos en la vida pública.

La digitalización, al facilitar una conectividad sin precedentes, tiene el potencial de ampliar las brechas sociales y económicas ya existentes, pero, también, de hacer desaparecer otras por completo. En este contexto, es esencial comprender y analizar la sociedad digital no solo por los avances tecnológicos que representa, sino también porque afecta directamente a nuestro bienestar, a las relaciones personales, al acceso a oportunidades y a la distribución de recursos. Esta necesidad de comprensión y análisis adquiere especial relevancia en el caso de las generaciones más jóvenes, nativas en esta sociedad digital, que crecen en un entorno donde la tecnología, omnipresente, moldea sus formas de aprender, comunicarse y formar parte de la familia y otras comunidades. Es razonable pensar que la manera en que los niños y jóvenes de hoy interactúan con estas tecnologías determinará en gran medida cómo evolucionará nuestra sociedad en las próximas décadas.

Este número de *PANORAMA SOCIAL* examina algunas de estas transformaciones y sus impli-

caciones. Sus artículos enfocan la atención en aspectos ya presentes de la sociedad digital, pero también aportan claves para reflexionar acerca de los desafíos y las oportunidades del futuro.

El número se inicia con un artículo de **María Miyar Busto** (UNED y Funcas) en el que analiza la opinión pública ante la inteligencia artificial utilizando datos recientes de una encuesta realizada por Funcas. Los resultados destacan que el conocimiento y uso de la inteligencia artificial en España es aún limitado, pero más frecuente, al igual que las actitudes positivas, entre los hombres jóvenes. En todos los grupos de edad, sexo, nivel educativo, conocimiento y uso de la inteligencia artificial analizados se observa una preferencia mayoritaria por una regulación de la inteligencia artificial más orientada al control de los riesgos que al fomento del desarrollo competitivo de esta tecnología.

Desde una perspectiva teórica, **Alba Taboada Villamarín** (Universidad Autónoma de Madrid) también dedica su artículo al análisis de la inteligencia artificial, concretamente de las múltiples dimensiones que la conforman. Pone en su punto de mira la interrelación entre los datos, los programas para la toma de decisiones, las infraestructuras y el trabajo humano, cuatro elementos que, actuando conjuntamente, impulsan la automatización, al tiempo que redefinen las dinámicas sociales y económicas contemporáneas. La autora muestra cómo la IA se inserta en el continuo de la sociedad de la información, consolidando procesos de racionalización y datificación que afianzan el

espacio virtual como terreno primordial para la organización social.

El artículo de **Aleix Calveras** (Universidad de Islas Baleares) y **Juan-José Ganuza** (Universidad Pompeu Fabra y Funcas) parte de la evidencia empírica sobre el aumento de la desigualdad en muchos países desarrollados y expone cómo el incremento de la desigualdad salarial, atribuible a la disparidad entre empresas y a la desigual estructura de mercado, con grandes empresas dominantes, podría estar vinculado a la economía digital y al fenómeno *winner-takes-all* en las plataformas digitales. Los autores ponen asimismo de relieve la relación de los conflictos redistributivos con la externalización y la *gig economy*.

Sobre el impacto de los cambios tecnológicos en el aprendizaje y las competencias de los jóvenes, así como sobre sus habilidades para afrontar el futuro digital, versan tres artículos de este monográfico. En el primero de ellos, **Dulce Manzano** y **Héctor Cebolla** (CSIC) analizan el consumo de pantallas de los jóvenes españoles de 15 años utilizando datos recogidos por la OCDE en su estudio PISA 2022. Los autores estudian el tiempo dedicado a redes sociales, videojuegos y usos educativos o informativos de internet y descubren que existen pocas diferencias por sexo o nivel educativo de los padres. Asimismo, llaman la atención sobre un resultado de su análisis: consumir más de una hora al día perjudica el aprendizaje, igualando a la baja a estudiantes de diferentes orígenes sociales.

El artículo de **Almudena Sevilla**, **Pilar Cuevas** (London School of Economics), **Luz Rello** (Instituto de Empresa) e **Ismael Sanz** (Universidad Rey Juan Carlos, Funcas y London School of Economics) expone los hallazgos de diversas investigaciones sobre el potencial del aprendizaje asistido por ordenador en la educación no universitaria. Estos hallazgos coinciden en resaltar la efectividad de una implementación contextualizada de las herramientas tecnológicas que proporcione enseñanzas personalizadas y retroalimentación instantánea. No obstante, los autores advierten que la evaluación del impacto de estos programas afronta dificultades y retos que obligan a dedicar más esfuerzos de investigación para alcanzar conclusiones más sólidas y generalizables.

Por su parte, **Milagros Sáinz Ibáñez** (Universitat Oberta de Catalunya) examina las brechas de género en la percepción de competencias en campos científico-tecnológicos y digitales. La autora revisa las principales investigaciones que explican por qué las chicas son menos propensas a elegir estudios en estas áreas, y discute las implicaciones para sus decisiones de carrera y futuro profesional. Además, destaca el papel crucial de las familias y el entorno social en la formación de estas percepciones.

El artículo de **Carmen Marta Lazo** (Universidad de Zaragoza) indaga en la desinformación como externalidad negativa de la expansión de la comunicación digital. Tras pasar revista a los principales riesgos de esta nueva realidad comunicativa, expone las dificultades crecientes de hacer prevalecer el buen hacer periodístico y, finalmente, defiende la alfabetización mediática como la mejor respuesta a este problema de escala global. Solo dotando a los ciudadanos de las habilidades necesarias para analizar sensatamente los mensajes, lo que también implica contar con información suficiente sobre las intenciones de las fuentes informativas, podrán manejarlo en este contexto de desorden informativo.

Los dos últimos artículos abordan cuestiones relacionadas con el uso de herramientas biométricas y de biomarcadores. **Júlia García-Puig** (Universidad de Leiden) describe las tecnologías biométricas, deteniéndose en los datos que generan y los riesgos que plantean a nuestras sociedades, y traza la controversia que genera el creciente uso de estas herramientas por parte de los gobiernos y las instituciones públicas, dado el carácter altamente sensible de la información biométrica.

Por último, **Héctor Cebolla** (CSIC) sostiene que los avances tecnológicos pueden contribuir a mejorar extraordinariamente el conocimiento sociológico integrando el conocimiento procedente de las ciencias naturales y de la salud. El autor ilustra esta tesis con ejemplos de investigaciones de elevado interés sociológico elaboradas por expertos en bioarqueología, neurociencia y la sociogenómica, y concluye su artículo con una reflexión sobre las infraestructuras que han facilitado estos avances y la modesta contribución de España en este sentido.

Fiel a su compromiso de aportar material para la reflexión y la participación en conversaciones informadas, PANORAMA SOCIAL vuelve a reunir en este número, bajo el título “Digitalización e inteligencia artificial: oportunidades y desafíos sociales”, diversas contribuciones basadas en investigaciones académicas sólidas y rigurosas que merecen ser conocidas por toda la sociedad.

La opinión pública ante la inteligencia artificial: conocimiento, expectativas y regulación

MARÍA MIYAR BUSTO*

RESUMEN

Este artículo indaga en aspectos fundamentales del conocimiento y uso sociales de la inteligencia artificial en España, y expone asimismo datos sobre la confianza hacia esta tecnología, el alcance de sus implicaciones y la regulación que se considera más apropiada. Se utilizan para ello datos de una encuesta *online* realizada por Funcas a finales de 2023 a una muestra de 1.000 personas entre 25 y 64 años. Los resultados destacan que el conocimiento y uso de la inteligencia artificial en España es aún limitado, pero más frecuente, al igual que las actitudes positivas, entre los hombres jóvenes. En todos los grupos de edad, sexo, nivel educativo, conocimiento y uso de la inteligencia artificial analizados se observa una preferencia mayoritaria por una regulación de la IA más orientada al control de los riesgos que al fomento del desarrollo competitivo de esta tecnología.

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, la adopción de nuevas tecnologías ha dependido en gran medida de la respuesta social a las innovaciones. Después de todo, la tecnología no avanza

en un vacío; su éxito depende de cómo la sociedad la perciba y comprenda. La inteligencia artificial (IA), como última frontera tecnológica, no es una excepción. A medida que la IA se integra en diversos aspectos de la vida cotidiana, desde la salud hasta el entretenimiento, se hace evidente que las actitudes y la confianza en ella son cruciales para su adopción y regulación. El recientemente publicado *AI index 2024 annual report* de la Universidad de Stanford (Maslej *et al.*, 2024) destaca no solo el creciente reconocimiento global de la importancia de la IA, sino también el aumento del nerviosismo por sus posibles consecuencias. Además, dada la complejidad específica del desarrollo de la IA, el conocimiento sobre su funcionamiento y sobre cómo utilizarla eficazmente se convierten en factores cruciales de su implementación.

Este artículo examina los elementos fundamentales del conocimiento, el uso y la confianza en la IA en España, así como las prioridades respecto al marco regulativo, utilizando datos de una encuesta *online* realizada por Funcas a finales de 2023 a una muestra de 1.000 personas entre 25 y 64 años. Se presentan aquí los principales resultados de esta encuesta, que constituye una de las primeras evidencias empíricas en España sobre cómo se posiciona la población ante la IA después del lanzamiento del disruptivo ChatGPT en noviembre de 2022 y de diversos modelos de lenguaje a gran escala

* UNED y Funcas (mmiyar@poli.uned.es).

(LLM, por sus siglas en inglés), que han acercado a la población general la potencialidad de la inteligencia artificial¹.

De la capacidad de la IA para transformar numerosos aspectos de la vida diaria y profesional se desprende la necesidad de que la sociedad la comprenda y conozca. Al fin y al cabo, el conocimiento adecuado de la IA permite a las personas tomar decisiones informadas sobre su uso y maximizar sus beneficios. Esto incluye, por ejemplo, mejorar la eficiencia en el trabajo mediante la automatización de tareas repetitivas, o personalizar los procesos educativos para atender mejor las necesidades individuales. Pero, además, la IA tiene el potencial de mejorar la toma de decisiones en la vida diaria, desde la crianza de los hijos y la salud hasta la gestión del hogar: la potencial optimización del bienestar personal ataña a dimensiones muy variadas. Entender y utilizar la IA de manera efectiva implica una mejor adaptación a los cambios tecnológicos que moldean el entorno.

Por supuesto, y como se puede deducir de lo anterior, la falta de conocimiento sobre el uso de la IA puede acarrear significativas consecuencias sociales negativas. La carencia de una comprensión adecuada de esta tecnología aumenta la vulnerabilidad ante su uso indebido y ante la desinformación. Además, un uso ineficiente de la IA implicaría el desaprovechamiento de recursos y oportunidades de mejora. Asimismo, la falta de habilidades para manejar la IA puede agravar las desigualdades digitales, dejando a ciertos grupos aún más rezagados en un mundo progresivamente tecnológico. En definitiva, es fundamental que el conjunto de la sociedad tenga un conocimiento sólido sobre la IA para maximizar sus beneficios y minimizar sus riesgos. Este conocimiento, como muchos otros, ni es inmediato ni se puede dar por supuesto. Al igual que desarrollamos nuestras habilidades cognitivas a través del aprendizaje y el esfuerzo, se puede esperar que la experiencia con la IA mejore la eficiencia en su utilización.

Cabe señalar que, incluso aunque estén dispuestas a utilizar la IA, muchas personas manifiestan su desconfianza hacia ella (Liehner

et al., 2023). No debería sorprender el recelo hacia la IA si se tiene en cuenta que su aplicación a distintas tareas entraña riesgos significativos. Algunos son nuevos para la sociedad, pero no todos. Como ante otras revoluciones tecnológicas, los cambios en la demanda de empleo y la desigualdad económica ocupan un lugar central en la preocupación de muchos sociólogos y economistas, ya que la IA puede dejar obsoletas muchas tareas mientras concentra riqueza y poder en manos de quienes controlan estas tecnologías. Otras amenazas hacen referencia a riesgos para la seguridad, la perpetuación de sesgos si los sistemas de IA utilizan datos defectuosos, o las violaciones de la privacidad debido a la necesidad que estos sistemas tienen de ingentes cantidades de datos. También surgen problemas éticos en áreas como la salud, la justicia penal y las armas autónomas, en las que las decisiones de la IA pueden impactar significativamente la vida humana. La difusión de desinformación a través de contenido generado por IA, como los *deepfakes*, plantea retos adicionales. La consideración conjunta de las magnitudes de estos riesgos y beneficios da cuenta del enorme reto que implica diseñar una regulación de la IA que fomente su desarrollo a la vez que proteja a la sociedad de su mal uso.

Por supuesto, la regulación de la IA en un país o en una región determinada no es independiente de las características de la sociedad que ha de cumplirla. Sirvan de ejemplo las diferencias en la regulación de la IA entre Estados Unidos y Europa, que reflejan los distintos clímas de opinión pública, cultura y valores predominantes en cada región. En Europa, prevalece la determinación por establecer regulaciones en nombre de la seguridad, la privacidad y la protección de los datos personales. En todo caso, las recientes iniciativas comunitarias para evitar el cifrado de extremo a extremo de forma que se pueda acceder a las comunicaciones durante investigaciones criminales apuntan a que la balanza de la prioridad regulatoria en Europa se inclina más hacia la seguridad que hacia la privacidad². Por su parte, Estados Unidos adopta un enfoque mucho más liberal en la regulación de la IA, priorizando la innovación y el desarrollo tecnológico sobre la normativa. Esta regulación más laxa permite a las empresas experimentar y crecer con menos restricciones, fomentando un

¹ La última Encuesta de Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España, del FECYT, data de 2022 y su trabajo de campo se realizó antes del lanzamiento de ChatGPT en noviembre de ese año.

² Veáse <https://www.forbes.com/sites/digital-assets/2024/05/07/european-threat-to-end-to-end-encryption-would-invade-phones/>

entorno más dinámico y competitivo. Refleja, también, una cultura que valora especialmente la libertad empresarial, la flexibilidad y la rapidez de los avances tecnológicos. No obstante, este enfoque liberal no está exento de críticas, que señalan la falta de protecciones adecuadas para la privacidad. En definitiva, mientras Europa avanza con un enfoque más cauteloso y regulador, Estados Unidos sigue un camino más liberal y menos restrictivo. China, por otro lado, practica una aproximación centralizada y autoritaria, utilizando la tecnología para fortalecer el control estatal y la vigilancia masiva; una estrategia que, por lo demás, se corresponde con una cultura política que prioriza la estabilidad social y el control gubernamental sobre la libertad individual y la privacidad.

Con el objetivo de analizar la percepción social de la IA en el contexto español, este artículo se estructura de la siguiente manera. Tras explicar brevemente la evolución de la IA para contextualizar el momento actual, en el que se va tomando conciencia global del potencial impacto para la humanidad, el tercer apartado presenta las principales teorías y evidencias sobre los determinantes de la percepción social de las nuevas tecnologías, con un enfoque particular en la IA. A continuación, en el cuarto apartado, se estudia el conocimiento y uso de la inteligencia artificial en España. En el quinto se analizan las distintas dimensiones que reflejan las expectativas negativas que la IA puede generar en la sociedad. A la explicación, en el sexto apartado, de algunos hallazgos sobre la postura de la sociedad española ante la regulación de la IA y su percepción acerca de quién está liderando esta tecnología en la carrera internacional le siguen unas breves conclusiones.

2. LA IA NI HA NACIDO AHORA, NI HA ALCANZADO AÚN LA MADUREZ

La conciencia pública sobre el impacto de la IA ha crecido significativamente desde el lanzamiento en octubre de 2022 de ChatGPT, una aplicación que utiliza un Modelo de Lenguaje de Gran Escala (LLM, por sus siglas en inglés) de la compañía OpenAI. Este modelo permite interactuar con la tecnología de manera natural y efectiva, haciendo mucho más accesible para la sociedad general la comprensión del potencial impacto de la IA en la vida diaria. Los últimos

años de la década de 2010 y, especialmente, los primeros de la década de 2020 han sido testigo de una explosión de herramientas basadas en IA accesibles para el gran público. Estas herramientas representan avances significativos en diversas tareas. Entre ellas se incluyen la traducción de textos (DeepL), la edición de textos (Grammarly), la generación de imágenes (MidJourney, DALL-E), la creación de contenido escrito (Jasper), la asistencia en programación (GitHub Copilot), la mejora de la productividad en aplicaciones de oficina (Microsoft Copilot), las funciones avanzadas para videoconferencias y reuniones virtuales (Zoom), y las herramientas de diseño gráfico asistidas por IA (Canva). Además, la IA ha impulsado avances significativos en campos menos visibles para el público general, como la atención médica, donde se utiliza para diagnósticos y tratamientos personalizados, y en la defensa, con tecnologías que mejoran la seguridad y la vigilancia. Estos desarrollos no solo demuestran la capacidad de la IA para aumentar la productividad, sino que también hacen que esta tecnología sea más tangible y relevante para el público general.

En todo caso, la IA no es un concepto nuevo. Sus raíces se remontan a ideas filosóficas antiguas sobre autómatas y seres artificiales, aunque el desarrollo moderno comenzó en el siglo XX. Se suele citar el Test de Turing, planteado en 1950, como el hito que sentó las bases para la IA moderna. Este test proponía que si una máquina podía engañar a un humano haciéndole creer que también era humana, entonces podía considerarse inteligente. La Conferencia de Dartmouth, celebrada en 1956, reunió a un grupo de investigadores para explorar la posibilidad de crear máquinas inteligentes y marcó el nacimiento oficial de la IA como disciplina académica. Durante esos años, los investigadores desarrollaron programas que podían resolver problemas matemáticos y jugar al ajedrez, aunque sus capacidades eran aún bastante limitadas. En las décadas de 1970 y 1980 el interés y la financiación disminuyeron ante las dificultades para superar algunos desafíos técnicos, como la falta de capacidad computacional y la complejidad del lenguaje natural. A pesar de ello, incluso en esas décadas –en ocasiones referidas como “el invierno de la IA”– se produjeron avances como los de los “sistemas expertos”, que lograron éxitos reseñables, por ejemplo en la medicina, al imitar la toma de decisiones de expertos humanos.

Avances tecnológicos y teóricos en los años noventa contribuyeron al renacimiento de la IA. Un hito importante (y mediático) ocurrió en 1997, cuando Deep Blue de IBM venció al campeón mundial de ajedrez Garry Kasparov. En esa década, el aprendizaje automático comenzó a ganar protagonismo, permitiendo a las computadoras aprender y mejorar con la experiencia, y dando lugar a exitosas aplicaciones para el reconocimiento de voz y la visión por computadora.

Pero es ya en el siglo XXI cuando la humanidad ha asistido a una explosión en el desarrollo y la aplicación de la IA, impulsada por el *big data* y el aprendizaje profundo (*deep learning*). Este último, inspirado en la estructura y función del cerebro humano, ha permitido progresos muy significativos en reconocimiento de imágenes, procesamiento del lenguaje natural y otros campos. Según el *AI index 2024 annual report*, en 2023 la IA ha logrado superar el rendimiento humano en varias áreas, como la clasificación de imágenes, el razonamiento visual y la comprensión del inglés. Empresas tecnológicas como Google, Facebook y Amazon han integrado la IA en productos y servicios cotidianos, como asistentes virtuales que utilizan técnicas avanzadas para interactuar con los usuarios. Particularmente relevante para la opinión pública ha sido el desarrollo de los LLM. Estos modelos han revolucionado la interacción con la IA, permitiendo generar textos coherentes a partir de grandes cantidades de datos.

A medida que la IA continúa evolucionando, el desarrollo de una inteligencia artificial general (AGI, por sus siglas en inglés) se está convirtiendo en un tema de gran interés y debate. La AGI se refiere a una IA que puede igualar o superar la inteligencia humana en todas las tareas, no solo en ámbitos específicos. Este tipo de IA tendría la capacidad de aprender y adaptarse de manera autónoma, abriendo posibilidades sin precedentes, pero también planteando (nuevos) desafíos éticos y de seguridad. Investigadores y futuristas han propuesto diversos escenarios futuros para la AGI, que varían desde utopías en las que la tecnología resuelve problemas globales y mejora significativamente la calidad de vida, hasta distopías en las que la IA podría exacerbar desigualdades, eliminar empleos y, en el peor de los casos, volverse incontrolable. Entre estos expertos ha destacado Ray Kurzweil (2015), que ha desa-

rrollado el argumento sobre la "singularidad", un punto hipotético en el futuro en el que el crecimiento tecnológico se vuelve incontrolable y cambia, irreversiblemente y de forma impredecible, la sociedad humana. Kurzweil y otros teóricos sugieren que la singularidad podría alcanzarse alrededor de 2045, aunque esta fecha es especulativa y depende de numerosos factores tecnológicos y sociales.

Nick Bostrom, otro influyente pensador en el campo de la IA y la singularidad, examina en su libro *Superintelligence: Paths, dangers, strategies* (2014) los posibles escenarios en los que la AGI podría surgir y las implicaciones éticas y de seguridad que conllevaría. Bostrom advierte sobre los riesgos existenciales que la AGI podría representar para la humanidad si no se gestionan adecuadamente y aboga por una planificación proactiva para asegurar que el desarrollo de la IA se alinee con los intereses humanos.

3. ¿CÓMO SE MOLDEA LA PERCEPCIÓN SOCIAL DE LA IA?

Muchas veces la relación entre sociedad y tecnología se ha interpretado desde un punto de vista determinista, según el cual la tecnología se desarrolla de manera autónoma y afecta a la sociedad unilateralmente. Sin embargo, es importante reconocer la interacción entre la sociedad y la tecnología, como señalan Sartori y Bocca (2023), y poner de relieve que diversos factores sociales también moldean el desarrollo y, sobre todo, el uso de la tecnología.

Las investigaciones de carácter teórico sobre la interacción entre sociedad y tecnología se han fijado especialmente, aunque no solo, en los determinantes de la adopción de nuevas tecnologías. De hecho, este es un tema ampliamente estudiado y conceptualizado por diversos modelos teóricos. Entre los más destacados se encuentra el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM, por sus siglas en inglés), desarrollado por Fred Davis en 1989 (Davis y Granić, 2024), de acuerdo con el cual la adopción de una tecnología depende significativamente de la percepción social de su utilidad. La facilidad de uso también es crucial para Davis: las tecnologías intuitivas y

que requieren poco esfuerzo de aprendizaje y uso se adoptan más rápidamente. Estos factores influyen en la actitud hacia el uso de la tecnología, que, a su vez, afecta a la intención de uso y a su uso efectivo. Además, la confianza en la tecnología y en sus proveedores es esencial. En este sentido, aspectos como la privacidad de los datos, la seguridad y la transparencia de los sistemas de IA adquieren importancia en la implantación de la tecnología.

Dando un paso más allá, la Teoría Unificada de Aceptación y Uso de Tecnología (UTAUT), propuesta por Venkatesh en 2003 integra elementos de varias teorías anteriores y destaca cuatro constructos clave: la expectativa de rendimiento, la expectativa de esfuerzo, la influencia social y las condiciones facilitadoras (Venkatesh, 2022). Se consideran aquí la edad y el género como variables moderadoras, junto con la experiencia y la voluntariedad de uso. Por su parte, y poniendo el foco en los usuarios, la Teoría de la Difusión de Innovaciones (DOI), propuesta por Everett Rogers en 1962, constituye un marco teórico que explica cómo las nuevas ideas, prácticas o productos se propagan a través de diferentes canales de comunicación a lo largo del tiempo entre los miembros de un mismo sistema social (Rogers, 2004). Esta teoría ha sido ampliamente utilizada y estudiada en diversas disciplinas académicas, como la salud pública, la tecnología de la información, la educación y la gestión de la innovación. Rogers clasificó a los adoptantes de una innovación en cinco categorías definidas en función de su disposición y capacidad para adoptar nuevas ideas: "los innovadores" son los primeros en adoptar, asumiendo riesgos y con acceso a recursos financieros y técnicos; "los adoptadores tempranos" son líderes de opinión que influyen en la difusión de la innovación; "la mayoría temprana" adopta la innovación después de comprobar su eficacia; le sigue "la mayoría tardía", más escéptica; finalmente, "los rezagados" son los últimos en adoptar una tecnología debido a su aversión al cambio.

Un concepto especialmente relevante en cuanto a la IA es el de los imaginarios socio-técnicos (Sartori y Bocca, 2023). Definidos como visiones colectivas y estables de futuros deseables, estos imaginarios juegan un papel crucial en la forma en que la sociedad percibe y organiza la tecnología. Por ejemplo, Cave y Dihal (2019) destacan cómo la imaginación colectiva,

influida por narrativas tanto ficticias como reales, juega un papel significativo en la formación del discurso sobre la IA. Estos imaginarios incluyen tanto esperanzas idealistas como temores que las personas proyectan sobre estas tecnologías. Liehner *et al.* (2023) también subrayan el papel de las utopías y las distopías al poner de relieve cómo, de hecho, la confianza y la intención de uso se relacionan con la creencia en un mundo peligroso y con el optimismo tecnológico.

Más allá de las dimensiones directamente relacionadas con la tecnología, el conocimiento y la aceptación de la IA dependen de factores relativos a las sociedades en que se implantan. Diversos estudios han mostrado la influencia de distintas variables sociodemográficas en las actitudes y la confianza respecto a la IA. Por ejemplo, el nivel educativo se ha relacionado positivamente con una visión más favorable de la IA (Tyso y Kikuchi, 2023), mientras que la edad se ha señalado como un factor que influye negativamente en el conocimiento y el interés por esta tecnología (Sánchez-Holgado *et al.*, 2022). La revisión que Zhang (2022) hace de varias encuestas en diversos contextos internacionales concluye que las mujeres y los individuos de menor estatus socioeconómico suelen presentar menores niveles de confianza hacia la IA. En una revisión de otros estudios, también Jermutus *et al.* (2022) encuentran una menor propensión de las mujeres a confiar en la inteligencia artificial. Este resultado es muy frecuente en los trabajos empíricos sobre la percepción social de la IA. Entre los más recientes figuran los del Pew Research (Tyson y Kikuchi, 2023), el *AI index 2024 annual report* (Maslej, 2024) y, con datos españoles de 2022, los procedentes de la *Encuesta de Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España* (FECYT, 2023).

Las investigaciones indican que, aunque la sociedad está cada vez más informada sobre la IA, para sectores cuantitativamente significativos la comprensión sobre ella aún es vaga (Merenkov *et al.*, 2021; Vogels, 2023) y, de hecho, las dificultades para estimar sus beneficios y riesgos la convierten en una especie de "caja negra" (Brauner *et al.*, 2023). También en campos específicos (y críticos) como la defensa, la investigación empírica ha revelado importantes malentendidos en el conocimiento que tiene la población general (Hadlington *et al.*, 2024).

El contexto social y cultural, en todo caso, juega un papel fundamental en la respuesta de la sociedad a la IA. Por ejemplo, las personas de Asia Oriental presentan niveles de confianza relativamente altos (Zhang, 2022). También, por ejemplo, Yigitcanlar *et al.* (2023) señalan que los australianos son menos propensos que los hongkoneses a valorar la utilidad de la IA en la mejora de los servicios gubernamentales locales. En todo caso, la preocupación por los riesgos de la IA se halla muy presente en análisis empíricos desarrollados en contextos tan diferentes como China (Mao y Shi-Kupfer, 2023), Reino Unido (Crockett *et al.*, 2020) o Italia (Sartori y Bocca, 2023).

La confianza pública en la IA también varía significativamente según la aplicación específica. Así lo señalan, para el Reino Unido, Crockett *et al.* (2020), que encuentran diferentes niveles de confianza en las aplicaciones de IA según sus usos, con niveles de confianza mayores para IA en aplicaciones como dispositivos domésticos inteligentes, y menores en áreas como la legislación o las armas autónomas. Incluso en su aplicación a un mismo ámbito como el de la medicina, las acti-

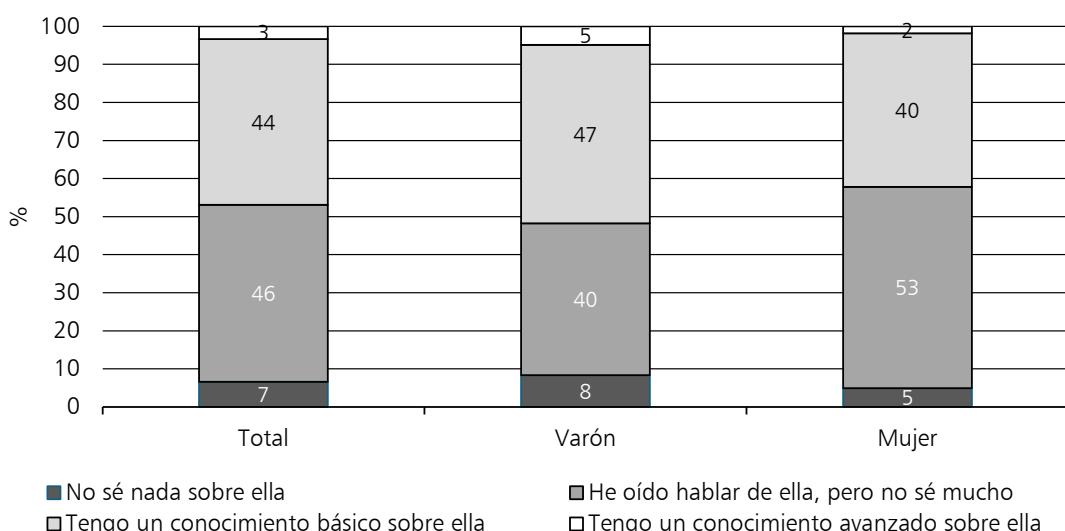
tudes difieren en función del tipo de tarea (Beets *et al.*, 2023). También, investigaciones como las de Zimmer *et al.* (2021) han señalado cómo el público, en general, prefiere que las decisiones médicas las tome el personal sanitario, aun cuando considera más probable que tales decisiones, en comparación con las que podría generar la IA, adolezcan de sesgos culturales. Análisis realizados con datos de Estados Unidos encuentran evidencias similares (Tyson *et al.*, 2023). Esta postura ambivalente se manifiesta también en cuanto a la opinión sobre la aplicación de la IA a las artes (Brewer *et al.*, 2024): el apoyo a su uso puede convivir con la creencia de que provocará la desaparición de empleos, una de las preocupaciones más citadas respecto a la IA (Marken y Nicola, 2023).

4. QUIÉN CONOCE Y USA LA IA EN ESPAÑA

En este apartado se presentan algunas pautas relevantes sobre el conocimiento y uso

GRÁFICO 1

FAMILIARIDAD CON LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL (POBLACIÓN DE 25 A 64 AÑOS, ESPAÑA, 2023)



Pregunta: “¿En qué medida está familiarizado/a con la inteligencia artificial? No sé nada sobre ella; he oido hablar de ella, pero no sé mucho; tengo un conocimiento básico sobre ella; tengo un conocimiento avanzado sobre ella”.

Fuente: Encuesta Funcas sobre Inteligencia Artificial (diciembre 2023).

de la IA entre los participantes en la *Encuesta Funcas sobre Inteligencia Artificial*, realizada en diciembre de 2023 a una muestra de 1.000 personas. De los resultados de la encuesta se desprende, en primer lugar, que tanto el conocimiento (autopercibido) como el uso de esta tecnología es escaso. Ante la pregunta sobre grado de familiaridad con la IA, la mayoría de los encuestados (53 por ciento) declaró tener un conocimiento limitado o nulo (no saber nada sobre ella o haber oído hablar, pero no saber mucho). Un 44 por ciento reconoció un conocimiento básico, y muy pocos (3 por ciento) manifestaron contar con un conocimiento avanzado (gráfico 1). De forma muy notable, y como cabría esperar, la edad influye en esta percepción: entre los jóvenes de 25 a 34 años, el porcentaje de los que declaran saber poco o nada disminuye a un 36 por ciento y, de hecho, el 10 por ciento de este grupo de edad afirma tener un conocimiento avanzado (gráfico 2).

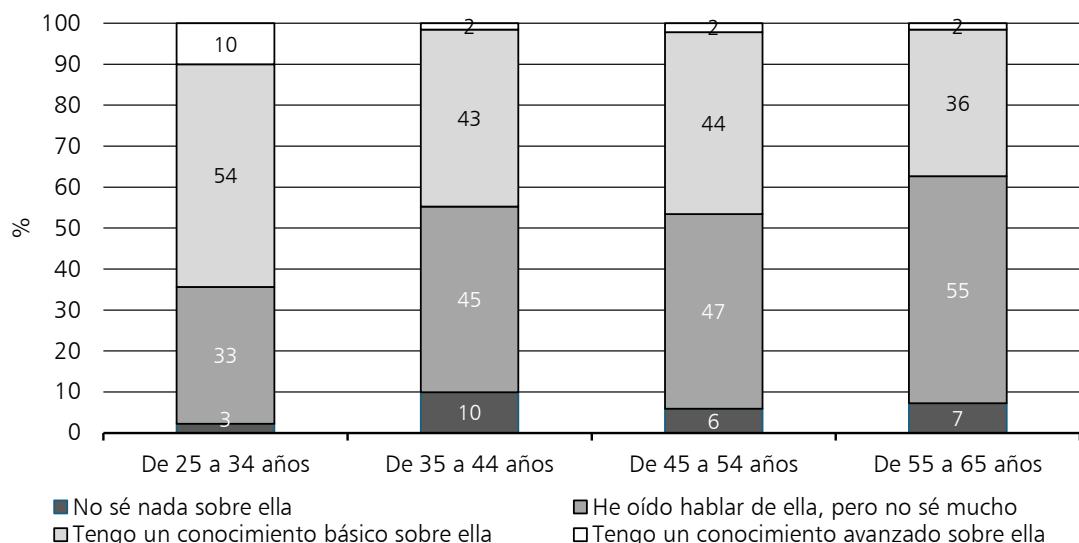
El género establece otra división clara entre los encuestados, ya puesto de relieve en otras encuestas. Las mujeres, en general, repor-

tan un menor conocimiento sobre la IA que los hombres: un 58 por ciento declaran saber poco o nada sobre la IA, frente al 48 por ciento de los hombres (gráfico 1). Esta tendencia es consistente con estudios previos que sugieren que las mujeres tienden a subestimar sus habilidades en ciencia y tecnología, incluso cuando sus competencias son similares a las de los hombres, como señala Sainz (2024) en este mismo número. No obstante, la concentración de las diferencias entre los más jóvenes cuestiona que se pueda atribuir la brecha de género únicamente a la subestimación de las habilidades de las mujeres: el 16 por ciento de los hombres jóvenes manifiestan un conocimiento avanzado, frente al 4 por ciento de las mujeres de la misma edad. Cabe destacar que, como se verá a continuación, son precisamente los hombres jóvenes quienes muestran una mayor frecuencia de uso de la inteligencia artificial, factor positivamente relacionado con una mayor familiaridad con la tecnología.

También el nivel educativo juega un papel crucial. Aquellos con educación universitaria

GRÁFICO 2

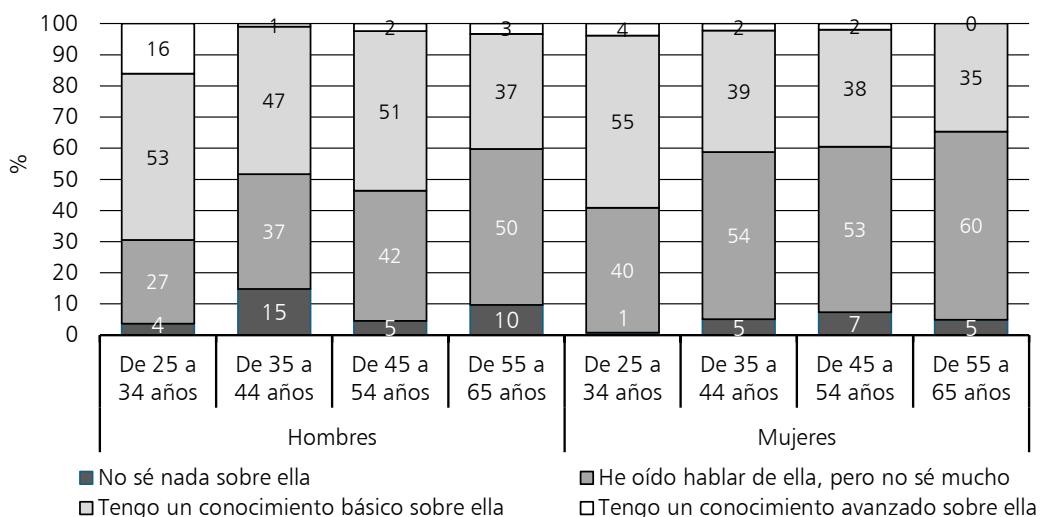
FAMILIARIDAD CON LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL, POR EDAD
(POBLACIÓN DE 25 A 64 AÑOS, ESPAÑA, 2023)



Pregunta: "¿En qué medida está familiarizado/a con la inteligencia artificial? No sé nada sobre ella; he oido hablar de ella, pero no sé mucho; tengo un conocimiento básico sobre ella; tengo un conocimiento avanzado sobre ella".

Fuente: *Encuesta Funcas sobre Inteligencia Artificial* (diciembre 2023).

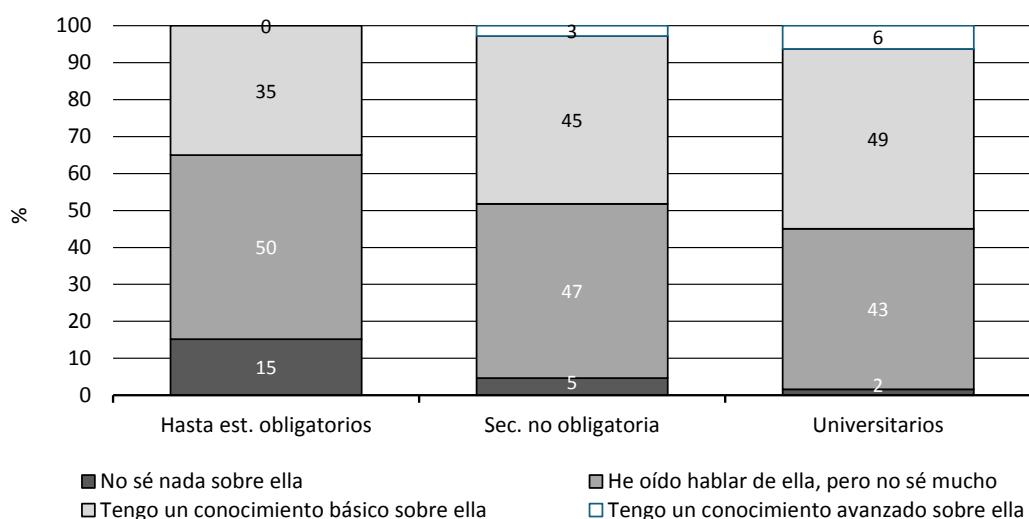
GRÁFICO 3

FAMILIARIDAD CON LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL, POR SEXO Y EDAD
(POBLACIÓN DE 25 A 64 AÑOS, ESPAÑA, 2023)

Pregunta: "¿En qué medida está familiarizado/a con la inteligencia artificial? No sé nada sobre ella; he oido hablar de ella, pero no sé mucho; tengo un conocimiento básico sobre ella; tengo un conocimiento avanzado sobre ella".

Fuente: Encuesta Funcas sobre Inteligencia Artificial (diciembre 2023).

GRÁFICO 4

FAMILIARIDAD CON LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL, POR NIVEL EDUCATIVO
(POBLACIÓN DE 25 A 64 AÑOS, ESPAÑA, 2023)

Pregunta: "¿En qué medida está familiarizado/a con la inteligencia artificial? No sé nada sobre ella; he oido hablar de ella, pero no sé mucho; tengo un conocimiento básico sobre ella; tengo un conocimiento avanzado sobre ella".

Fuente: Encuesta Funcas sobre Inteligencia Artificial (diciembre 2023).

se perciben como más informados sobre la IA: el porcentaje de los que afirman saber poco o nada sobre ella se reduce en este grupo de personas más formadas al 45 por ciento, mientras que alcanza el 65 por ciento entre los encuestados que, como máximo, han cursado educación obligatoria (gráfico 4).

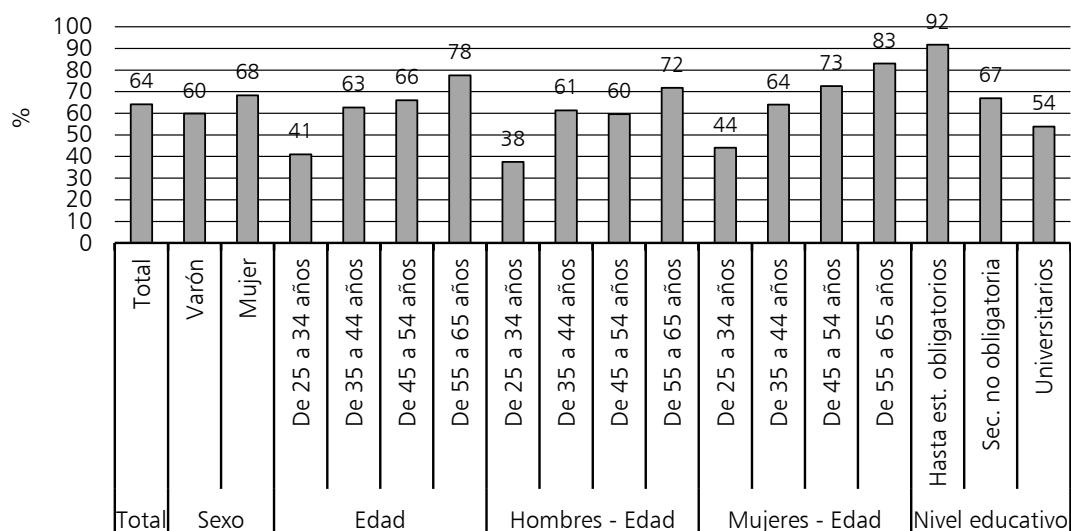
La encuesta proporciona también datos sobre el conocimiento y uso de ChatGPT, una de las herramientas que la población general conoce e identifica como basada en inteligencia artificial. Dos de cada diez encuestados no han oído nunca hablar de esta aplicación y casi dos de cada tres (64 por ciento) no lo han usado nunca (porque no hayan oído hablar de ella o porque, habiendo oído hablar, no la han usado). Aunque el 19 por ciento la han usado varias veces, solo el 4 por ciento del total de encuestados declaran usarlo con frecuencia (gráfico 5). Edad, género y nivel educativo son también variables que se relacionan con el uso de esta herramienta: jóvenes, hombres y personas con estudios universitarios declaran en

mayor medida haber usado ChatGPT alguna vez y, de haberlo hecho, con una mayor frecuencia.

El uso frecuente de ChatGPT se concentra, sobre todo, entre los hombres jóvenes, aunque ni mucho menos es mayoritario. Uno de cada cinco (21 por ciento) afirma usarlo con frecuencia, mientras que entre las mujeres de la misma edad la proporción no llega a una de cada diez (8 por ciento). De hecho, un 38 por ciento de los varones jóvenes nunca ha usado ChatGPT, pero esta proporción es seis puntos mayor entre las mujeres jóvenes (44 por ciento) (gráfico 6). La distancia respecto a los mayores, en todo caso, es oceánica: el 72 por ciento de los hombres entre 55 y 64 años, y el 83 por ciento de las mujeres en ese mismo rango de edad, no han usado nunca ChatGPT. De casi la misma magnitud es la distancia entre encuestados de diferentes niveles educativos: el 56 por ciento de los universitarios no han utilizado nunca ChatGPT, pero entre las personas que como máximo han alcanzado el nivel de

GRÁFICO 5

PERSONAS QUE NO HAN OÍDO HABLAR O NO HAN UTILIZADO NUNCA CHATGPT, POR SEXO, EDAD Y NIVEL EDUCATIVO (POBLACIÓN DE 25 A 64 AÑOS, ESPAÑA, 2023)



Pregunta: "¿Ha oido hablar de la tecnología de inteligencia artificial ChatGPT?" y "¿Ha usado alguna vez ChatGPT? Sí, con frecuencia; Sí, varias veces; Sí, una vez; No, nunca".

Fuente: Encuesta Funcas sobre Inteligencia Artificial (diciembre 2023).

estudios obligatorios este porcentaje asciende al 92 por ciento.

5. LOS RECELOS HACIA LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Tal y como se ha expuesto a lo largo de este artículo, la IA no es la primera tecnología cuyos riesgos suscitan intensas preocupaciones, pero la novedad de algunos de esos riesgos y la enorme incertidumbre que generan agravan esas inquietudes. La *Encuesta Funcas sobre Inteligencia Artificial* ofrece evidencias sobre las expectativas que los entrevistados tienen del impacto de la IA en tres dimensiones: en su vida (en un plazo de cinco años), en el empleo (en España) y en la humanidad.

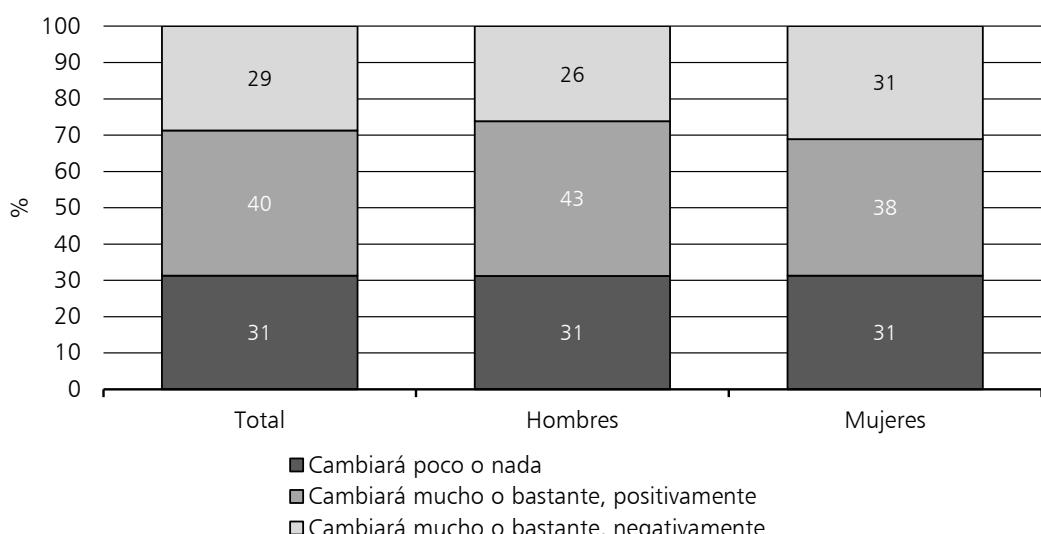
Tres de cada diez entrevistados creen que la IA tendrá poco o ningún impacto en sus vidas en el plazo de cinco años (gráfico 6). El escepticismo sobre el impacto de esta tecnología es mayor entre las personas de más edad y las que

carecen de estudios universitarios, sin que los datos arrojen diferencias ostensibles entre hombres y mujeres. En cambio, más de dos tercios de los encuestados opinan que la IA puede cambiar sus vidas mucho o bastante en el medio plazo y, entre ellos, son más los que creen que el cambio será positivo que negativo. De entre el total de encuestados, cuatro de cada diez piensan que la IA cambiará sus vidas bastante o mucho de forma positiva, y tres de cada diez, que lo hará negativamente. El pesimismo sobre las consecuencias de la IA es algo mayor entre las mujeres; (gráfico 6) por el contrario, el optimismo se concentra nuevamente entre los jóvenes (tanto hombres como mujeres) (gráfico 7) y los universitarios (gráfico 8).

En cuanto a una de las grandes preocupaciones respecto a la IA, sus consecuencias sobre el empleo en España, el porcentaje de pesimistas es similar al del impacto esperado sobre la propia vida de los encuestados, aunque, en este aspecto, más mujeres que hombres expresan expectativas negativas (30 por ciento frente al 21 por ciento de los hombres), lo que probaba-

GRÁFICO 6

IMPACTO ESPERADO DE LA IA EN LA VIDA DE LOS ENCUESTADOS EN LOS PRÓXIMOS CINCO AÑOS, POR SEXO (POBLACIÓN DE 25 A 64 AÑOS, ESPAÑA, 2023)

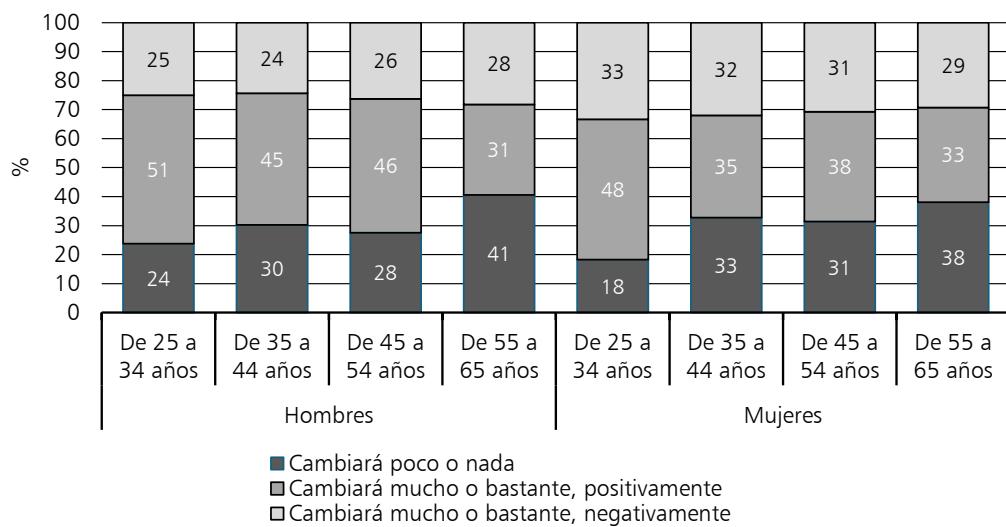


Pregunta: "¿Cuánto cree que la inteligencia artificial puede cambiar su vida en los próximos cinco años? Mucho, bastante, poco o nada. "y" ¿Prevé que ese cambio sea positivo o negativo?".

Fuente: *Encuesta Funcas sobre Inteligencia Artificial* (diciembre 2023).

GRÁFICO 7

IMPACTO ESPERADO DE LA IA EN LA VIDA DE LOS ENCUESTADOS EN LOS PRÓXIMOS CINCO AÑOS, POR EDAD Y SEXO (POBLACIÓN DE 25 A 64 AÑOS, ESPAÑA, 2023)

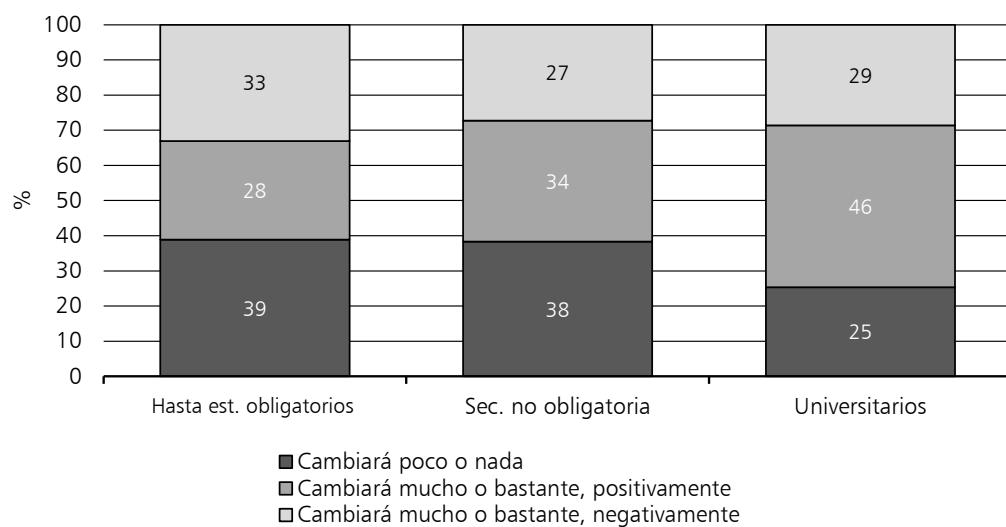


Pregunta: "¿Cuánto cree que la inteligencia artificial puede cambiar su vida en los próximos cinco años? Mucho, bastante, poco o nada." y "¿Prevé que ese cambio sea positivo o negativo?".

Fuente: Encuesta Funcas sobre Inteligencia Artificial (diciembre 2023).

GRÁFICO 8

IMPACTO ESPERADO DE LA IA EN LA VIDA DE LOS ENCUESTADOS EN LOS PRÓXIMOS CINCO AÑOS, POR NIVEL EDUCATIVO (POBLACIÓN DE 25 A 64 AÑOS, ESPAÑA, 2023)

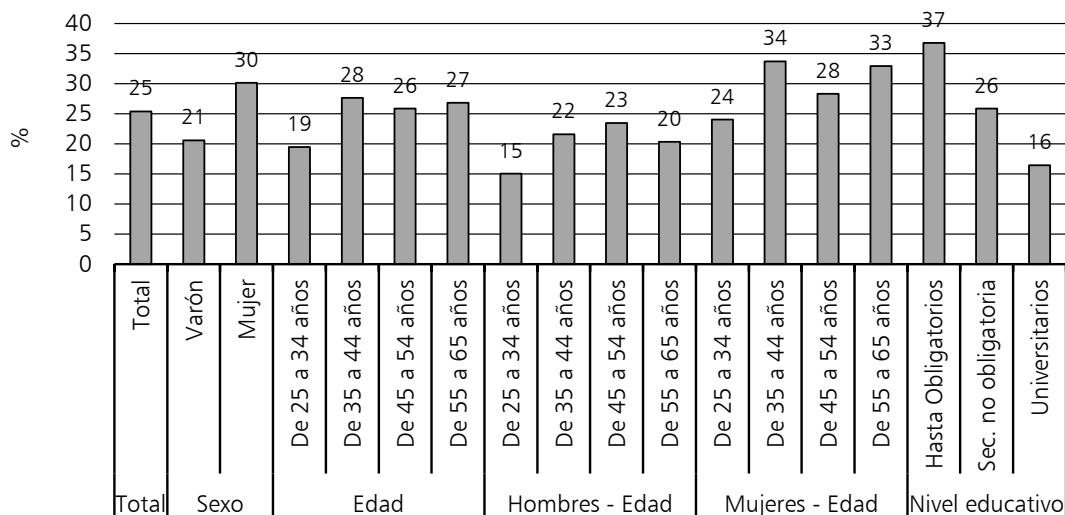


Pregunta: "¿Cuánto cree que la inteligencia artificial puede cambiar su vida en los próximos cinco años? Mucho, bastante, poco o nada." y "¿Prevé que ese cambio sea positivo o negativo?".

Fuente: Encuesta Funcas sobre Inteligencia Artificial (diciembre 2023).

GRÁFICO 9

IMPACTO ESPERADO NEGATIVO DE LA IA SOBRE EL EMPLEO EN ESPAÑA, POR SEXO, EDAD Y NIVEL DE ESTUDIOS (POBLACIÓN DE 25 A 64 AÑOS, ESPAÑA, 2023)



Pregunta: “¿Con cuál de las siguientes frases está más de acuerdo? En España, la inteligencia artificial... Va a tener un gran impacto negativo en el empleo; va a tener un impacto negativo en el empleo, pero nos adaptaremos y también se crearán nuevos empleos; no tendrá un gran impacto negativo en el empleo”.

Fuente: Encuesta Funcas sobre Inteligencia Artificial (diciembre 2023).

blemente refleja que perciben una mayor vulnerabilidad en el mercado laboral (gráfico 9). Las expectativas negativas son también menos frecuentes entre los jóvenes, especialmente los hombres jóvenes. Por último, una de las variables que se relaciona más intensamente con un impacto esperado negativo es el nivel de estudios. La diferencia entre los que han cursado como máximo estudios obligatorios y los que han completado estudios universitarios es de 20 puntos (37 por ciento entre los primeros y 16 por ciento entre los últimos).

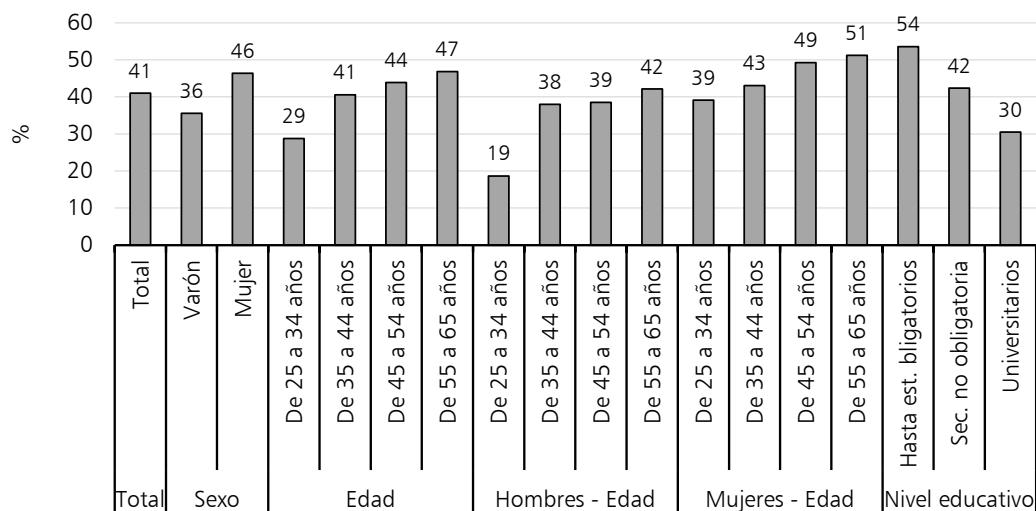
Frente a estas dos expectativas acotadas (temporalmente, la vida de los entrevistados; espacialmente, el empleo) la preocupación se intensifica al considerar una dimensión más imprecisa, aunque trascendental: la humanidad. Mientras que un 29 por ciento esperan un efecto negativo en sus vidas en un plazo de cinco años, y un 25 por ciento un efecto negativo sobre el empleo en España, el porcentaje de personas que perciben en la IA una amenaza para la humanidad asciende al 41 por ciento

(gráfico 10). Las diferencias entre estas cifras sugieren que muchos sitúan esa amenaza en un horizonte temporal de largo plazo. Esta desconfianza en las consecuencias de la IA alcanza valores más elevados entre las mujeres (sobre todo, las mayores) y las personas con menor nivel educativo. Nuevamente, son los hombres jóvenes los que muestran una opinión más favorable a la IA.

Como cabría esperar, las visiones negativas sobre la IA correlacionan entre sí. Más de ocho de cada diez encuestados que anticipan cambios negativos en sus vidas o en el empleo consideran también que la IA representa una amenaza para la humanidad (87 y 82 por ciento, respectivamente). Sin embargo, muchas personas que perciben riesgos existenciales para la humanidad no temen efectos negativos más acotados. Por ejemplo, el 49 por ciento de los que creen que la IA es una amenaza para la humanidad no espera un efecto negativo en el empleo en España.

GRÁFICO 10

CONSIDERACIÓN DE LA IA COMO UNA AMENAZA PARA LA HUMANIDAD, POR SEXO, EDAD Y NIVEL DE ESTUDIOS (POBLACIÓN DE 25 A 64 AÑOS, ESPAÑA, 2023)



Pregunta: "¿Y diría que, para la humanidad, la inteligencia artificial es, más bien, una amenaza o una oportunidad?".

Fuente: Encuesta Funcas sobre Inteligencia Artificial (diciembre 2023).

Como han señalado muchas investigaciones sobre la relación entre la sociedad y la tecnología (por ejemplo, Jermutus *et al.*, 2022 y Yigitcanlar *et al.*, 2023), las actitudes hacia la IA se relacionan estrechamente con la experiencia en su uso. La media del 41 por ciento de personas que consideran la IA una amenaza sube al 49 por ciento entre quienes nunca han usado ChatGPT. También el uso se relaciona con la expectativa de un impacto negativo en el empleo, que es del 12 por ciento entre los que han usado ChatGPT varias veces o de forma frecuente, pero asciende al 25 por ciento para el total de los encuestados. Es importante destacar, de todas formas, la dificultad de establecer una dirección causal en estas correlaciones. Si bien la familiaridad con la IA puede reducir la desconfianza hacia la tecnología, también es posible que las personas con menos temores sean las más propensas a explorarla y utilizarla.

6. PRIORIDADES EN LA REGULACIÓN DE LA IA Y LIDERAZGO GLOBAL

La regulación de la IA es un tema de creciente importancia y debate. La dificultad de

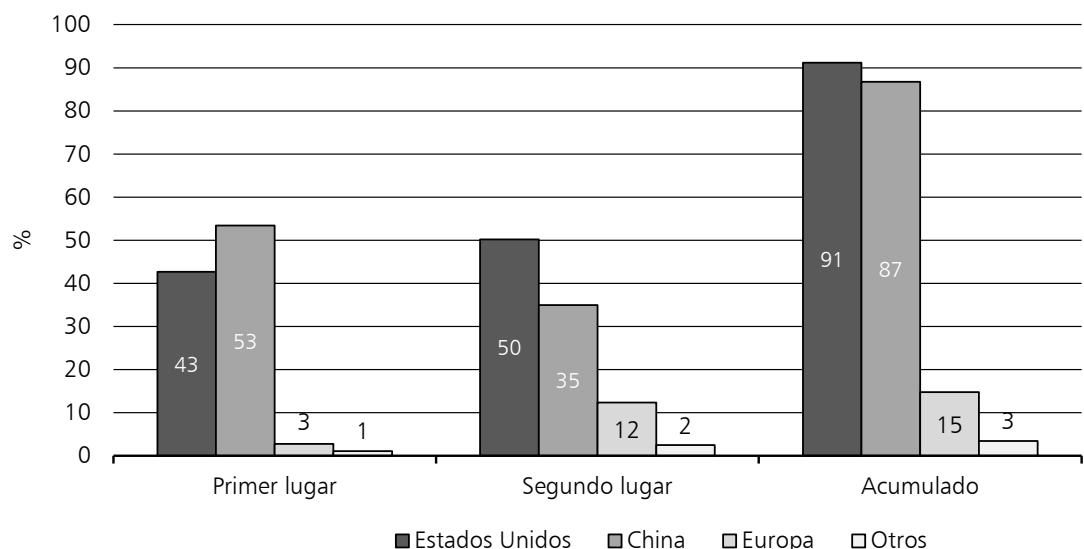
la decisión sobre si la prioridad debe ser controlar su uso o fomentar su desarrollo refleja la complejidad del equilibrio entre aprovechar los beneficios de la IA y mitigar sus riesgos. Comprender las preferencias de la sociedad en este aspecto puede contribuir a explicar las decisiones sobre las políticas sobre el desarrollo en la IA en los próximos años, toda vez que cabe esperar que los partidos políticos las tomen en cuenta, al menos hasta cierto punto.

La mayoría de los participantes en la *Encuesta Funcas sobre Inteligencia Artificial* muestran una clara preferencia por que la regulación se centre en controlar el desarrollo y funcionamiento de la IA en aspectos como el uso, la privacidad y la transparencia. Concretamente, cinco de cada seis encuestados (83 por ciento) creen que este debería ser el principal objetivo de la regulación comunitaria en materia de IA. Solo un 14 por ciento de los encuestados opinan que la prioridad debe ser fomentar la inversión y la innovación en IA para mantener la competitividad internacional de las economías europeas.

Esta preferencia por el control regulatorio prevalece rotundamente en todos los grupos de

GRÁFICO 11

PERCEPCIÓN SOBRE EL LIDERAZGO EN LA CARRERA INTERNACIONAL POR LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL (POBLACIÓN DE 25 A 64 AÑOS, ESPAÑA, 2023)



Pregunta: "En la carrera internacional por la inteligencia artificial, ¿quién cree que se sitúa en cabeza?".

Fuente: Encuesta Funcas sobre Inteligencia Artificial (diciembre 2023).

edad, sexo y nivel educativo, aunque es ligeramente menor entre los hombres jóvenes, grupo en el que, aun así, alcanza a dos tercios de los encuestados. Las diferencias en función del conocimiento autopercibido de la IA son mínimas, y aunque hay una variación algo mayor entre diferentes niveles de uso de ChatGPT, sigue siendo pequeña. Incluso entre aquellos que consideran la IA como una oportunidad más que como una amenaza, el 82 por ciento cree que la prioridad regulatoria debería residir en el control.

Esta clara preferencia por el control regulatorio frente al fomento de la inversión en IA contrasta con la percepción de que Europa no lidera la carrera internacional por la IA. Un 53 por ciento de los encuestados cree que Estados Unidos está a la vanguardia, mientras que el 43 por ciento piensa que China ocupa el primer lugar (gráfico 11). Solo un 3 por ciento identifica a Europa como líder en este ámbito. Incluso al considerar el segundo lugar en la carrera por la IA, apenas el 12 por ciento menciona a Europa. En total, solo uno de cada seis encuestados sitúan a Europa en primer o segundo lugar en

la carrera internacional por la IA. La opinión de los encuestados no se aleja de la realidad: en 2023 Estados Unidos era el líder mundial en este campo: 61 modelos destacados de IA se originaron en instituciones con sede en EE. UU., muy por delante de la Unión Europea y China (Maslej et al., 2024). Estos datos constatan una paradoja significativa: a pesar del escaso apoyo para fomentar la inversión en IA como prioridad regulatoria, existe una conciencia clara (y acertada) de que Europa no está liderando en este campo.

7. CONCLUSIONES

El análisis de los datos de la *Encuesta Funcas sobre Inteligencia Artificial* revelan que, en España, el conocimiento y uso de la IA aún son limitados. Esta falta de familiaridad es más pronunciada entre las personas mayores y aquellas con menor nivel educativo. La brecha de género también es evidente: las mujeres declaran un menor conocimiento y uso que los hom-

bres. Los hombres jóvenes constituyen el grupo que destaca por su mayor frecuencia de uso y su conocimiento avanzado, pero también por su actitud más positiva hacia la IA en cada una de las facetas exploradas en este artículo. El caso de los hombres ejemplifica, en línea con la evidencia empírica previa, que la exposición y la interacción directa con la tecnología se relacionan positivamente con la percepción y la confianza en la IA.

La preferencia por una regulación centrada en el control de la IA en beneficio de la privacidad y la transparencia es clara entre los encuestados. El predominio de esta preferencia se observa en todos los grupos demográficos, aunque es ligeramente menor entre los hombres jóvenes. Esta pauta coexiste con una conciencia general de que Europa no está liderando la carrera internacional por la IA, dominada por Estados Unidos y China. Se podría deducir que la regulación está bien alienada con las preferencias de los ciudadanos europeos, pero también, si se tiene en cuenta la rotundidad de las cifras, que el margen para elaborar una regulación que potencie la IA es reducido.

La prioridad regulatoria que expresan los encuestados se asienta sobre recelos significativos acerca de las implicaciones de la IA. Estos recelos alcanzan proporciones sustanciales, aunque no mayoritarias, de los encuestados. El hecho de que las respuestas pesimistas sobre el efecto de la IA sean más frecuentes cuando se alude a una dimensión imprecisa temporalmente, pero trascendente (la humanidad), apunta a la relevancia de los "imaginarios colectivos". También sugiere que buena parte de la sociedad no percibe el impacto de la IA como algo concreto (personal, contextual o temporalmente), aunque ya lo es y todo indica que lo va a ser mucho más.

BIBLIOGRAFÍA

BEETS, B., NEWMAN, T. P., HOWELL, E. L., BAO, L., y YANG, S. (2023). Surveying public perceptions of artificial intelligence in health care in the United States: Systematic review. *Journal of Medical Internet Research*, 25, e40337.

BOSTROM, N. (2016). *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies*. Oxford University Press.

BRAUNER, P., HICK, A., PHILIPSEN, R., y ZIEFLE, M. (2023). What does the public think about artificial intelligence?—A criticality map to understand bias in the public perception of AI. *Frontiers in Computer Science*, 5, 1113903.

BREWER, P. R., CUDDY, L., DAWSON, W., y STISE, R. (2024). Artists or art thieves? Media use, media messages, and public opinion about artificial intelligence image generators. *AI & SOCIETY*, 2024, 1-11.

CAVE, S., y DIHAL, K. (2019). Hopes and fears for intelligent machines in fiction and reality. *Nature Machine Intelligence*, 1(2), 74-78.

CROCKETT, K., GARRATT, M., LATHAM, A., COLYER, E., y GOLTZ, S. (2020). Risk and trust perceptions of the public of artificial intelligence applications. *2020 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)*, 1-8.

DAVIS, F. D., y GRANIĆ, A. (2024). *The technology acceptance model: 30 years of TAM*. Springer International Publishing.

FECYT. (2023). *Percepción social de la ciencia y la tecnología en España 2023*. Fundación Española Ciencia y Tecnología.

HADLINGTON, L., KARANIKA-MURRAY, M., SLATER, J., BINDER, J., GARDNER, S., y KNIGHT, S. (2024). Public perceptions of the use of artificial intelligence in defence: A qualitative exploration. *AI & SOCIETY*, 2024, 1-14.

JERMITUS, E., KNEALE, D., THOMAS, J., y MICHE, S. (2022). Influences on user trust in healthcare artificial intelligence: A systematic review. *Wellcome Open Research*, 7(65), 65.

KURZWEIL, R. (2006). *The Singularity is near: When humans trascend biology*. Penguin Publishers.

LIEHNER, G. L., BIERMANN, H., HICK, A., BRAUNER, P., y ZIEFLE, M. (2023). Perceptions, attitudes and trust towards artificial intelligence. An assessment of the public opinion. *Artificial Intelligence and Social Computing*, 782, 32-41.

MAO, Y., y SHI-KUPFER, K. (2023). Online public discourse on artificial intelligence

and ethics in China: Context, content, and implications. *AI & SOCIETY*, 38(1), 373–389.

MERENKOV, A. V., CAMPA, R., y DRONISHINETS, N. P. (2021). Public opinion on artificial intelligence development. *KnE Social Sciences*, 565–574.

MARKEN, S., y NICOLA, T. (2023). *Three in four Americans believe AI will reduce jobs*. Gallup.Com. <https://news.gallup.com/opinion/gallup/510635/three-four-americans-believe-reduce-jobs.aspx>

MASLEJ, N., FATTORINI, L., PERRAULT, R., PARLI, V., REUEL, A., BRYNJOLFSSON, E., ETCHEMENDY, J., LIGETT, K., LYONS, T., MANYIKA, J., NIEBLES, J. C., SHOHAM, Y., WALD, R., y CLARK, J. (2024). *The AI index 2024 annual report*. AI Index Steering Committee, Institute for Human-Centered AI, Stanford University.

ROGERS, E. M. (2004). A Prospective and Retrospective Look at the Diffusion Model. *Journal of Health Communication*, 9(sup1), 13–19.

SAINZ, M. (2024). Estereotipos y sesgos de género en la evaluación de las propias competencias científico-tecnológicas. *Panorama Social*, 39.

SÁNCHEZ-HOLGADO, P., CALDERÓN, C. A., y BLANCO-HERRERO, D. (2022). Conocimiento y actitudes de la ciudadanía española sobre el big data y la inteligencia artificial. *Revista ICONO 14. Revista Científica de Comunicación y Tecnologías Emergentes*, 20(1).

SARTORI, L., y BOCCA, G. (2023). Minding the gap(s): Public perceptions of AI and socio-technical imaginaries. *AI & SOCIETY*, 38(2), 443–458.

TYSON, A., y KIKUCHI, E. (2023). Growing public concern about the role of artificial intelligence in daily life. Pew Research Center. <https://www.pewresearch.org/short-reads/2023/08/28/growing-public-concern-about-the-role-of-artificial-intelligence-in-daily-life/>

TYSON, A., PASQUINI, G., SPENCER, A., y FUNK, C. (2023). 60% of Americans would be uncomfortable with provider relying on ai in their own health care. Pew Research Center. <https://www.pewresearch.org/science/2023/02/22/60-of-americans-would-be-uncomfortable-with-provider-relying-on-ai-in-their-own-health-care/>

of-americans-would-be-uncomfortable-with-provider-relying-on-ai-in-their-own-health-care/

VENKATESH, V. (2022). Adoption and use of AI tools: A research agenda grounded in UTAUT. *Annals of Operations Research*, 308(1–2), 641–652.

VOGELS, E. A. (2023). A majority of Americans have heard of ChatGPT, but few have tried it themselves. Pew Research Center. <https://www.pewresearch.org/short-reads/2023/05/24/a-majority-of-americans-have-heard-of-chatgpt-but-few-have-tried-it-themselves/>

YIGITCANLAR, T., LI, R., Y. M., BEERAMOOLE, P. B., y PAZ, A. (2023). Artificial intelligence in local government services: Public perceptions from Australia and Hong Kong. *Government Information Quarterly*, 40(3), 101833.

ZHANG, B. (2022). Public opinion toward artificial intelligence. En J. B. BULLOCK, Y. C. CHEN, J. HIMMELREICH, V. M. HUDSON, A. KORINEK, M. M. YOUNG y B. ZHANG (Eds.), *The Oxford handbook of AI governance*. Oxford University Press.

ZIMMER, M., FRANCO, Z., MADIRAJU, P., ECHEVESTE, C., HEINDEL, K., y OGLE, J. (2021). Public Opinion Research on Artificial Intelligence in Public Health Responses: Results of Focus Groups with Four Communities. Washington, DC: AAAS Center for Public Engagement with Science and Technology, 2021–09.

¿De qué está hecha la inteligencia artificial? La transición a la sociedad digital desde una perspectiva sociológica

ALBA TABOADA VILLAMARÍN*

RESUMEN*

El presente artículo evalúa críticamente la noción monolítica de la inteligencia artificial (IA) y su rol en la transición de la sociedad de la información a la sociedad digital. Se analizan las principales dimensiones que atraviesan estas tecnologías, como el mercado de la información (datos), la interpretación de la cognición y la inteligencia aplicada a la toma de decisiones (*software*), las estructuras materiales invisibilizadas (*hardware* y centros de datos) y el poder y la agencia que intervienen en su consolidación (trabajo humano). Los principales hallazgos incluyen la redefinición de los modelos de automatización como sistemas sociotécnicos de alta dependencia, destacando los componentes sociales en su conformación y el papel del ser humano para desafiar la ilusión de autonomía.

1. INTRODUCCIÓN

Recientemente, las habilidades creativas y comunicativas exhibidas por los modelos

* Universidad Autónoma de Madrid (alba.taboada@uam.es).

Este trabajo es parte del proyecto del Plan Nacional I+D+I "Confianza, sistemas científicos y negacionismo. Factores sociales de la vacunación en contextos epidémicos. CONCERN" (PID2020-115095RB-I00). Cuenta asimismo con la ayuda pública PRE2021-097610.

computacionales inteligentes han captado un considerable interés en el debate público. Esta atención ha generado tanto la difusión como la confusión en torno al significado y las habilidades atribuibles a estas máquinas. En su definición formal, la inteligencia artificial (IA) es el nombre que recibe la disciplina científica encargada de desarrollar máquinas capaces de llevar a cabo tareas que, históricamente, han precisado de elementos cognitivos propios de la inteligencia humana (Mitchel, 2024; RAE, 2024; Schmidt y Huttenlocher, 2023). Estas tareas suelen incluir la resolución de problemas complejos, el reconocimiento de patrones, la toma de decisiones o el aprendizaje a partir de datos. Sus orígenes se remontan a la década de 1950 cuando se estableció como una subdisciplina de las ciencias computacionales y desde entonces, ha transitado por múltiples etapas de éxito y descrédito conocidos ampliamente como los "inviernos de la IA" (Toosi *et al.*, 2021).

El último hito que ha consolidado a la disciplina y reactivado su uso en circuitos académicos y comerciales, se produjo a finales de 2022 con la publicación en acceso abierto de un chat interactivo que emplea el modelo de aprendizaje generativo Generative Pre-trained Transformer 3 (GPT-3), el cual exhibe la capacidad de interactuar de manera conversacional (Koubaa *et al.*, 2023). La disponibilidad de esta aplicación se comunicó exclusivamente a través

de un tuit publicado desde la cuenta oficial de la empresa OpenAI, instando a cualquier usuario a “intentar hablar con ChatGPT”. El enlace de acceso advertía de que el programa podría “responder a preguntas de seguimiento, reconocer sus propios errores, cuestionar premisas incorrectas y rechazar solicitudes inapropiadas” (Openai, 2024).

El surgimiento de los modelos generativos representa un avance significativo en la interacción entre humanos y máquinas. La participación activa de estas tecnologías en la vida cotidiana resuena con el poder transformador que en su momento tuvo la adopción generalizada de Internet en los hogares. De forma análoga, la IA parece señalar el camino hacia un nuevo estadio social. La centralidad que ocupó el binomio tecnocientífico en la conformación de la sociedad de la información, y la importancia que progresivamente adquirieron las redes de información y comunicación en la economía y la cultura global (Castells *et al.*, 2005) encuentran hoy su consolidación en el proyecto totalizador de los sistemas digitales aparentemente autónomos, que no solo gestionan y distribuyen la información a una escala sin precedentes, sino que también la procesan y generan contenido original a través de complejas inferencias.

La progresiva especialización y complejidad de los sistemas tecnológicos en la era digital tiene como contrapartida la opacidad e inescrutabilidad de las herramientas que desarrollan en pos de su propia eficiencia, lo que afecta de forma directa a la percepción pública de la IA. A menudo, esta es concebida como una tecnología monólica, de la que se tiende a destacar unas propiedades u otras según el grado de especialización de los sectores involucrados. El público general suele asociarla con asistentes virtuales como Siri o Alexa (Arcila Calderón *et al.*, 2023); los expertos se enfocan en aspectos técnicos del análisis de datos como el aprendizaje automático, los algoritmos o las redes neurales; mientras que los gurús y líderes tecnológicos destacan la racionalidad, la eficiencia en la toma de decisiones o la superioridad cognitiva. Como propone Crawford, “(cada una de estas formas de definirla cumple con un cometido y establece un marco de referencia para entenderla, medirla, valorarla y gobernarla” (2023: 28).

Bajo esta premisa, el presente trabajo tiene como objetivo llevar a cabo una evaluación crítica y teórica de la noción de la IA como un concepto monológico. Utilizando un enfoque de adición que prescinde de la síntesis, se rastrea el proceso histórico que ha dado forma a las tecnologías de automatización desde mediados del siglo XX. En las siguientes páginas, se presenta un marco conceptual compuesto por cuatro dimensiones fundamentales que estructuran la IA: el mercado de la información (datos), la interpretación de la cognición y la inteligencia aplicada a la toma de decisiones (software), las estructuras materiales invisibilizadas (hardware y centros de datos) y el poder y la agencia involucrados en su consolidación (trabajo humano).

Cada uno de estos elementos será examinado en profundidad en los epígrafes correspondientes, proporcionando una respuesta integral de la pregunta: “¿de qué está hecha la inteligencia artificial?” y explorando cómo cada uno de los aspectos de la IA incluye en su desarrollo desafíos y conflictos sociales que deben afrontarse. Asimismo, a lo largo del ensayo se sostiene como hipótesis que la IA constituye el proyecto sociotécnico que consolida los rasgos fundamentales de la sociedad de la información, teorizados a finales del siglo XX (Torres, 2013), y que da continuidad a los procesos de racionalización, “datificación” social y virtualización, facilitando la transición hacia sociedades completamente digitales. En última instancia, este análisis busca redefinir la IA desde una perspectiva que resalta los componentes sociales en su conformación y destaca el papel del ser humano y su agencia para desafiar la ilusión de autonomía.

2. HISTORIA DE LA IA Y EL TRÁNSITO HACIA UNA SOCIEDAD DIGITAL

El término “inteligencia artificial” fue empleado por primera vez en la conferencia “Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence” celebrada en el Dartmouth College en el verano de 1956, en la que, durante ocho semanas, jóvenes investigadores trabajaron en la definición y delimitación disciplinaria de los hallazgos producidos hasta ese momento por los estudios sobre cibernetica y teoría de autómatas (Kline, 2011). Ambas ramas experi-

mentales, basaban sus preceptos en la posible convergencia entre los últimos avances científicos en el campo de la neurociencia y la creación de los primeros ordenadores electrónicos, explotando la posible analogía entre los sistemas de control y comunicación de organismos y animales con los de las recientes máquinas electrónicas (Wiener, 1948). Esta fusión interdisciplinar entre elementos biológicos y técnicos, aumentada por las ciencias del comportamiento y la información, constituyó la génesis para la consolidación de la definición formal de la IA como disciplina científica.

En las primeras etapas, los sistemas catalogados como inteligentes generaban respuestas automatizadas mediante reglas establecidas por humanos. La "ilusión" de razonamiento se basaba en tipos de sistemas expertos como el "MYCIN" desarrollado en los años setenta por Edward Shortliffe (1976). MYCIN fue pionero en diagnosticar enfermedades infecciosas y sugerir tratamientos antibióticos, interpretando síntomas y aplicando reglas lógicas para identificar la causa probable de una enfermedad. Estos sistemas expertos funcionaban con un patrón de reglas predefinidas, asociando los síntomas con etiquetas de enfermedades y tratamientos, actuando como una memoria electrónica organizada en archivos donde al introducir palabras clave, se obtenían resultados etiquetados.

La regla lógica fundamental *if-else* (si-entonces) y el procesamiento manual de símbolos sentaron las bases de los sistemas expertos, contribuyendo de manera progresiva e indirecta a la conformación de los imaginarios que hoy definen la IA como "máquinas capaces de imitar la inteligencia humana". La conjunción entre intelecto y artificialidad se traduce en un pragmatismo ingenuo (Campolo y Crawford, 2020) que resuelve problemas de carácter lógico, permitiendo así la imitación y el reemplazo de la asistencia humana. Este tipo de lógica persigue una forma lineal de racionalidad, replicando la secuencialidad del lenguaje escrito y la manipulación de símbolos conforme a las reglas de inferencia deductiva. El trasfondo de esta cuestión se encuentra en el debate que surgió entre la corriente cibernetica y la escuela Gestalt en los años cuarenta sobre si la cognición humana es un acto que puede representarse analíticamente y, por ende, mecanizarse (Pasquinelli, 2023).

Hasta finales del siglo XX, las computadoras emergentes tenían el propósito de gestionar de manera eficiente información y conocimiento estructurado a través de los sistemas expertos y los motores de inferencia que operaban bajo estas premisas lógicas. No obstante, la consolidación de algoritmos para el aprendizaje automático (*machine learning*) y el aprendizaje profundo (*deep learning*) a través de redes neuronales se produjo gracias a la introducción de principios estadísticos clásicos en estos gestores de información. La analogía con los descubrimientos en neurociencia impulsó la evolución hacia la IA probabilística, marcando la transición de enfoques deductivos a nuevas formas inductivas basadas en el análisis de las partes para comprender el todo. Pasquinelli (2023) ha argumentado que esta lógica de la IA conexionista estaba ya implícita en la base teórica de la economía liberal propuesta por Hayek, sosteniendo que el conocimiento está distribuido y que los sistemas complejos emergen de interacciones locales sin necesidad de un control centralizado.

En esta segunda etapa, la conceptualización de la inteligencia asociada a las máquinas impulsó un nuevo paradigma en torno al tratamiento de la información. Mientras que en fases anteriores las máquinas dependían de una base de datos estructurada, en la que diversas características se asociaban manualmente con etiquetas específicas funcionando como una memoria extremadamente eficiente pero intrínsecamente dependiente de la programación humana, la IA basada en aprendizaje automático ostentaba la capacidad de aprender e inferir de programaciones ya establecidas. En lugar de limitarse a almacenar y recuperar datos etiquetados por humanos, los algoritmos de aprendizaje automático (*machine learning*) habilitaban a las máquinas para analizar grandes volúmenes de datos, identificar patrones intrincados y realizar predicciones con alta precisión, lo que en última instancia permite sintetizar información a partir de conjunto de datos más amplios.

La consolidación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) durante la primera década del siglo XXI propició un sistema de comunicación completamente virtualizado e interconectado a nivel global. El volumen de información aumentó radicalmente, al tiempo que se transformaba la manera en que esta información era recopilada, almacenada y

analizada. Como veremos en el siguiente apartado, los algoritmos de *machine learning* se beneficiaron enormemente de la disponibilidad de grandes volúmenes de datos, lo que permitió un análisis más profundo y detallado de patrones y tendencias. En el ámbito de la publicidad, por ejemplo, la personalización se convirtió en una práctica común, dado que los sistemas podían analizar el comportamiento del usuario y ofrecer contenido altamente individualizado. Estos sistemas aprenden de cada interacción, ajustando sus modelos predictivos para mejorar continuamente la precisión de sus recomendaciones (Airoldi, 2022). El proceso de aprendizaje refleja la transición desde una sociedad de la información, enfocada en la gestión de datos, hacia una sociedad digital que, mediante sistemas automatizados "interpreta"¹ y filtra la información para ofrecerla en virtud de intereses específicos con mínima supervisión humana.

En su fase más reciente, caracterizada por el desarrollo de algoritmos generativos multimodales, la IA ya no solo es capaz de gestionar grandes volúmenes de información o interpretarla para seleccionar la información que mejor se adecue a preferencias concretas, sino que, además, alcanza la capacidad de generar contenido original e integrar múltiples modalidades de información no estructurada, como texto, imagen y audio. Estos sistemas no solo analizan y procesan información existente, sino que también son capaces de crear nuevos datos, sintetizar conocimiento y realizar inferencias complejas. La IA generativa multimodal representa un paso significativo hacia la consolidación de una sociedad centrada en la generación y consumo de información, que ahora también delega la interpretación y la inferencia de la información que procesa a las máquinas. Los software y algoritmos que constituyen la IA asumen un rol activo en la producción de conocimiento, comunicando, creando, infiriendo e incluso "cuestionando premisas incorrectas".

Este estadio sugiere una revisión de los preceptos teóricos que delinearon la sociedad

de la información y el debate sobre la sociedad del conocimiento (Castells, 2023; Torres, 2014). Ahora se observa una transferencia de las tareas de reflexión y creación, que anteriormente recaía en la interpretación humana de la información proporcionada y amplificada por las TIC. Estas máquinas no solo realizan esta tarea, sino que permanecen dentro del circuito integrado de datos, gestión, información, conocimiento y responsabilidad en el ecosistema virtual. En este contexto, las capacidades autónomas de las máquinas para gestionar y generar conocimiento redefinen el paisaje digital, otorgándoles una agencia superior no prevista inicialmente por los teóricos de la sociedad de la información.

3. LOS DATOS Y EL MERCADO DE LA INFORMACIÓN

Incluso antes de la sofisticación de modelos y técnicas de análisis, los datos representan el eslabón más importante en la compleja red tecnológica en la que se insertan las máquinas inteligentes. Previo a la implosión del *big data*, un dato era "aquel que se ofrecía antes del argumento" (Puschmann y Burgess, 2014), representando elaboraciones sintéticas de información como unidad neutra. Históricamente, los datos han desempeñado un papel crucial en la ordenación y clasificación de poblaciones, actuando como unidades fundamentales que almacenan información fáctica para guiar nuestras acciones. Tanto la información como los datos han sido siempre recursos valiosos, pero escasos. Antes de la llegada de las tecnologías de la información y la comunicación, el ciclo de vida de un dato era largo y costoso, la información que se transmitía y preservaba, ya fuera mediante tecnologías orales o escritas, era seleccionada cuidadosamente por su valor, por lo que cada dato se creaba con un propósito específico. Así mismo, la capacidad de crear, preservar y recuperar datos estaba socialmente distribuida y restringida a personas con roles concretos, quienes tenían la legitimidad para llevar a cabo estas tareas.

En las sociedades digitales, no obstante, el dato ha sufrido una metamorfosis conceptual que hunde sus raíces en la revolución comunicacional cibernetica. Más allá de consolidar la

¹ Cabe aclarar que utilizo aquí la palabra 'interpretar' en relación a la acción de 'traducir' más que a la acción de 'comprender'. La interpretación de la información por parte de los algoritmos de recomendación o perfilado establece similitudes entre contenidos. Por ejemplo, si un anuncio contiene la palabra 'perro' y un usuario previamente ha buscado 'mascotas', el algoritmo hará un ejercicio de asociación, asimilando que ambas entradas podrían estar relacionadas, similar a cómo se busca la palabra adecuada en un idioma que se correlacione con otra en un ejercicio de traducción.

hiperconexión global e instantaneidad que se venía fraguando en la galaxia Marconi de las telecomunicaciones (telégrafo, teléfono, etc.) (Torres, 2021), los sistemas computacionales van a sentar un nuevo precedente. La propia naturaleza de las estructuras comunicativas (Internet) requiere la traducción de cualquier tipo de interacción en una señal, es decir, en un código simbólico de carácter numérico, haciendo que cualquier tipo de interacción mediada por un ordenador se convierta en dígitos binarios de valores 0 y 1. Esta cualidad se amplía hasta la posibilidad de transcribir archivos textuales y audiovisuales de forma cuantitativa.

Al inicio de Internet, las señales desaparecían tras la comunicación entre dispositivos, dificultando el reconocimiento de usuarios y el posicionamiento de páginas web en buscadores como Google. La creación de las cookies a finales de los años noventa permitió el almacenamiento de estos datos, acumulando las huellas digitales dejadas por los usuarios en los itinerarios virtuales (Srnicek y Giacometti, 2018). Tal y como propone Castells (2005), la crisis del petróleo y el agotamiento del modelo industrial impulsaron un giro hacia el valor informational, convirtiendo la comunicación mediada por Internet en una fuente de beneficio económico emergente. La famosa "crisis de las .com" a principios del año 2000, forzó un cambio de enfoque hacia el valor de los datos digitales, produciendo su primera capitalización en el sector de la mercadotecnia digital, dando lugar a la creación de perfiles detallados de usuarios y originando el paso de la publicidad orientada a la personalizada.

De esta forma, el dato pasa de ser una unidad de información previamente elaborada, solicitada y con un propósito específico, a interpretarse como materia prima que brota del espacio virtual como un excedente conductual (Zuboff, 2022). Este fenómeno marcó el inicio del paradigmático auge que, a partir de 2012, se asoció con el fenómeno del *big data*. Con escasa transparencia, este excedente es utilizado para predecir comportamientos, ofertándose en mercados de "futuros conductuales", donde el comportamiento humano se convierte en una mercancía comercializable. Actualmente se estima que cada día se generan alrededor de 2,5 quintillones de bytes de datos, de los cuales, un 60 por ciento son usados con fines comerciales (DataReportal, 2023).

Bajo esta premisa, no es arriesgado señalar que la historia de la IA está intrínsecamente ligada a la historia de Internet. Ambas tecnologías han evolucionado de manera interdependiente, alimentándose mutuamente y transformando el espacio digital contemporáneo. Los desarrolladores han aprovechado la vasta cantidad de datos generados y compartidos a través de Internet para perfeccionar sus algoritmos. Hay que destacar que previamente a los modelos generativos y desde 2016, el 90 por ciento de la actividad en Internet está mediada por el perfilado algorítmico que aplica IA (Srnicek y Giacometti, 2018). Esta realidad contrasta con el último informe oficial publicado hasta la fecha sobre "Percepción social de la Inteligencia Artificial en España" (2023), en el cual los encuestados consideran a las redes sociales como las plataformas con menor presencia de IA. No obstante, una larga tradición de investigaciones empíricas confirma que las redes sociales han sido un campo de experimentación crucial para la IA, y uno de los motores que demuestran el éxito de aplicar modelos estadísticos avanzados al análisis y a la predicción del comportamiento humano (Van Dijck et al., 2018).

Al problema de la capitalización de los datos no solicitados, se añade el desafío de su clasificación indirecta. Uno de los mayores retos lo presentan los datos en forma de imagen. La mayoría de los algoritmos de reconocimiento visual que se aplican en la actualidad están entrenados con la popular base de datos ImageNet (Quartz, 2017). Esta representa uno de los proyectos más ambiciosos de digitalización y aprendizaje automático; en concreto, expresa el deseo de transferir todos los elementos que componen el mundo real al mundo virtual. ImageNet contiene millones de imágenes etiquetadas de forma manual que, además de categorías de objetos, alberga categorías humanas del tipo "hermano" o "alcohólico". Abundan las implicaciones éticas de asociar características físicas humanas con categorías relacionales e interactivas que no pueden ser retratadas por especificidades visuales. Además, gran parte de estas imágenes se obtienen sin el consentimiento de los sujetos, sin que falten modelos entrenados con prontuarios policiales cuyo objetivo consiste en encontrar índices fisionómicos de delincuencia (Crawford y Paglen, 2021).

Aunque la cognición y los aspectos relacionados con la inteligencia puedan parecer ajenos

a la sociología, la realidad es que la modelización del mundo basada en datos y en reglas lógicas de recuento y correlación, se asienta sobre los mismos preceptos que esta disciplina. Los marcos epistemológicos que sustentan la comprensión de la inteligencia en el ámbito de las ciencias computacionales y en el mercado de la digitalización están estrechamente relacionados con investigaciones de amplia trayectoria en las ciencias sociales. La “datificación” social descansa sobre la racionalización de las sociedades y su consecuente burocratización, tal y como teorizó Max Weber a comienzos del siglo XX (Cetina y Martínez, 2024). Los datos son el núcleo de las sociedades sociotécnicas, alcanzando su apogeo en la actualidad. Esta relación subraya cómo la capacidad de traducir aspectos complejos de la vida social en datos cuantificables es fundamental para entender y desarrollar la IA, lo que puede interpretarse como una manifestación de “ingeniería social” y el triunfo de una hipertaxonomía social.

4. SOFTWARES PARA LA TOMA DE DECISIONES

En el ser humano, la cognición es un proceso complejo que involucra no solo la capacidad de gestionar información y tomar decisiones basadas en datos, sino también la influencia de factores emocionales, contextuales y experienciales (Ruhela, 2019). La toma de decisiones humanas es, por tanto, un acto profundamente enraizado en la subjetividad y la intuición. Por otro lado, los algoritmos de decisión en la IA operan sobre principios de lógica y probabilidad, eliminando las variables emocionales y contextuales que son inherentes a la cognición humana. El avance en el desarrollo de IA ha permitido que las máquinas no solo procesen grandes volúmenes de datos, sino que también aprendan de estos datos para mejorar su precisión y eficiencia en la toma de decisiones. Sin embargo, esta capacidad de aprendizaje y adaptación se basa en la disponibilidad de datos y en la programación de los algoritmos para interpretar estos datos de manera efectiva. A medida que los modelos de IA se vuelven más sofisticados, se presenta una ilusión de cognición similar a la humana, aunque, en esencia, se trate de procesos puramente probabilísticos.

Estos enfoques estadístico-cognitivos quedan ampliamente contenidos en los programas informáticos actuales que, bajo el estandarte de la IA, han encontrado una considerable aceptación en mercados de todo tipo. Múltiples experiencias corroboran que la aplicación de modelos predictivos en sectores manufactureros, son altamente útiles en la optimización de procesos (Jayal *et al.*, 2010). En el caso de España, el porcentaje de industrias que adoptan estos modelos es tan solo del 9,9 por ciento, encontrándose por debajo de otros sectores que automatizan flujos de trabajo o aplican modelos para alcanzar mejores cuotas de ventas, como las actividades administrativas (10,5 por ciento), la industria hotelera (11,8 por ciento) o el sector inmobiliario (14,7 por ciento) según el último informe sobre el *Uso de Inteligencia Artificial y Big Data en las Empresas Españolas*, elaborado en 2023 por el Observatorio Nacional de Tecnología y Sociedad. Esta tendencia a aplicar modelos predictivos o de aprendizaje automático en sectores orientados al sector servicio por encima de otras industrias, consolida una tendencia que comenzó a dibujarse en los mercados estadounidenses en la primera década de nuestro siglo.

El empleo de *machine learning* para la clasificación y puntuación de seres humanos ha sido ampliamente investigado por la matemática e investigadora Cathy O’Neil en su libro *Armas de destrucción matemáticas* (2017). Su obra constituye un esfuerzo significativo por divulgar al público general los riesgos asociados al uso indiscriminado de algoritmos y modelos matemáticos en la gestión de individuos, demostrando cómo estos modelos, lejos de ser neutrales, pueden perpetuar y amplificar las desigualdades existentes. En procesos de selección de personal, por ejemplo, los sistemas de evaluación algorítmica sesgan en contra de ciertos candidatos al priorizar características que no necesariamente reflejan el potencial del individuo para el puesto, perpetuando así los prejuicios presentes en los datos históricos utilizados (Fazelpour *et al.*, 2022). En el sector financiero, los algoritmos de concesión de créditos tienden a denegar préstamos a individuos basándose en criterios que desfavorecen a minorías y comunidades de bajos ingresos, creando barreras adicionales para su progreso económico (Gilman, 2020).

Estas prácticas afectan a individuos particulares al mismo tiempo que erosionan la equi-

dad y la justicia social en una escala más amplia. Desde diversas regiones geográficas y a través de un amplio corpus de investigaciones, surge una comprensión cada vez más clara sobre los problemas derivados de la sustitución de las decisiones humanas por la IA. En un estudio pionero, aunque lamentablemente poco conocido, Virginia Eubanks (2021) examina cómo las entidades gubernamentales han empleado algoritmos para la toma de decisiones que impactan en las poblaciones más vulnerables, evidenciando que estos sistemas, implementados bajo la premisa de la eficiencia y la reducción de costos, han desencadenado consecuencias devastadoras como la exclusión de individuos necesitados de servicios sociales esenciales. Estos análisis arrojan luz sobre la constante adopción de modelos predictivos, aparentemente sofisticados, como soluciones ante recortes presupuestarios en instituciones públicas y empresas de menor envergadura.

La principal interacción que tenemos los humanos con herramientas de automatización se da a través de los software informáticos. Estos programas se implementan en entornos de trabajo con la promesa de mejorar la eficiencia y la productividad, delegando progresivamente la responsabilidad de tomar decisiones. En este tipo de programas se consolida una definición particular de inteligencia, basada en el reconocimiento de patrones de una gran cantidad de variables, muchas de las cuales no están incluidas con propósitos específicos y, en numerosos casos, no están validadas para medir aptitudes o acciones futuras de un sujeto.

Uno de los elementos centrales del debate actual es el rechazo a la valoración subjetiva basada en criterios informados. Cabe preguntarse por qué se sustituye el criterio subjetivo de trabajadores informados y con experiencia por programas que, en muchas ocasiones, no son auditables por los propios trabajadores. Esto genera confusión tanto para los usuarios como para quienes aplican estos algoritmos en torno a la responsabilidad asociada a ciertas decisiones.

5. HARDWARE Y CENTROS DE DATOS COMO ESTRUCTURAS INVISIBLES

Mientras que las posibilidades que ofrecen los modelos algorítmicos y los retos que

plantea el *big data* han sido centrales en los discursos en torno a la IA, a menudo la representación de estas tecnologías parece prescindir de la compleja infraestructura que sustenta su funcionalidad. La digitalización supone la conversión de experiencias físicas producidas en el mundo fuera de línea (*offline*) en unidades mínimas de información conocidas como *bit*, para posteriormente recomponerse en el espacio de lo virtual y hacerse inteligibles para el humano a través de diseños de interfaces. El despliegue de las tecnologías de la información y la comunicación, traducible en la llegada de Internet, supuso un cambio en la base material de las sociedades contemporáneas, dando prevalencia a estructuras reticulares, interconectadas y globalizadas, flexibles e intangibles, frente a la realidad física de límites locales y rígidos que caracterizaba a las sociedades analógicas (Lupton, 2015).

Hacia la segunda mitad del siglo XX, la centralidad de la tecnociencia, junto con su principio heurístico, esto es, la innovación y el cambio como rutina y orden social (Lamo de Espinosa, 2018), condujeron a los teóricos de la sociedad de la información a reconocer la distancia del emergente modelo societal con relación a las características que originalmente guiaban a la sociedad industrial. El andamiaje de máquinas y conocimientos sistematizados, que en su momento facilitó la producción en serie de bienes materiales y la optimización de la fuerza de trabajo mediante ingeniería electromecánica capaz de aumentar la productividad con menor esfuerzo físico, ahora se orientaba hacia la gestión del principal recurso de la sociedad contemporánea: la información.

Sin embargo, junto al cambio en la orientación de la producción y las herramientas empleadas, se ha establecido, no necesariamente como consecuencia directa de ello, una reconfiguración de los modos en que los humanos se relacionan con la tecnología. Así, basándonos en las representaciones sociales que han configurado reflexivamente las teorías sociales, hemos transitado de un entorno altamente físico, sustentado por teorías fuertemente materialistas y estructuralistas (Lessig, 2009), hacia nuevos paradigmas emergentes de tendencia constructivista, enfocados en intersubjetividades. Dichos marcos teóricos se consolidaron en los años noventa produciendo sociedades ale-

góricamente líquidas, reflexivas, especulativas, simuladas y del simulacro, del riesgo o del conocimiento, pero que siguen teniendo como eje principal el determinismo tecnológico.

Este juego estético ha tenido un papel fundamental en la forma en la que percibimos los artefactos técnicos cuando estos se incorporan en la vida cotidiana. Las imágenes que simbolizan las estructuras que median en la creación de los mundos virtuales suelen estar plagadas de alusiones antropomórficas e inspiraciones naturalistas. Así, la imagen de la nube, las redes neuronales, los sistemas nerviosos como sistemas eléctricos, los cerebros paralelos a la computación, las huellas digitales y las múltiples analogías de las posibles acciones que son llevadas a cabo en ellas –navegar, surfear, picar datos, etc. (Carbonell *et al.*, 2016)– provoca una resistencia a concebir la materialidad de la tecnología. Esta lógica también queda solidificada en las representaciones de la IA, donde términos como “aprendizaje automático” configuran nuestra comprensión del aprendizaje y de la generación de conocimiento. Imitando el acertijo de metáforas que proponen Lakoff y Johnson (2018), la sociedad transita de industrias grises y pesadas que rompen con la lógica de los paisajes, a la calidez de redes digitales azules y verdes que se extienden sin interrupción del humano al mundo natural.

La apariencia de procesos tecnológicos en perfecta simbiosis con la naturaleza ha sido frecuentemente explotada por los acreedores de la IA que encumbran este mercado como símbolo de la transición ecológica. Guiados por este objetivo, la Unión Europea se ha comprometido a aumentar el gasto en IA en un 70 por ciento (Brevini, 2020). En España, el Programa Nacional de Algoritmos Verdes plantea un presupuesto de gasto en esta infraestructura de más de 200 millones de euros para el año 2026 (PANV, 2022). Si bien, como expone Tucho (2024) los sistemas computacionales automatizados ayudan a la optimización del uso de la energía y a reducir el impacto de los residuos y las emisiones de algunas industrias, estas estrategias olvidan el impacto medioambiental que supone la implantación de las propias tecnologías.

En los últimos años, se ha señalado la falta de cálculos reales sobre el costo medioambiental de los modelos de aprendizaje automá-

tico, criticando que el uso de las metáforas que promueven la inmaterialidad de la IA impide que la ciudadanía sea consciente de los problemas medioambientales futuros y socava el activismo de resistencia (Brevini, 2021). Algunas estimaciones indican que una consulta en ChatGPT produce tres veces más emisiones que una búsqueda en Google. El entrenamiento de modelos generadores de texto tiene una huella de carbono comparable a un viaje en coche de ida y vuelta a la luna. Sin embargo, no solo las emisiones de CO₂ son preocupantes. El consumo de agua limpia para la refrigeración de los centros de datos utilizados por Google, Microsoft y Meta en 2022 se estimó en 2,2 millones de litros, equivalente al consumo de dos países como Dinamarca. Experiencias reales en Países Bajos revelaron que el consumo de agua fue mucho mayor de lo estimado inicialmente por Google (De Vries, 2023).

En el caso español, las infraestructuras digitales también enfrentan desafíos significativos, especialmente en regiones rurales como Extremadura y Castilla-La Mancha. Estas áreas, ricas en recursos naturales como litio y agua, están atraiendo el interés de empresas tecnológicas para establecer centros de datos y operaciones. En Extremadura, proyectos como la mina de litio de Infinity Lithium prometen un futuro sostenible y digital, pero encuentran oposición de activistas preocupados por el impacto ambiental negativo para las especies protegidas que habitan la zona (González, 2023). De manera similar, en Castilla-La Mancha, el plan de Meta para construir un gran centro de datos plantea desafíos significativos en términos de consumo de agua y energía, exacerbando las preocupaciones en una región ya afectada por sequías (Valdivia, 2023).

Estos casos ejemplifican la tensión entre la promesa de crecimiento económico a través de la digitalización y las preocupaciones sobre su verdadera sostenibilidad y efectos a largo plazo. Con la expansión del uso de la IA, comienza una nueva era de extractivismo y ocupación de zonas rurales donde se despliegan centros de datos que se expanden por millones de hectáreas. Asimismo, los compuestos materiales que conforman los microchips y las memorias esenciales para la ejecución de algoritmos probabilísticos se insertan dentro de complejas cadenas de suministro de materias primas y minerales que quedan deslocalizadas, incompletas y con

importantes dificultades en su fiscalización. La invisibilidad de estas infraestructuras no solo elimina la capacidad crítica y la toma de decisiones democráticas, sino que también impide visualizar el mapa global y la capacidad de agencia de los actores, convirtiéndolos en redes difusas donde se hace difícil ubicar responsabilidades.

6. AGENCIA Y HUMANOS

Tal como se ha argumentado en los apartados anteriores, la IA no es reducible a un conjunto de algoritmos y procesos computacionales aislados; como conjunto de sistemas tecnológicos, se inserta en las estructuras de poder y participa activamente en la relación dialéctica entre economía y política. Su representación cultural a menudo invisibiliza elementos que enfatizan su independencia para reforzar su idea de éxito, como las cadenas de producción y la infraestructura industrial, ya comentadas, o el trabajo humano que la sustenta. Al promover los avances en automatización, se proclama una autosuficiencia que tiende a deshumanizar el proceso, eliminando al ser humano de la ecuación. Esto se debe en gran medida a la narrativa dominante sobre la eficiencia y la innovación tecnológica, que opta por ocultar las condiciones laborales y la mano de obra que posibilitan el funcionamiento de estos sistemas.

Algunos autores han realizado un gran trabajo investigando la vasta cantidad de mano de obra implicada en la producción de la "ilusión" de máquinas inteligentes (Gray y Suri, 2019; Irani, 2016). Estos trabajos destacan el concepto de "trabajo fantasma", que se refiere a las tareas realizadas por trabajadores humanos para entrenar, mantener y corregir los sistemas de IA. A menudo invisibilizados, estos trabajadores desempeñan roles cruciales que permiten que los algoritmos funcionen aparentemente de manera autónoma. Como ejemplo, en Google, trabajadores en India filtran anuncios inapropiados, o en Amazon, trabajadores de Mechanical Turk realizan tareas como la moderación de contenido y la transcripción de audios. Su fundador Jeff Bezos, se refirió a este fenómeno como "inteligencia artificial artificial" (Hansell, 2007), subrayando la paradoja de que lo que se presenta como automatización avan-

zada, en realidad, depende intensamente del esfuerzo humano.

En su única obra dedicada a las máquinas inteligentes, el sociólogo francés Bruno Latour, cuya obra fue revisada por Venturini (2023), compara a las "máquinas futuristas" con una excavadora. Latour argumenta que es sencillo distinguir entre el hombre y la máquina a su lado: el primero tiene la capacidad de mover kilos de tierra, mientras que la segunda puede mover toneladas. Nadie diseñaría una máquina menos poderosa que el ser humano; por lo tanto, ¿por qué crear máquinas con menor capacidad de cálculo o capacidad lingüística? La IA generativa y multimodal que hoy interacciona con los usuarios en sus hogares está constituida, esencialmente, por máquinas de gestión y clasificación de "toneladas" de información, una tarea que sería prácticamente imposible para una persona. Sin embargo, en este caso, la comparación visual del hombre y su máquina de remover información no es tan evidente.

Tradicionalmente, la dialéctica entre humano y naturaleza ostenta una secuencia claramente definida. En la configuración histórica que nos ha llevado a reconstruir la IA como una tecnología interactiva y omnipresente, observamos cómo la idea de herramienta en el contexto de tecnologías digitales asume características muy alejadas de otros artefactos rudimentarios (Werthner *et al.*, 2022). La aparente invisibilidad que otorgamos a los humanos en los sistemas computacionales tiene, a su vez, un fuerte impacto en el poder que delegamos en ella. El humano, a través del uso de herramientas, podía modificar, transfigurar y controlar su entorno natural. Las herramientas tradicionales eran extensiones de la capacidad humana, permitiendo la manipulación directa y tangible del mundo físico. Sin embargo, en los entornos digitales modernos, esta relación de control se desdibuja. La IA, en su capacidad para procesar y gestionar grandes volúmenes de información, opera de manera menos visible y más abstracta, complicando la identificación del sujeto que ejerce el control.

Una aplicación práctica de este problema ha sido reproducida en un experimento que simula un proceso de decisión automatizado en el que los participantes evalúan la culpabilidad de varios acusados con el apoyo de un sistema de IA. La investigación incluye dos grupos: uno

que emite su juicio antes de recibir el apoyo del sistema, y otro que lo recibe después. Los resultados muestran que la incorporación de humanos en la supervisión de los modelos no es tan exitosa como se podría esperar, ya que existe una alta dependencia en las recomendaciones del algoritmo. En el grupo que manifiesta su juicio antes de recibir la recomendación incorrecta por parte del modelo, el 66,2 por ciento de los participantes (49 de 74) proporciona juicios precisos. En contraste, en el grupo que recibe el apoyo del sistema antes de emitir su juicio, solo el 36,8 por ciento de los participantes (28 de 76) manifiestan juicios correctos (Agudo y Matute, 2024).

Este problema de dilución de la responsabilidad y motivación para la acción remite a una de las cuestiones clásicas abordadas por la sociología con relación a la agencia humana y refuerza la concepción de la tecnología como actor social (Rammert, 2011) dotándola de una capacidad de agencia que a menudo es ignorada por los propios usuarios. Tecnologías como la IA no solo ejecutan tareas, sino que también integran los deseos y demandas de sus creadores, imponiendo exigencias específicas al usuario. Este fenómeno ha sido ampliamente estudiado en el contexto de las redes sociales (Fisher, 2023), donde los algoritmos dictan patrones de consumo y comportamiento, pero se extiende gradualmente a otras aplicaciones de la IA. La agencia de estas tecnologías, por lo tanto, no reside únicamente en su capacidad operativa, sino en su capacidad para canalizar las acciones humanas y estructurar las relaciones sociales.

7. CONCLUSIONES

A lo largo de este trabajo se han analizado las múltiples dimensiones que conforman la IA desde una perspectiva sociotécnica. Esta última orienta la mirada y la reflexión hacia la interrelación entre los datos, los programas para la toma de decisiones, las infraestructuras y el trabajo humano, formando un complejo entramado que no solo impulsa la automatización, sino que también redefine las dinámicas sociales y económicas contemporáneas. La revisión crítica de los preceptos teóricos y la incorpora-

ción de estudios empíricos ha permitido mostrar cómo la IA se inserta en el continuo de la sociedad de la información, consolidando procesos de racionalización y "datificación" que afianzan el espacio virtual como terreno primordial para la organización social y facilitan la transición hacia sociedades completamente digitales.

De esta forma, la IA puede considerarse un proyecto sociotécnico profundamente interconectado con la sociedad y la naturaleza que continúa los rasgos fundamentales de la sociedad de la información. Ahora bien, a diferencia de las primeras teorías que enfocaban la agencia para la gestión e interpretación de la información principalmente en los seres humanos, la IA moderna delega una parte significativa de esta agencia a las máquinas. Estas no solo gestionan, organizan e interpretan datos, sino que también crean conocimiento, intensificando la hibridación entre tecnología y humano. Los datos y programas reflejan aspectos inmateriales y culturales de la tecnología, al tiempo que integran dimensiones económicas e ideológicas. Por otro lado, las infraestructuras y la agencia humana representan la base material interconectada con la naturaleza y el trabajo.

El concepto de "determinismo encantado", propuesto por Campolo y Crawford (2020), resulta particularmente relevante en este contexto. Este determinismo se refiere a la creencia según la cual la tecnología, en este caso la IA, posee un poder pseudomágico para transformar la sociedad por sí sola, sin considerar los vínculos materiales y humanos que la sustentan; una visión que fomenta una percepción distorsionada de las capacidades de la IA y oscurece la complejidad que entraña su funcionamiento y éxito.

Por último, en la definición modular expuesta, es crucial señalar que la automatización de tareas no equivale a la creación de máquinas autónomas. Las comparaciones entre sistemas de comunicación biológicas y tecnológicas fueron esenciales para atribuir la capacidad de inteligencia a las máquinas en las primeras décadas del siglo XX. Siguiendo esta analogía, los giros epistémicos actuales (Haraway, 2019) refuerzan la idea de que los organismos más complejos e inteligentes son los más interdependientes. A mayor complejidad e inteligencia de nuestros sistemas tecnol-

lógicos, mayor será la interdependencia entre sus componentes, y mayor su dependencia de la naturaleza y el trabajo humano. Por lo tanto, la composición de la IA se basa en gran medida en su necesidad de dependencia, contrariamente a la percepción común de los modelos generativos multimodales como entes autónomos.

BIBLIOGRAFÍA

AGUDO, U., LIBERAL, K. G., ARRESE, M. et al. (2024). The impact of AI errors in a human-in-the-loop process. *Cognitive Research*, 9(1).

AIROLDI, M. (2022). *Machine habitus: Toward a sociology of algorithms*. Polity Press.

ALONSO, A. (2024, marzo 6). Inteligencia Artificial verde y responsable. Un nuevo paradigma para un futuro más sostenible. Conferencia en la Real Academia De Ciencias Exactas Físicas y Naturales. <https://www.youtube.com/watch?v=q6NuWbyY2RE>, consultado 8 de marzo de 2024.

ARCILA CALDERÓN, C., IGARTUA PEROSANZ, J. J., SÁNCHEZ HOLGADO, P., JIMÉNEZ AMORES, J., MARCOS RAMOS, M., GONZÁLEZ DE GARAY, B., PIÑEIRO NAVAL, V., RODRÍGUEZ CONTRERAS, L., y BLANCO HERRERO, D. (2023). *Informe público de percepción social de la inteligencia artificial en España*. Observatorio de los Contenidos Audiovisuales, Universidad de Salamanca. <https://www.ocausal.es/investigacion/proyectos/percepcion-ia/percepcion-ia/>

BREVINI, B. (2020). Black boxes, not green: Mythologizing artificial intelligence and omitting the environment. *Big Data & Society*, 7(2), 205395172093514.

BREVINI, B. (2021). Creating the technological saviour: Discourses on AI in Europe and the legitimization of Super Capitalism. En P. VERDEGEM (Ed.), *AI for Everyone? Critical perspectives* (pp. 145-159). University of Westminster Press.

CARBONELL, J., SÁNCHEZ-ESGUEVILLAS, A., y CARRO, B. (2016). The role of metaphors in

the development of technologies. The case of the artificial intelligence. *Futures*, 84, 145-153.

CASTELLS, M. (2023). The Network Society revisited. *American Behavioral Scientist*, 67(7), 940-946.

CASTELLS, M., CASTELLS, M., y CASTELLS, M. (2005). *La sociedad red* (3^a ed.). Alianza Editorial.

CETINA PRESUEL, R., y MARTÍNEZ SIERRA, J. M. (2024). The adoption of Artificial Intelligence in bureaucratic decision-making: A Weberian perspective. *Digital Government: Research and Practice*, 5(1), 1-20.

CHOLLET, F. (2022, November 28). AI is cognitive automation, not cognitive intelligence. *Sparks in the Wind*. <https://fchollet.substack.com/p/ai-is-cognitive-automation-not-cognitive>

CRAWFORD, K. (2023). *Atlas de IA: Poder, política y costes planetarios de la Inteligencia Artificial*. NED, Nuevos Emprendimientos Editoriales.

CRAWFORD, K., y CAMPOLO, A. (2020). Enchanted determinism: Power without responsibility in artificial intelligence. *Engaging Science, Technology, and Society*, 6, 1-19.

CRAWFORD, K., y PAGLEN, T. (2021). Excavating AI: The politics of images in machine learning training sets. *AI & Society*.

DATAREPORTAL. (2023). *Digital 2023 Global Overview Report*. <https://datareportal.com/reports/digital-2023-global-overview-report>

DE VRIES, A. (2023). The growing energy footprint of artificial intelligence. *Joule*, 7(10), 2191-2194.

EUBANKS, V. (2021). *La automatización de la desigualdad: Herramientas de tecnología avanzada para supervisar y castigar a los pobres*. Capitán Swing.

FAZELPOUR, S., LIPTON, Z. C., y DANKS, D. (2022). Algorithmic fairness and the situated dynamics of justice. *Canadian Journal of Philosophy*, 52(1), 44-60.

FISHER, M. (2023). *Las redes del caos*. Traficantes de Sueños.

GILMAN, M. E. (2020). Poverty Lawgorithms: A poverty lawyer's guide to fighting automated decision-making harms on low-income communities. *Data & Society*. University of Baltimore School of Law Legal Studies Research <https://ssrn.com/abstract=3699650>

GONZÁLEZ, D. (2023, mayo 29). Emergencia climática: inteligencia artificial y el impacto en la España rural. *El Salto Diario*. <https://www.elsaltodiario.com/paradoja-jevons-ciencia-poder/emergencia-climatica-inteligencia-artificial>

GRAY, M. L., y SURI, S. (2019). *Ghost work: How to stop Silicon Valley from building a new global underclass*. Houghton Mifflin Harcourt.

HANSELL, S. (2007, marzo 25). Data, data everywhere. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/2007/03/25/business/yourmoney/25Stream.html>

HARAWAY, D. (2019). *Seguir con el problema: Generar parentesco en el Cthuluceno*. Consonni.

IRANI, L. (2016). The hidden faces of automation. *XRDS: Crossroads. The ACM Magazine for Students*, 23(2), 34-37.

JAYAL, A. D., BADURDEEN, F., DILLON, O. W., y JAWAHIR, I. S. (2010). Sustainable manufacturing: Modeling and optimization challenges at the product, process and system levels. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 2(3), 144-152.

KLINE, R. R. (2011). Cybernetics, automata studies, and the Dartmouth conference on artificial intelligence. *IEEE Annals of the History of Computing*, 33(3), 5-16.

KOUBAA, A., BOULILA, W., GHOUTI, L., ALZAHEM, A., y LATIF, S. (2023). Exploring ChatGPT Capabilities and limitations: A survey. *IEEE Access*, 11, 118698-118721.

LAKOFF, G., y JOHNSON, M. (2019). *Metáforas de la vida cotidiana*. Cátedra.

LAMO DE ESPINOSA, E. (2018). *De nuevo sobre la sociedad reflexiva: Escritos de teoría y estructura sociales*. Centro de Investigaciones Sociológicas.

LESSIG, L. (2009). *El código 2.0*. Traficantes de Sueños.

LUPTON, D. (2015). *Digital sociology*. Routledge, Taylor & Francis Group.

MINISTERIO DE ASUNTOS ECONÓMICOS Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL. (2022). *Plan Nacional de Algoritmos Verdes*. https://portal.mineco.gob.es/RecursosNoticia/mineco/prensa/noticias/2022/20221213_plan_algoritmos_verdes.pdf

MITCHEL, M. (2024). *Inteligencia artificial: Guía para seres pensantes*. Capitán Swing.

O'NEIL, C. (2018). *Armas de destrucción matemática: Cómo el Big Data aumenta la desigualdad y amenaza la democracia*. Capitán Swing.

OBSERVATORIO NACIONAL DE TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD. (2023). *Uso de inteligencia artificial y big data en las empresas españolas*. Secretaría de Estado de Digitalización e Inteligencia Artificial, Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital. <https://datareportal.com/reports/digital-2023-global-overview-report>

OPENAI. (2024). Página principal de OpenAI. OpenAI. <https://openai.com/es-ES/>

PASQUINELLI, M. (2023). *The Eye of the Master: A Social History of Artificial Intelligence*. Verso Books.

PUSCHMANN, C., y BURGESS, J. (2014). Metaphors of Big Data. *International Journal of Communication*, 8, 1690–1709.

QUARTZ. (2017). *The data that changed the direction of AI research—and possibly the world*. <https://qz.com/1034972/the-data-that-changed-the-direction-of-ai-research-and-possibly-the-world>

RAMMERT, W. (2011). Paradoxes of interactivity: Distributed agency between humans, machines, and programs. En J. BECKERT, P. ASPERS y M. DUXBURY (Eds.), *Paradoxes of Interactivity* (pp. 62-91).

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. (2024). Inteligencia artificial. En *Diccionario de la lengua española* (23.^a ed.). <https://dle.rae.es/inteligencia%20artificial>

RUHELA, S. (2019). Thematic correlation of human cognition and Artificial Intelligence. 2019 Amity International Conference on Artificial Intelligence (AICAI), 367-370.

SCHMIDT, E., y HUTTENLOCHER, D. P. (2023). *La era de la Inteligencia Artificial y nuestro futuro humano*. Anaya Multimedia.

SHORTLIFFE, E. H. (1976). *MYCIN: Computer-based medical consultations*. Elsevier.

SRNICEK, N., y GIACOMETTI, A. (2018). *Capitalismo de plataformas* (1^a ed.). Caja Negra.

STAHL, B. C., y EKE, D. (2024). The ethics of ChatGPT – Exploring the ethical issues of an emerging technology. *International Journal of Information Management*, 74, 102700.

TOOSI, A., BOTTINO, A. G., SABOURY, B., SIEGEL, E., y RAHMIM, A. (2021). A brief history of AI: How to prevent another winter (A critical review). *PET Clinics*, 16(4), 449-469.

TORRES ALBERO, C. (2013). La sociedad de la información y del conocimiento. *Panorama Social*, 18, 9-18.

TORRES ALBERO, C. (2021). La comunicación en tiempos de pandemia. En O. SALIDO y M. MASSÓ (Eds.), *Sociología en tiempos de pandemia: Impactos y desafíos sociales de la crisis del COVID-19*. Marcial Pons, Ediciones Jurídicas y Sociales.

TUCHO, F., y GARCÍA DE MADARIAGA, J. M. (2024). El impacto de la inteligencia artificial en el medio ambiente: Innovación más cuestionable que sostenible. En *IX Congreso Internacional de la AE-IC. Comunicación e*

Innovación Sostenible, Murcia, 28-31 de mayo de 2024.

TYAGI, A. K., y REKHA, G. (2019). Machine learning with Big Data). Proceedings of International Conference on Sustainable Computing in Science, Technology and Management (SUSCOM), Amity University Rajasthan, Jaipur – India, 26-28 de febrero, *SSRN Electronic Journal*.

VALDIVIA, A. (2023, mayo 26). El coste medioambiental de construir minas y centros de datos para la IA en la España rural. *The Conversation*. <https://theconversation.com/el-coste-medioambiental-de-construir-minas-y-centros-de-datos-para-la-ia-en-la-espana-rural-208385>

VAN DIJCK, J., POELL, T., y DE WAAL, M. (2018). *The Platform Society* (Vol. 1). Oxford University Press.

VENTURINI, T. (2024). Bruno Latour and Artificial Intelligence. *Tecnoscienza – Italian Journal of Science & Technology Studies*, 101-114.

WERTHNER, H., PREM, E., LEE, E. A., y GHEZZI, C. (Eds.). (2022). *Perspectives on Digital Humanism*. Springer International Publishing.

WIENER, N. (1948). *Cybernetics: Or control and communication in the animal and the machine*. MIT Press.

ZUBOFF, S. (2022). *La era del capitalismo de la vigilancia: La lucha por un futuro humano frente a las nuevas fronteras del poder* (2^a ed.). Paidós.

La desigualdad y la economía digital

ALEIX CALVERAS* Y JUAN-JOSÉ GANUZA**

RESUMEN*

Existe abundante evidencia empírica que respalda el aumento de la desigualdad en muchos países desarrollados en las últimas décadas. Nuestro artículo sostiene que este incremento en la desigualdad salarial, atribuible principalmente a una mayor disparidad salarial entre empresas, podría estar vinculado a la dinámica de la economía digital y al fenómeno del *winner-takes-all* que a menudo caracteriza la competencia entre plataformas digitales. Esto explica por qué la estructura de mercado tiende a ser muy desigual, con grandes empresas dominantes. Además, exploramos cómo los conflictos redistributivos están relacionados con los procesos de externalización y la creciente presencia de la *gig economy*.

1. INTRODUCCIÓN

El creciente nivel de desigualdad en ingresos salariales y riqueza observado en muchos países desarrollados desde la década de 1980

puede responder a un buen número de factores explicativos, como el cambio tecnológico con sesgo hacia el capital humano, la segunda ola de globalización que ha experimentado el mundo en los últimos 50 años o la pérdida de peso de los sindicatos en gran parte de los países occidentales, entre otros (Milanovic, 2011). Otro factor que parece haber desempeñado un papel significativo en este aumento de la desigualdad es la reorganización que ha tenido lugar en muchas industrias y empresas debido a la creciente digitalización de sus modelos de negocio y cadenas de valor.

El avance de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) ha dado lugar en numerosos sectores a la emergencia de nuevas formas organizativas, entre las que ocupan un lugar destacado las plataformas digitales como Uber, AirBnb y Spotify, junto con la consiguiente digitalización de muchas actividades dentro de las cadenas de valor empresariales. Las TIC también han impulsado la redefinición de los límites de las empresas, especialmente a través de la externalización de actividades no centrales en sus cadenas de valor. La pregunta fundamental que motiva este trabajo es: ¿cómo ha contribuido esta transformación del panorama empresarial en numerosos y diversos sectores al aumento de la desigualdad (salarial) observado en gran parte de los países occidentales?

* Universidad de Islas Baleares (aleix.calveras@uib.es).
** Universidad Pompeu Fabra y Funcas (juanjo.ganuza@upf.edu).

♦ Aleix Calveras agradece el apoyo del proyecto PID2020-115018RB-C33 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033. Juan José Ganuza agradece el apoyo de la Barcelona School of Economics y el proyecto de investigación del Ministerio de Ciencia e Innovación PID2020-115044GB-I00.

La evidencia empírica más reciente muestra cómo las empresas contribuyen al aumento de la desigualdad salarial a través del incremento

en la disparidad de salarios entre trabajadores de diferentes empresas. Se observa que los trabajadores con salarios altos tienden a agruparse en empresas donde el resto de los trabajadores también tienen salarios altos, mientras que los trabajadores con salarios bajos se concentran en empresas donde otros trabajadores también tienen salarios bajos. Este fenómeno, que conduce a un aumento de las desigualdades entre empresas, parece tener un papel significativamente mayor en la explicación de la creciente desigualdad salarial entre trabajadores que en la del aumento de las diferencias salariales dentro de las empresas (por ejemplo, entre lo que ganan los altos directivos y lo que gana el trabajador promedio de sus empresas [Bloom, 2017; Song *et al.*, 2019]).

Este artículo tiene dos objetivos principales. En primer lugar, busca explicar los cambios organizativos más significativos que se han producido en una gran variedad de sectores empresariales, todos ellos relacionados con los procesos de digitalización de las cadenas de valor empresarial. Esto incluye la aparición de plataformas digitales y el ajuste de las fronteras empresariales debido a la creciente subcontratación de actividades periféricas por parte de un número cada vez mayor de empresas. En un punto intermedio entre ambos fenómenos se encuentra la *gig economy* o economía de pequeños encargos, junto con el modelo laboral basado en el trabajo independiente (y/o precario) que a menudo lo acompaña (como en el caso de las plataformas de reparto). En segundo lugar, este artículo pretende resaltar cómo estos cambios en los modelos de negocio, la creación de plataformas digitales y la creciente desintegración organizativa de las cadenas de valor empresarial, tienen importantes implicaciones no solo en términos de eficiencia empresarial, sino también en términos redistributivos de ingresos (salarios), contribuyendo así a la desigualdad económica en nuestras sociedades.

El resto del artículo está estructurado de la siguiente forma. En la sección segunda presentamos evidencia del incremento de la desigualdad. En la siguiente sección, analizamos las características del modelo de negocio de la economía digital, para a continuación plantear la forma en la que los procesos de desintegración organizativa de las cadenas de valor (por la subcontratación y la *gig economy*) pueden contribuir a la desigualdad salarial. Concluimos el artículo en

la última sección con algunas recomendaciones de política regulatoria prestando especial atención al papel que debe de jugar la política de competencia.

2. EVIDENCIA EMPÍRICA DEL INCREMENTO DE LA DESIGUALDAD

Hay un amplio acuerdo sobre el significativo aumento de la desigualdad experimentado en muchos países desarrollados desde los años ochenta del siglo pasado. A este respecto, conviene destacar algunos aspectos relevantes.

2.1. Heterogeneidad en la desigualdad

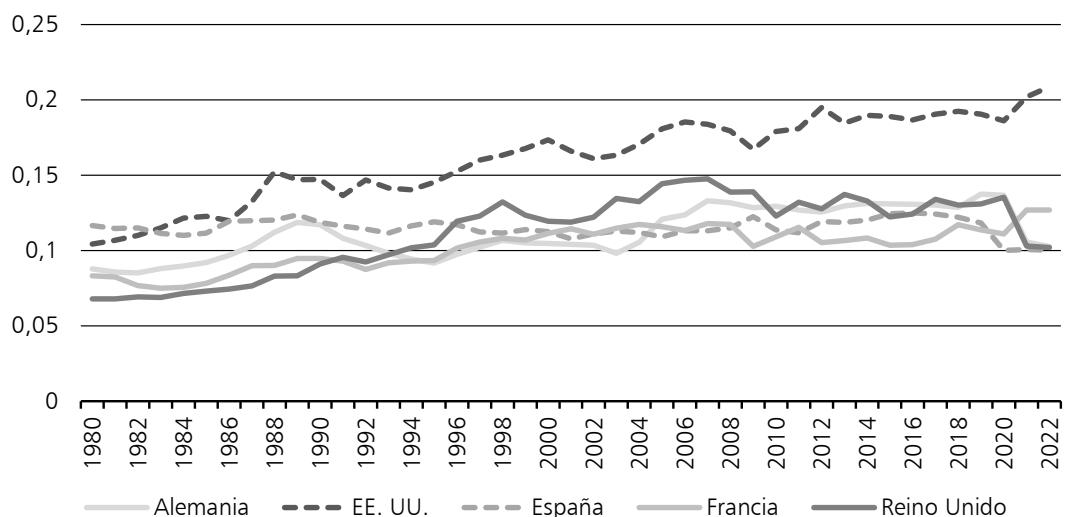
Es cierto que ha habido un aumento de la desigualdad en gran parte de los países desarrollados, pero esta ha tenido lugar con diferencias significativas en su grado y tipo (como la renta o la riqueza, entre otros). Así, por ejemplo, en EE. UU., la brecha salarial entre el 1 por ciento más rico y el resto ha crecido, mientras que en otros países el incremento en la desigualdad ha estado protagonizado en mayor medida por la riqueza (Piketty, 2014). Además, es relevante señalar que en el mundo la desigualdad ha disminuido gracias al importantísimo crecimiento económico de los países en desarrollo (como China o India). La famosa figura del elefante de Branko Milanovic muestra la evolución del nivel de renta de la población a nivel mundial: al tiempo que se registraba un importante incremento de las rentas salariales de los ciudadanos de los países en desarrollo, se ha producido un estancamiento en las de las clases medias y un enorme incremento en las de las clases altas de los países desarrollados (Lakner y Milanovic, 2016).

2.2. Desigualdad en España

Prestando atención a España, se observa que a lo largo de las últimas décadas ha expe-

GRÁFICO 1

PARTICIPACIÓN EN LA RENTA NACIONAL ANTES DEL IMPUESTO DEL 1 % DE LA POBLACIÓN CON MAYORES INGRESOS, PAÍSES SELECCIONADOS, 1980-2022



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de *World Inequality Database*, 1980-2022.

rimentado un menor aumento de la desigualdad que en otros países desarrollados y que esta se debe en gran medida a la existencia de una fuerte relación entre desigualdad y nivel de paro (Rodríguez-Mora, 2013). El gráfico 1 muestra la evolución de la participación en la renta nacional del 1 por ciento de la población con más ingresos en los países desarrollados, según datos de la *World Inequality Database*¹). Asimismo, se observa también cómo en España el 1 por ciento más rico concentra una menor proporción de la renta nacional que en otros países.

2.3. Factores que impulsan la desigualdad

Las causas que están detrás del aumento de la desigualdad son múltiples, pero, entre otras, el sesgo educativo del cambio tecnológico tiene un papel significativo puesto que favo-

rece a los trabajadores con mayor formación. Asimismo, se ha observado un estancamiento de los ingresos de la mitad de la población con menor renta: en los EE. UU., el diferencial de salario medio anual entre un titulado universitario y alguien con solamente estudios secundarios pasó de 17.400 dólares en el año 1979 a 35.000 en el año 2012 (Bloom, 2017).

Por otra parte, existe creciente evidencia del papel de las empresas en la creciente desigualdad que se ha observado en los países desarrollados. Las empresas pueden contribuir a la desigualdad salarial de dos maneras:

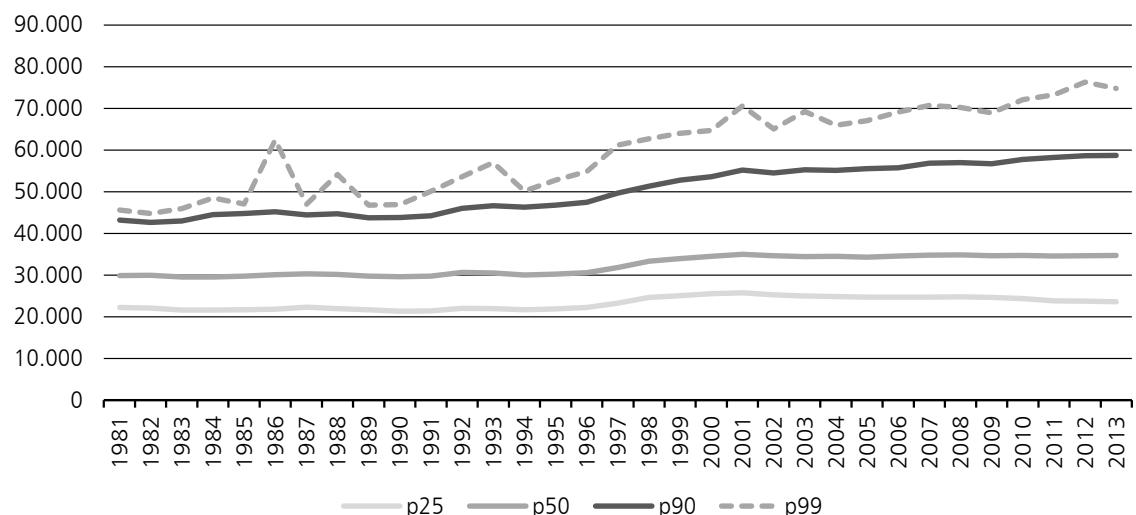
1. Mediante el aumento de las diferencias salariales dentro de las empresas, normalmente medidas por el cociente entre el salario de los altos directivos y el del empleado medio de una empresa. Este es un tema que acapara muchos titulares en los medios de comunicación². Aun así, este fenómeno "solamente"

² Véase, por ejemplo, el artículo "Mi jefe cobra 77 veces más que yo: estas son las empresas españolas con mayor desigualdad salarial entre directivos y empleados" (*El País*, 4/5/2024).

¹ <https://wid.world/>

GRÁFICO 2

SALARIO MEDIO ANUAL DE LA EMPRESA EN FUNCIÓN DEL PERCENTIL DE LOS EMPLEADOS (DÓLARES 2013)



Fuente: Bloom (2017).

- explicaría un tercio de la desigualdad salarial (Song *et al.*, 2019).
2. Mediante la creciente dispersión de los salarios entre empresas; es decir, cada vez más los trabajadores con elevados salarios trabajan con otros trabajadores similares, y viceversa. Según Song *et al.* (2019), este fenómeno explicaría la parte principal de la desigualdad salarial observada, concretamente dos tercios de ella. El gráfico 2 ilustra esta creciente disparidad salarial entre empresas. Concretamente, muestra el salario medio anual de las empresas en función del percentil de los empleados. La disparidad ha sido creciente desde los 80 hasta el año 2013, la fecha más reciente para la que se dispone de datos (véase Bloom, 2017).

3. LAS CARACTERÍSTICAS DE LA ECONOMÍA DIGITAL

Una de las potenciales causas del aumento de la desigualdad de los últimos años, además de la globalización y el aumento del tamaño de los

mercados, es el desarrollo de la economía digital y la inteligencia artificial. La economía digital está cambiando el mundo tal como lo conocemos. La economía colaborativa, las plataformas digitales, el análisis de datos masivos, el aprendizaje automático y la inteligencia artificial están transformando los sistemas de producción y las cadenas de valor. El nuevo entorno empresarial está caracterizado por grandes empresas como Google, Apple, Amazon, Microsoft o Facebook. De hecho, estas empresas que hemos citado dominan (con la excepción de la empresa saudí de petróleo, Aramco) el *ranking* de las empresas más cotizadas del mundo, desplazando a las empresas energéticas y financieras que fueron las dominantes durante gran parte del siglo XX (ver cuadro 1 con datos a 19 de marzo de 2024).

Para entender cómo han emergido estos gigantes tecnológicos con ese inmenso poder de mercado y nivel de beneficios es necesario conocer las principales características de la economía digital. En esta sección describiremos sus elementos fundamentales y discutiremos las razones por las que pueden contribuir a aumentar la desigualdad.

CUADRO 1

VALOR DE MERCADO DE LAS EMPRESAS MÁS COTIZADAS DEL MUNDO, MARZO DE 2024

Empresa	Valor de mercado (billones de dólares)
Microsoft Corp	3,10
Meta Platforms (Facebook)	1,26
Aramco	2,01
Apple Inc.	2,68
Amazon.com	1,81
Alphabet Inc. (Google)	1,84

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de cotización en bolsa.

3.1. Plataformas digitales y economías de red

La base de la economía digital es el modelo de empresa de plataforma bilateral que reduce los costes de transacción y facilita el intercambio, generalmente entre consumidores y empresas, aunque no necesariamente. Pensemos en las plataformas para encontrar pareja o jugar al ajedrez, o aquellas verticalmente integradas como Netflix (Evans y Schmalensee, 2016). Un elemento clave del modelo de plataforma son las conocidas como externalidades de red (o efectos de red) que consisten en que, cuantos más participantes hay en un mismo lado del mercado (externalidad intragrupo) o en el otro lado (externalidad intergrupo), mayor es la utilidad que obtienen los agentes por participar en la plataforma. Las externalidades intergrupo se pueden ilustrar con una plataforma de venta de segunda mano. En un lado del mercado hay vendedores y en el otro, compradores; cuantos más compradores haya, mayor será la utilidad de los vendedores por utilizar la plataforma. Una plataforma para jugar al ajedrez solo tiene un lado del mercado porque empareja a los jugadores entre sí. Es un claro ejemplo de externalidad intragrupo porque la utilidad de un jugador aumenta cuanto mayor es el número de jugadores.

Las externalidades de red y sus círculos virtuosos pueden provocar que haya empresas que consigan cuotas de mercado casi monopolísticas: cuanta más cuota de mercado tenga

una empresa, mayores beneficios reportará a los participantes en el mercado, lo que contribuye a consolidar su posición de dominio. Por otro lado, cuando existen economías de red, la empresa dominante puede no ser la empresa que ofrece el mejor producto³.

Un factor añadido a las externalidades de red en el mundo digital son las grandes economías de escala de este sector: muchos negocios digitales se caracterizan por costes fijos altos pero costes marginales casi nulos. De hecho, un rasgo diferenciador de los grandes gigantes digitales con respecto a las grandes empresas de otros sectores es que, a pesar de su enorme capitalización y recursos financieros, tienen pocos activos físicos y, en términos relativos, pocos trabajadores.

3.2. ¿Por qué muchos servicios en la economía digital son gratis?

Los ingresos de las plataformas pueden proceder de las dos partes del mercado. Por ello,

³ Esto se conoce desde los inicios de la economía digital: la guerra de los sistemas de vídeo la ganó el VHS por ser el sistema que daba acceso a un mayor número de películas, aunque otros sistemas alternativos como el Beta parecían tener ventajas tecnológicas. De igual forma, durante mucho tiempo se acusó a Microsoft de no desarrollar suficientemente el sistema operativo de Windows, e incluso de ser de inferior calidad que algunos alternativos como Linux, pero de conservar su posición de liderazgo en el mercado gracias a las economías de red. Todo el mundo quería tener el mismo sistema operativo que tenía todo el mundo (aunque fuera de menor calidad) por la compatibilidad de los archivos y el acceso a un mayor número de aplicaciones.

puede ser óptimo subvencionar una parte del mercado para explotar las economías de red y compensar las pérdidas de beneficios con la otra parte⁴. Por ejemplo, la industria de las videoconsolas empezó con Nintendo. Esta empresa utilizó la estrategia de subvencionar el precio de la consola para conseguir una masa crítica de consumidores y, así, aumentar la cantidad de ingresos asociados a los royalties pagados por los programadores de juegos. Años después, Sony lanzó una consola revolucionaria que incluía un nuevo sistema de vídeo (Blu-Ray), la PS3. Con la misma lógica que Nintendo, Sony fijó un precio de salida que rondaba aproximadamente la mitad de su coste. Este rasgo es común a todos los negocios caracterizados por plataformas donde los precios se tienen que fijar conjuntamente a los dos lados del mercado, siendo muy común que una parte del mercado esté subsidiada por la otra. Por ejemplo, es frecuente que las tarjetas de crédito subsidien completamente a los consumidores y cobren a las tiendas. En el mundo digital estos subsidios cruzados son generalizados y explican que muchos servicios sean gratuitos para los consumidores. El buscador de Google se ofrece gratuitamente a los consumidores porque los anunciantes, que son la otra parte del mercado, pujan en una subasta por los *links* subvencionados (estas subastas digitales generan casi todos los ingresos de Google, que alcanzan casi los 150.000 millones de dólares anuales).

3.3. La lógica del *winner-takes-all*

Si sumamos las externalidades de red a las economías de escala, los precios de servicios frecuentemente gratuitos para el consumidor y la ausencia de barreras geográficas o costes de transporte, es fácil entender que gran parte de la economía digital se caracteriza por el *winner-takes-all*. La competencia en estos sectores se parece a un torneo en el que aquella plataforma que es percibida como mejor (o cuenta con la ventaja de ser pionera y tener una amplia base de clientes) puede disponer de una gran cuota de mercado (por ejemplo, la cuota de mercado del buscador de Google es superior al 90 por ciento en el conjunto de la Unión Europea).

⁴ Armstrong (2006) es pionero en el análisis de la fijación de precios por parte de las plataformas digitales; Gauza y Llobet (2018) revisan la literatura reciente sobre políticas de precios en la economía digital.

Las ventajas de ser grande en la economía digital no se acaban aquí. Las complementariedades son una fuente de ventaja competitiva adicional. Las empresas dominantes en un mercado o servicio generan ecosistemas y aplicaciones complementarias, de modo que los datos de unas aplicaciones alimentan a otras y la compatibilidad entre aplicaciones de un mismo ecosistema es mejor que con los servicios complementarios alternativos de la competencia. Todo ello mejora la experiencia del usuario y, de nuevo, incrementa la ventaja de las empresas grandes sobre las pequeñas.

Por ejemplo, los datos masivos son otra fuente de ventaja competitiva para las empresas con grandes cuotas de mercado y/o con ecosistemas de aplicaciones complementarias. Pensemos en el buscador de Google y comparémoslo con Bing, que tiene una cuota de mercado mucho menor. Cada vez que realizamos una búsqueda es un experimento que permite mejorar el algoritmo. El buscador aprende (automáticamente) si ha acertado y elegimos las primeras opciones que nos ofrece o si, por el contrario, ha fallado y tenemos que refinar la búsqueda, elegir una opción con un *ranking* bajo o abandonamos la búsqueda. Cuanto mayor sea la cuota de mercado, habrá más experimentos y más aprendizaje, lo que derivará en un mejor algoritmo. Esta ventaja es mayor, en términos relativos, para las búsquedas más específicas y menos frecuentes. El problema es que, como otros tantos fenómenos de la economía digital, es un fenómeno que se retroalimenta. Un mejor algoritmo hace aumentar la cuota de mercado, lo que vuelve a generar más búsquedas y por lo tanto un mejor algoritmo. Esto hace que una pequeña ventaja inicial pueda generar una dinámica que conduzca a una estructura de mercado muy asimétrica, con una gran empresa dominante que disfrute de una ventaja competitiva sostenible muy resistente a ataques de la competencia. Este argumento se extiende a todos los modelos de negocio digitales que se basan en la efectividad de un algoritmo y en los que puede existir aprendizaje automático (por ejemplo, también en las plataformas que asignan precios para mejorar el funcionamiento de oferta y demanda, como es el caso de Uber).

Además, gran parte de los beneficios de la empresa digital provienen de la publicidad. Así, muchos servicios digitales utilizan la lógica de los periódicos gratuitos: proveen servicios sin coste a cambio de exponer a los usuarios

directa o indirectamente a mensajes publicitarios. De hecho, los ingresos publicitarios son la principal fuente de ingresos de Google o de Facebook. Los datos masivos también confieren una ventaja competitiva a las empresas dominantes que tienen modelos de negocio basados en la publicidad. La idea fundamental es que el valor del mensaje publicitario es mayor cuanto más se acerque a las preferencias del usuario. Cuanto mejor sea el emparejamiento (*match*) entre mensaje y preferencias, mayor será la probabilidad de que el mensaje conlleve una venta y, por lo tanto, mayor será la disponibilidad a pagar por la publicidad del anunciante y menor el coste para el usuario de someterse a dicha publicidad. Los datos masivos ayudan a mejorar este *match* y, con ello, confieren una ventaja importante a las empresas grandes.

Frecuentemente, los precios de la publicidad se fijan a través de subastas. Así, cuando abrimos una página de un periódico o de Facebook se producen subastas automáticas para adjudicar los espacios de publicidad disponibles. Por el argumento anterior, cuanto mayor es la información sobre el usuario que está disponible para los anunciantes, mayores serán las pujas de las empresas ganadoras y más altos serán los ingresos de la plataforma⁵. Es interesante también comentar el caso de las subastas de Google para los enlaces patrocinados de su buscador, que constituyen su principal fuente de financiación. Cada vez que realizamos una búsqueda aparecen en la página una serie de enlaces patrocinados, además de los enlaces "orgánicos" seleccionados por el algoritmo del buscador. En gran parte, la información más relevante sobre el usuario para los anunciantes proviene de la propia búsqueda del usuario (aunque Google puede completar esa información). Sin embargo, en este modelo de negocio la información juega otro papel crucial. En dichas subastas, la puja de las empresas determina el dinero que recibirá Google cada vez que el usuario elige este enlace. Por ello, para maximizar los beneficios, Google usa toda la información que tiene sobre los usuarios con el fin de estimar los *clicks* que tendrán cada uno de los enlaces y, con ello, determina quién es el ganador de la subasta que, básicamente, no es el que esté dispuesto a pagar más por *clicks*,

⁵ Decarolis et al. (2018) analizan diferentes modelos de negocio digitales basados en la publicidad y, en particular, explican con detalle el funcionamiento de las subastas digitales en el mercado de la publicidad.

sino aquel que genere un ingreso esperado mayor (disponibilidad a pagar por *click* multiplicada por la demanda esperada). Por supuesto, este sistema de subasta genera mayores ingresos cuanta más información se tenga sobre los usuarios y, con ello, más precisas sean las predicciones de demanda de clicks por enlace. En resumen, el uso estratégico de los datos masivos explica el valor de la información sobre los usuarios y, por tanto, que haya modelos de negocio que proveen servicios gratis a cambio de dicha información (datos), así como el comercio de tales datos entre empresas.

3.4. Competencia por el mercado

Los apartados anteriores muestran cómo en el mundo digital existen muchas razones (externalidades de red, economías de escala, complementariedades o datos masivos, entre otras) por las que las empresas dominantes en un mercado pueden consolidar ventajas competitivas. Por ello, muchas veces la competencia dentro del mercado no existe o es muy limitada y es sustituida por una competencia por el mercado. La economía digital ha recuperado la idea de Schumpeter del proceso de "destrucción creativa": el proceso competitivo conlleva una secuencia de cuasimonopolios en la que una empresa disfruta de una gran cuota de mercado hasta que otra empresa mejora el producto con una innovación disruptiva y conquista el mercado. Por ejemplo, ¿podrá alguna empresa desplazar a Google de su liderazgo en el mercado de buscadores utilizando la inteligencia artificial generativa?

Sin embargo, muchos economistas especializados en defensa de la competencia dudan de que este escenario sea real y temen que los gigantes digitales se consoliden como lo hicieron los grandes gigantes industriales americanos (como Ford, General Motors o General Electric) que nacieron a principios del siglo XX y dominaron sus mercados durante todo el siglo.

3.5. Nuevos entrantes

Dadas las ventajas de las empresas dominantes establecidas, la competencia en la eco-

nomía digital descansa en gran parte en la amenaza de los potenciales entrantes al mercado. En un mundo en el que las cuotas de mercado pueden ser muy altas, pero los precios son frecuentemente cero y la definición de mercado es difusa (dadas las complementariedades), evaluar la contestabilidad del mercado puede ser el mejor enfoque para determinar el nivel de competencia y el poder de mercado en la economía digital. Por eso en este apartado analizaremos las decisiones de entrada al mercado en la economía digital.

Un primer aspecto diferencial de la economía digital es que las barreras de entrada tradicionales (como los costes fijos de capital o la capacidad instalada) no son generalmente importantes. De hecho, las grandes empresas digitales, con una enorme capitalización, tienen sin embargo pocos activos físicos e incluso un número reducido de trabajadores en términos relativos. Sin embargo, y a pesar de ello, todas las ventajas asociadas al tamaño discutidas anteriormente son una importante barrera a la entrada. Aunque en la economía digital cohabitán una infinidad de *start-ups* y empresas, existen grandes empresas dominantes. ¿Sienten estas firmas dominantes, en particular los cinco gigantes (Microsoft, Apple, Amazon, Facebook y Alphabet-Google), la presión competitiva de los nuevos entrantes? ¿O son como los dinosaurios que viven en un mundo sin depredadores? Si analizamos sus modelos de negocio, algunas empresas parecen más vulnerables que otras. Además de su ventaja competitiva sostenible en el buscador que ya hemos discutido, Google disfruta de un ecosistema con muchas aplicaciones complementarias sostenidas por un sistema operativo propietario que, como en el caso de Microsoft, parece inexpugnable dadas las economías de red. Por el contrario, la ventaja competitiva de Facebook no parece tan bien protegida. Sin embargo, todas ellas han encontrado una forma de reducir la presión competitiva de los entrantes y con ello el riesgo a ser reemplazados por nuevos modelos de negocio que generen más valor: comprar a los futuros competidores.

El antídoto contra la “destrucción creativa” parecen ser las fusiones y adquisiciones. Waze era un estupendo sistema de navegador que consiguió mayor cuota de mercado que Google Maps en algunos países y fue adquirida por Google. Instagram era la red social

que parecía acaparar mayor aceptación en las nuevas generaciones que el “viejo” Facebook y Facebook absorbió Instagram. Los estudiantes anhelan crear exitosas *start-ups*, pero su ambición no alcanza a soñar con competir con Google; si acaso, fantasean con crear una empresa que sea comprada por esta u otra *bigtech*. Y la evidencia es, según Motta y Peitz (2020), que los cinco gigantes digitales adquirieron alrededor de 200 empresas en los últimos cinco años (Amazon, 42; Apple, 33; Facebook, 21; Google (Alphabet), 48; y Microsoft, 53). La idea es clara: se compra a los cachorros antes de que sean leones.

El problema es que gran parte de este tipo de adquisiciones quedan fuera del radar de las autoridades de competencia. El enfoque tradicional con el que estas han tratado las fusiones se basa en el aumento de la concentración de mercado y de los precios. Esta perspectiva no está bien calibrada para las adquisiciones en el mundo digital. Las empresas adquiridas son a menudo pequeñas o no han terminado de desarrollar su modelo de negocio; lo que se adquiere es el talento y la potencial innovación que después puede o no desarrollarse (de ahí el término *killer acquisition*), pero que nunca será ya un competidor. La política de control de fusiones debe, pues, repensarse si el objetivo es incrementar la competencia en el mundo digital. Las soluciones no serán sencillas e implicarán medidas regulatorias que reduzcan en lo posible las barreras de entrada y fomenten tanto la innovación como la portabilidad de datos, así como una nueva forma de analizar si una fusión “digital” es o no procompetitiva.

3.6. Economía colaborativa

Gran parte del impacto que la economía digital tiene sobre nuestro bienestar viene asociado a que ha transformado nuestras industrias y servicios tradicionales. Por ejemplo, ahora nos informamos o accedemos a contenidos audiovisuales mayoritariamente a través de dispositivos digitales, lo que ha llevado que numerosas actividades, como las de las imprentas, salas de cine o quioscos hayan visto su demanda drásticamente reducida. Como cualquier cambio tecnológico, aunque mejore el bienestar global y la eficiencia de nuestra economía, también implica

perdedores: trabajadores y empresas que ven sus rentas reducidas. Este fenómeno ha sido especialmente polémico con respecto a la llamada economía colaborativa (*sharing economy* o *P2P-peer to peer markets*). La idea básica de la economía colaborativa es utilizar las plataformas digitales para crear mercados de activos infrautilizados (apartamentos, automóviles, cosas en los garajes de las personas, tiempo de los trabajadores subempleados, etc.).

La economía colaborativa nació con una primera generación de plataformas como Craigslist (en 1995) y eBay (en 1995) que se limitaban al comercio electrónico de objetos de segunda mano. Los desarrollos tecnológicos (localización GPS, algoritmos para fijar precios basados en datos masivos y sistemas de evaluación de la calidad) permitieron que progresivamente las plataformas P2P se expandieran a muchos más sectores, como Airbnb para el alquiler de apartamentos, Uber, Lyft y Bla-bla Car para los viajes compartidos o TaskRabbit, oDesk, Mechanical Turk para tareas de trabajo. A esta expansión contribuyó decisivamente que la generalización de los sistemas de evaluación por los usuarios redujera la información asimétrica sobre la calidad del servicio⁶. Esto aumentó la confianza de los consumidores, abriendo las puertas de la economía digital a mercados más "personales" como la vivienda o el transporte. Hoy en día, el impacto económico de la economía colaborativa es enorme y empresas líderes como Uber y Airbnb gozan de una gran capitalización.

Los retos y, a la vez, las fuentes de la ventaja competitiva de las empresas de la economía colaborativa son fundamentalmente:

1. Emparejar compradores y vendedores dispersos. De nuevo las economías de red (las externalidades) son fundamentales: cuantos más usuarios tienen las plataformas, mayor es la probabilidad de un buen emparejamiento.
2. Determinar los precios de la transacción. La fijación de precios es crucial para regular la oferta y la demanda y facilitar los intercambios. Frecuentemente, las dos partes emparejadas no disponen de la capacidad

⁶ Véase Belleflamme y Peitz (2018) y Rossi (2018) para un análisis de cómo los sistemas de evaluación de las plataformas digitales reducen la información asimétrica y favorecen el intercambio.

e información necesarias para fijar el precio de la transacción. Las plataformas determinan esos precios con diferentes mecanismos innovadores como las subastas (eBay), la recomendación de precios para la oferta en tiempo real (Airbnb o Amazon Market Place) o los precios automatizados por algoritmos (Uber).

3. Reducir la información asimétrica entre las dos partes del mercado. Las plataformas 2P2 necesitan generar mecanismos (como certificaciones, seguimiento o sistemas de evaluaciones) para que ambas partes del mercado puedan construirse una reputación de calidad y fiabilidad que facilite las transacciones.

Las plataformas P2P tienen un impacto positivo en el bienestar social porque incrementan las transacciones y el uso de activos infrautilizados. No obstante, también han generado importantes conflictos redistributivos. Primero, la filosofía del mundo P2P es alquilar o vender un activo infrautilizado (un apartamento en la playa para estancias cortas o incluso una cortadora de césped). Esta idea trasladada al trabajo implicaría que puedo dedicar mi tiempo libre a una actividad auxiliar (como conducir un Uber). Pero el mundo laboral, al revés que otras actividades, es un entorno muy regulado debido a que los trabajadores no tienen en muchos contextos un gran poder de negociación y, por ello, la generalización de este tipo de mercado podría conllevar una precarización de las condiciones laborales de algunos. Esto es lo que se conoce como la *gig economy*. Lo analizaremos más adelante con mayor detalle.

El segundo potencial conflicto es que las plataformas P2P compiten y frecuentemente desplazan a sectores tradicionales (por ejemplo, Uber a los taxis, Airbnb a los hoteles o Amazon al comercio local). La competencia entre las plataformas y los modelos de negocio tradicionalmente integrados es frecuentemente muy asimétrica y desigual, dado que suelen tener estructuras de costes y regulaciones muy diferentes. Los operadores tradicionales (principalmente negocios integrados verticalmente) suelen ser más intensivos en trabajo, tener más activos físicos y, por lo tanto, suelen estar más regulados y tener más costes de capital. Sin embargo, es muy probable que las asimetrías disminuyan en el futuro y los operadores establecidos adopten modelos híbridos de negocio

P2P, explotando las ventajas de la economía digital, al tiempo que utilizan sus propias ventajas competitivas. Por ejemplo, los hoteles han empezado a ofrecer alquileres de corto plazo de particulares, ofertando además el uso conjunto de servicios del hotel, recogida de llaves, limpieza, etc. De igual modo, los taxis ya incorporan la opción de viajes prepagados que provienen de plataformas.

3.7. La economía digital y la diversidad de negocios y contenidos

Los efectos de la economía digital sobre la desigualdad empresarial no son lineales ni fácilmente predecibles. Por un lado, la economía digital es el reino de diferentes economías de escala que dan ventajas competitivas a empresas grandes. Amazon está desplazando a infinidad de pequeños negocios que no tienen la escala suficiente para tener una red de distribución competitiva. Sin embargo, también los casi nulos costes marginales de la economía digital y su capacidad de emparejar oferta y demandas muy dispersas ayudan a multitud de pequeños negocios a encontrar sus consumidores. Por ejemplo, anunciarse a través de las búsquedas de Google suele ser una eficaz forma de publicidad para negocios pequeños con demandas locales. Piensen en una empresa de control de plagas localizada en la sierra de Madrid. Antes de Google probablemente su mejor oportunidad de anunciarse fuera a través de periódicos de distribución local. Este método era muy ineficiente pues nadie presta atención a los anuncios locales de control de plagas si no se tiene ese problema y cuando aparece el problema, probablemente no pensamos que su posible solución se encuentra en el periódico. Lo que hacemos es buscar en Google una empresa local que preste el servicio. Los precios de los anuncios patrocinados del buscador son fijados en una subasta y por lo tanto dependen de la competencia. Es previsible que la competencia por esas palabras de búsqueda para un negocio tan específico en una localización tan concreta sea muy pequeña, si es que existe, con lo que la empresa conseguirá gracias a la economía digital una publicidad mucho más efectiva a un coste muy bajo.

La economía digital también ha generalizado el fenómeno de la estela larga, o *long tail*, que refleja un aumento de las colas de la distribución o, dicho de otra forma, un aumento de los negocios y productos especializados o de nicho. Las ventajas del tamaño hacen difícil competir con las empresas digitales dominantes, lo que lleva a los entrantes a especializarse en nichos. El fenómeno *long tail* es especialmente visible en el mercado de los bienes culturales. El mercado editorial estaba condicionado por el coste de mantenimiento de los inventarios de las librerías, lo que hacía difícil a los consumidores acceder a libros minoritarios (como los libros especializados en teoría de juegos, por ejemplo) y a las editoriales y escritores comercializar tales libros. La economía digital ha eliminado, en gran medida, estas barreras asociadas a los inventarios, multiplicando exponencialmente los libros a los que pueden acceder los consumidores y aumentando los incentivos a escribir estos libros especializados. El mundo de la música constituye otro ejemplo ilustrativo, pues la economía digital supuso que la facilidad de reproducción de las copias digitales y el fenómeno de la piratería redujeran mucho la venta de discos y los ingresos de los artistas. Esto provocó un gran temor por sus efectos sobre los incentivos a la creación y a la producción. Sin embargo, la industria musical se transformó: los artistas firmaron acuerdos de 360° con las discográficas que permitían a estas monetizar su inversión en los discos a través de los conciertos en directo y derechos de imagen. También surgió el fenómeno del *streaming* y, sobre todo, se abarataron los costes de producción y distribución de un disco, dando lugar a este fenómeno de *long tail*⁷.

3.8. La inteligencia artificial

La inteligencia artificial (IA) no es un fenómeno nuevo. Se puede asociar a los primeros algoritmos que conviven con nosotros desde hace décadas. Sin embargo, los nuevos desarrollos del aprendizaje automático (*machine learning, ML*), y más recientemente la IA generativa y los modelos grandes de lenguaje (*large language models*) amenazan con

⁷ Aguiar y Waldfogel (2018) analizan el impacto de la economía digital en la producción de contenidos digitales.

transformar completamente la economía digital y están teniendo ya importantes efectos económicos y sociales.

Aunque el impacto de la IA en la economía y en nuestra vida tendrá aspectos muy positivos, en este artículo queremos exponer los tres grandes interrogantes con respecto a la desigualdad que la IA plantea.

1. *Discriminación.* La base de la IA es la búsqueda de patrones y correlaciones a través de los datos que permitan hacer mejores predicciones para la toma de decisiones. Por ejemplo, las técnicas de *ML* permiten un mayor éxito en las predicciones de quién va a devolver un crédito o quién va a respetar la libertad condicional y, con ello, hacen factible que los bancos amplíen su oferta de crédito o que se mejoren las políticas de reinserción penitenciaria (algo que ya se está experimentando en EE. UU.). Pero, a pesar del potencial importante impacto positivo en el bienestar de su uso para la toma de decisiones, el *ML* también puede suponer un peligro importante. Para evitar discriminaciones contra grupos desfavorecidos, las regulaciones no permiten que se tomen este tipo de decisiones teniendo en consideración, por ejemplo, la raza o el sexo. De hecho, las regulaciones exigen que se expliquen las tomas de decisiones. Sin embargo, con los sofisticados modelos de predicción de *ML* o redes neuronales, que utilizan muchas variables y complejas correlaciones entre ellas, es muy difícil explicar las decisiones y es posible que de forma indirecta sea una puerta a potenciales discriminaciones. A medida que la IA se utilice más en procesos de selección o promociones, entre otros, este efecto puede ahondar en las desventajas de los grupos más desfavorecidos. En otro ámbito, la mejora de los sistemas de predicción permitirá un mayor conocimiento tanto del comportamiento como de las preferencias de los consumidores y, con ello, un perfeccionamiento de la discriminación de precios y las técnicas de *marketing*. El efecto de la discriminación de precios sobre el bienestar es ambiguo: por un lado, expande el mercado, pero, por otro, permite extraer el excedente a los consumidores y aprovecharse de los sesgos en el comportamiento.

2. *Competencia en el mercado.* La IA puede tener consecuencias importantes sobre la

competencia. Por un lado, las importantes inversiones que se requieren para desarrollar los algoritmos de la IA generativa, por ejemplo, hacen que solo un número limitado de empresas puedan acceder a esta tecnología. Por otra parte, el insumo fundamental de los algoritmos son los datos, por lo que las actuales plataformas de la economía digital que poseen recursos y datos son las candidatas más claras a dominar este incipiente mercado. Otro potencial problema de la IA sobre la competencia es que puede incrementar la probabilidad de colusión. Los algoritmos de IA pueden reducir la competencia en precios de las empresas de diversas formas, por ejemplo, ayudando a implementar las complejas estrategias de la colusión tácita. Además, tal y como han demostrado Calvano *et al.* (2020), los algoritmos pueden coludir y no competir en precios cuando compiten entre ellos sin que haya una instrucción explícita para hacerlo, más allá de la simple maximización de beneficios.

3. *Empleo.* Las implicaciones del cambio tecnológico y la inteligencia artificial para el empleo y los salarios no son claras. Por un lado, el actual proceso de automatización, los robots industriales y la IA pueden reemplazar puestos de trabajo, pero al mismo tiempo pueden aumentar la productividad de ciertos perfiles profesionales, aumentando los salarios y la demanda de empleo de estas ocupaciones. Algunos análisis, como Dorn (2015), Acemoglu y Restrepo (2022), Autor (2019), Autor y Dorn, (2013) y Conde-Ruiz y Gruza (2022), entre otros, han tratado de anticipar cuáles serán las ocupaciones afectadas negativamente por la nueva economía digital analizando las tareas que hay que desarrollar en cada ocupación (*task biased technological change*). A este respecto se distinguen tres tipos de tareas: rutinarias, abstractas y manuales. Las tareas rutinarias implican la repetición de procesos predeterminados (como en las cadenas de montaje de coches o tareas administrativas). Las tareas abstractas son aquellas que requieren la resolución de problemas, la intuición, la capacidad de persuasión y liderazgo, así como la creatividad. Las tareas manuales (no rutinarias) son aquellas que requieren interacciones personales, adaptabilidad, reconocimiento visual y el lenguaje. Las tareas rutinarias son fáciles de realizar por la tecnología de automatiza-

ción, las abstractas son difíciles de reemplazar y para las manuales la sustitución supone un alto coste. En resumen, el impacto de la economía digital y la IA será asimétrico: algunas profesiones que requieran muchas tareas rutinarias se verán afectadas negativamente; otras ocupaciones, por el contrario, serán complementarias a la IA y es esperable que, en estas, las demandas de empleo y salarios crezcan.

4. REFORMULANDO LAS FRONTERAS DE LA EMPRESA

En esta sección, exploraremos con detalle dos fenómenos interrelacionados: la subcontratación y la *gig economy*. Ambos están fundamentados en la creciente externalización de ciertas tareas de la cadena de valor empresarial, especialmente aquellas que requieren habilidades menos especializadas (trabajo poco cualificado).

4.1. Subcontratación

La decisión sobre si subcontratar o mantener dentro de los límites formales de la empresa diversas actividades de su cadena de valor ha sido tradicionalmente examinada desde una perspectiva estricta de eficiencia empresarial, analizando los costos y beneficios para la cuenta de resultados de la empresa (Prahalad y Hamel, 1990; Besanko *et al.*, 2006). Un artículo influyente en este sentido se publicó ya en 1990 en la *Harvard Business Review* por C.K. Prahalad y G. Hamel. En él se aboga por la especialización de las empresas en las tareas clave de su cadena de valor (generalmente aquellas que requieren capital humano y conocimiento), mientras externalizan a proveedores y empresas independientes las actividades no centrales. Aunque los conflictos distributivos en los procesos de subcontratación y deslocalización internacional han sido objeto de debate durante años, recientemente ha surgido la preocupación por el impacto de la subcontratación doméstica en la desigualdad salarial y de condiciones de los trabajadores. Un ejemplo notable en España es el de *Las Kellys*, el personal de limpieza mayoritariamente feme-

nino de los hoteles, cuyas condiciones laborales y salarios se han visto deteriorados debido a la subcontratación de su trabajo a empresas externas. Este caso, aunque mediático, no es único y refleja un fenómeno más amplio tanto a nivel nacional como internacional.

La subcontratación de actividades como logística, limpieza, restauración y transporte ha sido creciente en España y el mundo durante muchos años, y ha estado facilitada en gran medida por las TIC. Aunque tradicionalmente se ha evaluado en términos de eficiencia empresarial, es cada vez más evidente la necesidad de considerar su impacto en la distribución de ingresos a través de los salarios. Un estudio realizado en Alemania por Goldschmidt y Schmieder (2017) muestra un crecimiento significativo de la subcontratación doméstica desde los años 80 y 90 en una variedad de sectores económicos, con un impacto negativo en las condiciones laborales y salariales de los trabajadores subcontratados.

Específicamente, muchas empresas están pagando salarios elevados a sus empleados altamente cualificados, como ingenieros en Google o biólogos en empresas farmacéuticas multinacionales. Por razones de equidad interna, estas empresas se ven obligadas a pagar salarios por encima del mercado también a sus empleados con habilidades menos especializadas en actividades como limpieza o seguridad, entre otras (también Dorn *et al.* (2018) presentan evidencias similares para Estados Unidos). Por lo tanto, el artículo de Goldschmidt y Schmieder proporciona evidencia coherente con la hipótesis de que la subcontratación de estas actividades intensivas en trabajo poco cualificado sería precisamente un mecanismo para que las empresas eviten el reparto equitativo de ingresos a estos trabajadores. Aunque estos procesos no se limitan a sectores digitales, las TIC han facilitado la desintegración organizativa de las cadenas de valor empresariales, junto con el fenómeno de la *gig economy*, donde las plataformas digitales y la economía colaborativa juegan un papel destacado.

4.2. La *gig economy*

La *gig economy* representa un cambio significativo en la forma en que las personas

trabajan y ganan dinero. Este fenómeno se caracteriza por la realización de trabajos esporádicos y específicos, como conducir para aplicaciones de transporte o realizar tareas *freelance*, en los que los trabajadores son contratados como autónomos o independientes, en lugar de empleados tradicionales de una empresa (Woodcock, 2019). Este modelo laboral se asemeja más a los "bolos" de los músicos, donde se realizan pequeños trabajos por encargo, que a las formas de empleo más convencionales (Bughin y Mischke, 2016).

El auge de la *gig economy* ha sido impulsado por el desarrollo y la proliferación de tecnologías de la información que han facilitado la conexión entre los trabajadores independientes y los demandantes de sus servicios a través de plataformas digitales. Ejemplos notables de estas plataformas incluyen Uber en el transporte urbano, Glovo en el reparto de comida y Upwork para proyectos *freelance*. Estas plataformas han proporcionado a los trabajadores independientes acceso a una amplia gama de oportunidades de trabajo, permitiéndoles elegir cuándo y cómo desean trabajar.

A pesar de la dificultad para medir con precisión la prevalencia de la *gig economy*, existen indicios de que está desempeñando un papel cada vez más importante en el mercado laboral. Si bien algunos datos sugieren que solo una pequeña fracción de la fuerza laboral se dedica exclusivamente a trabajos en plataformas *gig*, también otros estudios indican que una proporción significativa de trabajadores participa en trabajos independientes de forma ocasional o como complemento a su empleo principal (Bughin y Mischke, 2016; Oyer, 2020).

La flexibilidad es una de las principales ventajas de la *gig economy*, tanto para los trabajadores como para los empleadores. Los trabajadores pueden elegir cuándo y dónde trabajar, lo que les permite conciliar mejor el trabajo con otros compromisos o responsabilidades (Bughin y Mischke, 2016). Para los empleadores, la *gig economy* ofrece la posibilidad de contratar a trabajadores según la demanda, lo que puede resultar más eficiente y rentable que mantener una fuerza laboral permanente. Sin embargo, no todos los trabajadores independientes optan por este tipo de empleo por elección. Según algunos estudios, un porcentaje significativo de trabajadores independientes lo hace por necesi-

dad, ya que no tienen acceso a empleos tradicionales o estables. Es interesante resaltar aquí las diferencias observadas entre países. Mientras en Suecia y el Reino Unido la participación en el mercado de trabajo como trabajador independiente era una elección para un 76 por ciento de los trabajadores y una necesidad para el 24 por ciento, en España los porcentajes correspondientes se situaban en el 58 por ciento y un 42 por ciento, respectivamente (Bughin y Mischke, 2016). Esta realidad plantea importantes cuestiones sobre la seguridad laboral y el bienestar de los trabajadores en la *gig economy*, especialmente en lo que respecta a la protección social y los derechos laborales.

Una crítica común a la *gig economy* es que conlleva la explotación y marginalización de los trabajadores por encargo, fruto de algún tipo de poder de monopolio por parte de las plataformas, probablemente debido a su dominio en el mercado laboral (por ejemplo, Uber en el transporte urbano). Según Oyer (2020), sin embargo, la competencia en el mercado laboral hace poco probable que exista tal situación de monopolio. Entonces, en ausencia de este poder monopolístico por parte de las plataformas en la contratación de trabajadores, se esperaría que la remuneración se equilibrara de manera que los trabajadores independientes fueran indiferentes a trabajar en la *gig economy* o en empleos tradicionales.

Sin embargo, aunque hay evidencia de que los trabajadores independientes ganan más por hora de trabajo que los trabajadores tradicionales (podría ser debido a la compensación por otros beneficios disponibles en el empleo tradicional, como la estabilidad de ingresos y prestaciones como el seguro médico), también se observa que los trabajadores independientes ganan menos semanal o anualmente. Aunque esto no sería problemático cuando la participación en la *gig economy* se deriva de una elección para complementar ingresos, sí sería preocupante si los trabajadores *gig* no pueden trabajar tantas horas como desean (Oyer, 2020). Además, la *gig economy* carece de la movilidad interna que existe dentro de las empresas con relaciones laborales tradicionales. Esto significa que la promoción interna dentro de las empresas tradicionales desaparece o se dificulta para los trabajadores independientes de las plataformas de la *gig economy* (Walsh, 2020).

En resumen, en ausencia de poder de monopolio en el mercado laboral de las plataformas de la *gig economy*, su contribución a la desigualdad provendría principalmente de los mismos mecanismos presentes en las relaciones laborales tradicionales, como la reducción de la sindicalización de los trabajadores y el sesgo tecnológico que recompensa de manera desproporcionada el trabajo más cualificado. Además, la *gig economy* constituye otro paso en el proceso de desintegración organizativa de la cadena de valor, lo que puede llevar a que las empresas, especialmente las más exitosas, eviten compartir ingresos con los trabajadores de la *gig economy* al considerarlos externos a la organización.

5. CONCLUSIONES

Los modelos de negocio basados en plataformas han mejorado el bienestar agregado y generado grandes oportunidades de negocio y creación de valor. Sin embargo, la economía digital también ha consolidado grandes empresas, desplazando sectores tradicionales y promovido nuevas formas de empleo como la *gig economy*. Esto ha provocado problemas distributivos que merecen atención. Ante la creciente desigualdad en muchos países desarrollados, es crucial mantener los beneficios de la economía digital mientras se minimizan los conflictos redistributivos.

En nuestro análisis, hemos identificado tres conflictos principales relacionados con la economía digital:

1. Competencia entre empresas tradicionales y plataformas digitales

La regulación debe promover una competencia justa entre empresas tradicionales y plataformas digitales. Los servicios de plataformas digitales deben cumplir con los mismos estándares de seguridad y condiciones laborales que las empresas tradicionales. Pero, al mismo tiempo, las regulaciones no deberían sacrificar las ganancias de productividad que ofrece el mundo digital. Por ejemplo, en el caso de taxis vs. Uber, los conductores de plataformas deberían tener la misma cualificación que los taxistas y ser reconocidos como empleados para limitar

la *gig economy*. Al mismo tiempo, regulaciones como la exigencia de reservas anticipadas para operadores VTC en Cataluña, que reducen el bienestar del consumidor y las ventajas competitivas de estos operadores, no son justificables. También es necesaria la flexibilización de las regulaciones para que las empresas tradicionales puedan incorporar mejoras tecnológicas y utilizar plataformas digitales para aumentar su demanda y productividad.

2. Aumento de los márgenes empresariales y política de la competencia

Investigaciones como la de De Loecker *et al.* (2020) han puesto de relieve el aumento significativo en los márgenes empresariales en EE. UU., atribuido en parte a la relajación de la política de competencia. Europa ha sido más estricta en la implementación de regulaciones de política de competencia y, como consecuencia de ello, hay mercados como el de las telecomunicaciones donde los consumidores europeos disfrutan de menores precios y mejores servicios. Las autoridades europeas han expresado el propósito de mantener la competencia también en los mercados digitales a través de recientes resoluciones contra Google y Amazon.

La economía digital presenta desafíos únicos para la política de competencia ya que los límites del mercado cambian constantemente y los precios a menudo son cero. Es necesario un nuevo enfoque que ponga menos énfasis en la definición del mercado y más en teorías del daño y el abuso de posición dominante. Es fundamental fomentar la competencia garantizando que las innovaciones de los nuevos entrantes lleguen a los usuarios finales, incrementando el control de fusiones y adquisiciones y reduciendo las barreras de entrada. Además, la regulación respecto a la privacidad de los datos y el comercio debe formar parte de las políticas de competencia.

3. Desintegración organizativa de las cadenas de valor y su impacto en las relaciones laborales

El entorno digital facilita la desintegración de las cadenas de valor y la ruptura de las relaciones laborales tradicionales, lo que puede impactar negativamente en las condiciones laborales de los trabajadores de baja cualificación, a pesar de su posible efecto positivo en

la eficiencia y flexibilidad. La regulación laboral debe fomentar un mejor reparto de las rentas entre capitalistas y empleados, así como entre los propios empleados, minimizando el perjuicio en el potencial de creación de valor que ofrece la economía digital.

BIBLIOGRAFÍA

ABRAHAM, K., HALIWANGER, J., SANDUSKY, K., y SPLETZER, J. (2019). The rise of the gig economy: Fact or fiction? *AEA Papers and Proceedings*, 109, 357-361.

ACEMOGLU, D., y RESTREPO, P. (2022). Demographics and automation. *The Review of Economic Studies*, 89(1), 1-44.

AGUIAR, L., y WALDFOGEL, J. (2018). La digitalización y las industrias de contenidos. *Papeles de Economía Española*, 157, 151-172.

ARMSTRONG, M. (2006). Competition in two-sided markets. *RAND Journal of Economics*, 37(3), 668-691.

AUTOR, D. H. (2019). Work of the Past, Work of the Future. In *AEA Papers and Proceedings* (Vol. 109, pp. 1-32). Nashville: American Economic Association.

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

BELLEFLAMME, P., y PEITZ, M. (2018). La sala de máquinas de las plataformas digitales: Opiniones, evaluaciones y recomendaciones. *Papeles de Economía Española*, 157, 42-67.

BESANKO, D., DRANOVE, D., SHANLEY, M., y SCHAEFER, S. (2006). *Economics of strategy* (4th ed.). John Wiley & Sons Inc.

BLOOM, N. (2017). Corporations in the age of inequality. *Harvard Business Review*, 21.

BUGHIN, J., y MISCHKE, J. (2016). Exploding myths about the gig economy. *McKinsey Global Institute*, 28.

CALVANO, E., CALZOLARI, G., DENICOLÒ, V., y PASTORELLO, S. (2020). Artificial intelligence, algorithmic pricing, and collusion. *American Economic Review*, 110(10), 3267-3297.

CONDE-RUIZ, J. I., y GANUZA, J. (2022). Economía digital en tiempos de pandemia. *Papeles de Economía Española*, 173, 200-223.

DE LOECKER, J., EECKHOUT, J., y UNGER, G. (2020). The rise of market power and the macroeconomic implications. *The Quarterly Journal of Economics*, 135(2), 561-644.

DECAROLIS, F., GOLDMANIS, M., y PENTA, A. (2018). Desarrollos recientes en las subastas de publicidad online. *Papeles de Economía Española*, 157, 85-108.

DORN, D. (2015). The rise of the machines: How computers have changed work. *UBS Center Public Paper*, 4.

DORN, D., SCHMIEDER, J., y SPLETZER, J. (2018). Domestic outsourcing of labor services in the United States: 1996-2015. *ASSA Annual Meeting, American Economic Association*.

EVANS, D., y SCHMALENSSE, R. (2016). Matchmakers: The new economics of multisided platforms. *Harvard Business Review Press*.

GANUZA, J., y LLOBET, G. (2018). Precios personalizados en la economía digital. *Papeles de Economía Española*, 157, 70-84.

GOLDSCHMIDT, D., y SCHMIEDER, J. F. (2017). The rise of domestic outsourcing and the evolution of the German wage structure. *The Quarterly Journal of Economics*, 132(3), 1165-1217.

LAKNER, C., y MILANOVIC, B. (2016). Global income distribution: From the fall of the Berlin Wall to the Great Recession. *World Bank Economic Review*, 30(2).

MILANOVIC, B. (2011). *The haves and the have-nots: A brief and idiosyncratic history of global inequality*. Basic Books.

MOTTA, M., y PEITZ, M. (2020). Big tech mergers. *CEPR Discussion Paper*, No. DP14353.

OYER, P. (2020). The gig economy. *IZA World of Labour*, 471.

PIKETTY, T. (2014). *Capital in the twenty-first century*. The Belknap Press.

PRAHALAD, C. K., y HAMEL, G. (1990). The core competence of the corporation. *Harvard Business Review*, May-June 1990.

RODRÍGUEZ-MORA, J. (2013). Una mirada desapasionada a la desigualdad económica. *Revista de Libros*, 188.

Rossi, M. (2018). Información asimétrica y sistemas de evaluación: El reto de las plataformas digitales. *Papeles de Economía Española*, 157, 24-41.

SONG, J., PRICE, D. J., GUVENEN, F., BLOOM, N., y VON WACHTER, T. (2019). Firming up inequality. *The Quarterly journal of economics*, 134(1), 1-50.

WALSH, M. (2020). Algorithms are making economic inequality worse. *Harvard Business Review*, October 2022.

WOODCOCK, J. (2019). Los efectos de la gig economy. En *El trabajo en la era de los datos* (pp. 24-41). Madrid: BBVA.

¿Están los nativos digitales hiperconectados? El uso de pantallas en España

DULCE MANZANO Y HÉCTOR CEBOLLA*

RESUMEN

Este artículo analiza el consumo de pantallas de los jóvenes de 15 años utilizando los datos españoles de PISA 2022. Se examina el tiempo dedicado a redes sociales, videojuegos y otros usos educativos o informativos de Internet. Sorprendentemente, existen pocas diferencias entre países y dentro de España por sexo o nivel educativo de los padres en cuanto al consumo de pantallas. Entre el 30-50 por ciento de los menores no presentan una alta exposición, mientras que el 25-30 por ciento tienen una exposición muy alta. Encontramos que consumir más de una hora perjudica el aprendizaje, igualando a la baja a estudiantes de diferentes orígenes sociales.

La exposición a Internet es, para los nacidos a partir del año 2000, un hecho mucho más natural que para el resto, aunque cualquier punto de corte pueda parecer simplista. Esto hace de ellos "nativos digitales". La generación que comenzó a alcanzar la mayoría de edad hace solo unos años se ha socializado en un mundo plenamente digital en el que el acceso a las pantallas es casi inevitable. En la era de la conectividad en que vivimos, realizar una parte de la vida de forma digital ya es un comportamiento normal.

* Consejo Superior de Investigaciones Científicas (dulce.manzano@cchs.csic.es y hector.cebolla@cchs.csic.es).

Hay dos líneas de investigación sociológica que han emergido con fuerza en relación con el mundo digital. Por un lado, la evidencia de que la vulnerabilidad dificulta el acceso a la realidad digital ha suscitado el debate sobre la "desigualdad digital". Esta desigualdad hace referencia a la forma en la que se distribuyen los recursos que permiten hacer un uso positivo de la tecnología, creando en último término diferencias en otras dimensiones del éxito social y el bienestar (González-Betancor *et al.*, 2021; OECD, 2015: 125; Ragnedda *et al.*, 2019). Estos recursos no tienen por qué ser solo físicos, es decir, tener los dispositivos para acceder a Internet. Junto con ellos, son importantes otros tipos de recursos cognitivos o culturales que determinan el tipo de uso y el contenido de nuestra actividad digital.

El segundo gran tema de investigación sociológica trata de las consecuencias que las actividades digitales puedan tener en el desarrollo infantil y adolescente, así como en el rendimiento académico de los estudiantes. Este debate apenas ha comenzado en los últimos años pero, aunque aún carecemos de evidencia contundente, casi todas las infraestructuras estadísticas para el estudio de la educación y el desarrollo infantil y adolescente incorporan ya de oficio distintos indicadores para medir la exposición de los menores a las pantallas. La asociación del tiempo de exposición con resul-

tados de desarrollo presenta limitaciones si no se hace utilizando datos longitudinales. Como alternativa, varios estudios de naturaleza más bien clínica han contribuido a la medición, en muchos casos de una manera aún especulativa, del impacto que el mundo digital tiene sobre su morbilidad psicológica y el bienestar mental de forma más general. Aunque la evidencia disponible es fundamentalmente observacional, muy fragmentaria y raramente longitudinal, el conocimiento generado hasta este momento ha empezado a sistematizarse en revisiones de la literatura científica (*scoping reviews*) que permiten panorámicas bien fundadas sobre el estado de la cuestión.

¿Hace daño la *hiperconectividad* a los menores? En caso afirmativo, ¿cómo y en qué medida? El marco general para responder a esta pregunta y el punto de partida de muchas investigaciones suele situarse en el incremento desde hace algunos años de los problemas de salud mental entre los niños y adolescentes, tendencia bien confirmada en varios países occidentales (Kieling *et al.*, 2011). Las causas potenciales de esta pauta pueden ser muchas, pero es lógico pensar que una de ellas es el cambio tecnológico y la transformación que ha implicado de los modelos de socialización, ocio, estudio o acceso a la información, pues estamos ante la primera generación socializada en un mundo digital. Si, efectivamente, el uso de los dispositivos digitales participara en este aumento del malestar infantil y adolescente, se encontrarían diferencias significativas entre los menores más y menos expuestos a las pantallas. Es decir, cabe esperar que el efecto de la vida digital sobre la salud mental de los menores responda a la dosis de exposición.

Existen varias dificultades para testar esa hipótesis. Para empezar, existe mucha heterogeneidad en la forma en que distintos autores miden el tiempo de pantallas (*screen time*). Pero, además, la forma en que Internet ha permeado prácticamente todos los aspectos de nuestra vida implica que también sea difícil medir el tiempo sin exposición a lo digital (*green time*). El *green time* suele entenderse como tiempo de actividad física y exposición a la luz del día. Los beneficios de este tiempo son múltiples, pero entre los más citados está el hecho de que regula los ritmos circadianos y, con ello, permite descansar y dormir mejor durante la noche. El *green time* parece traer

más beneficios cuanto más se desarrolle en la naturaleza y en espacios abiertos seguros que permitan el juego libre. El *screen time*, en cambio, se suele entender como el tiempo de exposición directa a las pantallas por casi cualquier motivo (como estudio, trabajo, comunicación o juego) y a través de cualquier medio (como móviles, ordenadores, o tabletas). Aunque el *green* y el *screen time* pueden tener efectos directos por sí mismos, parece ser que lo trascendental es la forma en que estos dos componentes del tiempo se combinan conjuntamente. Según todos los indicios, la combinación de *green* y *screen time* está relacionada con el bienestar mental de los menores más que el *screen time* por sí mismo. Es lógico pensar que quienes crecen inmersos en un mundo cada vez más digital se vean beneficiados por un cierto tiempo de pantalla. El problema sería, más bien, el exceso de tiempo de pantalla cuando se da sin otros recursos familiares (Oswald *et al.*, 2020; Bohnert y Gracia, 2023). Por esta razón, casi todos los estudios sugieren que el tiempo de pantallas es más nocivo en los hogares que menos *green time* dan a sus hijos (Hankonen *et al.*, 2017), los de rentas bajas (Männikkö *et al.*, 2020), de perfiles educativos más bajos (Mantziki *et al.*, 2015) y las minorías étnicas (Anderson *et al.*, 2008). Otra pauta también confirmada es que el tiempo de pantalla tiene consecuencias más nocivas entre las mujeres (Männikkö *et al.*, 2020).

La evidencia disponible hasta el momento sugiere que los daños del *screen time* en los menores están relacionados, sobre todo, con aspectos internos de la personalidad como la autorregulación y la autoeficacia. Otros estudios, además, han encontrado relación entre el tiempo de pantallas y la obesidad, los síndromes metabólicos, los problemas cardiorespiratorios, los problemas neurodegenerativos, el bajo rendimiento escolar, los bajos resultados cognitivos y los problemas de salud mental como la depresión (Neophytou *et al.*, 2021), así como una correlación estadística con dietas poco saludables y otros malos hábitos de vida (Domingues-Montanari, 2017; Stiglic y Viner, 2019).

Más allá de las consecuencias en el desarrollo infantil y en la salud de niños y adolescentes, desde la economía y la sociología también se han analizado los efectos del tiempo de uso de los dispositivos digita-

les sobre el rendimiento académico. La mayoría de estos estudios se han basado en datos observacionales sobre las notas escolares o sobre resultados en pruebas de conocimiento y de competencias cognitivas, con solo unos pocos análisis, hasta la fecha, realizados en contextos experimentales. La evidencia encontrada suele indicar que el tiempo de uso de dispositivos digitales tiene efectos nulos o, especialmente después de cierto umbral, efectos negativos en el rendimiento académico (Fuchs y Woessman, 2004; Vigdor *et al.*, 2014; Amez y Baert, 2020; OECD, 2023). Por otro lado, la exposición digital parece influir de manera positiva en el aprendizaje de competencias digitales. Malamud y Pop-Eleches (2011), en un estudio sobre el impacto de un programa público de compra de ordenadores dirigido a hogares en Rumanía, revelaron que los niños de las familias que recibieron el subsidio para adquirir un ordenador obtuvieron calificaciones más bajas en matemáticas, inglés y rumano, pero mejores resultados en una prueba de habilidades informáticas. Amez y Baert (2020), en una revisión de la literatura que incluye 23 estudios sobre el impacto del uso general de teléfonos inteligentes (*smartphones*) en el rendimiento en educación terciaria, encontraron un predominio de los estudios que avalan una asociación negativa entre la utilización de *smartphones* y el rendimiento académico entre los estudiantes universitarios. En un trabajo sobre las diferencias a nivel local en el estado de Carolina del Norte de Estados Unidos, Vigdor *et al.* (2014) demostraron que los niños que viven en áreas con una mayor disponibilidad de Internet de banda ancha experimentaron una leve disminución en las notas de los exámenes de matemáticas. El mecanismo que la literatura identifica como predominante en cuanto a los efectos negativos de la exposición al mundo digital es la sustitución del tiempo que los niños y adolescentes dedican a actividades beneficiosas para el desarrollo y el rendimiento académico, como socializar con amigos y familiares, leer libros, realizar tareas escolares o hacer ejercicio físico, por tiempo de pantallas. En el caso del uso de teléfonos inteligentes, se suma otro mecanismo: la posibilidad de que interfiera en las actividades relacionadas con el estudio. La disponibilidad de un teléfono móvil puede ser una fuente muy poderosa de distracción, al inducir comportamientos de multitarea y dificultar la con-

centración en una tarea específica (Amez y Baert, 2020; OECD, 2023).

Con los mismos datos que empleamos en este artículo, el informe de la OCDE sobre la evaluación PISA del año 2022 ha confirmado la existencia de una relación curvilinea entre el rendimiento y el tiempo de uso de los dispositivos digitales tanto para actividades de ocio como educativas (OECD, 2023: 194). En línea con la hipótesis planteada por Przybylski y Weinstein (2017), los resultados de PISA indican que un consumo moderado de tecnología no es intrínsecamente perjudicial. Por el contrario, en los países de la OCDE, los estudiantes que no pasaban tiempo en actividades con dispositivos digitales obtuvieron, en promedio, una calificación menor en matemáticas que aquellos estudiantes que pasaron hasta una hora al día utilizando estos dispositivos (para actividades de ocio o para aprender). Este hallazgo parece respaldar la tesis de que la ausencia completa de exposición a la tecnología priva a los jóvenes de información social y educativa importante, así como de actividades de socialización con sus pares. Es el uso excesivo de pantallas lo que está asociado negativamente con el rendimiento: los estudiantes que utilizaron más de una hora al día dispositivos digitales redujeron significativamente sus puntuaciones en las pruebas PISA. Nuestro artículo también proporciona evidencia sobre esta relación curvilinea, sugiriendo que la conexión al mundo digital, con moderación, no necesariamente tiene que ser disruptiva para el desarrollo y el rendimiento de los menores.

Quizás uno de los trabajos más comentados, y polémicos de los últimos años en esta materia ha sido el del psicólogo social Jonathan Haidt. Su último libro, de carácter divulgativo pero notablemente asertivo, *The Anxious Generation* (Haidt, 2024) se publicó apenas unas semanas antes de la entrega de este artículo. En él, Haidt describe cómo nuestro estilo de vida ha impedido que demos a la siguiente generación una vida no digital saludable. Para Haidt, esa sería la causa del aumento de los problemas de salud mental de jóvenes y adolescentes en los últimos diez o doce años. Al privarles del juego libre y sobreexpuestas al tiempo de pantallas, según Haidt, hemos creado una generación de individuos adictos a la realidad digital que está dispuesta a sacrificar una gran parte del tiempo potencial para

dedicar a otros aspectos de la vida. Aunque muchos han criticado el trabajo de Haidt por ser más divulgativo que una reflexión basada en la evidencia, lo cierto es que sus conclusiones son completamente compatibles con las presentadas en los *scoping reviews* más fiables, entre ellos, los que han sido citados con anterioridad. Haidt y muchos otros (Sanders *et al.*, 2016; Malamud y Pop-Eleches, 2011) sostienen que la solución debería ser restringir el tiempo de pantallas a través del control parental y prohibir los teléfonos móviles en el entorno educativo o, al menos, limitar las distracciones causadas por el uso de los dispositivos digitales en clase (OECD, 2023). Esto re conduciría una parte del tiempo hacia el juego libre y el *green time* de forma natural, y favorecería la concentración de los estudiantes durante las actividades de estudio. El control parental debería, además, re conducir el resto del tiempo de pantallas hacia contenidos menos dañinos que no creen modelos aspiracionales alternativos a los convencionales.

La investigación sobre el control parental dirigido al tiempo de uso de pantallas es muy reciente. Hay pocos estudios sobre esta cuestión, en parte debido a que la evidencia empírica con indicadores directos sobre el control parental del uso de pantallas es escasa (Sanders *et al.*, 2016; Gallego *et al.*, 2020). Sin embargo, existe una línea de investigación más avanzada relacionada con el tema que se centra en analizar los efectos de los estilos de crianza o de ciertas características del hogar, como el nivel educativo de los padres, en el tiempo que los hijos dedican a actividades con dispositivos digitales. En cuanto a los estilos de parentalidad, la evidencia apunta a que una parentalidad positiva y *autoritativa* (Doepke y Zilibotti, 2019), es decir, la que combina autoridad y razonamiento para inducir el comportamiento de los menores, está relacionada con una menor exposición a las pantallas (Detnakarintra *et al.*, 2020). La literatura sobre la influencia del origen social en los patrones de uso de la tecnología por parte de los niños y adolescentes se enmarca dentro del debate sociológico mucho más amplio sobre de la desigualdad digital (Livingstone y Helsper, 2007; Hargittai, 2010; Sianou-Kyriou y Tsipakides, 2012; Tirado-Morueta *et al.*, 2017; Manzano y Fernández-Mellizo, 2019; González-Betancor *et al.*, 2021; Bohnert y Gracia, 2023).

En cuanto al tiempo de uso de la tecnología, los principales resultados de estos trabajos ofrecen evidencia mixta sobre el impacto del origen social. Livingstone y Helsper (2007) revelan que los hijos de hogares con posiciones socioeconómicas más altas utilizan con mayor frecuencia Internet que los hijos procedentes de las clases socioeconómicas más bajas, en gran parte debido a un mejor acceso. Los hallazgos empíricos del estudio realizado por Hargittai (2010) sugieren que los estudiantes con padres de niveles educativos más altos obtienen una mayor puntuación en una escala sobre habilidades digitales, pasan más horas a la semana en Internet o visitan un mayor número de páginas web (en búsqueda de información). Por otro lado, Tirado-Morueta *et al.* (2017) encuentran que el nivel educativo de los padres de los estudiantes de Ecuador está positivamente asociado con el acceso a Internet, las habilidades operativas digitales de sus hijos y, en menor medida, con los usos y habilidades más avanzadas. Utilizando los datos de PISA de la muestra española para el año 2015, Manzano y Fernández-Mellizo (2019) demuestran que la influencia de los estudios del padre y de la madre sobre las horas que los estudiantes pasan al día en Internet es negativa (aunque pequeña), siendo los hijos de hogares en los que ambos progenitores son universitarios los que están menos expuestos diariamente a Internet. Además, estos estudiantes suelen utilizar Internet en mayor medida para fines educativos que para actividades de ocio. González-Betancor *et al.* (2021), también empleando los datos de PISA, pero para el año 2018, obtienen resultados poco consistentes sobre la relación entre el estatus socioeconómico de las familias y el tiempo de uso diario de Internet por parte de los estudiantes en el conjunto de los países de la OCDE. Complementamos en este artículo la evidencia proporcionada por la investigación previa con varios análisis estadísticos sobre la educación de los padres, el tiempo de uso de los dispositivos digitales y el rendimiento académico de los menores utilizando los datos de la evaluación PISA del año 2022, el último año disponible. Esto nos permite, además, explorar estas cuestiones después de los drásticos cambios producidos a raíz de la pandemia en el uso de dispositivos digitales.

A pesar del breve tiempo transcurrido desde 2020, las evidencias empíricas sobre el extraordinario coste social de los confina-

mientos impuestos a raíz de la pandemia de COVID-19 se acumulan. Los confinamientos y otras restricciones impuestas entonces fueron especialmente duros en países como España y particularmente descarnados con los niños y, en general, con los menores de edad. Muchos trabajos han cuantificado la pérdida de aprendizaje (Donnelly y Patrinos, 2022) que se impuso a una generación de menores que ha quedado profundamente marcada por semejante experiencia de soledad (Loades et al., 2020). Además, también se reforzó el viraje digital que la vida cotidiana iba adquiriendo desde hacía algunos años. Si entre los adultos los confinamientos asentaron el comercio *online* o prácticas como el teletrabajo, entre los adolescentes reforzó la tendencia a comunicarse digitalmente y a organizar el ocio (y su formación) a través de las pantallas. Todo ello implicó un aumento del *screen time* sin precedentes. Según algunos estudios, el tiempo de consumo de pantallas pudo alcanzar durante los peores momentos del confinamiento hasta las siete horas diarias (Nagata et al., 2022). Pero, más allá de los altos niveles de consumo de pantallas durante el confinamiento, lo peor podría ser el hecho de que la tendencia no se haya revertido y no se han recuperado los ya de por sí altos niveles de *screen time* anteriores a la pandemia (Werling et al., 2021).

1. ¿CÓMO MEDIR EL USO DE LOS DISPOSITIVOS DIGITALES EN PISA 2022?

En el contexto de estas reflexiones y del interés social que suscitan, cabe llamar la atención sobre el hecho de que España siga siendo un país con enormes dificultades para el estudio riguroso del bienestar infantil y adolescente y, más en concreto, para la evaluación del potencial perjuicio del tiempo de pantallas en nuestros jóvenes. Hasta el momento, no se dispone de ninguna fuente fiable representativa de la población juvenil que permita medir su tiempo de exposición a las pantallas y, mucho menos, las consecuencias que ello podría tener en su bienestar y su desarrollo.

Por suerte, España suele participar en muchos de los esfuerzos internacionales para la generación de datos lo que palía, al menos

parcialmente, su secular sequía de evidencia. Uno de estos esfuerzos es el programa internacional de la OCDE PISA, que muestrea a la población de 15 años en sus países miembros y algunos invitados. En la última edición, cuyo trabajo de campo tuvo lugar en 2022 y que se hizo pública hace solo unos meses, están disponibles algunos indicadores para estudiar el tiempo de exposición a las pantallas, lo que posibilita cierta medida del potencial daño sobre el aprendizaje.

Aunque PISA es originalmente una base de datos destinada a evaluar las competencias que tienen los estudiantes al final del periodo de educación obligatoria, sus cuestionarios también incorporan una larga lista de indicadores que permiten analizar la experiencia escolar de los menores, su bienestar general, ciertos aspectos relacionados con su salud, sus habilidades blandas o sus relaciones familiares, entre otros. Por ello, desde hace ya algunas ediciones PISA incorpora en los cuestionarios de estudiantes preguntas que permiten medir el tiempo de uso de los dispositivos digitales e, incluso, diferenciarlo por contenidos. PISA presenta, por desgracia, más dificultades para evaluar el *green time* y, como ya se ha señalado, otras estadísticas en España tampoco ofrecen ninguna alternativa.

Con el fin de dar una idea al lector de cómo se distribuye el consumo de tiempo de pantallas en los países de la OCDE, hemos seleccionado tres indicadores que miden el tiempo dedicado a la sociabilidad digital (tiempo que los menores pasan en las redes sociales), el tiempo de entretenimiento (tiempo de videojuegos) y el tiempo que dedican a otras actividades más educativas (como buscar contenidos o aprender). Las tres variables están medidas en las siguientes categorías: no pasa ningún tiempo, pasa "menos de una hora al día", "de una a tres horas", de "tres a cinco horas", de "cinco a siete horas" y "más de siete horas". A pesar del inconveniente de no disponer de medidas más detalladas, cabe asumir que la amplitud de las horquillas de tiempo garantiza su validez y evita el sesgo de recuerdo en mayor medida que el tiempo continuo. Los resultados de los análisis que mostramos a continuación se refieren al tiempo que los estudiantes dedican a estas actividades con dispositivos digitales durante un día típico de la semana.

2. RESULTADOS

2.1. La variable dependiente: tiempo de uso de los dispositivos digitales

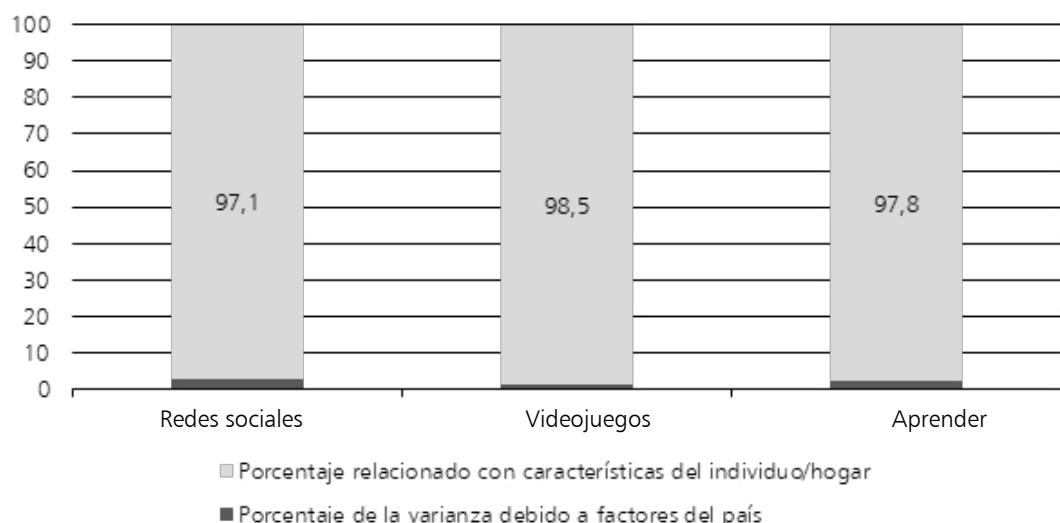
Uno de los resultados más inesperados del análisis de los datos PISA 2022 es el hecho de que la varianza total en el tiempo de uso de dispositivos digitales, según los tres componentes que hemos seleccionado, apunte claramente a causas comunes a todos los países (varianza intrapaís). ¿Qué quiere decir esto exactamente? Que existen pocas razones propias de cada país en la forma en la que los menores consumen tiempo de pantallas, o lo que es lo mismo, que las causas de la cantidad de tiempo que los quinceañeros pasan delante de pantallas digitales tienen más que ver con características del

hogar o individuales que con el país en el que se les observa. Haciendo una sencilla descomposición de la varianza podemos ver que solo entre el 1 y el 3 por ciento de la varianza en el tiempo de uso de dispositivos digitales para los tres componentes seleccionados se sitúa entre países, es decir, sería específico de cada país (gráfico 1). Por ello, podemos decir que estamos ante un comportamiento prácticamente idéntico entre países.

Aunque la mayoría de los determinantes del tiempo de exposición a las pantallas a los 15 años están, como decimos, en el nivel familiar o individual, existen algunas diferencias en la exposición entre países. En el apéndice se recogen tres gráficos que resumen el tiempo que los estudiantes de cada país declaran dedicar a las redes sociales, los videojuegos y el aprendizaje *online*. España está en la media. En torno a un 30 por ciento de los adolescentes en España no se conecta a las redes sociales diariamente, lo que supone un porcentaje relativamente alto en el contexto de los países participantes en PISA. Otro 25 por ciento lo hace solo una hora y un

GRÁFICO 1

DESCOMPOSICIÓN DE LA VARIANZA DEL TIEMPO DE USO DE DISPOSITIVOS DIGITALES ENTRE FACTORES PROPIOS DE CADA PAÍS (ENTRE PAÍSES) O PROPIOS DEL INDIVIDUO/HOGAR, 2022



Nota: Estimación propia a partir de regresiones multinivel vacías de intercepto aleatorio. Incluye a todos los países de la OCDE menos México, Turquía, Colombia y Costa Rica (n= 235.422).

Fuente: Elaboración propia a partir de PISA 2022.

17 por ciento entre una y tres horas. El resto (alrededor del 18 por ciento) pasa, por tanto, más de tres horas al día conectado a las redes sociales. En lo que se refiere a los videojuegos, España también presenta un consumo mediano, con cerca de un 45 por ciento de los estudiantes de 15 años dedicando al menos una hora diaria a esta actividad, una cifra relativamente similar al tiempo dedicado al aprendizaje.

Presentadas las variables seleccionadas para evaluar la distribución del tiempo de uso de dispositivos digitales y su distribución en España, es necesario explicar la forma de presentación de los resultados. En el debate sobre el consumo de pantallas la atención de los analistas se ha centrado en el estudio de dos tipos de heterogeneidad, bien por su efecto sobre el bienestar o bien por una supuesta desproporción en el tiempo de consumo. La primera fuente de heterogeneidad es la educación de los padres. Tal y como se ha explicado anteriormente, el debate sobre el posible daño del tiempo de pantallas en el desarrollo infantil asume su mayor incidencia entre los hijos de familias vulnerables. Para medir los recursos del hogar se pueden utilizar distintos indicadores, pero los que, en nuestra experiencia, generan más diferencias son los relacionados con la educación de los padres. Por ello, todos los resultados que presentamos a continuación clasifican a los hogares según el número de progenitores universitarios que hay en ellos (ninguno, uno o dos). La segunda fuente de heterogeneidad en las consecuencias del tiempo de uso de pantallas es el género, que ha sido tratado extensamente en la literatura sobre este tema. Una gran mayoría de estudios encuentran que el bienestar mental (y otros rasgos como la autoestima) de las menores es más sensible al tiempo de pantallas que el de los varones y, en particular, lo es más a las redes sociales.

2.2. Factores del tiempo de uso: género y educación de los padres

Los resultados se presentan en tres bloques (tiempo de redes sociales, videojuegos y aprendizaje) de seis gráficos cada uno. Dentro de cada bloque, cada gráfico recoge la proporción de jóvenes que adopta un comporta-

miento específico, diferenciando por género. Estas estimaciones proceden de modelos de regresión multinivel cuyos resultados han sido traducidos a proporciones. Estas, a su vez, son interpretables como probabilidades (por ejemplo: 0,4 corresponde a una probabilidad del 40 por ciento de adoptar un comportamiento concreto). Cada estimación está asociada a un intervalo de confianza que indica la incertidumbre en torno al valor presentado. Todos los modelos estimados ya han descontado el efecto de otros recursos en el hogar y el estatus migratorio.

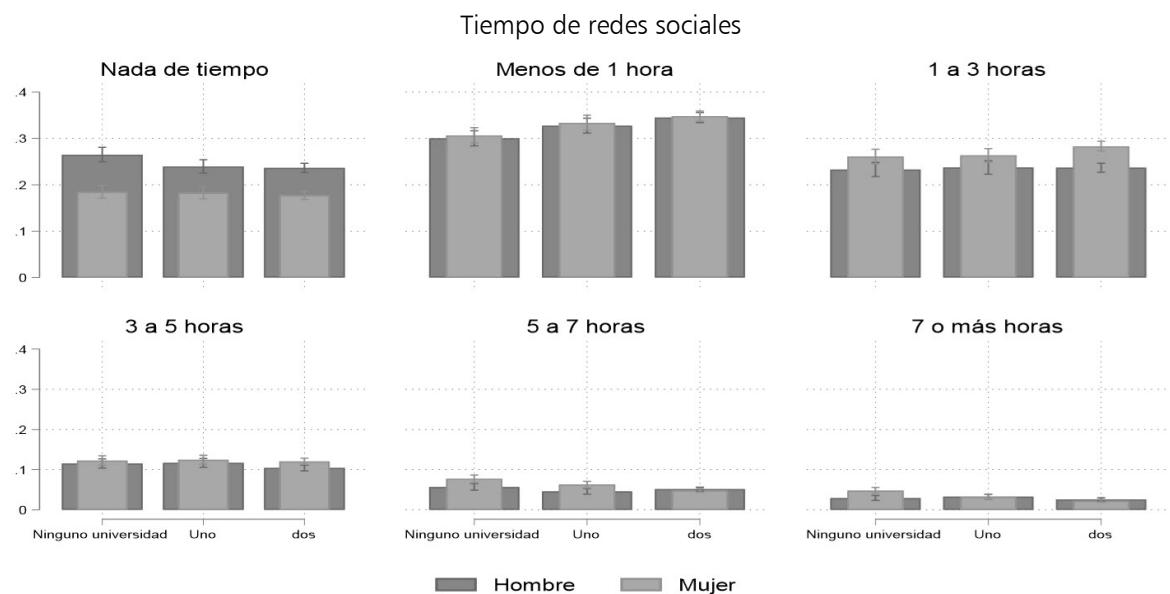
Analicemos en primer lugar el tiempo diario en redes sociales durante los días de semana. El gráfico 2 resume para cada tipo de hogar (un progenitor, dos o ninguno con educación universitaria), la probabilidad de que sus hijos pasen nada de tiempo, menos de una hora, de una a tres, de tres a cinco, de cinco a siete o más de siete horas en redes sociales al día. El gráfico muestra estas diferencias según el sexo del menor encuestado. Como se puede ver, resulta muy llamativo que no existan grandes diferencias en el tiempo que los menores en España pasan en las redes sociales en función del nivel educativo de sus padres.

El consumo de redes sociales y, particularmente, pasar mucho tiempo en redes sociales, es un hábito más femenino que masculino, aunque tampoco aquí las diferencias son muy importantes. Se puede decir que entre un 20 y un 25 por ciento de los españoles de 15 años no pasan ningún tiempo en redes sociales al día durante la semana (gráfico 2). El comportamiento más común es pasar menos de una hora al día en redes sociales, lo que hacen entre el 30 y el 35 por ciento de los menores en España, seguido de otro 25 por ciento que pasaría entre una y tres horas. Este es ya un tiempo alto o muy alto, incluso teniendo en cuenta que el tiempo en redes sociales puede simultanearse con otras actividades como, por ejemplo, el transporte. Quizás lo más alarmante de estos resultados sea que hay algo más de un 20 por ciento de los adolescentes de 15 años en España que pasan más de tres horas diarias en redes sociales, y algo más de uno de cada cuatro de ellos podría estar pasando siete horas o más.

El mayor tiempo en redes sociales de las mujeres que se deduce de estos resultados se

GRÁFICO 2

TIEMPO DIARIO EN REDES SOCIALES DURANTE LOS DÍAS DE SEMANA, POR SEXO Y NIVEL EDUCATIVO DE LOS PADRES, ESPAÑA, 2022



Nota: Se presentan los coeficientes resultantes de la estimación de modelos de regresión multinivel controlado por las variables presentes en el gráfico, sexo y estatus migratorio.

Fuente: Elaboración propia a partir de PISA 2022.

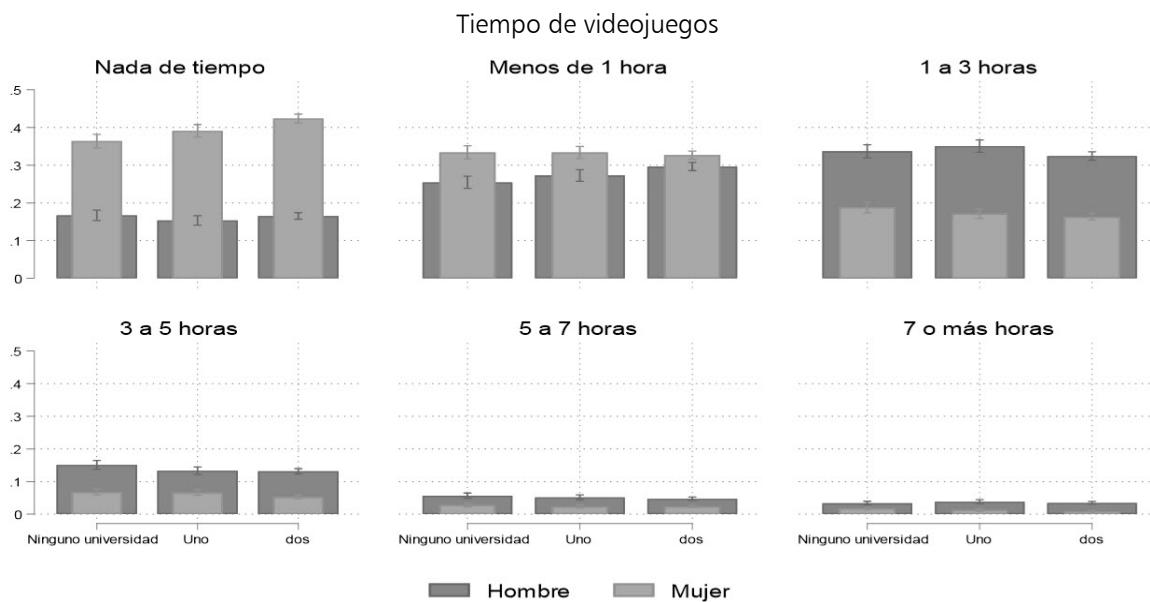
debe fundamentalmente al mayor tamaño del grupo que no dedica nada de tiempo a esa actividad entre los varones. De todo lo dicho aquí, quizás el hecho más llamativo es que no existan grandes diferencias entre hogares más y menos vulnerables en función del indicador utilizado. Es decir, si la parentalidad autoritativa predomina en los hogares más educados frente al *laissez faire* o el modelo autoritario de crianza, no genera diferencias apreciables en el tiempo de consumo de redes sociales. O, dicho de otro modo, el patrón de tiempo de pantallas en redes sociales no sigue un esquema muy relacionado con el nivel educativo de los progenitores.

El tiempo diario dedicado a los videojuegos durante la semana sigue un patrón significativamente distinto del encontrado para las redes sociales. En primer lugar, cabe destacar que las diferencias de género aquí sí son acentuadas. En segundo lugar, es posible observar

algunas variaciones en función del nivel educativo de los hogares. Veamos con detalle cómo sucede esto. En primer lugar, algo más de un tercio de los estudiantes de 15 años en España no emplean ningún tiempo en los videojuegos en comparación con apenas un sexto de los varones. En el caso de las mujeres, el porcentaje de las que no tienen exposición a este tipo de tiempo de pantallas es de algo más del 40 por ciento cuando son hijas de dos padres universitarios, frente a cerca de un 35 por ciento entre las que viven en hogares en los que no hay nadie con educación terciaria (gráfico 3). También es mayor la proporción de mujeres que de varones que consume menos de una hora al día. Esta categoría representa otro 35 por ciento de las mujeres frente a cerca de un 25 por ciento de los varones. Por ello, se puede decir que, en términos generales, las mujeres que tienen poca o ninguna exposición a los videojuegos son una mayoría que alcanza cerca del 70 por ciento de las quinceañeras en

GRÁFICO 3

TIEMPO DIARIO DEDICADO A VIDEOJUEGOS DURANTE LOS DÍAS DE SEMANA, POR SEXO Y NIVEL EDUCATIVO DE LOS PADRES, ESPAÑA (2022)



Nota: Se presentan los coeficientes resultantes de la estimación de modelos de regresión multinivel controlado por las variables presentes en el gráfico, sexo y estatus migratorio.

Fuente: Elaboración propia a partir de PISA 2022.

España. Entre los varones, esta cifra ronda solo el 40 por ciento.

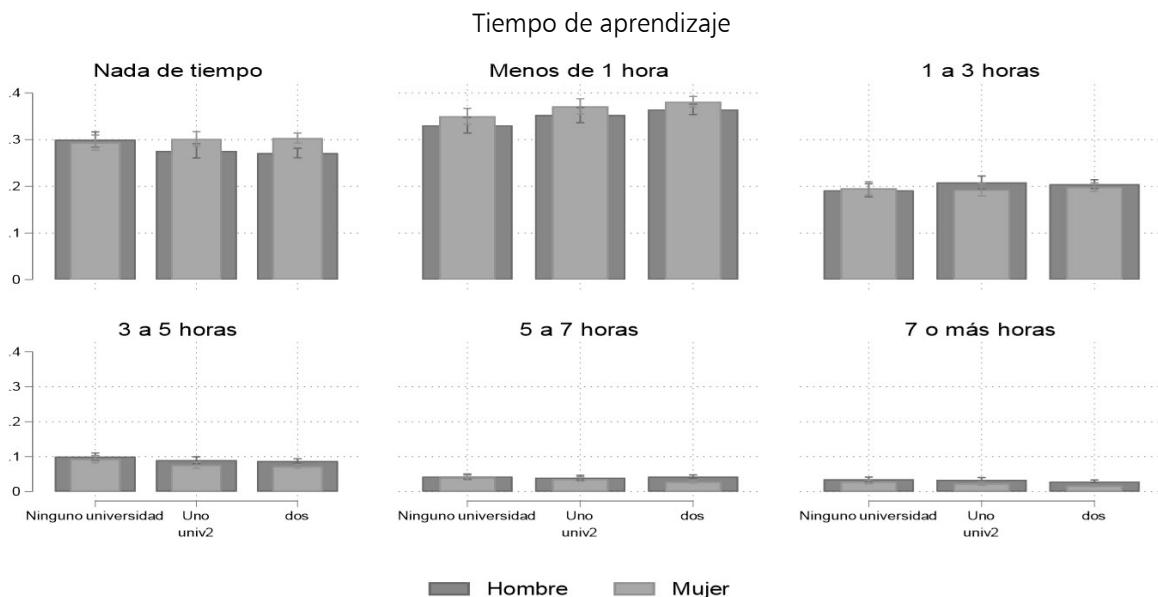
El patrón más común de consumo entre los varones es pasar entre una y tres horas al día jugando a videojuegos. Este es el caso del 35 por ciento de los chicos. En los niveles altos o muy altos de consumo (de tres horas en adelante) hay otro 25 por ciento. En todos estos grupos no hay prácticamente diferencias según la educación de los padres.

PISA permite, por último, evaluar el tiempo que los estudiantes de 15 años dedican al estudio con medios digitales. Este tiempo de pantallas para el aprendizaje se mide al margen de la escuela, es decir, se corresponde con el tiempo extraescolar durante la semana. Los resultados de PISA arrojan varias diferencias con los otros dos componentes

del tiempo de pantallas discutidos anteriormente. En primer lugar, el comportamiento más prevalente para todos los grupos, tanto para niños como para niñas, es muy poco o ningún tiempo de pantallas para el aprendizaje. Cerca de un 30 por ciento de los adolescentes no dedican nada de tiempo a esta actividad y otro 35 por ciento dedicaría una hora más o menos (gráfico 4). Es decir, dos de cada tres adolescentes en España o no utilizan el mundo digital para el estudio y el aprendizaje o lo utilizan poco. El tercio restante se divide entre los que lo usan entre una y tres horas (un 20 por ciento) y los que lo hacen de tres a cinco (un 10 por ciento), siendo el resto de los tiempos de uso considerados aquí muy poco prevalentes en la población. De nuevo, sorprende que no existan prácticamente diferencias en el comportamiento de los hijos de hogares más y menos aventajados de acuerdo con la educación de los padres.

GRÁFICO 4

TIEMPO DIARIO DEDICADO AL APRENDIZAJE DURANTE LOS DÍAS DE SEMANA, POR SEXO Y NIVEL EDUCATIVO DE LOS PADRES, ESPAÑA (2022)



Nota: Se presentan los coeficientes resultantes de la estimación de modelos de regresión multinivel controlado por las variables presentes en el gráfico, sexo y estatus migratorio.

Fuente: Elaboración propia a partir de PISA 2022.

2.3. ¿Qué efecto tiene el tiempo de pantallas sobre el aprendizaje?

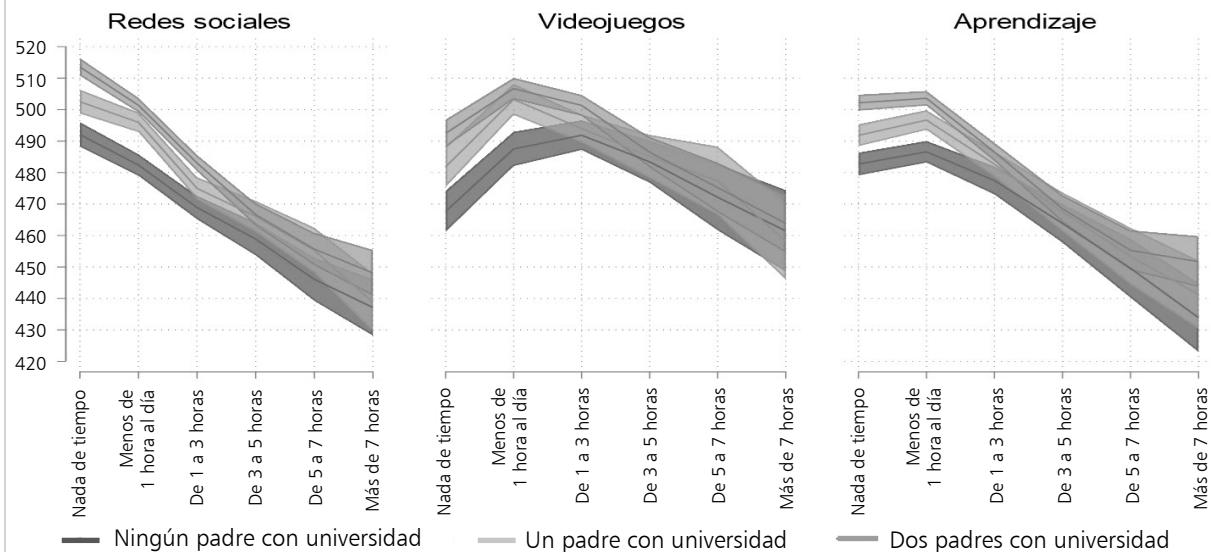
En este apartado se analiza, por último, el efecto que tiene el tiempo de pantallas sobre una de las múltiples dimensiones relevantes para el estudio del bienestar infantil y adolescente: las competencias PISA en matemáticas. Queremos reiterar las dificultades que imponen los datos españoles para hacer un análisis de este tipo. Solo gracias a la inclusión simultánea de competencias y tiempo de pantallas en PISA se puede explorar esta correlación pero, desde el punto de vista estadístico, es problemático correlacionar variables como estas cuando la medición es contemporánea (no se puede determinar la relación causal entre ellas). Sin embargo y afortunadamente, la prevalencia de la repetición

de curso permite ver cómo se relacionan estas dos variables al controlar por el hecho de haber repetido. La ventaja de esta aproximación es que proporciona una forma tentativa (la única en España, por otro lado) de observar la relación entre el tiempo que los quinceañeros pasan en Internet y sus competencias, independientemente del éxito escolar previo.

El gráfico 5 resume los principales resultados del análisis. Varios aspectos son destacables. En primer lugar, se encuentra un efecto negativo sobre el aprendizaje de los tres componentes del tiempo de uso dispositivos digitales considerados en este artículo. De hecho, se puede decir que pasar más tiempo de pantalla está asociado con una pérdida muy pronunciada de competencias matemáticas. Para contextualizar la magnitud de la caída asociada al tiempo de pantallas, ha de tenerse en cuenta que en 2022 la media de la OCDE fue de 500 puntos y la española de 473 puntos. Como se

GRÁFICO 5

EFECTO DEL SCREEN TIME SOBRE LAS COMPETENCIAS PISA EN MATEMÁTICAS, ESPAÑA (2022)



Nota: Se presentan los coeficientes resultantes de la estimación de modelos de regresión multinivel controlado por las variables presentes en el gráfico, sexo y estatus migratorio.

Fuente: Elaboración propia a partir de PISA 2022.

puede ver en los distintos paneles del gráfico 5, pasar de no consumir nada de tiempo en pantallas a hacerlo más de siete horas equivaldría a una disminución en competencias matemáticas del doble de la distancia que separa la media española de la de la OCDE.

En segundo lugar, en todos los casos la pérdida de competencias asociada con una mayor exposición a las pantallas es mayor para los hijos de dos universitarios y, más en general, para los hijos de universitarios. Esto se deduce de la mayor caída para ellos que para los hijos de padres sin educación universitaria a medida que aumenta el tiempo de uso de dispositivos digitales. El mayor perjuicio del tiempo de pantallas entre los hijos de los padres con educación superior puede ser el resultado de diferentes procesos. En todo caso, lo que sí se puede afirmar es que la ventaja que confiere tener un parent universitario se transmite a través de los usos alternativos del tiempo que no implican tiempo de conexión a Internet. En otras palabras, el coste

de oportunidad de estar conectado a Internet es mayor para los hijos de los universitarios.

En tercer lugar, del mayor perjuicio sobre las competencias de los hijos de los padres más educados se deriva que las competencias en matemáticas de los hijos de padres más o menos educados se igualan a partir un tiempo de uso aproximado de una a tres horas diarias (en cada uno de estos componentes del tiempo de pantallas). Se puede decir que el daño sobre el aprendizaje del tiempo de pantallas es tal que opera como una suerte de mecanismo de igualación a la baja al eliminar las diferencias en las competencias matemáticas de PISA entre los hijos de hogares más y menos educados.

Más allá de estas afirmaciones generales, existen algunas diferencias que pueden resultar llamativas en la forma en que se comportan estos tres componentes del tiempo de pantallas. La caída en el rendimiento que se asocia al tiempo de exposición a las redes sociales es monotó-

nica, es decir, produce una caída lineal y a ritmo constante a medida que avanzamos en la escala de respuestas. No sucede así con los videojuegos. Este componente del tiempo de pantallas presenta la peculiaridad de tener un efecto positivo cuando los niveles de consumo son bajos (menos de una hora al día). Este hallazgo es consistente con el patrón curvilíneo observado en el informe PISA (OCDE, 2023) y con la hipótesis de Przybylski y Weinstein (2017), según la cual un uso moderado de dispositivos digitales puede tener efectos positivos (en el bienestar y el rendimiento) de los adolescentes. Una razón podría ser que, a día de hoy, muchos nativos digitales se relacionan y se socializan a través de estos medios. Cuando los videojuegos no son el único espacio de interacción social, que los adolescentes se relacionen jugando parece un comportamiento normal que, por eso mismo, mantiene las jerarquías de clase (situando por tanto el rendimiento de los hijos de universitarios por encima de los de hogares con menos formación). A partir del umbral de una hora, las caídas son pronunciadas y siguen el patrón descrito anteriormente: el tiempo de pantallas perjudica a todos, más a los hijos de universitarios y llega a igualar a la baja el rendimiento de los que más consumen.

Algo parecido sucede con el tiempo de conexión destinado al aprendizaje. En los tiempos de uso superiores a una hora se producen caídas muy pronunciadas en el rendimiento para todos y, en particular, para los hijos de los universitarios. Esto debería ser tenido en cuenta entre los defensores de la tecnología en el aprendizaje. Incluso aunque nuestra medida sea burda y no permita distinguir el tiempo guiado del tiempo libre o las distintas aplicaciones del aprendizaje online, lo que nuestros datos al menos permiten decir es que no es necesariamente positivo y que, en media, parece ser tan negativo como otras actividades ligadas a la *hiperconectividad*.

3. RECAPITULACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Hay varios aspectos a destacar entre los resultados de este análisis del tiempo de uso de los dispositivos digitales por parte de los jóvenes de 15 años en España. En primer lugar, el uso

mayoritario que los jóvenes hacen de los dispositivos digitales es para el ocio (ya sea a través de las redes sociales o de los videojuegos). Una mala noticia es que el tiempo de pantallas que los jóvenes reportan tiene un escaso contenido educativo o de aprendizaje.

En cuanto al tiempo de redes sociales, casi dos de cada tres jóvenes dedican entre algo menos de una hora a tres horas al día a esta actividad, a la que las chicas son ligeramente más propensas que los chicos. Las diferencias entre chicos y chicas son más llamativas respecto al tiempo de videojuegos, que constituyen, a la luz de estos resultados, una afición mucho más masculina que otras actividades digitales. Casi un 25 por ciento de los chicos pasa más de tres horas al día jugando a los videojuegos, mientras que solo alrededor del 10 por ciento de las chicas lo hacen. Finalmente, el tiempo de aprendizaje es realmente bajo en comparación con estos dos componentes del tiempo de pantallas. Un 65 por ciento de los adolescentes en España pasa menos de una hora o ningún tiempo aprendiendo a través de dispositivos digitales.

Frente a las pequeñas pero significativas diferencias por género identificadas en este trabajo, quizás lo más sorprendente es lo “democrático” que es el tiempo de pantallas. Contra lo que se suele creer, no hay grandes diferencias entre hogares en función de su estatus socioeconómico, así como tampoco entre países. Aunque en este caso hemos seleccionado la educación de los padres, otros indicadores de recursos del hogar muestran resultados similares. Por ejemplo, PISA incluye en todas las olas un indicador sintético del estatus socioeconómico del hogar (ISEC) que combina características de los padres con los recursos materiales y culturales disponibles para los hijos. Este indicador, más abstracto, pero también más diversificado que el seleccionado aquí para presentar los resultados, arroja diferencias algo más significativas entre grupos sociales, aunque siempre dentro de un nivel modesto y fundamentalmente entre los extremos más que en los valores centrales de la distribución. En resumen, las diferencias en el tiempo de pantallas (y su contenido) parecen ser pequeñas entre países y entre hogares con distinta posición social.

Por último, y aunque los análisis presentados aquí sean tentativos por la falta de datos apropiados para llevarlos a cabo, en la última

parte de este artículo se ha encontrado que el efecto de la hiperconectividad es negativo para el rendimiento escolar (además de, como dicen los psicólogos, para el bienestar emocional de los menores). No lo es necesariamente de manera lineal. Algun tiempo de pantallas a los 15 años parece ser un comportamiento normal que incluso mejora el rendimiento en comparación con ninguna exposición. El mundo ya es plenamente digital. Una parte de la vida de los nativos digitales debe reflejarlo. El problema no está en que haya tiempo de pantallas si no en el hecho de que su excesivo consumo prive de alternativas positivas, saludables y beneficiosas a los jóvenes.

BIBLIOGRAFÍA

AMEZ, S., y BAERT, S. (2020). Smartphone use and academic performance: A literature review. *International Journal of Educational Research*, 103, 101618. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101618>

ANDERSON, S. E., ECONOMOS, C. D., y MUST, A. (2008). Active play and screen time in US children aged 4 to 11 years in relation to sociodemographic and weight status characteristics: A nationally representative cross-sectional analysis. *BMC Public Health*, 8(1), 366. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-8-366>

BOHNERT, M., y GRACIA, P. (2023). Digital use and socioeconomic inequalities in adolescent well-being: Longitudinal evidence on socioemotional and educational outcomes. *Journal of Adolescence*, 95(3), 1179-1194. <https://doi.org/10.1002/jad.12193>

DETNAKARINTRA, K., TRAIRATVORAKUL, P., PRUKSANANONDA, C., y CHONCHAIYA, W. (2020). Positive mother-child interactions and parenting styles were associated with lower screen time in early childhood. *Acta Paediatrica*, 109(4), 817-826. <https://doi.org/10.1111/apa.15007>

DOEPKE, M., y ZILIBOTTI, F. (2019). *Love, money, and parenting: How economics explains the way we raise our kids*. Princeton University Press. <https://books.google.es/books?hl=en&lr=&id=OW93DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR9&dq=parenting+love+money+doepke&ots=J6v>

MKNkkUw&sig=QFEY1fjwNmHgQdkz8oKg6BA
BZfU

DOMINGUES-MONTANARI, S. (2017). Clinical and psychological effects of excessive screen time on children. *Journal of Paediatrics and Child Health*, 53(4), 333-338. <https://doi.org/10.1111/jpc.13462>

DONNELLY, R., y PATRINOS, H. A. (2022). Learning loss during Covid-19: An early systematic review. *PROSPECTS*, 51(4), 601-609. <https://doi.org/10.1007/s11125-021-09582-6>

FUCHS, T., y WOESSMAN, L. (2004). Computers and student learning: Bivariate and multivariate evidence on the availability and use of computers at home and at school. *Brussels Economic Review*, 47(3-4), 359-386.

GALLEGOS, F. A., MALAMUD, O., y POP-ELECHES, C. (2020). Parental monitoring and children's Internet use: The role of information, control, and cues. *Journal of Public Economics*, 188, 104208. <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2020.104208>

GONZÁLEZ-BETANCOR, S. M., LÓPEZ-PUIG, A. J., y CARDENAL, M. E. (2021). Digital inequality at home. The school as compensatory agent. *Computers & Education*, 168, 104195. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104195>

HAIDT, J. (2024). *The anxious generation: How the great rewiring of childhood is causing an epidemic of mental illness*. Random House. https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=uCvAEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT7&dq=info:bRd3A6G-15wJ:scholar.google.com&ots=SV68BZtcuT&sig=ClrgkL8oS5WmPQg_B6vz2yr1nIA

HARGITTAI, E. (2010). Digital na(t)ives? Variation in Internet skills and uses among members of the "Net Generation". *Sociological Inquiry*, 80(1), 92-113. <https://doi.org/10.1111/j.1475-682X.2009.00317.x>

KIELING, C., BAKER-HENNINGHAM, H., BELFER, M., CONTI, G., ERTEM, I., OMIGBODUN, O., ROHDE, L. A., SRINATH, S., ULKUER, N., y RAHMAN, A. (2011). Child and adolescent mental health worldwide: Evidence for action. *The Lancet*, 378(9801), 1515-1525. <https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/>

PIIS0140-6736(11)60827-1/fulltext?keepThis=true&width=850&height=650&rss=yes&TB_iframe=true

LIVINGSTONE, S., y HELSPER, E. (2007). "Gradations in digital inclusion: Children, young people and the digital divide". *New Media and Society*, 9(4), 671-696. <https://doi.org/10.1177/1461444807080335>

LOADES, M. E., CHATBURN, E., HIGSON-SWEENEY, N., REYNOLDS, S., SHAFRAN, R., BRIGDEN, A., LINNEY, C., McMANUS, M. N., BORWICK, C., y CRAWLEY, E. (2020). Rapid systematic review: The impact of social isolation and loneliness on the mental health of children and adolescents in the context of COVID-19. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 59(11), 1218-1239. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0890856720303373>

MALAMUD, O., y POP-ELECHES, C. (2011). Home computer use and the development of human capital. *Quarterly Journal of Economics*, 126(2), 987-1027. <https://doi.org/10.1093/qje/qjr008>

MÄNNIKÖ, N., RUOTSALAINEN, H., MIETTUNEN, J., MARTTILA-TORNIO, K., y KÄÄRIÄINEN, M. (2020). Parental socioeconomic status, adolescents' screen time and sports participation through externalizing and internalizing characteristics. *Helijon*, 6(2). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03415>

MANTZIKI, K., VASSILOPOULOS, A., RADULIAN, G., BORYS, J.-M., DU PLESSIS, H., GREGÓRIO, M. J., GRAÇA, P., DE HENAUW, S., HANDJIEV, S., VISSCHER, T. L., y SEIDELL, J. C. (2015). Inequities in energy-balance related behaviours and family environmental determinants in European children: Baseline results of the prospective EPHE evaluation study. *BMC Public Health*, 15(1), 1203. <https://doi.org/10.1186/s12889-015-2540-5>

MANZANO, D., y FERNÁNDEZ-MELLIZO, M. (2019). Origen familiar, uso del tiempo y de las tecnologías de la información. *Revista Internacional de Sociología*, 77(3), e136. <https://doi.org/10.3989/ris.2019.77.3.17.165>

NAGATA, J. M., CORTEZ, C. A., CATTLE, C. J., GANSON, K. T., IYER, P., BIBBINS-DOMINGO, K., y BAKER, F. C. (2022). Screen Time Use Among US

Adolescents During the COVID-19 Pandemic. *JAMA Pediatrics*, 176(1), 94-96. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2021.4334>

NEOPHYTOU, E., MANWELL, L. A., y EIKELBOOM, R. (2021). Effects of Excessive Screen Time on Neurodevelopment, Learning, Memory, Mental Health, and Neurodegeneration: A Scoping Review. *International Journal of Mental Health and Addiction*, 19(3), 724-744. <https://doi.org/10.1007/s11469-019-00182-2>

OCDE. (2015). *Students, computers, and learning: Making the connection*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264239555-en>

OCDE. (2023). *PISA 2022 Results (Volume II). Learning during – and from – disruption*. PISA, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/a97db61c-en>

OSWALD, T. K., RUMBOLD, A. R., KEDZIOR, S. G. E., y MOORE, V. M. (2020). Psychological impacts of "screen time" and "green time" for children and adolescents: A systematic scoping review. *PLOS ONE*, 15(9), e0237725. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237725>

PRZYBYLSKI, A. K., y WEINSTEIN, N. (2017). A large-scale test of the Goldilocks hypothesis: Quantifying the relations between digital-screen use and the mental well-being of Adolescents. *Psychological Science*, 28(2), 204-215. <https://doi.org/10.1177/0956797616678438>

RAGNEDDA, M., RUIU, M. L., y ADDEO, F. (2019). Measuring digital capital: An empirical investigation. *New Media and Society*, 22(5), 793-816. <https://doi.org/10.1177/1461444819869604>

SANDERS, W., PARENT, J., FOREHAND, R., SULLIVAN, A. D. W., y JONES, D. J. (2016). Parental perceptions of technology and technology-focused parenting: Associations with youth screen time. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 44, 28-38. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2016.02.005>

SIANOU-KYRGIOU, E., y TSIPLAKIDES, I. (2012). Digital divide: Students' use of the Internet and emerging forms of social inequalities. En A. JIMOYIANNIS (ed.), *Research on e-learning and ICT in education*, (pp. 55-68). https://doi.org/10.1007/978-1-4614-1083-6_5

STIGLIC, N., y VÍNER, R. M. (2019). Effects of screentime on the health and well-being of children and adolescents: A systematic review of reviews. *BMJ Open*, 9(1), e023191. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-023191>

TIRADO-MORUETA, R., MENDOZA-ZAMBRANO, D. M., AGUADED-GÓMEZ, J. I., y MARÍN-GUTIÉRREZ, I. (2017). Empirical Study of a Sequence of Access to Internet Use in Ecuador. *Telematics and Informatics*, 34(4), 171-183. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2016.12.012>

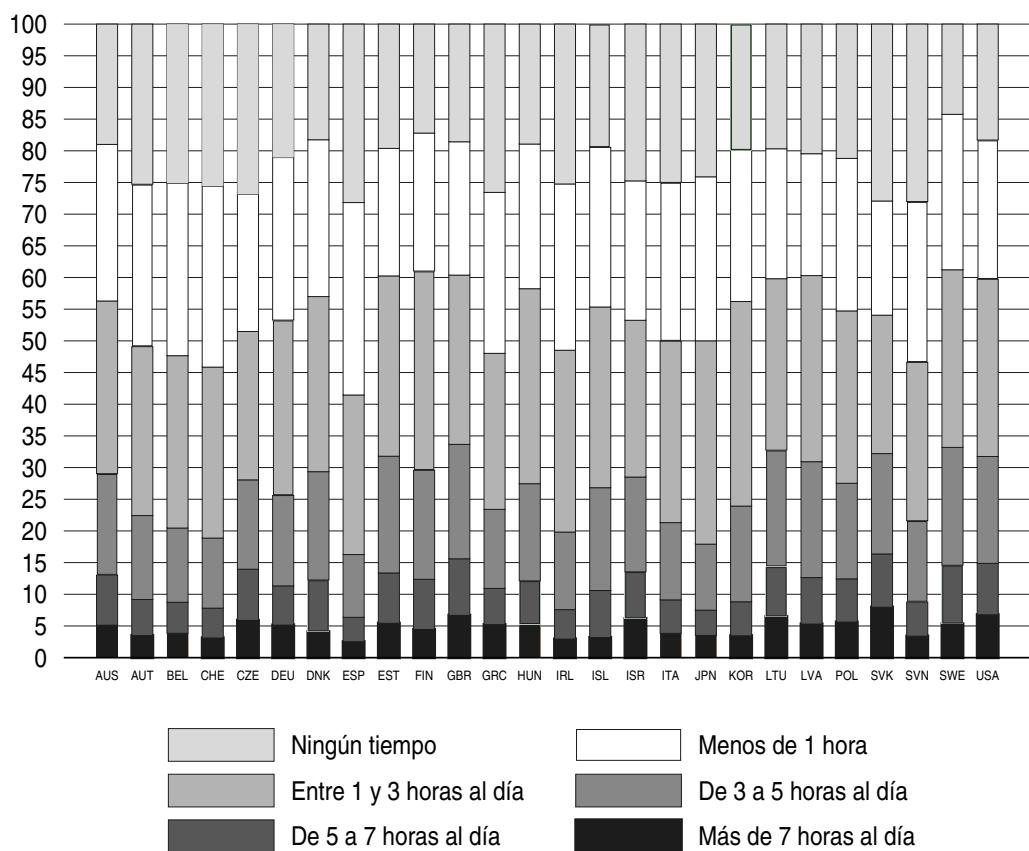
VIDGOR, J. L., LADD, H. F., y MARTÍNEZ, E. (2014). Scaling the Digital Divide: Home Computer Technology and Student Achievement. *Economic Inquiry*, 52(3), 1103-1119. <https://doi.org/10.1111/ecin.12089>

WERLING, A. M., WALITZA, S., y DRECHSLER, R. (2021). Impact of the COVID-19 lockdown on screen media use in patients referred for ADHD to child and adolescent psychiatry: An introduction to problematic use of the Internet in ADHD and results of a survey. *Journal of Neural Transmission*, 128(7), 1033-1043. <https://doi.org/10.1007/s00702-021-02332-0>

APÉNDICE

GRÁFICO A.1.

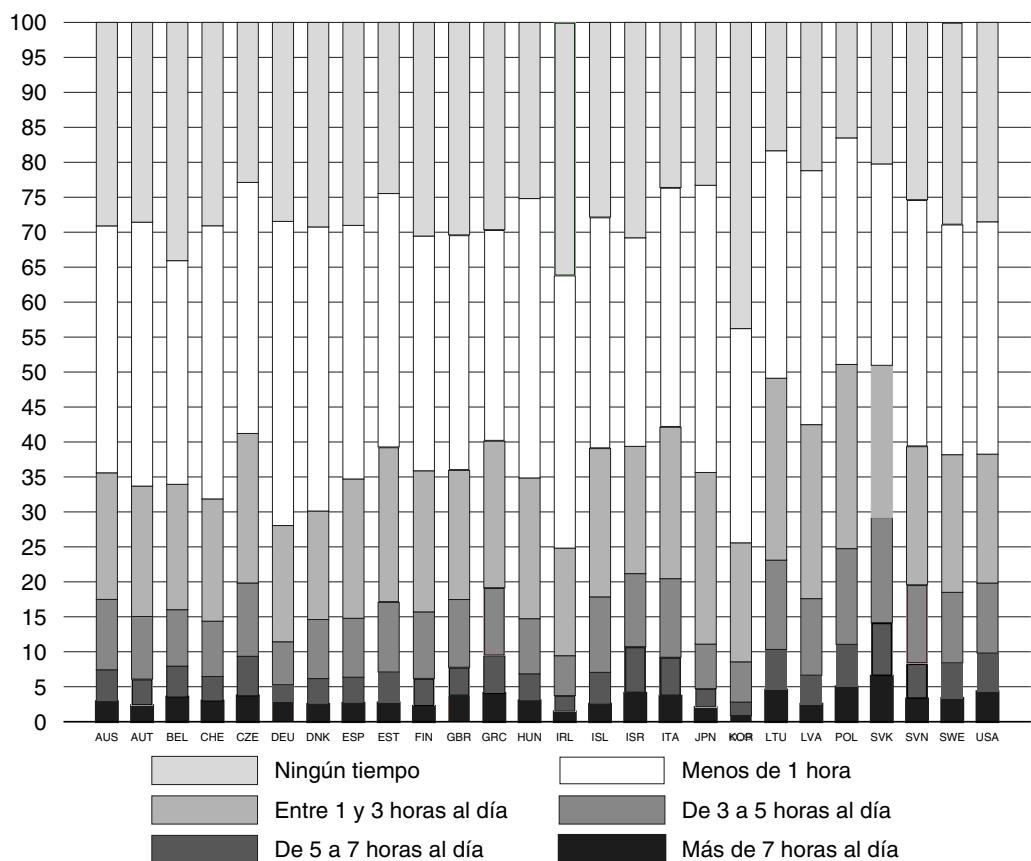
TIEMPO EN REDES SOCIALES DE LOS JÓVENES DE 15 AÑOS, PAÍSES OCDE (2022) (PORCENTAJE)



Nota: Incluye a todos los países de la OCDE menos México, Turquía, Colombia y Costa Rica (n= 235.422).

Fuente: Elaboración propia a partir de PISA 2022.

GRÁFICO A.2.

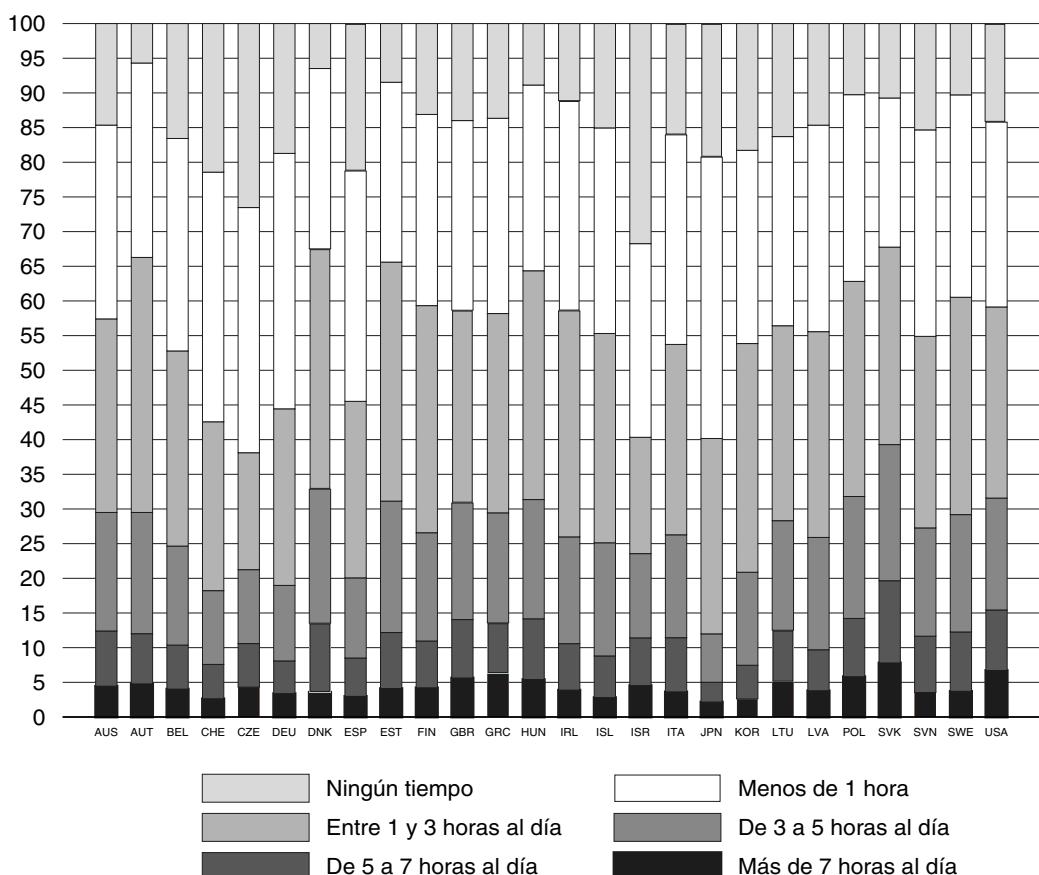
TIEMPO DEDICADO A VIDEOJUEGOS DE LOS JÓVENES DE 15 AÑOS, PAÍSES OCDE (2022)
(PORCENTAJE)

Nota: Incluye a todos los países de la OCDE menos México, Turquía, Colombia y Costa Rica (n= 235.422).

Fuente: Elaboración propia a partir de PISA 2022.

GRÁFICO A.3.

TIEMPO DEDICADO A APRENDER *ONLINE* DE LOS JÓVENES DE 15 AÑOS, PAÍSES OCDE (2022)
(PORCENTAJE)



Nota: Incluye a todos los países de la OCDE menos México, Turquía, Colombia y Costa Rica (n= 235.422).

Fuente: Elaboración propia a partir de PISA 2022.

El impacto del aprendizaje asistido por tecnología en la educación no universitaria

ALMUDENA SEVILLA*, PILAR CUEVAS*, LUZ RELLO** E ISMAEL SANZ***

RESUMEN

Este artículo expone las principales conclusiones sobre el potencial del aprendizaje asistido por ordenador en la educación no universitaria. Del análisis de las investigaciones ya realizadas se desprende que una implementación cuidadosa y contextualizada de las herramientas tecnológicas que proporcione enseñanzas personalizadas y retroalimentación instantánea puede resultar muy efectiva para el aprendizaje de los estudiantes de materias tales como las matemáticas y la lengua. En esa dirección apunta la mayoría de los estudios sobre la efectividad de los programas de aprendizaje asistido por ordenador, si bien la evaluación del impacto de estos programas afronta dificultades y retos que obligan a dedicar más esfuerzos de investigación para alcanzar conclusiones más sólidas y generalizables.

1. INTRODUCCIÓN

Un 31 por ciento de los alumnos de la OCDE no alcanza el nivel mínimo de competen-

cia en matemáticas, y un 26 por ciento, en lectura en la última prueba de PISA 2022. Tanto el alumnado español como el del conjunto de la OCDE de 15 años tenía, cuando se llevó a cabo esta prueba en 2022, un curso escolar menos de competencias en matemáticas y lectura que los estudiantes de esa misma edad en 2000. El análisis de tendencias de los resultados de PISA anteriores a 2018 también revela que el rendimiento comenzó a disminuir mucho antes de la pandemia (OCDE, 2023). Esta disminución es parte de una tendencia de declive constante en el rendimiento y demuestra la naturaleza prolongada de estos desafíos educativos. El uso de tecnologías en la educación y, en concreto, el empleo de programas de aprendizaje asistido por ordenador (CAL, por sus siglas en inglés, de *Computer Assisted Learning*) puede transformar la instrucción en el aula, abordando las limitaciones del sistema educativo tradicional, y ofrecer una enseñanza más personalizada y efectiva. El uso de tecnologías como los programas de CAL permite a los docentes gestionar mejor los diferentes niveles de aprendizaje dentro de una clase, proporcionando retroalimentación inmediata y adaptando el contenido a las capacidades individuales de los estudiantes. Según Escueta *et al.* (2020) y Abbey *et al.* (2024), los programas de CAL han demostrado ser particularmente efectivos en la enseñanza de matemáticas, donde la personalización y la retroalimentación instantánea son cruciales para el éxito académico.

* London School of Economics (a.sevilla@lse.ac.uk; p.cuevas-ruiz@lse.ac.uk).

** Instituto de Empresa (luz.Rello@ie.edu).

*** Universidad Rey Juan Carlos, Fincas y London School of Economics (ismael.sanz@urjc.es).

Las investigaciones más recientes sobre el impacto de los programas de *CAL* en la educación muestran que, si bien los dispositivos tecnológicos por sí solos no garantizan mejoras en el rendimiento académico; su combinación con programas educativos específicos y apoyo pedagógico puede ser efectiva. No obstante, persisten varios desafíos que requieren atención, como la heterogeneidad de su efectividad por asignaturas. Aunque el *CAL* ha mostrado resultados positivos, no cabe excluir que ese efecto provenga del tiempo adicional que los estudiantes dedican a estos programas y que hubieran aprendido lo mismo si esas horas complementarias las hubieran dedicado a clases tradicionales. Se trata de determinar si el aprendizaje asistido por ordenador proporciona mejores resultados que la instrucción tradicional. La sostenibilidad del impacto es otra de las áreas que requiere de mayor análisis para comprobar si los beneficios del *CAL* se mantienen a largo plazo o si, como sugieren algunos estudios, su impacto se desvanece con el tiempo. La relación de la intensidad de uso del *CAL* y la existencia de rendimientos decrecientes a partir de algún umbral es otra área pendiente de explorar. Los estudios coinciden en atribuir al *CAL* un impacto positivo en el aprendizaje de matemáticas, pero su efecto en la lectura y la escritura no es tan claro, un aspecto que indica la necesidad de más investigación para determinar cómo influye en el aprendizaje de diferentes disciplinas y contextos educativos.

En este artículo, abordamos estos desafíos proponiendo vías de investigación futuras y discutiendo las implicaciones políticas. La correcta adopción y uso de tecnologías educativas no solo puede mejorar el rendimiento académico de los estudiantes, sino también contribuir a una educación más equitativa y de calidad. Es fundamental que las políticas educativas se diseñen para facilitar la integración efectiva de estas herramientas, asegurando que todos los estudiantes, independientemente de su contexto socioeconómico, puedan beneficiarse de las ventajas del aprendizaje asistido por ordenador.

El artículo está estructurado de la siguiente manera. En la segunda sección, presentamos un análisis detallado de las investigaciones publicadas sobre programas de *CAL*, destacando sus efectos sobre la educación del alumnado y los mecanismos subyacentes a estos efectos. En el tercer apartado, se analizan los desafíos pendientes de la literatura sobre el uso de *CAL*

en las aulas educativas. A continuación, en el cuarto apartado, examinamos estudios de caso concretos, como el programa *DytectiveU* implementado en la Comunidad de Madrid, para ilustrar cómo las tecnologías educativas pueden integrarse efectivamente en el currículo escolar y superar algunas de las limitaciones tradicionales. Finalmente, discutimos las implicaciones políticas de estos hallazgos, subrayando la necesidad de medidas educativas que apoyen la implementación de tecnologías educativas basadas en la evidencia, que fomenten la personalización del aprendizaje y proporcionen el apoyo necesario a los docentes para maximizar los beneficios del *CAL*.

2. EL ESTADO DE LA CUESTIÓN RESPECTO AL USO DE LA TECNOLOGÍA EDUCATIVA

En los últimos años se ha producido una rápida expansión del uso de la tecnología educativa y la inversión en herramientas tecnológicas como ordenadores, *tablets*, teléfonos móviles e Internet para mejorar la calidad educativa. La revisión bibliográfica de Escueta *et al.* (2020) en *Journal of Economic Literature* analiza artículos rigurosos que proporcionan estimaciones precisas de los efectos causales de las intervenciones tecnológicas a través, por ejemplo, de ensayos controlados aleatorios (*RCT*, por sus siglas en inglés de *Randomized Controlled Trials*) y diseños de discontinuidad de regresión (*RDD*). Los autores enfocan la atención en el impacto de la tecnología en la educación centrándose en cuatro posibles intervenciones: a) el acceso a tecnología; b) el aprendizaje asistido por ordenador; c) los cursos en línea, y d) las intervenciones conductuales habilitadas por tecnología. En relación con la primera de las intervenciones tecnológicas, los autores muestran que la entrega de dispositivos tecnológicos, como ordenadores o *tablets*, no garantiza mejoras significativas en el rendimiento académico. Los dispositivos deben estar acompañados por programas educativos específicos y apoyo pedagógico para ser efectivos. En relación con el aprendizaje asistido por tecnología, los programas de *CAL* han demostrado ser particularmente efectivos en el aprendizaje de matemáticas, donde la enseñanza personalizada y la retroalimentación inmediata pueden mejorar el rendimiento de los estudiantes. En comparación, el impacto de los programas de *CAL* en áreas como lectura y

escritura es menos claro y requiere más investigación para determinar su efectividad. La tercera de las intervenciones, los cursos en línea y *MOOC* (*Massive Online Open Course*), son instrumentos útiles para ampliar el acceso a la educación de calidad, pero se enfrentan a desafíos importantes como las altas tasas de abandono y el bajo compromiso promedio de los estudiantes. Escueta *et al.* (2020) señalan que la retención y el compromiso son críticos para el éxito de los cursos en línea, y se necesitan estrategias para aumentar la participación y finalización de este tipo de formación. Por último, las intervenciones conductuales habilitadas por tecnología, como estrategias de envío de recordatorios y mensajes para aumentar la motivación, han mostrado potencial para mejorar la asistencia y el rendimiento académico. Sin embargo, su efectividad varía según el diseño y la frecuencia de las intervenciones.

En definitiva, esta revisión bibliográfica destaca tanto las promesas como las limitaciones del papel de la tecnología en la educación. La clave para aprovechar al máximo la tecnología educativa radica en su implementación cuidadosa y contextualizada, que tenga en cuenta las necesidades específicas de los estudiantes y las capacidades de los docentes. El éxito de las intervenciones tecnológicas depende de la personalización y el apoyo adecuado a docentes y estudiantes. Las herramientas tecnológicas deben integrarse efectivamente en el currículo educativo para maximizar sus beneficios.

En nuestro artículo nos vamos a centrar en el segundo tipo de intervenciones de tecnología educativa señaladas, las que implican el aprendizaje asistido por ordenador (*CAL*). Para ello, mostramos el estado actual de la investigación sobre el impacto causal de los programas asistidos por ordenador y los mecanismos a través de los que se produce este efecto, así como los ámbitos que quedan por investigar. Los programas de *CAL* son efectivos en el aprendizaje de matemáticas debido a su capacidad para ofrecer enseñanza personalizada y retroalimentación instantánea. Se necesita, sin embargo, más investigación para entender mejor su impacto en otras áreas académicas. En la segunda sección de este artículo examinaremos las conclusiones de la literatura causal y más rigurosa sobre el uso de los programas de *CAL* en educación. En el tercer apartado analizaremos el empleo de estos programas de

aprendizaje asistido por ordenador en la materia específica de lectura. En el cuarto, enfocaremos la atención en un caso concreto, el del programa *DyTECTiveU* de mejora de la competencia lectoescritura de alumnos de educación primaria implementado en los colegios de la Comunidad de Madrid desde el curso académico 2018-2019. La última sección mostrará las principales conclusiones del artículo.

2.1. Programas de aprendizaje asistido por ordenador (*CAL*)

Los programas de aprendizaje asistido por ordenador permiten una enseñanza personalizada, que sigue el ritmo de progreso de los estudiantes, con ejercicios y actividades que pueden realizarse varias veces, y que proporcionan tanto al propio alumno como al docente y al centro de información y retroalimentación instantánea sobre los aciertos y los errores. Los softwares de ayuda al aprendizaje pueden complementar el proceso de formación de habilidades al superar las limitaciones a las que se enfrentan los docentes, como la gestión de niveles de aprendizaje heterogéneos dentro de una clase. Además, algunos de estos programas son adaptativos, tienen la capacidad cada vez más sofisticada de aprovechar la inteligencia artificial para ofrecer contenido según la capacidad cognitiva de los usuarios y su progreso. Los programas de aprendizaje asistido por ordenador pueden ofrecer a los estudiantes retroalimentación individualizada y recopilar rápidamente datos sobre el desempeño de los estudiantes, lo que sería un desafío para cualquier docente debido a las limitaciones de tiempo. En su revisión bibliográfica, Escueta *et al.* (2020) examinan 31 experimentos aleatorios para proporcionar evidencia de causalidad sobre el impacto de programas asistidos por ordenador en el aprendizaje de los estudiantes. Muchos de los análisis sobre el impacto de los programas de *CAL* en el aprendizaje de matemáticas se centran, en concreto, en álgebra y en el nivel educativo de primaria. De los 31 estudios revisados, 21 muestran efectos positivos estadísticamente significativos, muchos de ellos estimados con precisión y de una magnitud relevante. La mayoría

(16 de 21) de los estudios que encontraron un impacto positivo se centraron en programas de matemáticas. Por el contrario, los autores solo identifican siete estudios exclusivamente dedicados a programas de lectura u ortografía.

El cuadro 1 resume, de entre todos los artículos revisados por Escueta *et al.* (2020), los cuatro que provienen de la literatura de economía de la educación y que no se centran exclusivamente en la asignatura de Lengua.

El cuadro 2 presenta un resumen de tres artículos posteriores a la revisión bibliográfica de Escueta *et al.* (2020) sobre el impacto del uso de programas de aprendizaje asistido por ordenador. Una de las preguntas que se ha planteado la investigación previa es la de si el uso de software mejora los resultados porque los estudiantes están dedicando más tiempo a aprender o por la propia herramienta digital. Es decir, podría ser que, si los alumnos tuvieran más horas de clases tradicionales, en lugar de

CUADRO 1

EVIDENCIA DE LOS ARTÍCULOS DE ECONOMÍA DE LA EDUCACIÓN REVISADOS POR ESCUETA *ET AL.* (2020)

Artículo	Intervención	Efecto	Muestra	Unidad de aleatorización
Dynarski <i>et al.</i> (2007)	16 tipos de software de matemáticas y lectura	No hay efecto significativo	33 distritos de EE. UU., 132 centros educativos, y 439 docentes. Distritos de bajo rendimiento promedio y elevada proporción de alumnos de entornos desfavorables	Docentes
Barrow <i>et al.</i> (2009)	<i>I can learn</i> , programa de aprendizaje natural e interactivo asistido por ordenador para álgebra	Impacto positivo en los resultados de las pruebas. Los efectos son más elevados para las clases de mayor tamaño, particularmente si hay niveles heterogéneos, y en clases con más absentismo	Ocho centros de secundaria y dos de enseñanza intermedia en tres distritos urbanos del noreste, Medio oeste y sur de EE. UU. con una proporción elevada de minorías. 1.605 estudiantes de 142 clases	Clase
Rockoff (2015)	Programa <i>School of one</i> de matemáticas para enseñanzas medias	No hay efecto significativo	Centros públicos en la ciudad de Nueva York. 5.070 estudiantes en ocho centros educativos	Centros educativos
Van Klaveren <i>et al.</i> (2017)	Programa de aprendizaje asistido por ordenador adaptativo comparado con uno estático (economía, biología, historia y lengua)	No hay efecto significativo	Centros de Secundaria de Holanda. 1.021 estudiantes	Estudiantes

Fuente: Escueta *et al.* (2020)

más empleo de herramientas digitales, también mejoraron su rendimiento académico. Büchel *et al.* (2022) examinan la eficacia relativa de un programa de aprendizaje asistido por ordenador disponible gratuitamente. Para distinguir entre los efectos de la enseñanza adicional y el uso del *software*, el experimento aleatorio controlado (*RCT*) presenta tres tratamientos que no interfirieron con lecciones regulares. El primer tratamiento (40 clases) comprende lecciones adicionales y tradicionales (sin uso de *software* y en horario extraescolar) de matemáticas impartidas por un docente. En el segundo y tercer tratamiento se emplea, también en horario extraescolar, un programa de aprendizaje de matemáticas asistido por ordenador. El segundo grupo es monitorizado por técnicos (39 clases), mientras que el tercero es supervisado por docentes (otras 39 clases). Cada uno de los tres tratamientos constaba de dos lecciones de matemáticas de 90 minutos por semana durante un período de seis meses, lo que significa que el número de clases de esta asignatura que reciben los alumnos tratados casi se duplica durante el programa. Además, hay dos grupos de control: a) las escuelas que no reciben el tratamiento, que son en su conjunto el grupo de control "puro" (29 centros), y b) los estudiantes de las 28 escuelas tratadas que, sin embargo, no participan por pertenecer a las aulas que aleatoriamente han quedado fuera del programa. Dentro de los 28 centros educativos de tratamiento, hay 118 clases que sí reciben la intervención, y otras 40 que no participan. Estas últimas constituyen el segundo grupo de control destinado a medir "externalidades", es decir si los alumnos que no se beneficiaron del programa mejoraron sus resultados por el hecho de que otros compañeros suyos, en otras clases del mismo centro educativo, sí que fueron tratados.

Empleando las estimaciones de *Intention To Treat* (*ITT*), Büchel *et al.* (2022) muestran que ser asignados a lecciones adicionales con el programa de aprendizaje asistido por ordenador y monitorizado por técnicos (tratamiento 2) aumentó los resultados en matemáticas en un 21 por ciento de la desviación estándar (DE) y en un 24 por ciento cuando fue supervisado por docentes (tratamiento 3). En ambos casos, la mejora equivale al aprendizaje de más de la mitad de un curso escolar. Las clases tradicionales adicionales (tratamiento 1) también aumentan el rendimiento académico en matemáticas,

pero lo hacen en un 15 por ciento de la DE, una diferencia significativa con respecto al tratamiento 3, pero no con respecto al tratamiento 2. Büchel *et al.* (2022) encuentran, además, que el uso de programas de aprendizaje asistido por ordenador mejora el aprendizaje incluso en clases con muchos alumnos y con niveles heterogéneos, algo que no ocurre en el caso de las clases tradicionales. Si en lugar de *ITT*, se emplea la asignación de tratamiento como una variable instrumental (IV) para la asistencia, la estimación de los efectos del tratamiento 2 y 3 se eleva al 38 por ciento y 40 por ciento de la DE, respectivamente.

Los resultados de este estudio muestran que los alumnos de clases de control en escuelas tratadas ("control para medir externalidades") en la intervención con más clases tradicionales de Matemáticas (tratamiento 1) obtienen mejores resultados que los de centros en los que ninguna clase participó en el tratamiento (control "puro"), particularmente aquellos alumnos con un nivel previo bajo. Los grupos de tratamiento que emplearon el aprendizaje asistido por ordenador, tanto si fueron supervisados por técnicos o por docentes (tratamiento 2 y 3), exhiben un rendimiento en Matemáticas significativamente más elevado que los del grupo de control puro en toda la distribución, aunque la brecha parece cerrarse para los alumnos de rendimiento previo al experimento más alto. En definitiva, Büchel *et al.* (2022) aportan evidencia de que los avances en el aprendizaje asistido por ordenador pueden, al menos parcialmente, atribuirse al *software* y no necesariamente al aumento en el número de lecciones de Matemáticas. De acuerdo con los hallazgos de los autores, las lecciones impartidas a través de programas asistidos por ordenador conducen a un mayor aprendizaje y son menos sensibles al tamaño de la clase, así como a la heterogeneidad de la capacidad de los estudiantes.

El segundo artículo posterior a la revisión bibliográfica de Escueta *et al.* (2020), también recogido en el cuadro 2, es el de Hirata (2022), que analiza un programa asistido por ordenador que se emplea durante el tiempo de clase. De este modo, al igual que Büchel *et al.* (2022), el experimento aleatorio puede aislar el impacto del uso del *software* del efecto de tener más tiempo de instrucción (que, en este caso, no se produce porque el número total de horas

CUADRO 2

ARTÍCULOS QUE ANALIZAN EL APRENDIZAJE ASISTIDO POR ORDENADOR PUBLICADOS DESPUÉS DE LA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE ESCUETA *ET AL.* (2020)

Artículo	Intervención	Efecto	Muestra	Unidad de aleatorización
Büchel <i>et al.</i> (2022)	El primer tratamiento comprende lecciones de Matemáticas adicionales impartidas por un docente contratado. El segundo y tercer tratamiento comprenden lecciones de Matemáticas adicionales basadas en un <i>software</i> . El segundo es supervisado por técnicos, mientras que el tercero es monitorizado por docentes contratados.	El aumento de las clases adicionales tradicionales de Matemáticas incrementó en un 15 % DE el rendimiento. Ser asignados a lecciones adicionales con <i>software</i> mejoró los resultados de Matemáticas en un 21 % DE cuando fueron supervisados por un técnico, y en un 24 % cuando fueron monitorizados por docentes.	Experimento aleatorizado y controlado en escuelas de primaria de El Salvador (distrito rural de Morazán). Grados 3-6. 57 escuelas, con un total de 320 clases elegibles y alrededor de 6,400 estudiantes. 28 centros participaron en los tratamientos y 29 en el grupo de control.	Centros y clases dentro de las escuelas tratadas • La herramienta no es directamente adaptativa, permite a los docentes seguir el progreso de cada estudiante y asignar contenido apropiado basado en el desempeño anterior.
Hirata (2022)	Experimento aleatorio controlado del uso de un <i>software</i> en el aprendizaje de matemáticas (aritmética) de alumnos de primaria. Los estudiantes usaron el <i>software</i> (que se basa en juegos) durante 20 minutos como máximo durante el período de la jornada escolar (que dura 4 horas) a lo largo de 2 meses.	Los alumnos de primero, segundo y tercero de educación primaria que usaron el <i>software</i> aumentaron sus puntuaciones en una prueba de Matemáticas en un 56 % DE en el corto plazo (justo después de la intervención) y en un 17 % DE en el medio plazo (1 año después del final de la intervención).	Alumnos de primero, segundo y tercero de educación primaria en Brasil. La intervención se llevó a cabo en tres municipios de tres distintos estados del noreste de Brasil en 2016. 870 estudiantes participaron en la evaluación.	De entre 12 escuelas (cuatro por cada estado) se seleccionó al azar a la mitad de las escuelas para recibir el tratamiento o formar parte de un grupo de control. En los centros seleccionados para el grupo de tratamiento, se seleccionó al azar una clase por cada grado (si había más de una) hasta un total de 18 clases tratadas.
Oreopoulos <i>et al.</i> (2024)	Programa KWIK para fomentar el aprendizaje por dominio de los estudiantes a través de tecnología y apoyo continuo de docentes. Se centra en Matemáticas para primaria y secundaria, con formadores para que los docentes sepan cómo usar <i>CAL</i> en clase con una hoja de ruta personalizada de progreso incremental.	Los experimentos aleatorios controlados indican efectos significativos en el rendimiento de los estudiantes en Matemáticas entre un 12 % y un 22 % DE. Los beneficios se observan en clases con al menos 35 minutos de práctica semanal.	Dos experimentos aleatorios controlados: 47 maestros en escuelas públicas de Nashville y 216 maestros en el Distrito Escolar Independiente de Arlington. Maestros de los grados 3 a 8.	La intervención se implementó en clases específicas dentro de las escuelas tratadas, y el análisis consideró tanto a los maestros que participaron, como a las clases que recibieron la intervención. Los resultados varían según el tiempo de práctica.

Fuente: Elaboración propia.

de instrucción no cambia). Hirata (2022) analiza el impacto del uso de una herramienta de software para aprender y practicar Matemáticas (aritmética) a través de juegos diseñados para estudiantes de primaria en Brasil. Los estudiantes del grupo de tratamiento emplearon el software durante 20 minutos como máximo en el período de la jornada escolar (que dura cuatro horas) a lo largo de dos meses. Los alumnos de primero, segundo y tercero de educación primaria que usaron el software aumentaron sus resultados en Matemáticas en un 56 por ciento de la DE en el corto plazo (justo después de la intervención), y en un 17 por ciento en el medio plazo (un año después del final de la intervención). El impacto de muchas medidas educativas se desvanece en los cursos siguientes, aunque en este caso permanece un tercio del impacto inicial. Hirata (2022) indica que el mayor impacto que encuentra en su experimento aleatorio con respecto a investigaciones previas puede obedecer a que el aprendizaje asistido por ordenador podría ser más efectivo para mejorar los resultados de los estudiantes en los grados inferiores, dado que las competencias que se enseñan y aprenden son más básicas.

El tercer artículo destacado en el cuadro 2 es el de Oreopoulos *et al.* (2024), que se centra en la implementación del aprendizaje por dominio a través de la tecnología y el apoyo continuo a los docentes. Este estudio evalúa un programa diseñado para fomentar un mayor aprendizaje por dominio en Matemáticas en niveles de primaria y secundaria. La intervención incluye el uso del CAL combinado con el apoyo semanal a los maestros mediante un "khoach" o entrenador. Estos entrenadores proporcionan a los docentes orientación proactiva sobre cómo utilizar eficazmente las herramientas de CAL para personalizar el aprendizaje y seguir el progreso de los estudiantes.

Oreopoulos *et al.* (2024) implementaron dos experimentos aleatorios para evaluar el impacto de esta intervención. Los resultados muestran efectos significativos en la mejora del rendimiento en Matemáticas, con una variación del 12 al 22 por ciento DE, dependiendo del tiempo de práctica semanal con el programa de CAL. Los estudiantes que participaron en aulas en las que se logró un promedio de al menos 35 minutos de práctica semanal con el CAL mostraron mejoras más notables. Los factores clave para el éxito del programa incluyeron la alta

participación inicial de los maestros, una estrategia clara de implementación para la práctica, y la disposición de los docentes a observar de cerca el progreso y proporcionar seguimiento a los estudiantes con dificultades.

La importancia de la fidelidad en la implementación y el compromiso de los docentes es fundamental en los hallazgos de Oreopoulos *et al.* (2024). Las aulas con mayor tiempo de práctica presentaron mejoras significativas en el rendimiento, comparable a programas de tutoría intensiva. Este estudio aporta cuatro contribuciones clave: demuestra la efectividad de un programa que utiliza principalmente recursos existentes para facilitar un aprendizaje más personalizado, evidencia la efectividad de Khan Academy en un entorno de país desarrollado, resalta cómo los efectos del tratamiento dependen críticamente de la fidelidad en la implementación y la formación, y proporciona evidencia sobre por qué algunos maestros logran implementar más tiempo de práctica con programas de CAL que otros. El apoyo institucional, la dedicación exclusiva al programa, la convicción de su efectividad y la participación activa son factores que influyen en la cantidad de tiempo de práctica que los maestros implementan. Los resultados sugieren que la efectividad del CAL depende más de la calidad de la implementación que de la plataforma en sí misma, subrayando la necesidad de apoyo continuo y estructurado para los docentes en el uso de estas herramientas tecnológicas.

2.2. Programas de aprendizaje asistido por ordenador en lengua

Si bien algunos estudios han realizado revisiones exhaustivas de las intervenciones de programas de aprendizaje asistido por ordenador (por ejemplo, Bulman y Fairlie, 2016, y Escueta *et al.*, 2020), se sabe poco sobre los elementos comunes subyacentes en la efectividad de los programas de CAL en lengua. Para identificar las características que contribuyen al éxito de un programa de CAL en lengua, el cuadro 3 muestra una revisión actualizada de dichos programas. Primero, nuestra revisión sugiere que las intervenciones que explotan los programas

de CAL en lengua son más efectivas cuando incorporan un currículo adaptativo dinámico, proporcionan una personalización completa del contenido basado en la capacidad inicial y ofrecen retroalimentación rápida (como se ve en los programas de CAL revisados por Campuzano *et al.*, 2009). En segundo lugar, las intervenciones que combinan estas tres características con una participación limitada del profesor parecen cosechar aún más éxito (por ejemplo, Muralidharan *et al.*, 2019).

El análisis pedagógico de la instrucción asistida por ordenador en la lectura sugiere que la calidad de los profesores y los asistentes de enseñanza que implementan la intervención puede ser una limitación (Slavin *et al.*, 2011). Esta discusión también contribuye a la comprensión de las circunstancias bajo las cuales estos programas son efectivos para mejorar los resultados de aprendizaje. Un diseño del software que incorpore contenido adaptativo y personalizado, retroalimentación rápida y una interrupción mínima de la enseñanza puede ser la clave del éxito del programa.

Los estudios de Bai *et al.* (2016 y 2023) en China se centran en la implementación de programas de CAL para la mejora de la lectura y el lenguaje. Bai *et al.* (2016) examinan el impacto de programas de lectura con ortografía y habla segmentada en los que participaron hasta 6.000 estudiantes, encontrando mejoras modestas en algunos casos, pero resultados nulos en otros. Por su parte, Bai *et al.* (2023) evalúan un programa de tutoría asistida por ordenador que muestra un aumento significativo en las puntuaciones de pruebas estandarizadas de lenguaje, aunque sin impacto en Matemáticas. Ambos estudios destacan la importancia de la personalización y la retroalimentación rápida en la efectividad de estos programas.

Otro estudio relevante es el de Deault *et al.* (2009) en Canadá, que analiza el programa de alfabetización Abracadabra. La utilización de este programa produjo mejoras significativas en la comprensión auditiva y lectora entre los estudiantes, subrayando la utilidad de integrar tecnologías interactivas en el currículo regular. La implementación efectiva de estos programas requiere no solo un buen diseño del software, sino también un entorno de apoyo adecuado, incluyendo formación para los docentes y acceso fiable a la tecnología.

Además, el estudio de Lai *et al.* (2016) en China también proporciona evidencia sobre la efectividad de los programas de tutoría asistida por ordenador. En este estudio, los investigadores descubrieron que el uso de programas de CAL como suplemento de las tareas escolares aumentaba significativamente las puntuaciones estandarizadas en pruebas de lenguaje. Este resultado es consistente con otros estudios que destacan la importancia de la retroalimentación rápida y la personalización del contenido para maximizar el impacto del aprendizaje asistido por ordenador.

El análisis también sugiere que la participación limitada del profesor puede ser beneficiosa. Muralidharan *et al.* (2019) demostraron en India que los programas de instrucción liderados por tecnología, con una alta asistencia tecnológica y mínima intervención del docente, pueden mejorar sustancialmente las habilidades lingüísticas y Matemáticas de los estudiantes. Este estudio subraya que, implementada correctamente, la tecnología puede complementar y, en algunos casos, superar la instrucción tradicional en términos de efectividad.

Por último, los estudios de Rouse y Krueger (2004) y Wijekumar *et al.* (2012), realizados en Estados Unidos, también aportan información interesante sobre el uso de programas de CAL en la educación lingüística. Según los hallazgos de Rouse y Krueger (2004), el programa *Fast ForWord* careció de efectos significativos en los resultados de Lenguaje, lo que sugiere que no todos los programas de CAL son igualmente efectivos y que el diseño y la implementación juegan un papel crucial. Por otro lado, Wijekumar *et al.* demostraron que el programa *Intelligent Tutoring for Structure Strategy (ITSS)*, que ofrece estrategias estructuradas de lectura y comprensión, sí tuvo un impacto positivo, destacando la importancia de un enfoque estructurado y bien diseñado para la enseñanza asistida por ordenador.

Más recientemente, Abbey *et al.* (2024) han llevado a cabo una revisión sistemática y un meta-análisis de las innovaciones de *EdTech* en China, tanto en lengua como en Matemáticas, llegando a la conclusión de que la mayoría de los estudios evalúan paquetes de software de CAL, diseñados para mejorar el aprendizaje de los estudiantes. El meta-análisis reveló un efecto positivo pequeño,

CUADRO 3

ARTÍCULOS QUE ANALIZAN LA EFECTIVIDAD DE LOS PROGRAMAS CAL EN LENGUA

Referencia	País	Programa CAL	Enfoque	Método	Efecto	Muestra	Rol del profesor	Adaptación dinámica	Personalizado	Retroalimentación rápida	Coste	
Bai <i>et al.</i> , 2016	China	Programas de lectura con ortografía y habla segmentada (ROSS)	(1) Sustituto del currículo (2) Segmentación en lengua	RCT	(1) Versión 1: +16 % DE en lengua (2) Versión 2: sin efecto en lengua	Alrededor de 6.000	Asistencia limitada	No	No	Sí	No especificado	
Bai <i>et al.</i> , 2023	China	Programa de tutoría CAL en lenguaje y análisis de spillovers en Matemáticas	Suplemento de tareas	RCT	Puntuaciones estándar de pruebas de lenguaje (Inglés: +48 % DE Puntuaciones estándar de pruebas de Matemáticas: Nulo	de 1.600	Asistencia limitada	No	No	Sí	12.01/14.32 \$ por estudiante	
Borman <i>et al.</i> , 2009	EE. UU.	Fast ForWord	- Programa de entrenamiento de lenguaje y lectura	Sustituto del currículo	2º Grado: efectos nulos. 7º Grado: efectos nulos en lenguaje y aumento de 21% DE en lectura	RCT (ITT) + IV	415	Asistencia limitada	No	No	Sí	No especificado
Campuzano <i>et al.</i> , 2009	EE. UU.	Destination Reading - curso 1	Suplemento de tareas	RCT	Efectos nulos	Alrededor de 3.000	Asistencia limitada	Sí	No	Sí	78\$/año por estudiante	
Campuzano <i>et al.</i> , 2009	EE. UU.	Headprouts (Programa de lectura y escritura CAL)	Suplemento de tareas	RCT	+1 % DE	Alrededor de 3.000	Asistencia limitada	Sí	Sí	Sí	146\$/año por estudiante	

CUADRO 3 (CONTINUACIÓN)

ARTÍCULOS QUE ANALIZAN LA EFECTIVIDAD DE LOS PROGRAMAS CAL EN LENGUA

Referencia	País	Programa CAL	Enfoque	Método	Efecto	Muestra	Role del profesor	Adaptación dinámica	Personalizado	Retroalimentación rápida	Coste
Campuzano et al., 2009	EE. UU.	Programmed Logic for Automatic Teaching Operations (PLATO Focus, lengua)	Sustituto del currículo	RCT	Efectos nulos	Alrededor de 3.000	Alta asistencia	Sí	No	Sí	351\$/año por estudiante
Campuzano et al., 2009	EE. UU.	Waterford Early Reading Program – niveles 1-3	Suplemento de tareas	RCT	Efectos nulos	Alrededor de 3.000	Asistencia limitada	Sí	Sí	Sí	223\$/año por estudiante
Campuzano et al., 2009	EE. UU.	Programa de tutoría CAL (LeapTrack, lectura)	Sustituto del currículo	RCT	+9 % DE	Alrededor de 3.000	No especificado	Sí	Sí	Sí	217\$/año por estudiante
Campuzano et al., 2009	EE. UU.	Programa de tutoría CAL (Academy of Reading)	Sustituto del currículo	RCT	Efectos nulos	Alrededor de 3.000	No especificado	Sí	No	Sí	154\$/año por estudiante
Carrillo et al., 2011	Ecuador	Programa de Aprendizaje Complementario e Interconectado (APCI, lengua y Matemáticas)	Sustituto del currículo	RCT		Alrededor de 500	Alta asistencia	No	Sí	Sí	No especificado
Deault et al., 2009	Canadá	ABRACADABRA (programa de alfabetización basado en la web)	Sustituto del currículo	RCT		144	Alta asistencia	No	No	Sí	No especificado

(1) Grupo sintético:
41 % DE en comprensión auditiva; nulo en vocabulario; y +35 % DE en comprensión lectora
(2) Grupo analítico:
Nulo

CUADRO 3 (CONTINUACIÓN)

ARTÍCULOS QUE ANALIZAN LA EFECTIVIDAD DE LOS PROGRAMAS CAL EN LENGUA

Referencia	País	Programa CAL	Enfoque	Método	Efecto	Muestra	Rol del profesor	Adaptación dinámica	Personalización	Retroalimentación rápida	Coste
De Vera et al., 2024	Chile	Dyetective	Suplemento de tareas	RCT	+18 % DE en pruebas de lenguaje	600	Alta asistencia	Sí	Sí	Sí	No especificado
Faber y Visscher, 2018	Países Bajos	Snappet – herramienta digitalizada de asignación enfocada en la ortografía	Suplemento de tareas	RCT	Efectos nulos	1.605	Alta asistencia	Sí	Sí	Sí	No especificado
Lai et al., 2016	China	Programa de tutoría CAL (lectura)	Suplemento de tareas	RCT	estandarizada en pruebas de lenguaje: +20 % DE Puntación estandarizada de 3.000 en pruebas de Matemáticas: +15 DE	3.000	Alrededor de 3.000	Asistencia limitada	No	No	Sí
Muralidharan et al., 2019	India	Mindspark (programa de instrucción liderado por tecnología)	Suplemento de tareas	RCT (IT) + IV	(1) Pruebas de lenguaje: IT: +23% DE IV: +39 % DE (2) Pruebas de Matemáticas: IT: +37 % DE IV: +60 % DE	619	Alta asistencia	Sí	Sí	Sí	150\$/año por estudiante
Rouse y Krueger, 2004	EE. UU.	Fast ForWord - Programa de entrenamiento de currículo Lenguaje y lectura	Sustituto del currículo	RCT (IT) + IV	Efectos nulos	485	Asistencia limitada	No	Sí	No	770\$/año por estudiante
Sevilla et al., 2021	España	Ayuda a la Dislexia	Suplemento descriptivo para chicas; solo Inglés para chicos	Análisis descriptivo para chicas; solo Inglés para chicos	Mejora significativa en lenguaje e inglés para chicas; solo Inglés para chicos	1.022 alumnos de primaria	Alta asistencia	Sí	Sí	Sí	No especificado
Wijekumar et al., 2012	EE. UU.	Intelligent Tutoring for Structure Strategy curículo (ITSS, lectura)	Sustituto del currículo	RCT	(1) GSRT: +10 % DE (2) Medidas diseñadas en el experimento de comprensión lectora (idea principal): +49 % DE	2.643	Experimento en laboratorio	Sí	Sí	Sí	No especificado

pero significativo, en los resultados de aprendizaje de los estudiantes (13 por ciento DE), indicando que la mayoría de los programas de *CAL* utilizados como complemento de los procesos educativos tienen efecto positivo. Los programas de *CAL* demostraron ser efectivos independientemente del enfoque de implementación, del contexto o de la materia escolar.

Por su parte, De Vera *et al.* (2024) han evaluado una intervención de lectura en Chile con 600 estudiantes de tercero de educación primaria procedentes de poblaciones desfavorecidas. La intervención incluía un juego adaptativo diseñado para identificar las debilidades de lectoescritura y cognitivas, transformándolas en habilidades, todo ello complementado con una biblioteca móvil y consejos a los padres para aumentar el interés de los estudiantes y la participación parental. Los resultados mostraron que, después de solo tres meses de intervención, los estudiantes tratados eran entre un 20-30 por ciento más propensos a creer que su rendimiento era mejor que el de sus compañeros, a apreciar la escuela, a tener mayor perseverancia y un *locus* de control más interno. Las mejoras en las aspiraciones y la autoconfianza fueron particularmente ostensibles entre los estudiantes en riesgo de dislexia. Estos avances se reflejaron en un mejor rendimiento en una prueba estandarizada de lengua a nivel nacional. Los resultados demostraron que las habilidades no cognitivas, especialmente entre estudiantes en riesgo de dislexia, pueden cambiarse mediante una intervención educativa tecnológica breve y rentable.

En resumen, la evidencia sugiere que los programas de *CAL* pueden ser una herramienta poderosa para mejorar los resultados de aprendizaje en lengua y lectura, especialmente cuando se diseñan con adaptabilidad, personalización y retroalimentación rápida.

3. LOS EFECTOS DE LOS PROGRAMAS ASISTIDOS POR ORDENADOR: RETOS PARA LA INVESTIGACIÓN

Los programas de *CAL* han mostrado potencial para complementar la educación tradicional, especialmente al superar las limitacio-

nes a las que se enfrentan los docentes, como la gestión de niveles de aprendizaje heterogéneos dentro de una clase. Además, algunos de estos programas son adaptativos y utilizan inteligencia artificial para ofrecer contenido según la capacidad cognitiva de los usuarios y su progreso. Sin embargo, hay varios retos de investigación que deben ser abordados para maximizar la efectividad de estos programas y la comprensión de sus mecanismos de acción.

Primer desafío: comparación con la instrucción tradicional

Un desafío significativo, como señalan Bulman y Fairlie (2016), es determinar si el aprendizaje asistido por ordenador no solo puede mejorar el rendimiento de los estudiantes, sino también si proporciona mejores resultados que la instrucción tradicional. Entender esto es fundamental para orientar eficazmente las políticas educativas y las inversiones tecnológicas en el sector educativo. Si no sabemos la respuesta a esta pregunta, podríamos estar invirtiendo recursos en tecnologías que no son más efectivas que las prácticas de enseñanza tradicionales, perdiendo así oportunidades de mejorar realmente la educación. Hasta hace poco, la falta de datos y la dificultad de realizar experimentos controlados que capturen todos los factores involucrados ha dificultado mucho responder a esta cuestión. La variabilidad en la implementación y la dependencia de contextos locales también han dificultado el análisis comparativo.

Los estudios más recientes ya comentados en la sección anterior, como los de Büchel *et al.* (2022) e Hirata (2022), han implementado diseños experimentales rigurosos que permiten analizar el *trade-off* entre el uso de *software* y las clases tradicionales. Büchel *et al.* (2022) utilizaron un experimento aleatorio controlado en El Salvador, donde se compararon tres grupos: clases tradicionales adicionales, clases con *software* supervisadas por técnicos, y clases con *software* supervisadas por docentes. Este análisis les permitió aislar los efectos del *software* frente a la instrucción tradicional. Hirata (2022), por su parte, implementó un experimento en Brasil, donde el *software* se usó durante el horario escolar, lo que permitió comparar directamente el impacto del *software* frente a las clases tradicionales, sin aumentar el tiempo total de instrucción. Estos enfoques

metodológicos han permitido a los investigadores comprender mejor los efectos relativos de las intervenciones basadas en tecnología frente a la enseñanza tradicional.

Segundo desafío: durabilidad de los efectos y aplicación en diferentes asignaturas

Otro desafío pendiente de investigación es determinar en qué medida los efectos del *CAL* se mantienen a medio y largo plazo. Analizar estos efectos presenta varios retos para la investigación. Uno de los principales problemas es la dificultad de realizar un seguimiento continuo a los mismos estudiantes durante períodos prolongados. Además, las variaciones en el contexto educativo y los cambios en la implementación de los programas dificultan la comparación de resultados a lo largo del tiempo.

Estudios recientes, como el de Hirata (2022), han abordado estos problemas mediante el diseño de intervenciones que permiten un seguimiento detallado de los estudiantes. En su investigación, Hirata (2022) realizó evaluaciones de los estudiantes antes, inmediatamente después y un año después de la intervención. Esta metodología permitió observar tanto los efectos a corto plazo (con un aumento del 56 por ciento de la DE en las pruebas de Matemáticas) como a medio plazo (con un aumento del 17 por ciento de la DE). La capacidad de recoger y analizar datos a lo largo del tiempo permitió concluir a Hirata (2022) que, aunque los efectos iniciales se desvaneцен, persisten mejoras significativas en el rendimiento de los estudiantes.

En resumen, si bien el aprendizaje asistido por ordenador indica la mejora del rendimiento académico a corto plazo, es esencial continuar investigando su impacto a largo plazo y en diversas áreas del conocimiento.

Tercer desafío: intensidad del uso

La relación entre la intensidad en el uso de programas de *CAL* y su efectividad es otro aspecto que requiere más investigación. Incrementar el tiempo de empleo del software no siempre conduce a mejoras adicionales a partir de cierto umbral, debido a la posible existencia de no-linealidades. La investigación de Bettinger *et al.* (2023) ha demostrado que aumentar la dosis de *CAL* más allá de un nivel

básico no resulta necesariamente en más mejoras, y en algunos casos puede tener efectos neutros o incluso negativos. Este fenómeno de rendimientos decrecientes sugiere que hay un punto óptimo de uso de *CAL* que maximiza los beneficios educativos.

Responder esta pregunta es fundamental para el diseño de políticas educativas, ya que nos permite identificar cuánto tiempo de uso de *CAL* es positivo antes de que se alcancen rendimientos decrecientes. Si no sabemos si es la intensidad lo que impulsa los resultados, podríamos estar recomendando niveles de uso de *CAL* que no son óptimos y desperdiando, en consecuencia, recursos y tiempo que podrían ser mejor invertidos en otros métodos educativos.

Ahora bien, es difícil dar respuesta a la cuestión de la intensidad adecuada porque los efectos pueden variar significativamente según el contexto educativo, las características del software utilizado y el nivel inicial de los estudiantes.

Cuarto desafío: complementariedad con la enseñanza tradicional

Otra oportunidad de investigación, relevante para diseñar políticas educativas efectivas, es la complementariedad de los programas de *CAL* con la enseñanza tradicional.

La escalabilidad de estos programas puede verse comprometida si requieren una supervisión intensiva por parte de los docentes, lo que aumentaría significativamente los costes y dificultaría su implementación a gran escala. La complementariedad con la enseñanza tradicional es un tema pendiente de estudio debido a desafíos como la falta de datos precisos y la dificultad de realizar experimentos controlados que midan eficazmente la interacción entre los programas de *CAL* y los métodos de enseñanza convencionales. Estos desafíos han limitado la capacidad de las investigaciones para proporcionar respuestas concluyentes sobre cómo integrar mejor estos programas en las aulas. En la revisión de Rodríguez-Segura (2022), se analiza cómo la falta de formación adecuada o el apoyo insuficiente a los docentes puede suponer un desafío a la integración de la tecnología en el aula y la escalabilidad de programas de *CAL*. El metaanálisis de Abbey *et al.* (2024), por

su parte, señala la necesidad de una supervisión adecuada para garantizar la implementación efectiva de tecnologías educativas en las aulas.

Algunos estudios recientes sí han avanzado en el objetivo de analizar la complementariedad entre los programas de *CAL* y la enseñanza tradicional. Büchel *et al.* (2022) muestran que los programas supervisados por docentes tienden a obtener mejores resultados que aquellos monitorizados por técnicos, lo que sugiere que la supervisión docente es un componente relevante para la efectividad de este tipo de programas.

Por su parte, Gray-Lobe *et al.* (2024) analizaron un programa educativo en Kenia que estandariza las clases de educación infantil y primaria a través de currículos desarrollados de manera uniforme y guías detalladas para los docentes. Este diseño permite a los investigadores observar cómo se integra el uso de *tablets* y la retroalimentación centralizada en el contexto de un currículo estandarizado. Los docentes utilizan *tablets* en las clases y reciben seguimiento, lo que ha llevado a un incremento en el aprendizaje equivalente a un curso escolar. La clave de este estudio radica en cómo estos elementos permiten analizar la complementariedad entre las herramientas digitales y la enseñanza tradicional. Al estandarizar los currículos y proporcionar guías detalladas, se asegura un uso consistente y efectivo de la tecnología en todas las aulas. La retroalimentación centralizada permite a los investigadores monitorizar y ajustar el uso de la tecnología en tiempo real, garantizando que se alinee con los objetivos educativos. El estudio demuestra que cuando las herramientas digitales se integran de manera efectiva en un entorno educativo supervisado, los resultados pueden ser significativamente positivos. La estandarización y el seguimiento continuo facilita que los docentes utilicen la tecnología de manera eficiente y coherente con el currículo establecido, mientras que la integración sistemática y supervisada de la tecnología en el proceso educativo permite asegurar que las mejoras observadas no se deben únicamente a la tecnología en sí, sino a su implementación efectiva dentro de un marco educativo bien estructurado.

Quinto desafío: escalabilidad

Uno de los principales desafíos en la implementación de programas de *CAL* es la esca-

labilidad. En muchos casos, estos programas han sido impulsados por organizaciones benéficas en lugar de gobiernos, especialmente en países en desarrollo. Mientras que las organizaciones benéficas pueden proporcionar recursos significativos y personal especializado, los programas de *CAL* logran mejorar el aprendizaje de los estudiantes. Pero cuando las ONG se retiran, los programas a menudo no se sostienen debido a la falta de recursos y apoyo institucional local (Berg *et al.*, 2023).

El problema de la escalabilidad es particularmente relevante porque, sin un modelo sostenible, los programas de *CAL* no pueden integrarse eficazmente en los sistemas educativos existentes. Esto se traduce en un impacto limitado y temporal, en lugar de mejoras duraderas en la calidad de la educación. Un ejemplo claro lo proporciona la inversión que llevan a cabo las organizaciones benéficas en fondos y personal para implementar eficazmente los programas, un propósito que se debilita cuando dejan la gestión en manos de las instituciones locales.

El desafío, por lo tanto, consiste en desarrollar programas que puedan funcionar dentro de las estructuras y recursos actuales de las instituciones educativas. Esto implica diseñar intervenciones que no solo dependan de recursos externos, sino que se integren plenamente en los sistemas educativos nacionales.

Berg *et al.* (2023) demuestran que los programas liderados por gobiernos y diseñados para utilizar los sistemas y personal existentes pueden tener éxito. A través de un ensayo controlado aleatorio en Ghana, los autores ponen de relieve que los directores escolares, cuando actúan como líderes y no solo como administradores, pueden mejorar la gestión del proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes utilizando los recursos y el personal ya disponibles. Este estudio destaca que, aunque el entrenamiento en gestión de personas mejoró las relaciones interpersonales entre los docentes y sus supervisores, fueron los cambios en la gestión del proceso de enseñanza y aprendizaje los que realmente impulsaron las mejoras en el aprendizaje de los estudiantes.

El programa *DytectiveU*, aplicado en la Comunidad de Madrid, que se analiza con deta-

lle como un estudio de caso en el siguiente apartado, presenta un ejemplo de éxito de escalabilidad en el uso de *CAL*. *DytectiveU* ha sido implementado en 269 colegios y actualmente se emplea en todos los centros públicos y concertados de la Comunidad de Madrid. A diferencia de otros estudios que suelen basarse en muestras pequeñas, *DytectiveU* ha sido utilizado por 44.346 alumnos solo entre el curso 2018-2019 y el 2022-2023. Este enfoque amplio y representativo asegura que los resultados obtenidos sean aplicables a una gran variedad de estudiantes, mejorando así la validez externa del estudio. Esta implementación masiva y su adaptación al contexto local son cruciales para demostrar que los programas de *CAL* pueden ser escalables y sostenibles si se diseñan y gestionan adecuadamente dentro de las estructuras educativas existentes.

Sexto desafío: efectividad en diferentes disciplinas y contextos educativos

Finalmente, un reto importante es la efectividad de los programas de *CAL* en áreas como la lectura y la escritura, donde los resultados no son tan claros. Es importante explorar si los programas de *CAL* pueden ser efectivos para asignaturas distintas de las Matemáticas. El currículo de Matemáticas resulta particularmente adecuado para el *software* de aprendizaje personalizado debido a la naturaleza objetiva de sus problemas y procesos cognitivos. Sin embargo, estudios como el de Escueta *et al.* (2020) indican que el impacto en otras asignaturas, como lengua, es menor. El promedio de los experimentos aleatorios de programas asistidos por ordenador en Matemáticas que resumen estos autores (cualquiera que sea el efecto encontrado, positivo, cero o negativo) es del 23 por ciento DE, el equivalente a lo que un/a estudiante aprende en algo más de 6 meses de clases. En el caso de lengua, comprensión lectora u ortografía, el impacto medio de los artículos revisados se calcula en el 15 por ciento DE, equivalente a algo más de cuatro meses de clases¹.

Los menores retornos del *CAL* en lengua subrayan la necesidad de más investigación en

¹ En los artículos en los que se analiza el impacto de programas asistidos por ordenador en varias dimensiones de Matemáticas o Lengua, sin estimar el impacto en el agregado, se ha incluido una media de las competencias evaluadas.

este ámbito para averiguar cómo puede incrementarse su efecto hasta llegar a los niveles de los programas de Matemáticas. La investigación adicional permitiría determinar cómo estos programas pueden ser adaptados y utilizados efectivamente en diferentes disciplinas y contextos educativos. La necesidad de una personalización efectiva y la capacidad de los programas para adaptarse a las particularidades de cada materia y grupo de estudiantes son aspectos que requieren un análisis más profundo.

Un ejemplo de cómo los desarrollos en el *software* de lengua pueden empezar a abordar este desafío se encuentra en el programa *DytectiveU*, cuyo módulo de procesamiento ofrece material didáctico personalizado basado en la retroalimentación de los estudiantes, adaptándose al progreso de cada uno y proporcionando retroalimentación inmediata. Con una colección de 42.000 ejercicios elaborados por lingüistas y psicólogos, el *software* se adapta dinámicamente a las necesidades únicas de aprendizaje de cada estudiante, ajustando la dificultad y el contenido en función de su rendimiento. Los ejercicios de *DytectiveU* están diseñados teniendo en cuenta una lista de 1.171 errores comunes cometidos por personas con dificultades de aprendizaje, lo que permite una atención precisa a las áreas de la lectura y escritura en las que los estudiantes tienden a mostrar más debilidad. El *software* utiliza un conjunto de recursos lingüísticos desarrollados aplicando técnicas de procesamiento de lenguaje natural, que incluyen listas de palabras de uso frecuente adaptadas a diferentes contextos, y conjuntos de palabras con patrones fonológicos y ortográficos similares, mejorando así la competencia lingüística de los estudiantes. *DytectiveU* aborda al menos tres de 17 habilidades cognitivas y 7 medidas de rendimiento relacionadas con la alfabetización; los ejercicios se centran tanto en las áreas que necesitan refuerzo como en aquellas donde los estudiantes muestran competencia.

En resumen, aunque los programas de *CAL* tienen el potencial de revolucionar la educación, es necesario abordar estos desafíos de investigación para comprender completamente sus mecanismos y maximizar su efectividad en diversos contextos educativos.

4. EL PROGRAMA *DyTECTIVEU*: UN ESTUDIO DE CASO

Integrado en el sistema educativo de la Comunidad de Madrid, el estudio del programa *DyTECTIVEU* muestra cómo una herramienta bien diseñada puede superar las limitaciones tradicionales al facilitar la detección temprana de dificultades y adaptar las estrategias de enseñanza a las necesidades individuales de los estudiantes. Este programa evidencia que la tecnología no solo puede escalarse eficientemente, sino que también puede proporcionar un aprendizaje diferenciado que beneficia tanto a estudiantes como a docentes. Con la correcta implementación y apoyo, los programas de CAL pueden representar un valioso complemento a los métodos educativos tradicionales, especialmente en contextos en los cuales la calidad de la instrucción necesita ser reforzada.

4.1. El diseño del software

DyTECTIVEU es un software de lenguaje desarrollado por Change Dyslexia, una organización benéfica independiente que persigue el propósito de reducir el número de estudiantes que abandonan los estudios debido a dificultades de lectura y escritura en España. En concreto, *DyTECTIVEU* es un programa de CAL creado para mejorar las habilidades de lectura y escritura de alumnos de 1º a 6º de educación primaria, especialmente aquellos con dislexia. Este juego de ordenador cuenta con un módulo de procesamiento que ofrece material didáctico personalizado, adaptándose al progreso de cada estudiante y proporcionando retroalimentación inmediata. *DyTECTIVEU* consta de dos componentes principales: (i) un juego basado en la web para los estudiantes, y (ii) una interfaz de *back-end* para supervisores, como terapeutas, orientadores y maestros.

Los estudiantes que acceden a *DyTECTIVEU* crean avatares para interactuar con el juego, ingresando a una "academia de detectives" donde enfrentan desafíos lingüísticos en sesiones de 20 minutos. Estas sesiones están compuestas por un conjunto de ejercicios personalizados. Los supervisores pueden acceder a la interfaz de *back-end* para monitorizar el ren-

dimiento individual y compararlo con el de sus compañeros del mismo grupo de edad.

Los ejercicios aumentan en complejidad a medida que los estudiantes van progresando e incorporando gradualmente más elementos lingüísticos y distractores. Se estructuran en varios niveles de dificultad y se personalizan para cada estudiante en función de factores como la edad, el número de sesiones completadas y el rendimiento en sesiones anteriores. El proceso de personalización asegura que los ejercicios no solo se centren en las áreas que necesitan refuerzo, sino también en aquellas donde los estudiantes muestran competencia.

El contenido proporcionado por *DyTECTIVEU* es dinámico y adaptativo, ajustándose a las necesidades únicas de aprendizaje de cada estudiante. A medida que los estudiantes interactúan con los ejercicios, el software recopila varias métricas de rendimiento, incluyendo el número de clics, de aciertos, la velocidad, la precisión y la eficiencia. Estas métricas se utilizan para mapear habilidades cognitivas específicas y medidas de rendimiento de alfabetización, que son la base de la personalización de los ejercicios subsiguientes.

La interfaz de usuario del software está diseñada para ser atractiva, proporcionando retroalimentación inmediata que mantiene a los estudiantes motivados e involucrados en su proceso de aprendizaje. A medida que los estudiantes completan más ejercicios, ganan más puntos, que pueden utilizar para personalizar sus avatares, mejorando el aspecto lúdico de la experiencia de aprendizaje.

4.2. La implementación y el impacto del programa

El software de lengua *DyTECTIVEU* se comenzó a utilizar en los colegios públicos de la Comunidad de Madrid en enero de 2019 con el proyecto "Ayuda Dislexia". Utilizado como un complemento a las tareas tradicionales, no como un reemplazo del currículo existente, permite un uso flexible tanto en el centro educativo como en el hogar. Para un aprovechamiento completo de *DyTECTIVEU*, se recomendaba que

los estudiantes completaran 64 desafíos en sesiones de aproximadamente 20 minutos cada una, durante ocho semanas.

Durante el año académico 2018-2019, *DytectiveU* se implementó en 91 escuelas primarias públicas de la Comunidad de Madrid, proporcionando a los estudiantes acceso ilimitado desde mediados de enero de 2019 hasta el final del año académico. Dado el elevado nivel de participación y compromiso de los centros educativos y las familias, el programa se ha continuado implementando en los cursos sucesivos. En la convocatoria 2020-2021, 187 colegios de educación primaria participaron en el programa, y en la convocatoria 2021-2022, fueron 173. En 2023-2024 el programa *DytectiveU* se ha extendido a todos los colegios de primaria, más de 1.200 públicos y concertados, de la Comunidad de Madrid.

Los cuadros 2 y 3 muestran que las evaluaciones de los softwares de apoyo al aprendizaje suelen abarcar, en el mejor de los casos, a 3.000 alumnos, con un único trabajo, el de Bai *et al.* (2016) con una muestra de alrededor de 6.000 estudiantes. En contraste, la evaluación de *DytectiveU* cuenta con un elevado número de observaciones, lo que es crucial para la validez externa, ya que los resultados se aplican a un amplio espectro de estudiantes en lugar de un grupo específico.

Sobre la base de una participación voluntaria en el programa, la inscripción se facilita a través de un proceso en línea sencillo que requiere de las escuelas información sobre el/la coordinador/a responsable y el número total de estudiantes registrados. Se solicita asimismo a los centros educativos que confirmen el apoyo de la mayoría de su personal docente a la iniciativa y que informen al consejo escolar sobre la participación en el programa. Los alumnos que utilizaron *DytectiveU* fueron los que previamente habían sido identificados como estudiantes en riesgo de dificultades de competencias lecto-escritoras (incluyendo dislexia), aunque el acceso al programa también se abre a los estudiantes que presentan bajo riesgo de dificultades de aprendizaje.

En nuestro estudio de Sevilla *et al.* (2021), reflejado en el cuadro 3, evaluamos el impacto del programa *DytectiveU* en la Comunidad de Madrid durante el curso 2018-2019. Los resul-

tados mostraron que, aunque no hubo una correlación significativa entre la participación en el programa y el rendimiento en las pruebas estandarizadas de Matemáticas y lengua, sí se observó una mejora significativa en el rendimiento en Inglés, especialmente entre las alumnas, lo que indica que el programa pudo haber abordado algunas de las barreras específicas que enfrentan las niñas en el aprendizaje de idiomas. Este resultado es consistente con los obtenidos en estudios previos, según los cuales las intervenciones adaptativas y personalizadas contribuyen a mejorar las habilidades lingüísticas y de comunicación.

DytectiveU también se ha implementado en Chile, donde un estudio reciente evaluó su impacto en 600 estudiantes de tercer grado de primaria en escuelas que atienden a poblaciones desfavorecidas (De Vera *et al.*, 2024). El programa en Chile incluyó no solo el uso del software *DytectiveU*, sino también una biblioteca móvil y el envío de mensajes de texto a los padres con consejos sobre cómo involucrarse en el aprendizaje de sus hijos. Esta implementación multifacética tenía como objetivo, además de mejorar las habilidades de lectura, fomentar una actitud positiva hacia la escuela y aumentar la participación de los padres en la educación de sus hijos.

Los resultados del estudio en Chile fueron muy positivos. Después de solo tres meses de intervención, los estudiantes que utilizaron *DytectiveU* mostraron una mejora significativa en su autopercpción académica y en su actitud hacia la escuela. Específicamente, los estudiantes tratados tenían entre un 20 por ciento y un 30 por ciento más de probabilidad de creer que su rendimiento era mejor que el de sus compañeros, de disfrutar de la escuela, de mostrar mayor perseverancia y de tener un *locus* de control más interno. Estos cambios en las habilidades no cognitivas se reflejaron también en una mejora en el rendimiento en las pruebas nacionales de lectura, con un aumento de alrededor del 18 por ciento de una DE en las puntuaciones de los estudiantes. La intervención también mostró un impacto notable en los estudiantes a los que se diagnosticó un riesgo de dislexia, trastorno del aprendizaje que puede afectar negativamente a la autoestima y la motivación académica. Entre estos estudiantes el aumento de sus aspiraciones y de su autoconfianza resultaron notables.

El programa *DytectiveU* ha identificado un punto óptimo de sesiones, demostrando que más allá de un umbral específico, los beneficios adicionales disminuyen. De esta forma la Administración pública puede diseñar intervenciones más efectivas y optimizar el uso de recursos. *DytectiveU* ha sido implementado en horarios regulares de clase y en sesiones de tutoría, de manera que los maestros han integrado el software sin reemplazar el currículo existente. La supervisión docente y el uso flexible del software tanto en la escuela como en casa facilitan su integración sin requerir una supervisión intensiva. Esto contrasta con otros programas que demandan una gran cantidad de tiempo y recursos docentes, dificultando su escalabilidad y efectividad.

Hasta donde hemos podido analizar el rendimiento de *DytectiveU* cabe afirmar que este programa ha superado los desafíos identificados en investigaciones previas sobre CAL mediante su amplia implementación, adaptabilidad, seguimiento detallado y capacidad para integrarse eficazmente con la enseñanza tradicional. La evidencia recogida hasta el momento permite calificar el programa como una herramienta eficaz y sostenible para mejorar las habilidades de lectura y escritura en un contexto educativo diverso.

5. CONCLUSIONES

Las conclusiones de este artículo destacan el potencial y los retos del aprendizaje asistido por ordenador (CAL) en la educación no universitaria. A través de una implementación cuidadosa y contextualizada, las herramientas tecnológicas pueden proporcionar enseñanzas personalizadas y retroalimentación instantánea, particularmente efectivas en Matemáticas. Sin embargo, abordar los retos identificados requiere esfuerzos adicionales en investigación y formulación de nuevas políticas educativas.

El principal desafío identificado en este estudio es determinar si el uso del CAL mejora las competencias de los estudiantes por sí mismo o, simplemente, porque implica más tiempo de instrucción. Es fundamental investigar si el tiempo adicional dedicado a la enseñanza tradicional podría también mejorar las competencias de los

alumnos de manera similar. Este aspecto es muy importante para evaluar el verdadero valor añadido del CAL en comparación con la instrucción convencional. Un segundo desafío que requiere de más investigación radica en determinar si los efectos positivos del CAL se mantienen a medio y largo plazo o si, como algunos estudios sugieren, estos impactos se desvaneцен con el tiempo (Hirata, 2022). Es preciso explorar la eficacia del CAL en asignaturas distintas de las Matemáticas, ya que las respuestas y los procesos cognitivos en otras materias pueden no prestarse tan bien a los algoritmos de software (Escueta *et al.*, 2020). Asimismo, se impone la necesidad de analizar cómo los programas de CAL pueden adaptarse a diferentes niveles de aprendizaje y contextos socioeconómicos, asegurando su efectividad en diversas realidades educativas. Otro aspecto que precisa de más investigación es la intensidad del uso del CAL y sus efectos en el aprendizaje. No está claro si incrementar el tiempo de uso del software conduce a mejoras adicionales o si existen umbrales a partir de los cuales el impacto positivo se estabiliza o incluso disminuye. La investigación debe centrarse en identificar la dosis óptima de uso del CAL para maximizar sus beneficios. Además, se hace necesario avanzar en el conocimiento sobre cómo se complementan los programas de CAL con la enseñanza tradicional. El trabajo de Büchel *et al.* (2022) muestra que los programas supervisados por docentes podrían tener mejores resultados que aquellos monitorizados por técnicos o asistentes.

Finalmente, un reto importante reside en la efectividad de los programas de CAL en áreas como la lectura y la escritura, donde los resultados no son tan claros. También en esta dimensión de análisis se precisa más investigación para conocer cómo estos programas pueden ser adaptados y utilizados efectivamente en diferentes disciplinas y contextos educativos. La necesidad de una personalización efectiva y la capacidad de los programas para adaptarse a las particularidades de cada materia y grupo de estudiantes son aspectos que requieren un análisis más profundo.

Es esencial desarrollar y probar intervenciones a largo plazo para garantizar que los beneficios del CAL sean sostenibles. Además, las políticas deben fomentar el desarrollo de software educativo adaptativo que pueda personalizar la enseñanza en diversas materias, no

solo en Matemáticas. Esto incluye fomentar la creación de contenidos que se ajusten a los distintos estilos de aprendizaje y niveles de competencia de los estudiantes.

Por lo demás, las políticas educativas tendrían que promover la formación continua de los docentes en el uso efectivo del *CAL*, equipando a los docentes con las habilidades necesarias para integrar estas herramientas con las prácticas pedagógicas tradicionales, con el fin de que utilicen el *CAL* eficazmente. La colaboración entre desarrolladores de software educativo y profesionales de la educación podría resultar muy propicia para crear herramientas que realmente respondan a las necesidades del aula. En términos de personalización y equidad educativa, las herramientas de *CAL* son relevantes para garantizar que ningún estudiante se quede atrás, proporcionando educación personalizada que se adapte a las necesidades específicas que los profesores detecten. Esta capacidad de individualización de la tecnología educativa es aún más importante en contextos donde los recursos tradicionales son limitados o de menor calidad.

En resumen, la investigación futura sobre el *CAL* debe centrarse en asegurar la sostenibilidad de sus efectos, expandir su aplicabilidad a diversas disciplinas y optimizar su uso. El apoyo de las políticas educativas a estas investigaciones y a la adopción de tecnologías educativas que personalicen el aprendizaje y promuevan la equidad resulta decisivo en estos momentos. Solo avanzando por este camino podrá el *CAL* realizar su potencial de transformar la educación y mejorar significativamente los resultados de aprendizaje a nivel global.

BIBLIOGRAFÍA

ABBEY, C., GREEN, E., MO, D., LAI, F., BAI, Y., ZHANG, L., BIANCHI, N., MA, Y., FENG, Y., CLARK, T., FAFCHAMPS, M., y YANG, S. (2024). The effectiveness of EdTech on student learning outcomes in China: A systematic review and meta-analysis. *Computers and Education Open*, 6, 100161.

BAI, Y., MO, D., ZHANG, L., BOSWELL, M., y ROZELLE, S. (2016). The impact of integrating ICT with teaching: Evidence from a randomized

controlled trial in rural schools in China. *Computers & Education*, 96, 1–14.

BAI, Y., TANG, B., WANG, B., MO, D., ZHANG, L., ROZELLE, S., AUDEN, E., y MANDELL, B. (2023). Impact of online computer assisted learning on education: Experimental evidence from economically vulnerable areas of China. *Economics of Education Review*, 94, 102385.

BANERJEE, A. V., COLE, S., DUFLO, E., y LINDEN, L. (2007). Remedyng education: Evidence from two randomized experiments in India. *The Quarterly Journal of Economics*, 122(3), 1235–1264.

BANERJEE, A. V., y DUFLO, E. (2016). *Structured study time, self-efficacy, and tutoring*. Mimeo.

BEG, S. A., FITZPATRICK, A. E., y LUCAS, A. (2023). *Managing to learn* (Working Paper No. 31757). National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w31757>

BEG, S. A., LUCAS, A., HALIM, W., y SAIF, U. (2019). Engaging teachers with technology increased achievement, bypassing teachers did not. *Technical Report w25704*. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.

BETTINGER, E., FAIRLIE, R., KAPUZA, A., KARDANOVA, E., LOYALKA, P., y ZAKHAROV, A. (2023). Diminishing marginal returns to Computer-Assisted Learning. *Journal of Policy Analysis and Management*, 42, 552–570. <https://doi.org/10.1002/pam.22442>

BORMAN, G. D., BENSON, J. G., y OVERMAN, L. (2009). A randomized field trial of the Fast ForWord Language Computer-Based Training Program. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 31(1), 82–106.

BOUGUEN, A. (2016). Adjusting content to individual student needs: Further evidence from an in-service teacher training program. *Economics of Education Review*, 50, 90–112.

BÜCHEL, K., JAKOB, M., KÜHNHANSS, C., STEFFEN, D., y BRUNETTI, A. (2022). The relative effectiveness of teachers and learning software: Evidence from a field experiment in El Salvador. *Journal of Labor Economics*, 40(3), 737–777.

BULMAN, G., y FAIRLIE, R. (2016). Technology and Education. En *Handbook of the Economics of Education*, vol. 5 (pp. 239–280). Elsevier.

CAMPUZANO, L., DYNARSKI, M., AGODINI, R., y RALL, K. (2009). *Effectiveness of Reading and Mathematics software products: Findings from two student cohorts*. NCEE 2009-4041. Technical report, U.S. Department of Education.

DEAULT, L., SAVAGE, R., y ABRAMI, P. (2009). Inattention and response to the ABRACADABRA Web-Based Literacy Intervention. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 2(3), 250–286.

DE VERA, M., GARCÍA-BRAZALES, J., y RELLO, L. (2024). Game changer: Impact of a reading intervention on cognitive and non-cognitive skills. *IZA DP* No. 16937.

EREN, O., DEPEW, B., y BARNES, S. (2017). Test-based promotion policies, dropping out, and juvenile crime. *Journal of Public Economics*, 153, 9–31.

ESCUETA, M., NICKOW, A. J., OREOPoulos, P., y QUAN, V. (2020). Upgrading education with technology: Insights from experimental research. *Journal of Economic Literature*, 58(4), 897–996.

FABER, J. M., y VISSCHER, A. J. (2018). The effects of a digital formative assessment tool on spelling achievement: Results of a randomized experiment. *Computers & Education*, 122, 1–8.

HIRATA, G. (2022). Play to learn: The impact of technology on students' math performance. *Journal of Human Capital*, 16(3), 437–459.

JACOB, B. (2017). When evidence is not enough: Findings from a randomized evaluation of Evidence-Based Literacy Instruction (EBLI). *Labour Economics*, 45, 5–16.

JACOB, B. A., y LEFGREN, L. (2004). Remedial education and student achievement: A regression-discontinuity analysis. *Review of Economics and Statistics*, 86(1), 226–244.

JOHNSON, H., McNALLY, S., ROLFE, H., RUIZ-VALLENZUELA, J., SAVAGE, R., VOUSDEN, J., y WOOD,

C. (2019). Teaching assistants, computers and classroom management. *Labour Economics*, 58, 21–36.

LAI, F., ZHANG, L., BAI, Y., LIU, C., SHI, Y., CHANG, F., y ROZELLE, S. (2016). More is not always better: Evidence from a randomised experiment of computer-assisted learning in rural minority schools in Qinghai. *Journal of Development Effectiveness*, 8(4), 449–472.

MURALIDHARAN, K., SINGH, A., y GANIMIAN, A. J. (2019). Disrupting education? Experimental evidence on technology-aided instruction in India. *American Economic Review*, 109(4), 1426–1460.

OCDE. (2023). PISA 2022 Results (Volume I). *The state of learning and equity in education*, PISA. OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>

OREOPoulos, P., GIBBS, C., JENSEN, M., y PRICE, J. (2024). Teaching teachers to use computer assisted learning effectively: Experimental and quasi-experimental evidence. *NBER Working Paper* No. 32388.

ROUSE, C. E., y KRUEGER, A. B. (2004). Putting computerized instruction to the test: A randomized evaluation of a "scientifically based" reading program. *Economics of Education Review*, 23(4), 323–338.

RODRIGUEZ-SEGURA, D. (2022). EdTech in developing countries: A review of the evidence. *World Bank Research Observer* 37(2), 171-203.

SEVILLA, A., CUEVAS-RUIZ, J., RELLO, L., y SANZ, C. (2021). Evaluating the impact of the DyTECTiveU Program in the Community of Madrid. *Cuadernos Económicos del ICE*, 101, 15–45.

SLAVIN, R. E., LAKE, C., DAVIS, S., y MADDEN, N. A. (2011). Effective programs for struggling readers: A best-evidence synthesis. *Educational Research Review*, 6(1), 1–26.

WIJEKUMAR, K., MEYER, B. J. F., LEI, P.-W., LIN, Y.-C., JOHNSON, L. A., SPIELVOGEL, J. A., SHURMATZ, K. M., RAY, M., y COOK, M. (2014). Multisite randomized controlled trial examining intelligent

tutoring of structure strategy for fifth-grade readers. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 7(4), 331–357.

WIJEKUMAR, K. K., MEYER, B. J. F., y LEI, P. (2012). Large-scale randomized controlled trial with 4th graders using intelligent tutoring of the structure strategy to improve nonfiction reading comprehension. *Educational Technology Research and Development*, 60(6), 987–1013.

Estereotipos y sesgos de género en la evaluación de las propias competencias científico-tecnológicas

MILAGROS SÁINZ IBÁÑEZ*

RESUMEN

Este artículo examina las brechas de género en la percepción de competencias, con especial atención a los campos científico-tecnológico y digital. Desde una perspectiva psicosocial se presentan diferentes investigaciones que explican por qué las chicas son menos propensas a elegir estudios en ciencia y tecnología. También se discuten las implicaciones científicas y prácticas para las decisiones de carrera y el futuro académico y profesional de los jóvenes. Además, se destaca el papel crucial que juegan las familias y las personas del entorno social más cercano en la formación de la percepción de competencias.

1. INTRODUCCIÓN

A muchas mujeres jóvenes no les gustan ni las asignaturas ni las profesiones que tienen un componente tecnológico como, por ejemplo, la programación o la creación de código. De hecho, en la actualidad carreras científicas como matemáticas (en las que las mujeres han encontrado frecuentemente una salida profesional como docentes) resultan ser poco atractivas para muchas chicas porque se

asocian con profesiones dirigidas al ámbito digital, como por ejemplo *big data* o los algoritmos de inteligencia artificial. En efecto, las chicas eligen en menor número que sus compañeros las materias y estudios vinculados a la tecnología. En la universidad, menos chicas que chicos cursan carreras como informática, donde en la actualidad la presencia de mujeres apenas alcanza el 15 por ciento. También la participación femenina en los estudios de informática de formación profesional de grado medio y superior se limita, respectivamente al 7 por ciento y 11 por ciento (MEFP, 2024). Asimismo, las chicas están infrarrepresentadas en los estudios de bachillerato tecnológico. Estos datos sobre la participación de mujeres en ciencia y tecnología son llamativos si tenemos en cuenta el papel que la digitalización juega en nuestras vidas, pero principalmente en lo que se refiere a la creación de oportunidades académicas y profesionales en todas las disciplinas.

La literatura sobre la infrarrepresentación de las mujeres en disciplinas de ciencia y tecnología como las carreras de ingeniería subraya la atribución a los hombres de un nivel superior de competencia en la mayoría de las asignaturas científico-tecnológicas, al mismo tiempo pone de manifiesto la frecuente asociación de las mujeres con un mayor nivel de competencia lingüística (Eccles, 2009;

* Universitat Oberta de Catalunya (msainzi@uoc.edu).

Sáinz y Eccles, 2012). También los estereotipos existentes relacionan la competencia en ciencia y tecnología más intensamente con los hombres y la masculinidad que con las mujeres y la feminidad (Nosek *et al.*, 2002), al igual que sucede con un nivel mayor de competencia intelectual natural y, por lo tanto, innata (Leslie *et al.*, 2015). Estas creencias estereotipadas condicionan las aspiraciones de muchas jóvenes y repercuten en que concedan menos valor a las asignaturas científicas y tecnológicas y sus aplicaciones (sobre todo aquellas asociadas con la masculinidad), y desarrolle, por tanto, una autopercepción de sus competencias inferior a sus capacidades reales para dichas asignaturas que sus homólogos masculinos (Eccles, 2009; Sáinz, 2020). De igual modo, las creencias relacionadas con la mayor competencia lingüística de las mujeres pueden provocar que muchos hombres jóvenes con potencial lingüístico no opten por modalidades académicas relacionadas con los idiomas. Estas creencias sexistas pueden tener un efecto negativo sobre el rendimiento de los estudiantes, tanto en asignaturas relacionadas con los idiomas como con asignaturas científico-tecnológicas (Sáinz y Upadhyaya, 2016).

También existen diferencias de género en las asignaturas como matemáticas, física, o tecnología, que los estudiantes de enseñanza secundaria perciben como dominios masculinos. Sin embargo, la biología se considera un dominio femenino (Sáinz, 2020; Sáinz y Meneses, 2018). Los campos asociados con la biología están dominados por mujeres, debido probablemente a su conexión con los servicios de salud y la asistencia sanitaria, que son tareas congruentes con el rol de género femenino asociado a los cuidados (Sáinz y Meneses, 2018). Otros estudios indican que los estudiantes de enseñanza secundaria piensan de forma prácticamente unánime que los idiomas responden a un dominio más femenino que masculino (Sáinz, 2020). Estas investigaciones sugieren que tanto chicos como chicas pueden ser por sí mismos tanto la fuente como el origen de conductas asociadas al sexismo académico.

2. ESENCIALISMO DE GÉNERO RESPECTO A LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS

Estudios realizados en diferentes contextos muestran cómo las mujeres están poco

representadas en algunos ámbitos de ciencia y tecnología porque se considera que poseen menos talento natural (bruto) que sus compañeros (Cimpian y Salomon, 2014). Es decir, se piensa que los hombres poseen una especie de talento o capacidad innata adquirida sin necesidad de esfuerzo o de haber trabajado previamente para poseerla. Sin embargo, el metaanálisis de Voyer y Voyer (2014) contradice esa intuición mostrando que las chicas suelen presentar un mejor rendimiento académico que los chicos. A pesar de que los chicos muy frecuentemente puntúan más alto en test estandarizados (probablemente debido a una mayor socialización para la competición), las chicas sacan mejores notas que sus compañeros en todas las asignaturas del currículum académico. Esta ventaja en rendimiento de las chicas se hace evidente hasta los primeros cursos de secundaria.

Al mismo tiempo, existe la creencia socialmente extendida de que tanto las asignaturas como las carreras de ciencia y tecnología son difíciles en términos de capacidad y esfuerzo. Se asume que cualquier estudiante debe ser brillante para poder tener éxito en esas disciplinas (Shin *et al.*, 2016). Este tipo de argumentos confiere a estos ámbitos un mayor prestigio académico. Además, estas creencias se alinean con formas tradicionales de concebir la enseñanza y el aprendizaje de algunas materias científico-tecnológicas. Esto favorece que algunos profesores y profesoras que enseñan estas materias consideren el número de suspensos como indicador de dificultad en lugar de cuestionarse sus propios métodos de enseñanza.

Este tipo de creencias y expectativas sociales sobre las competencias de diferentes grupos funcionan a nivel inconsciente (*sesgos inconscientes*) y son caldo de cultivo para que se produzcan variaciones en el rendimiento académico en distintas materias. Pueden, en efecto, ser un desencadenante de conductas de abandono y fracaso escolar e influir en la elección de estudios, de profesión, de actividades de ocio y tiempo libre, entre otros muchos aspectos. Estas creencias están presentes en nuestro día a día y hacen que se instauren de manera inconsciente expectativas en nuestra forma de pensar y de juzgar a las personas de nuestro alrededor, pero también a nosotros mismos. Es decir, las personas terminamos asumiendo

aquellas expectativas que el resto de las personas de nuestro entorno depositan sobre nosotros y sobre nuestras habilidades o competencias y actuamos de manera congruente con tales expectativas. Operan a nivel inconsciente y lo tenemos tan interiorizado que no somos capaces de identificarlas a no ser que hagamos un esfuerzo a nivel consciente para actuar de manera que las controlesmos. Todo ello sin obviar el peso de otros aspectos socioculturales y contextuales que influyen para que dichas diferencias efectivamente se produzcan.

Estas divergencias en la percepción de la capacidad intelectual entre hombres y mujeres emergen desde edades tempranas. De hecho, según un estudio reciente, los niños y las niñas empiezan a considerar ya entre los 6 y 7 años que los niños son más brillantes que las niñas (Bian *et al.*, 2017). Los niños generalmente reportan expectativas más altas que las niñas respecto a su éxito y habilidades en asignaturas estereotípicamente masculinas como matemáticas, ciencias físicas y deportes, mientras que las niñas reportan percepciones más altas de sus habilidades verbales que los niños (Wigfield y Eccles, 2002).

Una reciente investigación distingue entre los estereotipos vinculados al interés hacia un determinado tipo de estudios y los estereotipos vinculados a la percepción de competencia (Tang *et al.*, 2024). A pesar de que ambos tipos de estereotipos contienen similares atributos, funciones e impacto sobre la motivación, poseen también importantes diferencias. Frases como “los chicos son mejores en matemáticas que las chicas” son un ejemplo de estereotipos de género vinculados a la habilidad o competencia intelectual. De igual modo, frases del tipo “los chicos se interesan más por la tecnología, por lo tanto, como yo me identifico como un chico profeso interés por la tecnología” constituyen un ejemplo de estereotipo sobre el interés que se presupone que las personas han de desarrollar por su pertenencia a una u otra categoría de género.

Los estereotipos vinculados al interés influyen tanto sobre el valor que las personas jóvenes conceden a los estudios como sobre las elecciones académicas que realizan. Sin embargo, los estereotipos sobre las competencias académicas determinan especialmente cómo las personas forjan su autoconcepto de

competencia. Además, los estereotipos respecto a la competencia van más allá de las meras diferencias entre hombres y mujeres y favorecen que se realice un juicio de valor sobre qué grupo (el de hombres o el de mujeres) es mejor en una determinada materia o ámbito de conocimiento (Tang *et al.*, 2024).

Algunos autores utilizan el término de “esencialismo psicológico” (Cimpian y Salomon, 2014) para hacer alusión a la creencia de que las personas poseen ciertas aptitudes (en este caso ciertas competencias intelectuales) innatas o adquiridas de forma natural por el hecho de pertenecer a un determinado grupo social. Esto puede explicar por qué, sobre todo durante la adolescencia, los chicos, por el mero hecho de formar parte e identificarse con el grupo de pertenencia “hombres”, consideran que poseen un potencial intelectual natural o innato por la ciencia y la tecnología, es decir, un talento que se considera esencial para aprender todo lo concerniente a esos ámbitos. De hecho, se cree que los hombres son brillantes y que apenas tienen que desplegar esfuerzo intelectual para desarrollar su talento en dichos ámbitos científicos y tecnológicos.

Todo lo anterior es congruente con la creencia socialmente extendida respecto a que para acceder y mantenerse en ámbitos científicos y tecnológicos es necesario estar en posesión de unas altas competencias académicas, así como sobre las mejores competencias científicas y tecnológicas de los hombres respecto a las mujeres. Esto implica que algunas personas jóvenes piensen que las competencias intelectuales no se pueden mejorar (tienen una *mentalidad fija de inteligencia*). Por este motivo, terminarán albergando dichas ideas y descartarán estudios para los que creen que no tienen suficiente capacidad. Curiosamente, investigaciones realizadas en torno a las diferentes mentalidades de inteligencia muestran cómo las personas que tienen una *mentalidad de crecimiento* creen que todo se puede aprender y, por tanto, conciben que sus competencias intelectuales se pueden desarrollar a partir del esfuerzo, la dedicación, y la motivación (Dweck, 2006). De hecho, según investigaciones ligadas a esta teoría, el esfuerzo es fundamental para poder desarrollar nuestras competencias o capacidades intelectuales. Se parte de la base de que personas tan relevantes como Marie Curie o Einstein no habrían alcanzado los logros cien-

típicos que obtuvieron sin haberse esforzado. En definitiva, cualquier persona ha de dedicar esfuerzo para poder desarrollar su talento y/o potencial intelectual en cualquier ámbito.

Sin lugar a dudas, estas creencias tienen consecuencias notables sobre muchas mujeres porque, aun teniendo el potencial necesario para acceder a ámbitos científicos y tecnológicos, asumen que no cumplen con los estándares establecidos. Incluso entre las personas con mucho talento para las matemáticas, las mujeres tienen una mayor probabilidad de elegir carreras que no son de ciencia y tecnología y obtener logros notables en dichos campos no científico-tecnológicos (Park *et al.*, 2007). De hecho, muchas chicas con expedientes académicos excelentes en ciencia y tecnología terminan eligiendo estudios de medicina porque es una carrera prestigiosa (a la que solo acceden las personas con expedientes brillantes), pero también congruente con el rol de género femenino asociado a los cuidados (Sáinz *et al.*, 2020). Asimismo, estas creencias también repercuten en los hombres puesto que no todos poseen las competencias esperadas para optar a ese tipo de estudios ni han desarrollado una percepción de competencia ni un interés específico por esos ámbitos congruentes con el rol de género masculino al que se presupone han de aspirar.

3. EL AUTOCONCEPTO DE HABILIDAD O PERCEPCIÓN DE COMPETENCIA

La falta de interés de las mujeres por las carreras científicas y tecnológicas se ha vinculado a un peor concepto de sus habilidades o competencias matemáticas. Las competencias intelectuales constituyen una parte importante de nuestra personalidad y, por tanto, configuran el concepto que tenemos de nosotros mismos. A nivel académico determinan nuestro potencial y hacen que nos valoremos a medida que adquirimos conocimientos y desarrollamos competencias en las distintas asignaturas y ámbitos de conocimiento. El autoconcepto de habilidad se ha considerado la base a partir de la cual medir cómo las personas perciben el nivel de competencia que tienen en diferentes materias.

Términos como autoconfianza, autoeficacia o percepción sobre la propia competencia son nociones que se han acuñado desde algunas teorías de la psicología social (como por ejemplo la teoría social cognitiva de Albert Bandura y colaboradores o la teoría de expectativa-valor de Jacquelynne Eccles y colaboradores) para explicar la falta de concordancia entre la percepción de competencia y el rendimiento real (Eccles, 2009; Wang y Degol, 2017). Sin embargo, la percepción de competencia está fuertemente influida por comparación social e incorpora respuestas cognitivas y afectivas hacia el yo personal. Todos estos marcos conceptuales coinciden en reconocer que estar en posesión de unas creencias de alta autoeficacia o de percepción de competencia en ciencia y tecnología incrementa la persistencia y el interés que las personas jóvenes desarrollan hacia estas materias. Es decir, aquellas personas que piensan que tienen unas altas competencias en ciencia y tecnología asumen las dificultades, persisten y se fortalecen.

Diferentes evidencias empíricas muestran cómo la percepción de competencia juega un papel importante (más que el rendimiento si cabe) a la hora de modular las elecciones de chicos y chicas (Sáinz y Eccles, 2012; Bian *et al.*, 2017). Se subraya así el enorme potencial de la percepción de la propia competencia en la explicación de las diferencias de género en la elección de estudios y de profesión. En este sentido, cabe reconocer que las brechas de género a este respecto comienzan a forjarse durante la infancia, pero es en el contexto de la educación secundaria cuando se materializan en la elección de distintas modalidades de bachillerato o de los estudios de formación profesional.

En un estudio realizado en 2012 con datos españoles encontramos que, tal y como esperábamos, el autoconcepto de habilidad hacia las tecnologías de la información y comunicación (TIC) era mayor entre los chicos que entre las chicas matriculados en últimos cursos de secundaria y predecía una mayor probabilidad de elegir estudios vinculados a las TIC a los 18 años. Asimismo, los chicos mostraban una mayor intención de elegir estudios TIC. Pero, además, la variable autoconcepto de habilidad mostró un efecto mediador cuando se consideraba junto con la variable género para predecir la elección de estudios TIC (Sáinz y Eccles, 2012).

Este hallazgo demostró el papel tan importante que tiene la percepción de competencia para informar sobre la mayor probabilidad de los estudiantes de elegir estudios y profesiones vinculados a las TIC.

Desde la perspectiva individual, el modelo de expectativa-valor insiste no solo en la importancia de considerar el autoconcepto de competencia en función del género, sino también en la de comparar cómo cada chica o cada chico jerarquiza su autoconcepto de competencia en cada una de las asignaturas (Eccles, 2009), es decir, cómo clasifica su nivel de competencia en distintas asignaturas del curso o itinerario educativo (por ejemplo, todas las materias que componen el currículo de bachillerato científico o tecnológico). La menor probabilidad de las chicas de seleccionar carreras de ciencias físicas o tecnología puede deberse a que piensan que son mejores en habilidades verbales y en ciencias biológicas que en esas disciplinas, en lugar de a una menor calificación de sus habilidades matemáticas, por ejemplo. Entre los estudiantes superdotados, las chicas reportaron autoconceptos de competencia más altos en lectura que en matemáticas, mientras que los chicos superdotados reportaron autoconceptos de competencia mayor en matemáticas que en lectura. Es decir, las personas con altas capacidades también valoraban sus competencias en las distintas asignaturas acorde a los roles y estereotipos de género (Eccles *et al.*, 1999; Wang y Degol, 2017).

4. DIFERENCIAS EN LA EVALUACIÓN DE LA COMPETENCIA DIGITAL

Parte de la literatura sobre competencias se ha dedicado específicamente a las digitales y a cómo los estudiantes las perciben. Un reciente estudio con datos españoles muestra la existencia de diferencias de género entre adolescentes en el uso que hacen de las herramientas digitales (Niño-Cortés *et al.*, 2019). Las chicas se mostraban más competentes que sus compañeros en habilidades tecno-éticas, mientras que sus compañeros en tecnología y comunicación digital. Por lo general, los chicos se mostraban más competentes a nivel tecnológico (uso de *hardware*, Wi-Fi, etc.) y

más capaces de colaborar y comunicarse *online* (Niño-Cortés *et al.*, 2019).

Otro estudio sobre brecha digital de género en una muestra representativa de la población española muestra cómo la autoconfianza digital, es decir, la percepción de capacidad para afrontar los retos tecnológicos que se puedan presentar, también contribuiría a explicar la autopercepción de las competencias (Ferrán y Guardia, 2022). Lo mismo sucede con la percepción de exclusión digital (a mayor percepción de exclusión menor nivel de autopercepción de competencias digitales) o la afirmación de necesitar ayuda de otras personas para desenvolverse en el entorno digital (quienes dependen del apoyo de terceros muestran menos autoconfianza digital y también menor percepción de competencias digitales). Los resultados muestran que el 26,7 por ciento de las personas encuestadas tienen un nivel de autoconfianza muy bajo (no están nada de acuerdo con que podrían adaptarse a los retos tecnológicos que pudieran surgir), mientras que el 34,5 por ciento muestran niveles altos o muy altos de autoconfianza digital (están bastante o muy de acuerdo con que podrían adaptarse). La autoconfianza digital está estrechamente relacionada con la autopercepción de las competencias digitales. En este sentido, se pudo observar cómo el promedio de autopercepción de competencias digitales incrementaba conforme aumentaba la autoconfianza digital.

5. DIFERENCIAS DE GÉNERO EN LA CALIBRACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE SUS PROPIAS COMPETENCIAS

El análisis de las diferencias de género en la evaluación de las propias competencias digitales o científico-tecnológicas ha sido el foco de interés de numerosas investigaciones, tanto en España como en otros países, por las implicaciones que tiene en las decisiones de carrera de los jóvenes (Sáinz y Malpica, 2023; Sheldrake *et al.*, 2022). Esta literatura ha llamado la atención sobre cómo algunos estudiantes no calibran bien sus competencias (es decir, no hacen una evaluación adecuada de sus competencias en relación a su desempeño), ya sean estas académicas, digitales, o de cualquier otro tipo. Estos errores de calibración pueden suceder en dos direcciones: mientras

que algunos estudiantes perciben que sus competencias son inferiores a su rendimiento real (es decir, subestiman sus capacidades), otros estudiantes creen que sus competencias están por encima de su rendimiento (es decir, sobreestiman sus capacidades).

Los análisis en esta línea de investigación se han centrado frecuentemente en el ámbito de las matemáticas, al considerarse una competencia básica relacionada con la adquisición de competencias digitales y de cualquier otra competencia científica y tecnológica. Estar en posesión de unas buenas competencias matemáticas es un requisito fundamental para acceder y desarrollarse académica y profesionalmente en cualquier ámbito científico-tecnológico. Además, esta literatura ha puesto el acento en la adquisición de competencias académicas ligadas al rendimiento y la medición de la percepción de algunas competencias académicas específicas.

El grado de ajuste de la autoevaluación de las competencias académicas predice diferentes aspectos relacionados con la motivación, como el interés de los estudiantes por la ciencia, el rendimiento en varias asignaturas y la orientación hacia la tarea. Los hallazgos de estas investigaciones coinciden en señalar cómo la infravaloración de las competencias influye negativamente en la motivación y el interés de los jóvenes por la continuación de sus estudios. Por otra parte, ser realista o tener un nivel de evaluación de competencias adecuado al nivel de competencia es ideal porque favorece tanto el rendimiento como la elección de estudios y profesión (Sáinz y Malpica, 2022). Se trata de una aptitud en sí misma que no todo el mundo posee. Cuanto más realista se es en la evaluación de las propias competencias mejor será la toma de decisiones académicas y de carrera (Eccles, 2009; Sheldrake *et al.*, 2022).

Curiosamente y debido a la influencia de los roles y estereotipos de género, las chicas suelen tener una percepción de competencia menor de la que realmente poseen en materias asociadas al rol de género masculino, es decir, en las asignaturas científico-tecnológicas, tales como las matemáticas, la informática o la física. Sin embargo, los chicos tienden a considerarse mejores de lo que realmente son en estas materias. Ello favorece que a corto-medio plazo muchos chicos elijan estudios para los que

no están suficientemente preparados y para los que precisarán grandes cantidades de esfuerzo y dificultad. A largo plazo, la sobreestimación de sus competencias tiene consecuencias negativas para ellos y muchos terminan fracasando porque en realidad ni están lo suficientemente motivados ni preparados académicamente para adaptarse a las exigencias intelectuales requeridas en las asignaturas científico-tecnológicas. Es decir, no poseen las condiciones necesarias para tener éxito en este ámbito.

En el caso de las chicas, muchas de ellas desechan participar en este tipo de estudios y profesiones porque para ellas prima más la creencia de "no creerse suficientemente capacitadas" (de ser impostoras) que el esfuerzo que puedan desplegar para poder seguir el ritmo y las demandas académicas requeridas para tener éxito y poder continuar en los ámbitos científicos y tecnológicos. Se favorece así que las mujeres tengan desde muy jóvenes la impresión de ser unas *impostoras* porque continuamente reciben mensajes de que no encajan en los ámbitos donde se precisan unas extraordinarias competencias intelectuales (Muradoglu *et al.*, 2022) y, por tanto, sujetas a un continuo escrutinio.

Un estudio reciente (Sáinz y Malpica, 2023) señala que los estudiantes de bachillerato que infravaloraban sus competencias matemáticas (sus notas reales eran superiores a su percepción de competencia) tendían a mostrar menor interés por los estudios de ciencia y tecnología, sobre todo si eran chicas. Sin embargo, los estudiantes que mostraban una percepción de competencia acorde con las notas que sacaron a final de curso sí mostraban interés en estudios de ciencia y tecnología. Los chicos que sobreestimaban sus competencias matemáticas e infraestimaban sus competencias en español preferían estudios de arquitectura y tecnología. Por último, las chicas y los estudiantes con notas medias más altas mostraban interés por los estudios de ciencias experimentales y de la salud.

6. INFLUENCIAS DEL ENTORNO INMEDIATO

Las diferencias individuales en la evaluación de la competencia y la capacidad cogni-

tiva, así como los intereses, se forjan a partir de las experiencias que los estudiantes tienen en el entorno sociocultural más amplio y, especialmente, en la familia (Eccles, 2009). El autoconcepto de habilidad o la percepción de competencia se ven afectados por el reconocimiento de los logros o el estímulo que las personas jóvenes reciben del profesorado, su familia y amigos por (y para) sobresalir en diferentes materias o dominios. Algunas evidencias apuntan a que las chicas tienden a recibir menos reconocimiento y estímulo que los chicos (Mujtaba y Reiss, 2012). El grupo de pares también juega un papel crucial a la hora de marcar quién percibe y cómo se perciben las competencias propias y cómo estas son congruentes con cómo el grupo de referencia de pares las concibe y valora.

Estudios clásicos como el experimento a través del cual se acuñó el concepto de efecto *Pigmalión* ya demostraron cómo las expectativas que el profesorado alberga sobre el rendimiento de sus estudiantes ejercen un gran impacto sobre su rendimiento final, y por tanto, sobre las notas que obtienen estos estudiantes. De hecho, algunos estudios muestran cómo el profesorado sostiene expectativas más bajas para las chicas y para los estudiantes con menores recursos educativos en materias tan importantes para el currículo de distintos niveles académicos de primaria, secundaria y universidad como son las matemáticas (Jussim *et al.*, 1996).

Cuando el profesorado tiene altas expectativas acerca del logro de su estudiantado, este rinde mejor y percibe que tiene mejor nivel de competencia (Eccles, 2009). Además, cuanto mayor es el estímulo que las familias proporcionan a sus hijos e hijas para que estudien materias de ciencia y tecnología y para matricularse en cursos avanzados, mayor es el interés que desarrollan por la ciencia y la tecnología y mayor es el logro que obtienen. Estos factores colaboran en la predicción de las decisiones de carrera (Wang y Degol, 2017). El *feedback* que los estudiantes reciben de sus profesores y profesoras resulta clave a la hora de prevenir sesgos de género en la evaluación de la propia competencia en las distintas materias.

En efecto, la literatura sobre este tema subraya las importantes consecuencias de la percepción de competencia por parte de las familias y del profesorado de secundaria sobre las deci-

siones de carrera de los jóvenes. Sin embargo, son escasos los estudios que han abordado la percepción que las familias y el profesorado de secundaria tienen sobre la brecha de género en la evaluación de las propias competencias académicas. En un reciente análisis con datos españoles se preguntó a las familias y al profesorado por su opinión sobre las diferencias de género en la percepción de competencias y las notas en las distintas materias del currículo de 4º de la ESO, así como sobre el desfase entre las notas y la percepción de competencias (Sáinz *et al.*, 2020). Para ello, se mostró una tabla con las notas reales facilitadas a final de curso por el equipo de dirección de los centros participantes, así como otra con las puntuaciones sobre cómo percibían su nivel de competencia en las distintas materias. Curiosamente, las chicas tenían mejores notas en todas las materias de 4º de la ESO, pero percibían que su nivel de competencia no se correspondía con las notas finales en matemáticas, física y tecnología porque describían una percepción de competencia menor que la que informaban sus compañeros. Ante estos datos, tanto las familias como el profesorado mostraban perplejidad porque no eran conscientes de este fenómeno, pero coincidieron al comentar la presión que existe por parte del entorno inmediato para que los chicos sean mejores en materias científicas y tecnológicas que las chicas.

Otra investigación longitudinal realizada en España arrojó interesantes resultados al constatar cómo las diferencias de género en la evaluación de la competencia en matemáticas eran más pronunciadas una vez que los estudiantes habían pasado al bachillerato y elegido el itinerario académico a seguir (Sáinz y Upadyaya, 2016). Asimismo, los estudiantes de familias con alto nivel educativo (sobre todo si eran chicos) tendían a infravalorar sus competencias en ámbitos de ciencia y tecnología. Una posible explicación que barajan los autores tiene que ver con el hecho de que los estudiantes de familias con alto nivel educativo tienden a compararse con sus progenitores y son más exigentes consigo mismos en la evaluación de sus competencias en matemáticas que el resto de los estudiantes de otros orígenes sociales. Otra posible interpretación puede estar ligada a las expectativas tan altas que algunos padres y madres con estudios superiores tienen sobre la competencia de sus hijas e hijos. Estas expectativas tan altas ejercen una enorme presión para

sus hijos e hijas, que pueden provocar que tanto unos como otras valoren sus competencias por debajo de su rendimiento real.

7. DISCUSIÓN

Como se ha puesto de relieve a lo largo de este artículo, tradicionalmente se ha estereotipado a las mujeres como peores en matemáticas al tiempo que se atribuye a los hombres una mayor capacidad en esta materia (Eccles, 2009). La asimilación por parte de las mujeres de este tipo de creencias estereotipadas tiene implicaciones negativas relevantes sobre varios indicadores de motivación. Por ejemplo, las mujeres tienen un peor concepto de sus competencias en ciencia y tecnología que sus compañeros (Sáinz y Eccles 2012), así como menores aspiraciones en esos ámbitos (Wang y Degol, 2017). Además, estos estereotipos terminan condicionando el rendimiento de las personas sobre las que se forman.

Son muchos los estudios y las intervenciones que se desarrollan en la actualidad tanto en el ámbito internacional como en España para promover las vocaciones científicas y tecnológicas en las chicas. La mayoría de ellas resaltan la necesidad de evitar que las chicas infravaloren sus competencias en ciencia y tecnología. Es decir, subrayan la necesidad de promover acciones que contribuyan a mejorar o incrementar la percepción sobre la propia competencia, como las intervenciones con mujeres referentes, consistentes en favorecer que las chicas jóvenes puedan ver en esas mujeres un posible yo futuro y se identifiquen con ellas. Se favorecería así que rompieran la creencia de que las mujeres no son capaces o no pueden desarrollar dichas competencias intelectuales. Sin embargo, no existen acciones que trabajen con chicos para evitar una percepción inflada de sus competencias en ciencia y tecnología.

De hecho, algunos estudios muestran cómo el grupo de iguales (mujeres que actúan como *role models* para otras chicas más jóvenes) puede ser una fuente de inspiración para romper con estereotipos de género sobre las peores competencias de las mujeres en ciencia y

tecnología (González et al., 2020). Pero, también, pueden ser un instrumento para neutralizar el efecto que dichos estereotipos tienen sobre la percepción de sus propias competencias. Dasgupta (2011), por ejemplo, ha puesto de relieve cómo los integrantes de un mismo grupo social (los expertos y los compañeros en entornos de alto rendimiento) funcionan como *vacunas sociales* en el sentido de que ayudan a incrementar la sensación de pertenencia al ámbito en el que trabaja la persona referente e inoculan el efecto que los estereotipos tienen sobre su propio autoconcepto de competencia. Por regla general, las compañeras y compañeros de curso proporcionan valoración y *retroalimentación* sobre la competencia que las personas del grupo (la clase) tienen con expresiones como "eres un crack en mates". Esto constituye una importante fuente de información para los estudiantes sobre cómo de competentes se percibe al resto de compañeros de la clase.

En conclusión, corregir las desigualdades de género en la evaluación de las propias competencias en ámbitos de ciencia y tecnología es fundamental para lograr incorporar más talento femenino a esos ámbitos. Pero es importante, también, para crear entornos académicos y profesionales donde se permita que las mujeres tengan posibilidades de crecimiento académico y profesional en igualdad de condiciones que sus compañeros. Para ello es necesario sensibilizar al profesorado de todos los ámbitos de conocimiento para que sean conscientes de la importancia de este tema. Asimismo, es crucial que se forme al profesorado para que adopten estrategias que prevengan y corrijan posibles sesgos de género en la evaluación de las competencias académicas de las personas más jóvenes en los ámbitos de ciencia y tecnología.

Trabajar con las familias para sensibilizar a madres y padres sobre cómo transmiten creencias estereotipadas a sus hijos e hijas puede ayudar a que los niños desarrollen un autoconcepto de competencia sin sesgos de género. Esto también puede enseñarles cómo prevenir y/o mitigar posibles efectos negativos en su rendimiento académico y en sus elecciones de carrera.

BIBLIOGRAFÍA

CIMPANI, A., y SALOMON, E. (2014). The inheritance heuristic: An intuitive means of making sense of the world, and a potential precursor to psychological essentialism. *Behavioral Brain Sciences*, 37, 461–80.

DASGUPTA, N. (2011). Ingroup experts and peers as social vaccines who inoculate the self-concept: The stereotype inoculation model. *Psychological Inquiry*, 22(4), 231–246.

DWECK, C. S. (2006). *Mindset: The new psychology of success*. Random House.

ECCLES, J. S. (2009). Who Am I and What Am I Going to Do with My Life? Personal and Collective Identities as Motivators of Action. *Educational Psychologist*, 44(2), 78–89.

ECCLES, J. S., BARBER, B., y JOZEFOWICZ, D. (1999). Linking gender to educational, occupational and recreational choices: Applying the Eccles et al. model of achievement-related choices. En W. B. SWANN, J. H. TANGLOIS, y L. A. GILBERT (Eds.). *Sexism and stereotypes in modern society* (pp. 153–191). Washington: American Psychological Association.

FERRÁN y GUARDIA (2022). Resumen ejecutivo encuesta brecha digital en España: conocimiento clave para la promoción de la inclusión digital. <https://www.ferreguardia.org/blog/publicaciones-3/encuesta-brecha-digital-en-espana-2022-73> [Fecha de consulta 16 mayo 2024]

GONZÁLEZ-PÉREZ, S., MATEOS DE CABO, R., y SÁINZ, M. (2020). Girls in STEM: Is It a Female Role-Model Thing? *Frontiers in Psychology*, 11, 2204.

JUSSIM, L., ECCLES, J., y MADON, S. (1996). Social perceptions, social stereotypes, and teacher expectations: accuracy and the quest for the powerful self-fulfilling prophecy. *Advances in Experimental Social Psychology*, 28, 281–287.

LESLIE, S. J., CIMPANI, A., MEYER, M., y FREEMAN, E. (2015). Expectations of brilliance underlie gender distributions across academic disciplines. *Science*, 6219(6219), 262–265.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y FORMACIÓN PROFESIONAL (MEFP, 2024). Datos de enseñanzas universitarias y no universitarias. <https://www.universidades.gob.es/estadistica-de-estudiantes/>. [Consultado el 13 de Mayo de 2024].

MUJTABA, T., y REISS, M. J. (2012). What sort of girl wants to study physics after the age of 16? Findings from a large-scale UK survey. *International Journal of Science Education*, 35, 2979–2998.

MURADOGLU, M., HORNE, Z., HAMMOND, M. D., LESLIE, S.-J., y CIMPANI, A. (2022). Women—particularly underrepresented minority women—and early-career academics feel like impostors in fields that value brilliance. *Journal of Educational Psychology*, 114(5), 1086–1100.

NIÑO-CORTES, L.M., GRIMALT-ALVARO, C., LORES-GOMEZ, B., y USART, M. (2019). Brecha digital de género en secundaria: diferencias en competencia autopercibida y actitud hacia la tecnología. *Educación XXI*, 26(2), 299–322.

NOSEK, B. A., BANAJI, M. R., y GREENWALD, A. G. (2002). Harvesting implicit group attitudes and beliefs from a demonstration web site. *Group Dynamics: Theory, research, and practice*, 6(1), 101.

SÁINZ, M. (2020). *Brechas y sesgos de género en la elección de estudios STEM. ¿Por qué ocurren y cómo actuar para eliminarlas?* Sevilla: Centro de Estudios Andaluces.

SÁINZ, M., y ECCLES, J. (2012). Self-concept of computer and math ability: Gender implications across time and within ICT studies. *Journal of Vocational Behavior*, 80(2), 486–499.

SÁINZ, M., y MALPICA, C. (2023). Gender gaps in the evaluation of academic abilities and their role in shaping study choices. *Educational Studies*, 1–19.

SÁINZ, M., FÀBREGUES, S., y SOLÉ, J. (2020). Parent and Teacher Depictions of Gender Gaps in Secondary Student Appraisals of Their Academic Competences. *Frontiers in Psychology*, 11, 573752.

SÁINZ, M., y MENESSES, J. (2018). Brecha y sesgos de género en la elección de estudios y profesiones en la educación secundaria. *Panorama Social*, 27, 23-31.

SÁINZ, M., y UPADYAYA, K. (2016). Accuracy and bias in Spanish secondary school students self-concept of ability: The influence of gender and parental educational level. *International Journal of Educational Research*, 77, 26–36.

SHELDRAKE, R., MUJTABA, T., y REISS, M. J. (2022). Implications of Under-Confidence and Over-Confidence in Mathematics at Secondary School. *International Journal of Educational Research*, 116, 102085.

SHIN, J. E. L., LEVY, S. R., y LONDON, B. (2016). Effects of role model exposure on STEM and non-STEM student engagement. *Journal of Applied Social Psychology*, 46, 410–427.

TANG, D., MELTZOFF, A. N., CHERYAN S., FAN, W., y MASTER, A. (2024). Longitudinal stability and change across a year in children's gender stereotypes about four different STEM fields. *Developmental Psychology*.

VOYER, D., y VOYER, S. (2014). Gender differences in scholastic achievement: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 140, 1174–1204.

WANG, M. T., y DEGOL, J. L. (2017). Gender Gap in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM): Current Knowledge, Implications for Practice, Policy, and Future Directions. *Educational Psychology Review*, 29, 119–140. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9355-x>

WIGFIELD, A., y ECCLES, J. S. (2002). The development of competence beliefs and values from childhood through adolescence. En A. Wigfield, y J. S. Eccles (Eds.), *Development of achievement motivation* (92–120). San Diego, CA: Academic Press.

La desinformación, enfermedad de la sociedad posdigital: amenazas y desafíos

CARMEN MARTA LAZO*

RESUMEN

En el contexto actual, asistimos a un desorden informativo que genera incertidumbre en todos los terrenos. La desinformación supone el polo opuesto del buen hacer periodístico, del rigor, del contraste de fuentes y de la fundamentación en los contenidos noticiosos. El gran despliegue de redes sociales y las posibilidades de que la ciudadanía pueda emitir contenidos, sin poseer el criterio que otorgan las pautas de cómo elaborar información de calidad, deriva en un fenómeno preocupante, al que con frecuencia se denomina "infodemia". Como solución a este problema de escala global, se propone la alfabetización mediática, que implica dotar a las personas de las habilidades necesarias para saber analizar los mensajes y las intenciones que pueden esconderse tras las fuentes.

1. INTRODUCCIÓN

La propagación de rumores y falsedades es una característica inherente al ser humano, pero, con la llegada de Internet, su alcance se ha disparado. La velocidad de difusión y viralización ha aumentado exponencialmente, multiplicando el número de desinformaciones y su accesibilidad. Las informaciones falsas tie-

nen una mayor probabilidad de volverse virales en las redes sociales, donde miles de seguidores las validan y comentan, generando un efecto multiplicador. Según un estudio publicado por el Massachusetts Institute of Technology (Vosoughi et al., 2018), las *fake news* son un 70 por ciento más propensas a ser compartidas y convertirse en fenómenos virales que la información verídica, con mayor impacto aún en contenidos de política que en temas de terrorismo, desastres naturales, ciencia, leyendas urbanas o información financiera. Además, incluso cuando se proporciona información corregida o desmentidos de noticias falsas, las personas tienden a seguir creyendo en la información errónea, especialmente si proviene de su círculo cercano. De este modo, las noticias falsas tienden a propagarse más rápidamente y en mayor cantidad que las correcciones, lo que hace que los esfuerzos por contrarrestar la desinformación sean prácticamente invisibles ante su alcance viral.

En la sociedad posdigital nos enfrentamos a un fenómeno ampliamente discutido: la posverdad, definida por la Real Academia Española como "información o afirmaciones que no se basan en hechos objetivos, sino que apelan a las emociones, creencias o deseos del público". Esta noción se relaciona estrechamente con la de desinformación y conlleva consecuencias profundas en la manera en que percibimos la realidad.

* Universidad de Zaragoza (cmarta@unizar.es).

Como advertía el emperador y filósofo romano Marco Aurelio, lo que oímos y lo que vemos son interpretaciones subjetivas, que no necesariamente se corresponden con la realidad tal cual ha sido. Esta idea filosófica refleja la naturaleza relativa de la verdad: mientras que los hechos son objetivos, las perspectivas sobre ellos son infinitas. Así, lo advertía C. P. Scott, quien fuera editor del diario británico *The Guardian*, en su máxima: "Los hechos son sagrados, las opiniones libres".

La posverdad no solo implica la ignorancia o el menosprecio de la verdad objetiva, sino que también socava conceptos fundamentales como la imparcialidad, el contraste de información y el respeto a las evidencias científicas. Se relaciona estrechamente con fenómenos como la mentira, la ignorancia, la desinformación y el populismo, que caracterizan a las redes sociales, donde se propagan ideas falsas sobre temáticas importantes como ha sido la pandemia de COVID-19 o lo es el cambio climático.

Este fenómeno ha conducido a una normalización de la distorsión y manipulación de la información, lo que ha generado un clima de desconfianza generalizada, tanto en los medios de comunicación como en las personas que la comparten. El riesgo no solo radica en la dificultad para distinguir entre lo verdadero y lo falso, sino también en la indiferencia hacia esta distinción, tal y como advierte el filósofo Michael Sandel (2023).

En esencia, la posverdad es un fenómeno complejo que refleja una disminución de la confianza en la verdad objetiva y la proliferación de información manipulada que busca apelar a las emociones en lugar de a los hechos. Esto plantea desafíos significativos para la sociedad contemporánea y subraya la necesidad urgente de promover la alfabetización mediática y el pensamiento crítico para enfrentar esta realidad.

2. INFORMACIONES FALSAS: RIESGOS Y PELIGROS SOCIALES

Actualmente, se prefiere el uso del término desinformación al de noticias falsas. El concepto *fake news* es, en rigor, una contradicción, ya que las noticias siempre deben basarse

en hechos reales, respondiendo a criterios de selección informativa tales como la actualidad, la novedad, la importancia, el interés general o la notoriedad. Por tanto, lo falso no debe ser considerado noticia. No es esta, sin embargo, la principal razón por la que la Comisión Europea (2018b) desaconseja el uso del término *fake news*, prefiriendo el de "desinformación". Lo hace porque, según argumenta, los políticos han utilizado este término para desacreditar a medios críticos que proporcionan información precisa y veraz. La Comisión aboga por definir la desinformación como "toda información falsa, imprecisa, o engañosa, presentada y promovida para obtener ingresos o causar daño público intencionadamente" (Comisión Europea, 2018b).

No obstante, como señala Del Fresno-García (2019), cabe matizar que la desinformación tiene una mayor complejidad, en sí misma y para su identificación, que las *fake news*, ya que, para ser eficaz en su objetivo, no necesita ser completamente falsa. De este modo, la desinformación consiste en la elección intencional de datos parciales, incompletos o alterados. Lo complejo del asunto reside en que la ciudadanía otorgue credibilidad a esas informaciones y las consuma sin ningún tipo de filtro, al tiempo que los periodistas puedan utilizarlas como fuentes, sin llegar a contrastar la falsedad debido a las dificultades de comprobación de manera rápida, por la voracidad en el consumo informativo al que se está acostumbrado en las plataformas digitales.

Antes de la irrupción de las redes sociales, los periodistas eran los principales responsables de proporcionar información a la ciudadanía, una labor sujeta a normas deontológicas y desarrollada bajo el amparo de un derecho fundamental, que en España recogía el artículo 20 de la Constitución. Sin embargo, con la llegada de las redes sociales, los periodistas han perdido su posición exclusiva en la generación de información. Esto se debe a la emergencia de nuevos roles que implican una mayor participación e influencia por parte de la ciudadanía en la producción y difusión de contenidos informativos. Se ha generado así un contexto de saturación informativa, donde la profundidad y el análisis crítico son sacrificados en aras de la rapidez.

Desde un punto de vista global, vivir en un hábitat de desinformación es peligroso porque

el volumen de informaciones falsas de todo tipo dificulta el discernimiento entre lo que es verdad y mentira, lo cual implica el riesgo de posibles validaciones de informaciones que pueden amenazar nuestro bienestar personal, ambiental y social. La repercusión final que puedan tener depende de la tipología de información falsa, pudiendo incluso provocar efectos perniciosos en nuestra salud o en la de quienes conviven en nuestro entorno. Recordemos a este respecto, por ejemplo, el episodio protagonizado por el expresidente de Estados Unidos, Donald Trump, cuando en abril de 2020 se refirió a los efectos terapéuticos de inyecciones con desinfectante para la infección por COVID-19¹.

Como afirmó Walter Lippman (1920) hace más de un siglo, la falta de medios para detectar la mentira socava la libertad de una comunidad. La desinformación, cuando responde a una estrategia y unos objetivos de desestabilización social, puede llegar a poner en riesgo incluso los valores y las instituciones de las democracias. Así lo entiende la mayoría de los ciudadanos europeos: en opinión de cuatro de cada cinco entrevistados (83 por ciento) por Eurostat en 2018, la desinformación constituye "un peligro para la democracia" (Comisión Europea, 2018a).

3. DIFERENTES MECANISMOS DE DESINFORMACIÓN, CON DISTINTOS OBJETIVOS

En términos de control informativo, no hay que olvidar que, cuando navegamos aguas adentro del océano de las redes sociales, a menudo damos "clic" en el botón "me gusta" sin pensarlo dos veces. Sin embargo, es importante pararse a pensar en las potenciales implicaciones de este gesto, pues las plataformas pueden utilizar algoritmos para filtrar y priorizar el contenido de cada usuario basándose en indicadores, como el comportamiento de visualización o las preferencias del contenido, y conseguir mucha más información sobre nosotros mismos de lo que podemos imaginar, para utilizarla en su beneficio.

¹ Véase, por ejemplo, "Coronavirus: Outcry after Trump suggests injecting disinfectant as treatment" (<https://www.bbc.com/news/world-us-canada-52407177>).

Investigadores de la Universidad de Cambridge y Stanford (Youyou *et al.*, 2015) descubrieron que los gustos de cada usuario en su cuenta de Facebook revelan más sobre su personalidad que las opiniones de sus amigos o familiares. El estudio, que contó con la participación de más de 80.000 voluntarios, analizó las páginas que les gustaban a los usuarios en Facebook, encontrando relaciones entre estos "me gusta" y rasgos de personalidad específicos. Por ejemplo, aquellos que manifiestan "me gusta" a páginas de Wikipedia tienden a ser más reservados, mientras que los aficionados a la música R&B (*rhythm and blues*) suelen ser más organizados. Se ha estimado que, para obtener una imagen precisa de la personalidad de una persona, la aplicación necesita analizar una cantidad específica de "me gusta": 10 para conocerla tan bien como un amigo; 70, como un vecino; 150, como un familiar, y 300, como un cónyuge. Según advierte Michal Kosinski, uno de los investigadores que lideró este estudio, nuestros gustos están disponibles no solo para nuestros amigos, sino también para nuestros enemigos. Por lo tanto, debemos ser cautelosos con nuestros "clics" de "me gusta", ya que no son tan inocentes como podrían parecer.

Sin ir más lejos, a través del rastreo de *cookies* en las redes sociales, se construye un amplio catálogo de contenidos adaptados a los intereses individuales de cada usuario. Esto propicia la formación de "cámaras de eco", donde los sesgos de confirmación refuerzan la percepción de información alineada con las creencias e intereses personales. La desinformación, valiéndose de la automatización, aprovecha esta dinámica para generar un constante flujo de contenidos imprecisos que se difunden con rapidez. La abrumadora cantidad de información y la velocidad en la creación de estos mensajes dificulta la intervención para contrarrestar la difusión de informaciones falsas.

Existen diferentes tipos de desinformaciones en función de su origen y propósito: desde la información errónea que se crea por confusión, sin intencionalidad de causar daño, hasta la información maliciosa, basada en hechos reales, pero manipulados, con el fin de ocasionar daño, pasando por la desinformación, en general, referida a información falsa elaborada deliberadamente con la intención de perjudicar a una persona, grupo social, organización o Estado. Al mismo tiempo, esa información

puede ser fabricada y difundida por distintos tipos de fuentes, desde una persona anónima (el *prosumer* de Alvin Toffler o el *emirec* de Jean Cloutier), hasta un Estado, con finalidad geopolítica, pasando por diversas instituciones o partidos políticos, con contenido manipulado sutilmente para apoyar un determinado asunto político o interés económico.

4. DESPLIEGUE DE NUEVAS FORMAS DE MANIPULACIÓN Y CENSURA, POTENCIADAS POR LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Con el gran avance de la inteligencia artificial (IA), se han diversificado las técnicas de desinformación, en función de sus distintos propósitos, esbozados a continuación:

- La manipulación activa de datos, que implica la violación de la privacidad de los datos por parte de compañías tecnológicas, por ejemplo, para apoyar a determinados candidatos políticos en procesos electorales, entre otros objetivos. Un ejemplo lo ofrece la "guerra de dosieres", mediante el uso de información comprometedora para obtener beneficios políticos, generando un clima de sospecha. Así, las campañas electorales se convierten en terrenos fértils para la propagación de desinformación, lo que alimenta una polarización tóxica y discursos de odio, que contribuyen a la formación o el refuerzo de sesgos y obstaculizan el ejercicio del voto bien informado.
- La manipulación pasiva de datos, que busca reforzar las cámaras de eco y las burbujas informativas mediante el diseño de perfiles que encapsulan y categorizan a los usuarios en función de sus gustos, preferencias y afinidades. Al aceptar las condiciones de uso de las redes sociales, los usuarios ceden el control sobre su forma de pensar que se ejerce a través de la provisión de información selectiva apuntalando los sesgos afines a sus tendencias ideológicas y de rechazo de opiniones contrarias. Esta forma de manipulación genera comportamientos cada vez más intolerantes

hacia posiciones distintas a la propia y refuerza las tendencias de polarización ideológica, un proceso que influye en las relaciones que se desarrollan en otros ámbitos sociales.

- La censura informativa, que se manifiesta, por ejemplo, desde la imposición de agendas mediáticas que enfocan la atención en ciertos temas que resultan interesantes por su dimensión escabrosa, conflictiva o extraña, mientras se ignoran otros relevantes para la sociedad, tales como los relativos al funcionamiento de la economía o a la salud mental de la población, entre otros. Así, los medios han pasado de atender a lo importante, a dejarse llevar por temas que "enganchan" a la ciudadanía en redes sociales, donde prevalece lo interesante o sorprendente sobre lo social y económicamente relevante.
- La manipulación de formatos audiovisuales, conocida por su término inglés como *deepfakes*, una técnica que consiste en falsificar algunos elementos en formatos de videos, audios o imágenes con apariencia realista, con el fin de atribuir testimonios o acciones falsas a personas públicas que dañen su reputación o creen confusión en la opinión pública.
- La creación de tramas narrativas que resulten atractivas para un determinado perfil de audiencia, en función de sus valores predeterminados, orientadas a establecer predicciones futuras sobre el posible comportamiento y modo de reaccionar ante los contenidos.
- La atención fragmentada, derivada de la fijación en pantallas que ofrecen múltiples ventanas, notificaciones, alarmas y mensajes. Esta atención fragmentada fomenta la superficialidad de la información procesada y la gratificación instantánea, lo que afecta negativamente a la capacidad de concentración y análisis, favoreciendo el procesamiento de la información mediante "atajos cognitivos", sin cuestionar su veracidad (Carr, 2017).

En el contexto de la salud pública, la alfabetización mediática e informacional (AMI)

adquiere gran importancia en el marco de competencias para salvaguardar y proteger a la ciudadanía ante mensajes desinformativos que ponen en peligro distintos aspectos relacionados con la prevención de enfermedades. La pandemia de COVID-19 y las informaciones falsas sobre los perjuicios de las vacunas para la salud constituyen un ejemplo del modo en que las redes y otras plataformas de contenidos en Internet pueden arrojar dudas sobre las evidencias científicas, al tiempo que posibilitan la presencia de pseudoexpertos y pseudocientíficos que propagan desinformación, peligrosos consejos y opiniones sesgadas (Naeem *et al.*, 2020; Fuhrer *et al.*, 2021). Del mismo modo, podrían surgir "nuevas epidemias víricas y otras posibles nuevas enfermedades que podrían ser objeto de campañas de desinformación y motivar nuevas teorías conspirativas si no nos adelantamos a ellas con medidas eficaces que prevengan y protejan a la ciudadanía" (Quian, 2023: 15).

5. SOLUCIONES ANTE LA DESINFORMACIÓN, UN ESFUERZO COMPARTIDO

Tomando en consideración la amenaza social que supone la desinformación, todos los agentes implicados deben tomar medidas con un enfoque colaborativo para combatirla: los propios Estados, las plataformas digitales, los medios de comunicación y periodistas, el sistema educativo y la ciudadanía. Se trata de combinar diferentes acciones regulatorias, corregulatorias y autorregulatorias, involucrando a diversos sectores y actores políticos.

Por un lado, los Estados deberían potenciar las medidas que favorezcan la identificación y denuncia de la información falsa y fraudulenta que pueda impactar negativamente en el bienestar de los ciudadanos y en su capacidad de adoptar decisiones de distinto orden sobre la base de la mejor información disponible. La Unión Europea ha reconocido que la desinformación y los riesgos de interferencia electoral son fenómenos de naturaleza transnacional que van en aumento, que afectan a nuestra seguridad y a la viabilidad de nuestras sociedades libres y democráticas. Por ello, en diciembre de 2018 aprobó un Plan de Acción contra la Desinformación y decidió abordarla desde dos

ámbitos: reforzando la ciberseguridad y combatiendo la manipulación informativa, a través de la creación de un Observatorio Europeo de la Desinformación y de la realización de diferentes proyectos de verificación de información. Asimismo, coopera con plataformas digitales para que promocionen fuentes autorizadas, degraden los contenidos comprobadamente falsos y supriman contenidos ilícitos que puedan poner en riesgo la salud.

Para combatir eficazmente la desinformación, la Unesco propone una estrategia global que abarca múltiples medidas políticas, económicas, legislativas y educativas. Esto implica la implementación de acciones como la supervisión constante de información, la verificación de hechos y la curaduría de contenido, todas ellas complementarias y destinadas a fortalecer la resiliencia contra la desinformación.

Las propias plataformas de redes sociales desempeñan también una función importante al implementar medidas dentro de sus términos de uso, como filtros de verificación y mecanismos de denuncia de usuarios, para contrarrestar la difusión de información falsa o engañosa.

Por su parte, entidades confiables, como universidades, ONG y medios de comunicación, se responsabilizan de la curaduría de contenido, que implica seleccionar y proporcionar información de calidad, además de apoyar la educación de los usuarios en el manejo de la información.

En cuanto a los profesionales de la información, los periodistas, desde su rol de mediadores sociales y, por extensión, los medios de comunicación deben seguir fomentando prácticas de contraste, filtro y verificación, así como también explicando cómo hacerlo, a semejanza de lo que hacen las agencias de *fact-checking*.

Asimismo, las políticas educativas deben impulsar y potenciar la integración en los currículos escolares de la asignatura de alfabetización mediática, para fomentar el pensamiento y la actitud crítica frente a los contenidos peligrosos; en definitiva, empoderando al alumnado para conseguir que, en su faceta híbrida de emisores y receptores (emirecs, tal como los denominó Cloutier en 1973) sean responsables y tengan criterio a la hora de informarse y crear contenidos.

De este modo, la mejor manera de combatir la desinformación consiste en dotar a la ciudadanía de instrumentos cognitivos para discernir la verdad de la manipulación informativa, lo que venimos reivindicando los educadores desde hace varias décadas. La AMI es la fórmula para proteger y procurar defensas a la sociedad ante las constantes amenazas de manipulación y control informativo. Se potencia en el marco de una comprensión de las TIC basada en el modelo TRIC (Tecnologías de la Relación, la Información y la Comunicación) (Marta-Lazo y Gabelas, 2016), que pone particularmente de relieve las interacciones o el "factor relacional" posibilitado por la red en un clima de convivencia positivo.

6. LA SUPERACIÓN DE LA BRECHA DIGITAL COMO GRAN DESAFÍO

Las posibilidades que las TRIC generan para la promoción de la salud cuentan con algunos límites derivados de la brecha digital y el acceso desigual a la información. Por un lado, siguen existiendo zonas de sombra a las que no llega la conectividad y, por otro, no todas las personas cuentan con las competencias necesarias para saber utilizar los recursos disponibles en línea.

A la falta de alfabetización digital se suma la proliferación de desinformación, que merma las posibilidades de un uso preciso y confiable de la información en materia de salud. Especialmente delicado resulta el tema de la automedicación a partir de lo que se lee en páginas de Internet, sin considerar la fiabilidad de las fuentes consultadas. La desinformación es "una pandemia para la que la sociedad no está preparada y es necesario atenderla, pues supone uno de los grandes peligros para la desestabilización ciudadana, pone en amenaza las libertades públicas y la democracia" (Marta-Lazo, 2023: 17).

Como respuesta al impacto de la desinformación en el periodo de pandemia, el informe *Entender y combatir la desinformación sobre ciencia y salud* (Salavarría-Aliaga, 2021) ha propuesto una serie de medidas, tales como: "1) promover una cultura de transparencia desde las instituciones públicas y privadas;

2) activar sistemas de alerta temprana y respuesta rápida ante la desinformación; 3) impulsar la alfabetización mediática; 4) crear una base de datos o repositorio de acceso público sobre contenidos desinformativos en torno a la COVID-19; y 5) impulsar estudios multidisciplinares sobre la desinformación". Por tanto, el impulso de la AMI es una de las principales aportaciones que se plantean para prevenir la desinformación y minimizar sus efectos. La Unión Europea apuesta por corresponsabilizar a la ciudadanía con "un modelo de lucha contra la desinformación basado en un conjunto de soluciones multinivel" (Sádaba y Salavarría, 2023).

A finales de 2018, la Comisión Europea emitió una comunicación conjunta, elaborada entre el Parlamento Europeo, el Consejo Europeo, el Comité Económico y Social Europeo, para ejecutar el Plan de acción contra la desinformación. En dicho documento instaron a la elaboración de un código de conducta auto-regulador en materia de desinformación por parte de las principales plataformas. También se aprobó la puesta en funcionamiento del Observatorio Social de Desinformación y Análisis de Medios de Comunicación Sociales (SOMA) para coordinar la verificación de datos independientes (Comisión Europea, 2018c). Dos años después se presentó un plan de acción específico orientado a proteger la democracia europea (Comisión Europea, 2020).

Por su parte, la OMS publicó la declaración conjunta con las Naciones Unidas, Unicef, el PNUD, la Unesco, ONUSIDA, la UIT, la iniciativa Pulso Mundial de las Naciones Unidas y la Federación Internacional Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja, bajo el título *Gestión de la infodemia sobre la COVID-19*, en la que hacen un llamamiento a los Estados miembros para que "elaboren y apliquen planes de acción, con el fin de gestionar la infodemia promoviendo la difusión oportuna de información precisa basada en datos científicos y probatorios, dirigida a todas las comunidades, y en particular los grupos de alto riesgo; y previniendo y combatiendo la propagación de información errónea y falsa, siempre respetando la libertad de expresión". Asimismo, en ese documento se instaba "a los Estados miembros a colaborar con sus comunidades y escucharlas durante la elaboración de sus planes de acción nacionales, y a empoderarlas para que encuentren solucio-

nes y se muestren firmes contra la información errónea y falsa" (OMS, 2020).

También la Organización Panamericana de la Salud estableció algunas recomendaciones para ayudar a las personas a luchar contra la desinformación, entre ellas, las de confiar en las instituciones sanitarias oficiales, identificar evidencias presentadas en las noticias, apoyar el movimiento de ciencia abierta, proteger la información privada, participar responsablemente en la información, confirmar si la información ha sido compartida por otras personas responsables, verificar las fuentes (en particular, las aparecidas en cadenas de mensajería instantánea), y, si no es posible confirmar y verificar, no compartir la información, sin olvidar seguir alfabetizándonos en temas de salud y sobre la pandemia (OPHS, 2020).

Algunos autores han planteado hasta qué punto los pacientes y, en general, los usuarios son suficientemente capaces de evaluar la información de salud encontrada en Internet aplicando indicadores o mecanismos para controlar la calidad de las referencias citadas, del etiquetado de metadatos y del nivel de evidencia indicado (Eysenbach, 2002), el filtro de la información falsa y el uso de hipervínculos para profundizar en la información (Chou *et al.*, 2013). Tampoco la capacidad de relacionarse directamente con las instituciones y empresas proveedoras de salud, participando fundamentalmente en la salud, debe darse por supuesto (Quesinberry Stokes, 2008).

7. HABILIDADES PARA LA VIDA, COMO MEDIO PARA EL BIENESTAR

Las Habilidades para la Vida (HpV) responden a una iniciativa de la OMS (1993, 1998). Esta propuesta referente "ha logrado un reconocimiento amplio porque es bastante flexible y tiene aplicabilidad universal" (EDEX, 2024). Las HpV contemplan diez dimensiones estructuradas en tres categorías, HPV cognitivas, HPV emocionales y HPV sociales, que permiten guiar las estrategias y objetivos educativos para la salud integral.

Las habilidades cognitivas integran el autoconocimiento, el pensamiento creativo y crítico. Por autoconocimiento se entiende la

capacidad de saber cuáles son las fortalezas y debilidades de las que se dispone, ser consciente de las redes sociales de las que se forma parte y los recursos disponibles para afrontar momentos de posible adversidad. Incluye asimismo la definición de los propósitos que se quieren conseguir y la identificación de los elementos al alcance para construir una vida lo más grata y saludable posible. La toma de decisiones implica la destreza en la forma de actuar, tratando de llevar las riendas del rumbo de la vida, a partir de la respuesta a cada necesidad y vivencia, según los propios valores y las motivaciones, así como la anticipación de posibles consecuencias. También comprende la capacidad de encontrar la mejor alternativa para el bienestar personal y el de las personas con las que se convive, evitando que el destino decida el devenir por puro azar o factores externos. Por lo que se refiere al pensamiento creativo, apela a la capacidad de idear cosas nuevas, de manera innovadora, sin utilizar esquemas de pensamiento habituales, desde perspectivas diferentes que permitan inventar, crear e imaginar, resistiendo inercias y buscando rutas para el emprender asumir nuevos retos. Finalmente, el pensamiento crítico se refiere a la habilidad de analizar la información con criterio analítico y juicioso, evitando sesgos negativos, además de la capacidad de discernir los mensajes falsos de los verdaderos y saber filtrar los contenidos de Internet, con fundamentación y claves basadas en el rigor informativo; en definitiva, cuestionar la realidad formulando preguntas, inquiriendo e incorporando las respuestas a las propias actuaciones.

Las habilidades emocionales comprenden la empatía, el manejo de emociones y sentimientos, y el control de tensiones y estrés. La empatía, o capacidad de ponerse en lugar de otra persona, tratando de comprender sus pensamientos, necesidades y sentimientos, facilita la fluidez en las interacciones y fomenta la tolerancia. Requiere no solo una escucha activa, sino también la colaboración en la superación de situaciones difíciles, buscando soluciones de manera solidaria. El manejo de emociones y sentimientos consiste en aprender a atender y entender lo que transmiten las emociones propias y las de los demás, evitando el bloqueo de comportamientos, la angustia o el agobio. En cuanto al manejo de tensiones y estrés, implica la capacidad asumir las dificultades y encontrar modos de afrontarlas mediante las técnicas que mejoren eficazmente el bienestar personal.

Por último, las habilidades sociales contemplan la comunicación asertiva, las relaciones interpersonales y el manejo de problemas y conflictos. La comunicación asertiva resulta de la habilidad de expresar con claridad lo que se piensa y siente, respetando los derechos de los interlocutores y considerándolos participantes en la comunicación (y no meros receptores) y teniendo muy en cuenta el contexto, lo que conlleva el uso de las palabras oportunas, en el momento, el lugar y las circunstancias adecuadas para trasladar un determinado mensaje. El respeto y el trato sensible y honesto son también clave en las relaciones interpersonales. Entendiendo las relaciones interpersonales como procesos, es importante aprender a comenzarlas, saber mantenerlas y también ser capaces de terminarlas si resultan nocivas para el bienestar personal. Del mismo modo, la calidad de las relaciones interpersonales depende crucialmente de la capacidad de generar y participar en experiencias que favorezcan las rela-

ciones diarias con las personas con las que se convive (en el hogar, en el trabajo, en el vecindario, etc.). El manejo de problemas y conflictos requiere, en primer lugar, la capacidad e identificarlos para, después, afrontarlos y superarlos flexible y reflexivamente.

8. COMPETENCIAS DIGITALES, HACIA LA MULTIALFABETIZACIÓN EN RED

La aplicación de las HpV en el contexto de la actual digitalización pasa por adquirir competencias digitales. Implantar esta materia en el sistema educativo, como sería deseable, exige potenciar la formación del profesorado en estas áreas, siguiendo los estándares de la Unión Europea en el marco de Competencias Digitales (DigComp) (Carretero *et al.*, 2018). Esto comporta plantear y analizar en las aulas tanto las

CUADRO 1

COMPETENCIAS DIGITALES (DIGCOMP)

	Dimensión 1 5 áreas Área	Dimensión 2	Dimensión 3
		21 competencias	Niveles de competencia Competencia
Nucleares	1. Información	1.1. Navegar, buscar y filtrar la información 1.2. Evaluar la información 1.3. Almacenar y recuperar la información 2.1. Interactuar a través de las tecnologías 2.2. Intercambiar información y contenidos 2.3. Participar en la ciudadanía digital 2.4. Colaborar a través de canales digitales 2.5. Netiqueta 2.6. Gestionar la identidad digital 3.1. Desarrollar contenidos 3.2. Integrar y reelaborar contenidos 3.3. Copyright y licencias 3.4. Programar	
	2. Comunicación		
	3. Creación de contenidos		
	4. Seguridad	4.1. Proteger dispositivos 4.2. Proteger datos personales 4.3. Proteger la salud 4.4. Proteger el medio ambiente 5.1. Resolver problemas técnicos 5.2. Identificar necesidades tecnológicas 5.3. Usar la tecnología de forma creativa 5.4. Identificar lagunas en la competencia digital	
	5. Resolución de problemas		

Fuente: EU Science Hub (Comisión Europea). https://joint-research-centre.ec.europa.eu/digcomp/digcomp-framework_en

áreas centrales (información, comunicación y creación de contenidos) como las transversales (seguridad y resolución de problemas), con sus consiguientes competencias, recogidas en el cuadro 1.

Las competencias digitales imprescindibles para la alfabetización mediática comienzan con la preparación para saber contrastar la información, para evitar que la desinformación pase inadvertida y se propague. Con este objetivo, a continuación, se relacionan pautas que pueden resultar de utilidad para poner en práctica las competencias digitales.

- Analizar la información del sitio web: al revisar la sección “Acerca de” de una página web, se puede obtener información crucial sobre la dirección, financiación y el equipo que está detrás de la publicación. Este análisis preliminar ayuda a evaluar la credibilidad del contenido.
- Verificar la autoría: identificar quién es el autor de la información permite determinar si es una fuente confiable y autorizada. Buscar y revisar otras contribuciones del autor y su reputación *online* puede proporcionar una visión más completa de su autoridad en la materia y fiabilidad de la información.
- Contrastar con fuentes confiables: comparar la información con fuentes oficiales o reconocidas en la materia ayuda a confirmar su veracidad. Este proceso de verificación es fundamental para evitar la propagación de información errónea.
- Examinar el contenido y los enlaces: analizar el contenido de la información y verificar los enlaces incluidos puede revelar cualquier indicio de falsedad. La búsqueda de citas específicas en buscadores ayuda a confirmar la autenticidad de declaraciones atribuidas a determinadas personas.
- Profundizar en el contexto: no limitarse a captar los titulares, leer los textos al completo, proporciona una mejor comprensión de la información, permitiendo así contextualizarla y evitar su manipulación.

- Evaluar el tratamiento de la información: determinar si el contenido presenta un enfoque serio y fundamentado o si apela solo a las emociones, al impacto o a lo satírico, es clave para discernir su credibilidad y propósito.
- Analizar el lenguaje utilizado: el uso de un lenguaje descriptivo y objetivo o, por el contrario, hiperbólico y valorativo, carente de datos fiables, ayuda a evaluar su calidad y veracidad.
- Considerar los posibles intereses que existen detrás de la información: reflexionar sobre los motivos y agendas ocultas que se esconden detrás de la información es especialmente importante en temas sensibles y/o que generan controversia, por ejemplo, relacionados con curas milagrosas que pueden poner en riesgo la salud.
- Evitar la propagación de información no verificada: limitar la difusión de información no contrastada previene la propagación de la desinformación.
- No dejarse influir por la identidad de los remitentes del mensaje: aunque el/la remitente de un determinado mensaje sea una persona cercana, es importante evaluar la calidad y fiabilidad de la información en sí misma, sin excluir la posibilidad de que esa persona próxima haya podido compartir la información sin comprobar la fuente ni el contenido.
- Reconocer los prejuicios y ser consciente de su impacto: tratar de evitar que los sesgos ideológicos (en sentido amplio) disminuyan la capacidad de mantener una perspectiva neutra y crítica, la única que protege ante las trampas de la desinformación urdidas por intereses políticos o comerciales.

Todas estas pautas de acción proporcionan un marco sólido para desarrollar habilidades de alfabetización mediática, mediante el fomento de actitudes críticas sobre el tratamiento informativo, más allá de la percepción de la red como instrumento meramente tecnológico, potenciando la dimensión comunicativa y relacional que albergan las TRIC. Precisa-

mente, los nodos y conexiones que posibilita la tecnología constituyen la esencia del humanismo digital, que aspira a recuperar los principios nucleares positivos de la relación entre la ciudadanía. Desde un planteamiento holístico, la multialfabetización, siguiendo los principios del New London Group (1996), se despliega en una serie de dimensiones esenciales que abarcan tanto habilidades prácticas como actitudes y valores fundamentales, tal como se expone a continuación:

- Dimensión instrumental: se centra en enseñar a los individuos a manejar tanto el *hardware* como el *software* de diversas herramientas tecnológicas disponibles en el entorno digital. Se trata de adquirir competencias prácticas para utilizar de manera adecuada dispositivos, aplicaciones y programas, conociendo su funcionamiento y potencialidades.
- Dimensión cognitiva: consiste en desarrollar habilidades que permitan interactuar de manera inteligente en el mundo digital, lo cual implica aprender a seleccionar, procesar, evaluar y compartir información de forma crítica y reflexiva, así como también comprender el impacto de nuestras acciones en línea.
- Dimensión actitudinal: se enfoca a promover actitudes equilibradas hacia la tecnología, buscando evitar tanto la tecnofobia, o el rechazo y miedo hacia la tecnología, como la tecnofilia, que implica una dependencia excesiva de ella. Implica, además, el fomento de actitudes prosociales de comunicación, que favorecen el respeto, la empatía y la colaboración en entornos digitales.
- Dimensión axiológica: se orienta al desarrollo del pensamiento crítico y de la capacidad de discernimiento ético ante la información propagada a través de los medios digitales. Adopta un planteamiento emancipador, buscando desarrollar criterios para el análisis crítico de la información y fomentar valores éticos positivos en el ecosistema mediático móvil.

La alfabetización mediática, como parte integral de esta multialfabetización, abarca

diversas formas de participación, incluyendo el análisis, la crítica, la creatividad, la ética y la estética (Marta-Lazo y Gabelas, 2023). Su objetivo último es educar la mirada, permitiendo no solo ver, sino también profundizar en la comprensión de las imágenes que se miran en las diferentes pantallas digitales. Esto implica desarrollar un comportamiento proactivo hacia aspectos que promuevan la salud personal y colectiva en el entorno digital, todo ello englobado en el marco de la ciudadanía digital.

9. CONCLUSIONES

El periodismo de calidad se ve cada vez más afectado por la desinformación. Los criterios de selección periodística, como la importancia, la notoriedad, el interés social y la utilidad pública, son eclipsados por la rapidez y brevedad impuestas por las redes sociales, así como por criterios poco ortodoxos, tales como el morbo, el conflicto o lo anómalo. Las informaciones falsas apelan a nuestras emociones, dificultando un análisis racional. La velocidad del consumo informativo y la falta de alfabetización mediática nos llevan a procesar la información mediante “atajos cognitivos”, sin plantearnos si algo es falso y sin profundizar en su veracidad.

La desinformación requiere ser combatida mediante una combinación de enfoques y acciones coordinadas en múltiples niveles, desde políticas gubernamentales hasta acciones individuales, con el fin de construir una sociedad más informada y resistente a las informaciones falsas.

La verificación de información, que ha adquirido mayor relevancia con el aumento de la desinformación, implica el análisis crítico de la autenticidad de la información mediante técnicas como la consulta de múltiples fuentes, la verificación y contextualización de la información utilizando fuentes plurales.

La alfabetización mediática consiste en capacitar a las personas para saber analizar los mensajes, los canales de información y la intencionalidad de las fuentes. En este contexto, el “factor relacional” es el eje nuclear de las Tecnologías de la Relación, la Información y la

Comunicación (TRIC); un factor centrado en el humanismo digital, que resalta la importancia de recuperar los valores esenciales de las interacciones humanas, tales como el respeto o la empatía, con el fin de potenciar los aspectos positivos que también trae la era digital.

BIBLIOGRAFÍA

CARR, N. (2017). *Superficiales: ¿Qué está haciendo Internet con nuestras mentes?* Taurus.

CARRETERO, S., PUNIE, Y., VUORIKARI, R., CABRERA, M., y O'KEEFFE, W. (eds.). (2018). *DigComp Into Action*. Publications Office of the European Union.

CHOU, W. ET AL. (2013). web 2.0 for Health Promotion: Reviewing the Current Evidence. *American Journal of Public Health*, 103, 1, E9-E18.

CLOUTIER, J. (1973). *La communication audio-scripto-visuelle à l'heure des self média*. Les Presses de l'Université de Montréal.

COMISIÓN EUROPEA. (2018a). Lucha contra la desinformación. https://ec.europa.eu/info/live-work-travel-eu/health/coronavirus-response/fightingdisinformation_es

COMISIÓN EUROPEA. (2018b). A multi-dimensional approach to disinformation: Report of the independent high-level group on fake news and online disinformation. European Commission, High Level Expert Group on Fake News and Disinformation. <https://op.europa.eu/es/publication-detail/-/publication/6ef4df8b-4cea-11e8-be1d-01aa75ed71a1>

COMISIÓN EUROPEA. (2018c). Eurobarómetro: Fake news and disinformation online. Febrero. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/final-results-eurobarometer-fake-news-and-online-disinformation>

COMISIÓN EUROPEA. (2020). European Democracy Action Plan. <https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12506-EuropeanDemocracy-Action-Plan>

DEL-FRESNO-GARCÍA, M. (2019). Desórdenes informativos: sobreexpuestos e infrainformados en la era de la posverdad. *El profesional de la información*, 28, 3, e280302.

EYSENBACH, G. (2002). Infodemiology: The epidemiology of (mis)information. *The American Journal of Medicine*, 113(9), 763-765.

FUHRER, J. ET AL. (2021). Pseudoexpertise: A Conceptual and Theoretical Analysis. *Frontiers in Psychology*, 12, 732666.

FUNDACIÓN EDEX. (2024). Habilidades para la vida. <https://habilidadesparalavida.net/edex.php>

LIPPMAN, W. (1920). *Liberty and the News*. Hancourt, Brace and Howe.

MARTA-LAZO, C. (2023). La alfabetización mediática, vacuna ante la desinformación en la era de las TRIC. *Anuario ThinkEPI*, 17, e17a47

MARTA-LAZO, C., y GABELAS-BARROSO, J. A. (2016). *Comunicación Digital. Un modelo basado en el Factor Relacional*. UOC Press.

MARTA-LAZO, C., y GABELAS-BARROSO, J. A. (2023). *Diálogos posdigitales. Las TRIC como medios para la transformación social*. Gedisa Editorial.

NAEEM, S. B. ET AL. (2020). An exploration of how fake news is taking over social media and putting public health at risk. *Health Information & Libraries Journal*, 38, 143-149.

NEW LONDON GROUP. (1996). A pedagogy of multiliteracies: Designing social futures. *Harvard Educational Review*, 66, 60-92.

OMS. (1998). Informe sobre la salud en el mundo. La vida en el siglo XXI: una perspectiva para todos. LI Asamblea Mundial de la Salud. Organización Mundial de la Salud.

OMS. (2020). Gestión de la infodemia sobre la COVID-19: Promover comportamientos saludables y mitigar los daños derivados de la información incorrecta y falsa. <https://www.who.int/es/news/item/23-09-2020-managing->

the-covid-19-infodemic-promoting-healthy-behaviours-and-mitigating-the-harm-from-misinformation-and-disinformation

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS). (2020). Entender la infodemia y la desinformación en la lucha contra el COVID-19. Caja de herramientas: Transformación digital. Herramientas de conocimiento. https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/52053/Factsheet-Infodemic_spa.pdf?sequence=16

QUESINBERRY STOKES, A. (2008). The paradox of pharmaceutical empowerment: Healthology and online health public relations. En: H. M. ZOLLER y M. J. DUTTA (Eds.). *Emerging Perspectives in Health Communication* (335-356). Routledge.

QUIAN, A. (2023). (Des)infodemia: lecciones de la crisis de la COVID-19. *Revista de Ciencias de la Comunicación e Información*, 28, 1-23.

SÁDABA, CH., y SALAVERRÍA, R. (2023). Combatir la desinformación con alfabetización mediática: análisis de las tendencias en la Unión Europea. *Revista Latina de Comunicación Social*, 81, 17-33.

SANDEL, M. (2023). Entrevista posverdad. Telos. Fundación Telefónica España. <https://telos.fundaciontelefonica.com/wp-content/uploads/2023/06/telos-122-entrevista-posverdad-michael-sandel.pdf>

VOSOUGHI, S., Roy, D., y ARAL, S. (2018). The spread of true and false news online. *Science*, 359, 1146-1151.

YOUYOU, W., KOSINSKI, M., y STILLWELL, D. (2015). Computer-based personality judgments are more accurate than those made by humans. *PNAS*, 112(4), 1036-1040.

La expansión del uso estatal de las tecnologías biométricas: una mirada crítica

JÚLIA GARCÍA-PUIG*

RESUMEN

Mientras que los defensores de las tecnologías biométricas alaban sus beneficios para la identificación, la seguridad nacional y la provisión de servicios públicos, las voces más críticas alertan sobre sus riesgos para la privacidad y las libertades civiles. El creciente uso de estas herramientas por parte de los gobiernos e instituciones públicas genera un debate controvertido, anclado especialmente en el carácter altamente sensible de la información biométrica. ¿Qué abarcan exactamente estas tecnologías? ¿Qué datos generan y qué riesgos plantean para nuestras sociedades? Este artículo examina estas cuestiones clave para seguir avanzando el debate acerca de la implementación y el control de los sistemas biométricos.

1. INTRODUCCIÓN

Este artículo pone el foco en las cada vez más controvertidas tecnologías biométricas, que se basan en el uso de sistemas automatizados que miden características biológicas o de comportamiento para identificar, monitorear y controlar individuos y poblaciones (Marciano,

2019). Mientras que este tipo de tecnologías se utilizaban hasta hace poco mayormente para fines militares, de seguridad nacional y de investigación criminal, su uso en los últimos años se ha ido extendiendo y adentrando en nuestro día a día. Los gobiernos confían cada vez más en las cámaras de videovigilancia, el reconocimiento facial y los lectores de huellas dactilares, entre otros, para identificar a sus ciudadanos cuando cruzan las fronteras o para darles acceso a servicios públicos.

Sin embargo, al igual que prácticamente cualquier avance tecnológico a lo largo de la historia, las tecnologías biométricas son un arma de doble filo. Si bien pueden ser usadas para prevenir un ataque terrorista, la misma tecnología también puede ser empleada para restringir libertades civiles y ejercer un control opresivo de los ciudadanos. En los últimos años hemos sido testigos de los efectos críticos de tal expansión. Incluso cuando el objetivo es legítimo *a priori*, su uso puede desencadenar consecuencias indirectas no deseadas. Por ejemplo, los sistemas biométricos han demostrado ser útiles para las principales organizaciones humanitarias a la hora de identificar a los individuos desplazados que frecuentemente no llevan consigo documentos identificativos. Sin embargo, en 2021, se acusó a la Agencia de Naciones Unidas para los Refugiados de mala praxis por compartir la información de refugiados rohinyás con

* Universidad de Leiden (j.garcia.puig@fgga.leidenuniv.nl).

el Gobierno de Bangladesh, país que acoge a la mayoría de estos refugiados que escapan de Myanmar perseguidos por motivos étnicos y religiosos. Este hecho suscitó una ola de críticas, tanto por parte de los refugiados como de defensores de los derechos humanos, por temor a que esa información pudiera ser utilizada para forzar el retorno de refugiados si el Gobierno de Bangladesh compartía los datos con el Gobierno de Myanmar. Así pues, aunque esta práctica perseguía el objetivo de mejorar la provisión de ayuda humanitaria entre los refugiados, se derivaron importantes riesgos para su seguridad, tratándose ya de un colectivo en una posición extremadamente vulnerable¹.

En otros casos, el uso indebido de las tecnologías biométricas es deliberado y motivado por el objetivo de reforzar sistemas de control de los ciudadanos inaceptables desde la perspectiva de los Estados de derecho y las democracias. Además, la rápida expansión internacional de este tipo de tecnologías tiene lugar en medio de una insuficiente regulación –incluso inexistente en muchos países– y un desconocimiento extendido acerca de sus riesgos inmediatos y futuros.

La recolección de datos biométricos a gran escala plantea importantes cuestiones políticas, éticas y legales acerca de su tratamiento y su protección. En principio, la recogida sistemática de datos personales por parte de los gobiernos no es nada nuevo ni negativo por sí misma. Es, de hecho, necesaria: la habilidad de un Estado para gobernar eficazmente está estrechamente ligada a su capacidad de “legibilidad”, entendiéndose como el conocimiento que tienen de los ciudadanos y sus actividades (Lee y Zhang, 2016). Históricamente, los Estados han recogido una amplia variedad de información sobre sus ciudadanos con múltiples finalidades, a través, por ejemplo, de censos de población, registros de nacimiento, matrimonio, defunción, así como de formularios fiscales y registros de propiedad. Pero las nuevas tecnologías expanden significativamente las habilidades para recopilar cantidades de información detallada de forma automatizada y continua sobre aspectos más cotidianos y rutinarios del día a día de las personas.

La mayor preocupación reside en el carácter particularmente sensible de la información

¹ Para más información ver el informe publicado por Human Rights Watch (2021, June 15).

biométrica, que tiende a ser única, inherente e identificativa de cada individuo, y muchas veces invariable. El uso generalizado de estas tecnologías es objeto de gran debate debido a que puede deteriorar derechos fundamentales a nivel individual y colectivo, incluyendo el derecho de no-discriminación, libertad de expresión, información y comunicación, libertad de reunión y asociación, entre otros (Kindt, 2018: 524). Algunas prácticas, como el escaneado facial indiscriminado o la elaboración de perfiles de personas, se consideran contrarias al derecho internacional de los derechos humanos (Bacciarelli, 2023). Los debates sobre el uso y limitación de la biometría tienen una posición central en las agendas políticas nacionales y supranacionales, siendo la Unión Europea (UE) pionera en cuanto a su regulación.

El objetivo del presente artículo es examinar el creciente uso de las tecnologías biométricas en el sector público y los riesgos que plantean a nivel social. En el siguiente apartado expongo las principales funciones de estas tecnologías en el ámbito público, y específico la tipología de datos biométricos. En el tercer apartado se analizan los crecientes riesgos a los que nos enfrentamos como sociedad. En el cuarto se enfoca la atención en los recientes avances regulatorios de la Unión Europea, cerrando el texto con unas conclusiones y observaciones finales.

2. EL AUGE DE LAS TECNOLOGÍAS BIOMÉTRICAS EN EL SECTOR PÚBLICO

2.1. Usos y aplicaciones

Los ataques del 11 de septiembre de 2001 en Estados Unidos, y la consiguiente guerra al terror, trajeron consigo la intensificación de los sistemas de identificación en virtud de la seguridad nacional (Lyon, 2008). Ese momento de excepción y elevada sensación de inseguridad favoreció que la expansión de tales tecnologías contara con altos niveles de aceptación ciudadana. Pero desde entonces, la creciente aplicación de tecnologías biométricas en tareas

cada vez más cotidianas, como la identificación de civiles, ha ido generando crecientes críticas.

El rápido avance de las tecnologías biométricas permite anticipar el incremento de la cantidad de nuestros datos biométricos en posesión de las instituciones estatales. Actualmente, los Estados utilizan las tecnologías biométricas con tres finalidades principales. La primera es la verificación de la identidad, es decir, la confirmación o la negación de la identidad que la persona en cuestión afirma ostentar (¿es esta persona realmente quién afirma ser?). La segunda funcionalidad, más compleja, consiste en identificar a alguien (¿quién es esta persona?). La tercera finalidad es la de comprobar, sobre la base de una identidad ya establecida, determinadas cualidades o comportamientos, por ejemplo, si una persona tiene antecedentes penales o es sospechosa de terrorismo (Hu, 2017: 171).

El uso de los datos biométricos es especialmente prevalente en tres ámbitos. Uno de ellos es en los sistemas de identificación nacional. Cada vez son más los países que incorporan microchips con imágenes faciales digitalizadas, el iris y/o las huellas dactilares en sus documentos de identidad nacional y pasaportes. En el caso de España, el pasaporte biométrico incluye la fotografía digitalizada y las huellas dactilares de ambos dedos índices. Organizaciones supranacionales como el Banco Mundial han apostado en los últimos años por el desarrollo de sistemas de identificación digitales basados en biometría (Gelb y Clark, 2013). Las tecnologías biométricas también están resultando de mucha utilidad en situaciones de emergencias humanitarias, como conflictos armados y desastres naturales. Médicos Sin Fronteras, el Comité Internacional de la Cruz Roja, y la Agencia de la Organización de las Naciones Unidas para los Refugiados, entre otras, las utilizan para identificar y registrar a personas, proporcionar asistencia y mejorar la distribución de recursos (Açıkylıdz, 2023).

Otro ámbito en el que las tecnologías juegan un rol fundamental es en el control de las fronteras y la inmigración. Los sistemas de reconocimiento facial y lectura del iris facilitan una identificación de pasajeros más rápida, gracias en gran parte a los pasaportes y documentos de identidad biométricos mencionados anteriormente. En muchos aeropuertos ya son habitua-

les los controles de pasaporte completamente automatizados, con máquinas que verifican la identidad de una persona comparando su fisonomía con la lectura del pasaporte digital.

Un tercer sector que hace un uso importante de estos sistemas es la policía y la justicia. La creación de bases de datos con varios tipos de información biométrica, incluyendo el ADN, facilita las investigaciones criminales, y la identificación y vigilancia de sospechosos y delincuentes. El uso de la biometría está especialmente extendido en operaciones de contraterrorismo. De hecho, el Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas (2017)² solicita a los Estados miembros que "elaboren y apliquen sistemas de recogida de datos biométricos, que podrían incluir la toma de huellas dactilares, la fotografía, el reconocimiento facial y otras formas de recogida de datos biométricos pertinentes que permitan identificar a las personas, a fin de verificar debidamente y de forma responsable la identidad de los terroristas, incluidos los combatientes terroristas extranjeros, de conformidad con el derecho interno y el derecho internacional de los derechos humanos".

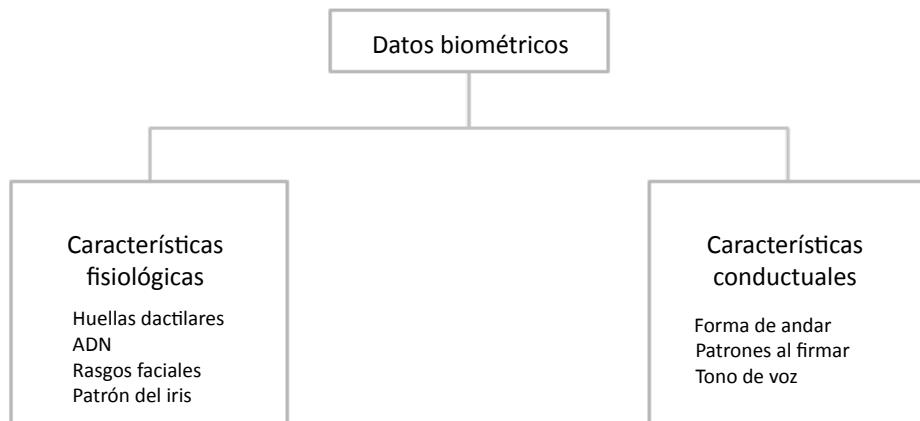
2.2. Tipología y características de los datos biométricos

Los sistemas biométricos transforman características corporales en datos digitales. En base a las características mensuradas, esos datos biométricos se pueden clasificar en físicos (aspectos relativos al cuerpo) y conductuales (aspectos relativos al comportamiento). Aunque la información biométrica se entiende frecuentemente como única y permanente, no toda lo es necesariamente. Como se observa en el cuadro 1, dentro de las características físicas existen: i) los datos fisiológicos, aquellos que sí suelen ser únicos para cada persona y no se pueden modificar fácilmente, como las huellas dactilares y el patrón del iris; ii) otros datos físicos no fisiológicos, como la estatura, el peso o el color de pelo, que no son únicos a la persona y pueden variar a lo largo de la vida.

² Punto 15 de la Resolución S/RES/2396 (2017), aprobada por el Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas en su 8148^a sesión el 21 de diciembre de 2017.

CUADRO 1

TIPOLOGÍA DE LOS DATOS BIOMÉTRICOS



Fuente: Elaboración propia.

Los datos biométricos constituyen una categoría especialmente sensible dentro de los datos personales. Su principal peculiaridad radica en que se basan en la “lectura” de cuerpos humanos –algo inherente en todas las personas– por lo que se definen frecuentemente como universales. Esto facilita un amplio alcance de cobertura y la replicación de esos sistemas en diferentes contextos y poblaciones. No obstante, es importante recalcar que, aunque las características biométricas sí que están presentes en la mayoría de la población, este no es el caso para todas las personas, lo que puede agravar la exclusión de ciertos grupos ya vulnerables. Por ejemplo, la medición de ciertos tipos de características biométricas es más difícil, e incluso inviable, en personas con algunas discapacidades físicas y mentales, como la invidencia, la parálisis, y la enfermedad de Parkinson (Martin y Donovan, 2015). Asimismo, algunos estudios apuntan que las profesiones que requieren mucho trabajo manual, como la agricultura, pueden deteriorar las huellas dactilares y dificultar así su uso para la identificación (Woodward *et al.*, 2001).

Otra consideración relevante es que el nivel de sensibilidad y riesgo asociado no es el mismo

para todos los tipos de datos, sino que depende de si se basan en características variables o invariables (Kuner y Marelli, 2017). Los datos biométricos estáticos, o primarios, son más sensibles, ya que permiten identificar de forma inequívoca a una persona de forma automatizada (Vacca, 2007). Estos son, en su gran mayoría, los datos de tipo fisiológico, persistentes al paso del tiempo. Por el contrario, los datos dinámicos, o secundarios, también aportan información sobre la identidad de una persona, pero no son suficientes por sí solos para determinar de forma precisa una identidad (Li y Jain, 2009). Estos últimos pueden ser tanto físicos como conductuales, como el tono de voz o la forma de andar.

3. RIESGOS SOCIALES DERIVADOS DE LA EXPANSIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS BIOMÉTRICAS

Como hemos visto, el grado de sensibilidad de cada dato biométrico depende de la unicidad y variabilidad de la información que aportan. De igual manera, el riesgo que presentan viene también determinado, en gran

medida, por la tecnología mediante la cual se generan, almacenan y analizan los datos. Podemos diferenciar, por ejemplo, entre sistemas de verificación biométricos que usan *small data* y *big data* (Hu, 2017). Los riesgos asociados al primer caso son bajos; un ejemplo sería la verificación de identidad mediante la comparación de la foto del pasaporte con la cara de la persona que lo presenta en un control de seguridad o un aeropuerto. En cambio, la identificación biométrica con *big data* requiere la digitalización de todas las fotografías de los pasaportes que, almacenados en grandes bases de datos y con la ayuda de algoritmos y técnicas de reconocimiento facial, pueden facilitar un incremento de la vigilancia a gran escala (Hu, 2017).

3.1. Sesgos y discriminación algorítmica

Los sistemas biométricos se alaban frecuentemente por su alta precisión y fiabilidad. Sin embargo, es mucha la evidencia empírica que demuestra su carácter discriminatorio. La

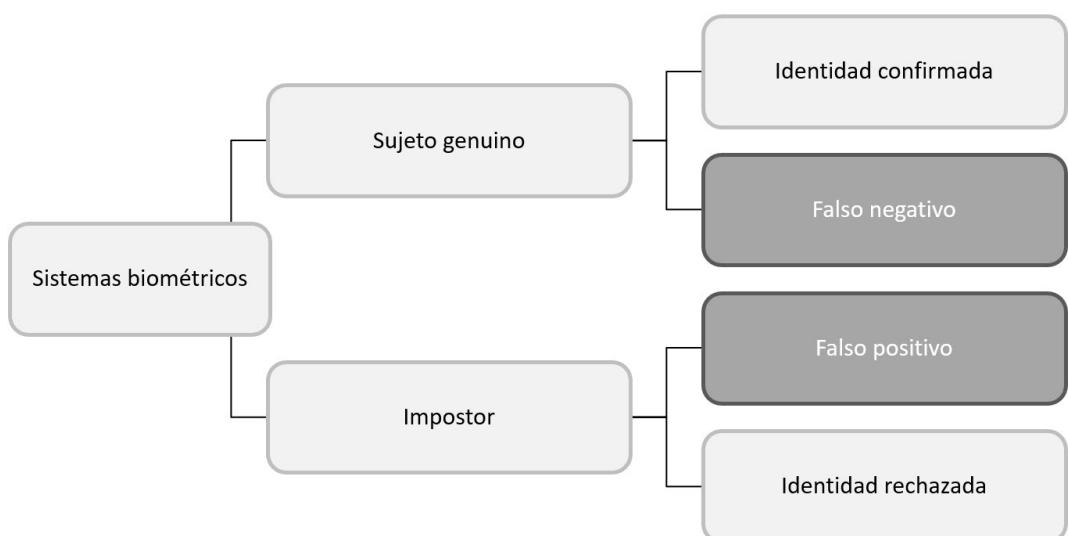
discriminación algorítmica se da cuando los algoritmos utilizados para tratar los datos producen resultados que sistemáticamente perjudican a ciertos individuos o grupos por razones de raza, etnicidad o género, entre otras. Algunas de las causas de este sesgo son la falta de diversidad en las bases de datos empleadas y los errores técnicos en el diseño de los algoritmos.

Uno de los ejemplos más estudiados es el desproporcionado número de errores que los sistemas de reconocimiento facial cometan al identificar a personas negras. Esto se debe a que los algoritmos de reconocimiento facial se entrena frecuentemente con bases de datos en las que predominan rostros de personas blancas occidentales, especialmente hombres. La infrarepresentación de rostros de personas negras conduce a sesgos en los algoritmos y a una mayor tasa de errores de identificación.

A grandes rasgos, los errores de identificación en los sistemas biométricos pueden ser un falso positivo (el sistema asigna una identidad errónea a la persona) o falso negativo (la identidad es rechazada a pesar de que la persona es quien afirma ser) (cuadro 2). Los dos tipos de

CUADRO 2

TIPOS DE ERRORES EN LOS SISTEMAS GENÉRICOS DE IDENTIFICACIÓN BIOMÉTRICA



Fuente: Elaboración propia, versión adaptada a partir del informe *Biometrics at the Frontiers: Assessing the Impact on Society*, publicado por el Joint Research Centre de la Comisión Europea (2005: 34).

errores pueden conllevar graves consecuencias para la persona en cuestión. Un falso negativo puede verse traducido en una denegación de acceso indebida, impidiendo, por ejemplo, cruzar una frontera. Los casos de falsos positivos pueden implicar detenciones injustas por un crimen no cometido.

3.2. La cuestión de privacidad en el centro del debate

Muchas de las críticas a la creciente acumulación de datos por parte de los gobiernos y estados giran en torno al principio de privacidad, o mejor dicho, a su deterioro. La privacidad se entiende comúnmente como la capacidad de una persona para controlar el uso que terceros hacen de sus datos. Ese control se ve comprometido a medida que las nuevas tecnologías digitales recaban cantidades de datos sin precedentes, dificultando nuestra capacidad de saber quién los recolecta y almacena, cómo son analizados y usados, y si son compartidos con terceros. De acuerdo con una visión más restrictiva, el deterioro de nuestra privacidad empieza en el momento en el que nuestros datos son recolectados, independientemente del uso que se haga de ellos³ (Königs, 2022). Sea cual sea la conceptualización empleada, existe un amplio consenso en la necesidad de salvaguardar la privacidad.

Tal y como se ha mencionado anteriormente, el problema subyacente de los datos biométricos es que la información que contienen es, por naturaleza, especialmente sensible. Se trata, sobre todo, de información única que forma parte de uno mismo, y, por lo tanto, es altamente identificativa (Joint Research Centre, 2005). Mucha de nuestra información biométrica está ligada a nuestro cuerpo y no puede ser modificada. Esto no sería un problema en sí mismo en condiciones perfectas, si pudiésemos asegurar completa e inequívocamente que nuestros datos estarán siempre seguros y que nunca van a ser utilizados para fines que puedan afectarnos negativamente. Pero estas condiciones ideales, desafortunadamente, no se dan en el mundo real. Los ciberataques se han convertido

³ Véase Königs (2022) para una discusión más extensa sobre las diversas formas de conceptualizar la privacidad.

en un arma muy poderosa, afectando a hospitales, aeropuertos, y gobiernos. Las filtraciones indebidas de datos biométricos pueden ser usadas para suplantar identidades. A diferencia del uso de otros sistemas de identificación –como las contraseñas– la forma de nuestro iris o de nuestras huellas dactilares no se pueden modificar fácilmente. Además, nuestros datos biométricos pueden contener otros tipos de información. Por ejemplo, la falta de huellas dactilares puede ser un indicio de enfermedades genéticas como la adermatogliofia (Nousbeck *et al.*, 2011) o de tratamiento por cáncer (Chavarri-Guerra y Soto-Perez-de-Celis, 2015).

La privacidad está intrínsecamente relacionada con la noción de agencia, entendida en este contexto como la percepción de propiedad y control que uno tiene sobre sus datos digitales, así como la capacidad de decidir acerca de su creación, acceso y uso (Kaurin, 2019). En otras palabras, un individuo tiene agencia cuando tiene autonomía para ejercer la propiedad y el control sobre la creación y el uso de sus datos. Desde un punto de vista ético y ontológico, existe un interesante debate en torno a cómo la digitalización de los cuerpos afecta a la autorrepresentación de uno mismo en la esfera digital y cómo disminuye la capacidad individual de limitar la información que puede ser extraída de nuestro cuerpo.

El principio de agencia se ve comprometido cuando la recolección de datos corporales se hace sin autorización ni conocimiento por parte del individuo en cuestión. Esto sucede porque la captura de ciertos indicadores biométricos no requiere la colaboración activa del individuo, e incluso puede pasar desapercibida. Es el caso de las cámaras de circuito cerrado de televisión (CCTV) y las tecnologías de reconocimiento facial, las cuales pueden recolectar información mientras paseamos dentro de su área de cobertura sin que seamos conscientes de ello. Esto genera inquietud por la creciente capacidad que tienen los gobiernos de extraer datos sin autorización explícita ni el consentimiento de los ciudadanos (Marciano, 2019). Incluso cuando el sistema requiere nuestra participación activa, cada vez tenemos menos poder para decidir si queremos ser sujetos de estas tecnologías o no (Hu, 2017). Un ejemplo son los pasaportes biométricos. Si bien un ciudadano puede negarse a proveer tal información a las autoridades renunciando a la tramitación de su pasaporte, esta

decisión conlleva importantes limitaciones en cuanto a su movilidad internacional.

3.3. Vigilancia y control social

Las tecnologías biométricas incrementan sustancialmente las capacidades de vigilancia y control de los Estados. No es casualidad, entonces, que la idea del panóptico⁴ de Jeremy Bentham siga viva a día de hoy, más de doscientos años después de su publicación, en los debates acerca de cómo la digitalización afecta a nuestras sociedades. El carácter ubicuo de las tecnologías digitales resuena con la estructura semicircular del panóptico, donde el guardián puede observar todas las celdas de la prisión desde una torre central de vigilancia sin que los prisioneros sean conscientes de si están siendo observados o no. Las cámaras de reconocimiento facial, por ejemplo, dibujan claros paralelismos con la idea de una vigilancia continua y centralizada, y muchas veces imperceptible.

La creciente presencia de cámaras en espacios públicos genera un efecto desincentivador⁵, por el cual los ciudadanos cambian su comportamiento o se autocensuran tratando de evitar las posibles represalias por parte del Gobierno. Este fenómeno tiende a disuadir la participación en manifestaciones y protestas cuando se teme que las autoridades públicas puedan perseguir posteriormente a los participantes o tacharlos de enemigos. El efecto desincentivador va mucho más allá del individuo; conlleva un enorme deterioro de los principios democráticos y los derechos fundamentales, como la libertad de expresión y de asamblea.

Las tecnologías biométricas están siendo sujetas a abusos de poder con el fin de reforzar el control político, especialmente en manos de régimes autoritarios. Numerosos informes vienen denunciando en los últimos años un incremento del uso de herramientas digitales

⁴ Cabe recordar que la idea del panóptico fue inspirada por el hermano de Jeremy Bentham, quién diseñó un sistema similar para coordinar el trabajo y mejorar la eficiencia en las fábricas en un momento de expansión del sector industrial. Bentham trasladó esa idea y la contextualizó en su trabajo sobre la reforma del sistema penitenciario en Inglaterra.

⁵ Conocido comúnmente como *chilling effects*.

para identificar, monitorear y arrestar a manifestantes y miembros de la oposición política. A modo de ejemplo, el Gobierno ruso acumula un largo historial de denuncias por usar el reconocimiento facial para detener a activistas y críticos del régimen⁶.

Las tecnologías biométricas pueden asimismo reforzar un nivel ilícito de control social. Un uso semejante se ha llevado particularmente lejos en el caso de China, cuyo modelo de control y vigilancia se basa en la vinculación de múltiples bases de datos y sistemas de monitorización. Estas prácticas resultan especialmente invasivas en las regiones autónomas de Sinkiang y del Tíbet, donde se concentran minorías étnicas. El sistema principal de vigilancia masiva en Sinkiang –*Integrated Joint Operations Platform (IJOP)*–, usado por la policía para identificar actividades o comportamientos considerados sospechosos, recoge una gran variedad de información de todos sus ciudadanos, incluyendo su grupo sanguíneo. El sistema IJOP ha sido objeto de duras críticas por marcar especialmente a la población musulmana uyghur y otros grupos minoritarios de origen turco (Wang, 2019). En Irán, la ola de protestas por el asesinato de Mahsa Amini en 2022 provocó el despliegue de sistemas de reconocimiento facial, usados para identificar y castigar a las mujeres que no cumplen con el requisito obligatorio de llevar *hiyab*. Las cámaras fueron instaladas en las calles y el transporte público, pero también en establecimientos comerciales y oficinas (González, 2023).

4. LA UNIÓN EUROPEA: PIONERA EN LA REGULACIÓN DE SISTEMAS Y DATOS BIOMÉTRICOS

En los últimos años, la UE se ha consolidado como la pionera en la regulación de las tecnologías digitales y la más garantista en cuanto a los derechos de los ciudadanos en relación con estas tecnologías. No existe una ley específica de biometría, regulándose este tipo de tecnologías y datos biométricos a través de múltiples instrumentos legales. A continuación se

⁶ Para más información, véase el artículo publicado por Human Rights Watch (2015, 15 de septiembre), <https://www.hrw.org/news/2021/09/15/russia-broad-facial-recognition-use-undermines-rights>

exponen los dos principales: la Ley de Inteligencia Artificial y el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD).

4.1. La Ley de Inteligencia Artificial

Como ya se ha mencionado, los riesgos derivados de las tecnologías y datos biométricos emergen, en particular, cuando se combinan con algoritmos. Sobre esta base, la nueva regulación en materia de inteligencia artificial (IA) de la UE ha supuesto importantes avances en la limitación del uso y desarrollo de sistemas biométricos en los Estados miembros. Aunque hayan transcurrido casi tres años desde que la primera propuesta de ley europea de IA fue presentada por la Comisión Europea, esta fue finalmente aprobada por el Parlamento Europeo el pasado 13 de marzo de 2024. Su entrada en vigor es paulatina y puede extenderse hasta 36 meses desde su publicación en el *Diario Oficial de la Unión Europea* (European Parliament, 2024). La cronología indica que la regulación va siempre un paso por detrás de

la innovación tecnológica, no sólo debido al dinamismo y velocidad a la que avanzan las tecnologías, sino también dada la complejidad para analizar todas sus posibles aplicaciones y potenciales riesgos, y llegar a acuerdos que satisfagan los intereses del gran número de actores involucrados. La Ley de IA traza un marco jurídico armonizado que busca proteger a los ciudadanos de peligros emergentes, al mismo tiempo que fomentar la innovación en el sector de la IA.

La ley establece un enfoque basado en el nivel de riesgo planteado por el sistema o la tecnología en cuestión, sobre la base del cual se establecen unos requisitos y unas obligaciones concretas. Como se observa en el cuadro 3, los riesgos se clasifican en cuatro grupos. En el nivel más alto de riesgo se sitúan las prácticas consideradas inaceptables, quedando prohibidas en su totalidad. Es el caso de los sistemas de identificación biométrica a distancia en tiempo real. También se prohíbe la creación de bases de datos de reconocimiento facial usando la extracción no selectiva de imágenes faciales de Internet o de CCTV, así como los sistemas de IA basados en información biométrica para inferir características personales, incluyendo creencias

CUADRO 3

NIVELES DE RIESGO ESTIPULADOS EN EL MARCO REGULATORIO DE LA LEY DE IA DE LA UE



Fuente: Elaboración propia, basada en la publicación de la Comisión Europea (European Commission, 2024).

religiosas, convicciones políticas, orientación sexual o raza. Igualmente, no están permitidos los sistemas de reconocimiento de emociones en lugares de trabajo o centros educativos.

Aun cuando los sistemas de identificación biométrica presentan un riesgo inaceptable, existen ciertas excepciones en las que se permite su uso. Así, en ciertas situaciones, los cuerpos policiales y de seguridad pueden ser autorizados a utilizar los sistemas de identificación biométrica a distancia en tiempo real en espacios públicos, por ejemplo, para la búsqueda de una persona desaparecida o la prevención de un ataque terrorista. También se reconocen excepciones en el uso de técnicas para el reconocimiento de emociones por determinadas razones de seguridad o médicas. Con todo, el listado de excepciones acerca de los sistemas y datos biométricos previstas en la Ley de IA de la UE ha suscitado críticas y malestar entre las principales organizaciones internacionales en materia de derechos digitales⁷.

4.2. El Reglamento General de Protección de Datos (RGPD)

Dado que los datos biométricos constituyen un subtipo de datos personales, su regulación está contemplada en el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD)⁸. Este es el marco legislativo en materia de privacidad de la información personal en la UE, que, desde su entrada en vigor en 2018, es de obligado cumplimiento en todos los Estados miembros. El RGPD se considera el reglamento más completo y protector a nivel mundial, y un ejemplo para el desarrollo de leyes de privacidad en otros países (Sullivan, 2019; Yakovleva, 2022). Reconoce a los individuos el derecho de conocer quiénes recolectan sus datos, con qué fines, y cómo son usados. Con ese objetivo, los recolectores de

⁷ Véase, por ejemplo, la nota de prensa de AccessNow titulada "The EU AI Act: a failure for human rights, a victory for industry and law enforcement", publicada el 13 de marzo de 2024 (<https://www.accessnow.org/press-release/ai-act-failure-for-human-rights-victory-for-industry-and-law-enforcement/>).

⁸ Su nombre en inglés es General Data Protection Regulation (GDPR).

datos personales están obligados a informar a los sujetos de los datos sobre ciertos aspectos. Además, el RGPD incorpora nuevos derechos que los individuos pueden ejercer, como solicitar más información sobre el tratamiento de sus datos por parte de terceros y requerir la supresión de información personal de las bases de datos. Los principales derechos generales de los individuos (como sujetos de los datos personales) estipulados por el RGPD aparecen resumidos en la tabla 1.

Los datos biométricos figuran en el RGPD como una de las categorías especiales dentro de los datos personales que requieren especial protección, debido a que "por su naturaleza, son particularmente sensibles en relación con los derechos y las libertades fundamentales, ya que el contexto de su tratamiento podría entrañar importantes riesgos para los derechos y las libertades fundamentales" (Punto 51, RGPD, 2016). Salvo ciertas excepciones, su tratamiento para la identificación de manera única a una persona física queda prohibido bajo la regulación europea (Art.9, RGPD, 2016).

Es importante, sin embargo, remarcar que no toda la información biométrica está considerada como dato biométrico bajo el RGPD. En concreto, esta disposición define los datos biométricos como aquellos "datos personales obtenidos a partir de un tratamiento técnico específico, relativos a las características físicas, fisiológicas o conductuales de una persona física que permitan o confirmen la identificación única de dicha persona, como imágenes faciales o datos dactiloscópicos" (RGPD, 2016). La mención de "un tratamiento técnico específico" es clave para entender la interpretación del RGPD. La información corporal se reconoce y, por lo tanto, se regula como dato biométrico únicamente cuando es tratada con unas tecnologías concretas. Por ejemplo, conforme al artículo 51 de dicha normativa, "el tratamiento de fotografías no debe considerarse sistemáticamente tratamiento de categorías especiales de datos personales, pues únicamente se encuentran comprendidas en la definición de datos biométricos cuando el hecho de ser tratadas con medios técnicos específicos permita la identificación o la autenticación únicas de una persona física" (RGPD, 2016).

TABLA 1

**REGLAMENTO GENERAL DE PROTECCIÓN DE DATOS (RGPD) DE LA UNIÓN EUROPEA:
DERECHOS DE LOS INTERESADOS, REFERENTES A LA PRIVACIDAD DE DATOS PERSONALES**

Art.13	<i>Derecho a ser informado</i> de los datos personales recolectados y su finalidad, tanto si la información se ha obtenido directamente de los interesados como de otra fuente.
Art.14	<i>Derecho de acceso</i> al responsable del tratamiento de los datos personales para obtener confirmación acerca de si los datos han sido tratados, y, en caso afirmativo, obtener detalles del proceso.
Art.15	<i>Derecho de rectificación</i> , eso es, a obtener sin dilación indebida del responsable del tratamiento la rectificación de los datos personales inexactos que le conciernan.
Art.16	<i>Derecho de supresión</i> , conocido como "el derecho a ser olvidado", esto es, a obtener sin dilación indebida del responsable del tratamiento la supresión de datos personales.
Art.17	<i>Derecho a la limitación del tratamiento</i> de los datos en esos casos estipulados por la ley.
Art.18	<i>Derecho a la portabilidad</i> , o a recibir los datos personales que se hayan facilitado previamente, en un formato estructurado, de uso común y lectura mecánica, y a transmitirlos sin obstáculos a otros responsables.
Art.21	<i>Derecho de oposición</i> a ciertos tratamientos de los datos personales.
Art.22	<i>Derecho a no ser objeto de decisiones basadas únicamente en el tratamiento automatizado</i> , incluida la elaboración de perfiles, que produzca efectos jurídicos para la persona o le afecte significativamente de modo similar.

Nota: Para una descripción más extensa y detallada de los casos, consultese el capítulo III del RGPD.

Fuente: Elaboración propia a partir del capítulo II del RGPD (Parlamento Europeo y Consejo Europeo, 2016).

5. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

El uso de sistemas biométricos por parte de los gobiernos es una práctica en auge en todo el mundo, y que previsiblemente va a generar una creciente cantidad de información biométrica sobre los ciudadanos. En este artículo se ha argumentado que, sin descuidar el gran potencial aportado por las tecnologías biométricas, es fundamental conocer los riesgos que pueden derivarse de su empleo, entre ellos, la discriminación algorítmica, la erosión de la privacidad y la agencia individual, así como los abusos de poder para discriminar a ciertos grupos y ejercer un control social invasivo.

Sin duda, todas las tecnologías están sujetas a posibles desviaciones de uso, es decir, a que sean empleadas en un futuro para fines diferentes de aquellos para los que fueron diseñadas. Asimismo, los intereses de los que controlan la tecnología y los datos pueden variar con el tiempo, lo que resulta especialmente preo-

cupante tratándose de información biométrica altamente identificativa e inalterable. Estas fueron las críticas que recibió el Gobierno francés recientemente cuando anunció un incremento de cámaras de vigilancia en espacios públicos como medida para reforzar la seguridad en los Juegos Olímpicos de 2024. El riesgo de que las imágenes de video almacenadas se pudieran utilizar para fines ilegítimos en un futuro alentó un fuerte debate.

Finalmente, las consecuencias de las tecnologías vienen determinadas en gran medida por quién las usa y cómo. Aun cuando en las democracias consolidadas el riesgo de un uso indebido es menor que en países con deficiencias democráticas, sería ingenuo pensar que las democracias están libres de tales abusos. Solo hace falta recordar el escándalo de la Agencia de Seguridad Nacional de los Estados Unidos destapado por Edward Snowden en 2013, que sacó a la luz el uso invasivo que el Gobierno hacía de las tecnologías para vigilar a millones de civiles. Como argumenta Schneier (2016), no cabe dar por supuesto que absolutamente todas las personas que puedan tener algún

poder o alguna influencia sobre la tecnología o los datos vayan a actuar siempre con total integridad. Por este motivo, es fundamental seguir promoviendo los debates en la esfera social y política sobre qué tecnologías queremos en nuestra sociedad y cómo las implementamos, al igual que cómo podemos mejorar los sistemas de control y rendición de cuentas sobre quienes disponen de la capacidad de recoger y usar nuestros datos personales más sensibles.

BIBLIOGRAFÍA

AÇLKYLIDLZ, Ç. (2023). 'I know you like the back of my hand': biometric practices of humanitarian organisations in international aid. *Disasters*, 48(2). <https://doi.org/10.1111/dis.12612>

ARTICLE 19. (2023, 22 de agosto). Iran: Tech-enabled "Hijab and chastity" law will further punish women. <https://www.article19.org/resources/iran-tech-enabled-hijab-and-chastity-law-will-further-punish-women/>

BACCIARELLI, A. (2023). Time to ban facial recognition from public spaces and borders. Human Rights Watch. <https://www.hrw.org/news/2023/09/29/time-ban-facial-recognition-public-spaces-and-borders>

CHAVARRI-GUERRA, Y., y SOTO-PEREZ-DE-CELIS, E. (2015). Loss of finger- prints. *New England Journal of Medicine*, 372(16). <https://doi.org/10.1056/NEJMcm1409635>

CONSEJO DE SEGURIDAD DE LAS NACIONES UNIDAS. (2017). Resolución 2396 de 21 de diciembre de 2017. <https://documents.un.org/doc/undoc/gen/n17/460/28/pdf/n1746028.pdf?token=QtLiRM7ZBR7pywJfe&fe=true>

EUROPEAN COMMISSION. (2024). AI Act. Shaping Europe's digital future. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai>

EUROPEAN PARLIAMENT. (2024). Artificial Intelligence Act: MEPs adopt landmark law (13 de marzo). <https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20240308IPR19015/artificial-intelligence-act-meps-adopt-landmark-law>

GELB, A., y CLARK, J. (2013). *Identification for development: the biometrics revolution*. Center for Global Development, 315. www.cgdev.org

GONZALEZ, B. (2023, diciembre). Facial recognition in Iranian metro being used as scare tactic to enforce hijab. Biometric Update | Biometrics news, companies and explainers. <https://www.biometricupdate.com/202312/facial-recognition-in-iranian-metro-being-used-as-scare-tactic-to-enforce-hijab>

HU, M. (2017). From the national surveillance state to the cybersurveillance state. *Annual Review of Law and Social Science*, 13, 161-180. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV-LAWSOCSCI-110316-113701>

HUMAN RIGHTS WATCH. (2015, 15 de septiembre). Russia: Broad facial recognition use undermines rights. <https://www.hrw.org/news/2021/09/15/russia-broad-facial-recognition-use-undermines-rights>

HUMAN RIGHTS WATCH. (2021, 15 de junio). UN shared Rohingya data without informed consent. <https://www.hrw.org/news/2021/06/15/un-shared-rohingya-data-without-informed-consent>

JOINT RESEARCH CENTRE. (2005). Biometrics at the frontiers: assessing the impact on society. Technical report series. Institute for Prospective Technological Studies, European Commission. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/cd472dc6-4298-441c-92ec-7307811bb479/language-en>

KAURIN, D. (2019). Data protection and digital agency for refugees. *World Refugee Council Research Paper Series*, 12. <https://www.cigionline.org/publications/data-protection-and-digital-agency-refugees/>

KINDT, E. J. (2018). Having yes, using no? About the new legal regime for biometric data. *Computer Law and Security Review*, 34(3), 523-538. <https://doi.org/10.1016/J.CLSR.2017.11.004>

KÖNIGS, P. (2022). Government surveillance, privacy, and legitimacy. *Philosophy & Technology*, 35(8). <https://doi.org/10.1007/s13347-022-00503-9>

KUNER, C., y MARELLI, M. (2017). *Handbook on data protection in humanitarian action*. International Committee of the Red Cross. <https://www.icrc.org/en/data-protection-humanitarian-action-handbook>

LEE, M. M., y ZHANG, N. (2016). Legibility and the informational foundations of state capacity. *Journal of Politics*, 79(1), 118–132. <https://doi.org/10.1086/688053>

LI, S. Z., y JAIN, A. (2009). *Encyclopedia of biometrics*. Springer. <https://link.springer.com/referencework/10.1007/978-0-387-73003-5>

LYON, D. (2008). Biometrics, identification and surveillance. *Bioethics*, 22(9), 499–508. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8519.2008.00697.X>

MARCIANO, A. (2019). Reframing biometric surveillance: from a means of inspection to a form of control. *Ethics and Information Technology*, 21(2), 127–136. <https://doi.org/10.1007/s10676-018-9493-1>

MARTIN, A. K., y DONOVAN, K. P. (2015). New surveillance technologies and their publics: a case of biometrics. *Public Understanding of Science*, 24(7), 842–857. <https://doi.org/10.1177/0963662513514173>

NOUSBECK, J., BURGER, B., FUCHS-TELEM, D., PAVLOVSKY, M., FENIG, S., SARIG, O., ET AL. (2011). A mutation in a skin-specific isoform of SMARCAD1 causes autosomal-dominant adermatoglyphia. *The American Journal of Human Genetics*, 89(2), 302–307. <https://doi.org/10.1016/j.ajhg.2011.07.004>

PARLAMENTO EUROPEO Y CONSEJO EUROPEO. (2016). Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos y por el que se deroga la Directiva 95/46/CE (Reglamento general de protección de datos) (*Diario Oficial de la Unión Europea*, de 4 de mayo de 2016). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=OJ:L:2016:119:FULL>

SCHNEIER, B. (2016). *Data and Goliath: The Hidden Battles to Collect Your Data and Control Your World*. W. W. Norton & Company.

SULLIVAN, C. (2019). EU GDPR or APEC CBPR? A comparative analysis of the approach of the EU and APEC to cross border data transfers and protection of personal data in the IoT era. *Computer Law & Security Review: The International Journal of Technology Law and Practice*, 35, 380–397. <https://doi.org/10.1016/j.clsr.2019.05.004>

VACCA, J. R. (2007). *Biometric technologies and verification systems*. Elsevier Butterworth-Heinemann.

WANG, M. (2019, 1 de mayo). Interview: China's "big brother" app. Human Rights Watch. <https://www.hrw.org/news/2019/05/01/interview-chinas-big-brother-app>

WOODWARD, J. D., WEBB, K., NEWTON, E., BRADLEY, M., y RUBENSON, D. (2001). *Army biometric applications: Identifying and addressing sociocultural concerns*. Arroyo Center RAND. https://www.rand.org/pubs/monograph_reports/MR1237.html

YAKOVLEVA, S. (2022). Three data realms: convergence or competition. Amsterdam Law School Research Paper, No. 2022-58. *Institute for Information Law Research Paper* No. 2022-13. <https://ssrn.com/abstract=4028668> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4028668>

El gran salto adelante de las ciencias sociales en la era de los biomarcadores

HÉCTOR CEBOLLA BOADO*

RESUMEN

Este trabajo explora el avance de las ciencias sociales mediante la integración del conocimiento de las ciencias naturales y de la salud, impulsado por la disponibilidad de nuevas tecnologías y fuentes de datos. Tres ejemplos clave ilustran cómo la investigación con biomarcadores ha enriquecido la agenda de los científicos sociales. Primero, la bioarqueología revela que los patrones de estratificación social son tan antiguos como la organización social misma. Segundo, la neurología y las técnicas neurocientíficas alertan sobre los efectos de la pobreza en el metabolismo y el comportamiento individuales. Tercero, la sociogenómica analiza el comportamiento social. El artículo concluye con una reflexión sobre las grandes infraestructuras que han facilitado estos avances y la muy modesta contribución que España ha hecho a ellos.

1. INTRODUCCIÓN

En su clásico trabajo *Les règles de la méthode sociologique* (1895), Durkheim presenta el "hecho social" como el resultado de maneras de actuar o pensar determinadas por

factores externos al individuo no relacionadas con su biología y que se imponen a él al margen de su conciencia. En torno a esta idea se desarrolló la mayor parte de las llamadas ciencias sociales, que hoy están viviendo un periodo de cambio excepcional. Las disciplinas académicas centradas en los "hechos sociales" se institucionalizaron en departamentos y facultades. Se consagró así su separación del resto e incrementó la sensación de que un abismo separaba las ciencias de los hechos sociales del conocimiento científico sobre otras materias. Algunas ciencias sociales, como la economía, consiguieron una autonomía teórica muy significativa gracias a una cierta homogeneidad en los fundamentos teóricos del comportamiento económico, y a la fuerza y la simplicidad de las reglas básicas de lo que es un mercado. En cambio, otras, como la sociología, no lo lograron y crecieron alrededor de un fuerte pensamiento normativo que explica por qué durante años se dedicaron enormes esfuerzos a teorizar acerca de cómo debía ser el mundo, a desatender la validez externa de las conclusiones principales o a banales debates metodológicos sobre si las técnicas cuantitativas o las cualitativas eran causalmente superiores e, incluso, sobre si la causalidad tenía cabida en las ciencias sociales. Hoy, las ciencias naturales y, dentro de ellas, sobre todo, las ciencias de la salud están asaltando la agenda de investigación tradicional de muchas ciencias sociales. Y lo están haciendo con un gran éxito. Este artículo ofrece algunas ilustra-

* Consejo Superior de Investigaciones Científicas (hector.cebolla@cchs.csic.es).

ciones de este proceso y señala cómo algunos avances en el conocimiento en la frontera de las ciencias sociales están logrando superar debates enquistados en el imaginario colectivo de generaciones de académicos.

La influencia del pensamiento durkheimiano y la falta de estructura vertical en el pensamiento sociológico clásico han conducido a las ciencias sociales de los últimos años a posiciones muy reacias a aceptar explicaciones no sociales del comportamiento humano. Entre estas explicaciones figuran, por encima de todas, las biológicas y las estrictamente psicológicas. Esta reticencia a la hibridación de las ciencias sociales y del comportamiento colectivo humano con otras disciplinas científicas está poco a poco siendo superada.

A riesgo de simplificar en exceso, hay dos razones fundamentales que explican el hecho de que, a día de hoy, muchas agendas de investigación social se hayan abierto a la biología, y, particularmente a la etología, la neurociencia y la genética. La primera razón se refiere a la debilidad de las métricas y de la identificación de causalidad en las ciencias sociales. El hecho mismo de que las ciencias sociales se puedan considerar ciencias sigue siendo contestado incluso por parte de quienes llevan la etiqueta de "científico social". Aunque las ciencias sociales son ciencias en la medida en que desarrollan un *corpus* de conocimiento aplicando los principios del método científico, hay dos problemas que limitan sus credenciales científicas desde el punto de vista de sus críticos. El primer problema es el hecho de que su capacidad para establecer certezas es menor que la de otras ciencias debido a la dificultad de medición de sus objetos de estudio. Esta limitación en la precisión de sus medidas provoca que el conocimiento sobre lo social sea más incierto que el que generan otras ciencias igualmente dependientes de afirmaciones probabilistas. La segunda limitación de sus credenciales científicas es su horizontalidad. Con notables excepciones, las ciencias sociales se han construido como un conocimiento casi horizontal, en el que las grandes teorías clásicas han sido abordadas desde perspectivas metodológicas demasiado diversas. Esto ha obstaculizado la construcción con validez interna y externa de un conocimiento estable y vertical sobre muchos hechos sociales. La fragmentación del conocimiento sociológico es una prueba de todo ello. Existen literaturas y subli-

teraturas sobre casi cualquier objeto de estudio que se pierden en los detalles más peregrinos, cuando no en disquisiciones metodológicas o en ideas puramente normativas.

La segunda razón de la apertura de las ciencias sociales a las ciencias naturales tiene que ver con la innovación tecnológica y la velocidad de los cambios que conlleva. Hoy es más fácil que nunca traer a la investigación sociológica argumentos prestados de otras disciplinas y, sobre todo, testarlos empíricamente gracias a que la tecnología ha permitido que muchas de las grandes infraestructuras estadísticas clásicas en la investigación social incorporen nuevas variables. Entre ellas destacan los biomarcadores. Es cierto que determinados biomarcadores ya habían adquirido un peso relativamente notable en la investigación social clásica de algunas disciplinas como la demografía o la epidemiología social (piénsese, por ejemplo, en los análisis sobre el peso al nacer o sobre el índice de masa corporal de los individuos). Sin embargo, la disponibilidad de información sobre nuevos biomarcadores no para de crecer, ayudando a que la sociología de la salud, primero, y todas las demás ciencias sociales, después, comiencen a desarrollar sus agendas de investigación de una forma verdaderamente interdisciplinar.

Cabe señalar que muchos científicos sociales siguen usando la etiqueta de interdisciplinar para ceñirse al ámbito clásico de las ciencias sociales. Muchos también son reacios a abrir verdaderamente las fronteras del conocimiento sociológico. Sin embargo, progresivamente se va imponiendo una nueva aproximación a la investigación de lo social al menos en algunos campos y, muy paradigmáticamente, en el estudio de la estratificación social, es decir, en el análisis desde la forma en que se transmite la ventaja social intergeneracionalmente, a los determinantes y las consecuencias de la vulnerabilidad y el privilegio. En un tiempo en el que la desigualdad es objeto de intenso debate e interés social más allá de lo puramente académico, son muchos los científicos de ciencias "no tradicionalmente sociales" que se han sentido atraídos por temas como la desigualdad de origen o de género. Y son ellos, en muchos casos, quienes han irrumpido en las estrechas bibliografías de lo social con nuevos argumentos y prácticas científicas que hace solo un par de décadas eran completamente ajenas a las ciencias sociales.

Revisando algunas publicaciones en la vanguardia de la calidad e innovación científicas, es fácil entender la enorme transformación que están experimentando y van a experimentar las ciencias sociales desde que la tecnología ha permitido que incorporen la perspectiva biológica a sus agendas de investigación. En este artículo se han seleccionado algunos ejemplos que ilustran cómo está sucediendo todo este cambio. Sin pretender la exhaustividad, el objetivo es ilustrar cómo líneas de investigación tradicionales en el ámbito de la sociología han incorporado argumentos de esta naturaleza y cómo, al hacerlo, han mejorado su capacidad analítica y su potencial para avanzar la frontera del conocimiento. Ni siquiera la lista de temas es completa. Como se explica en el último apartado, y aunque aún sea aventurado afirmarlo, más pronto que tarde todas las investigaciones sociológicas acabarán teniendo una mayor exposición a esta revolución científica que va a transformar las ciencias sociales.

2. LA BIOARQUEOLOGÍA EN EL ESTUDIO DE LA DESIGUALDAD SOCIAL

La arqueología es una disciplina que varias veces se ha solapado con la agenda de investigación de las ciencias sociales, especialmente en lo relacionado con el origen de la cooperación social y la organización de las sociedades. Uno de los ejemplos más comunes de este solapamiento lo constituye el estudio de la estratificación social en las sociedades antiguas y, en ocasiones, la proyección de las dinámicas del pasado para entender procesos en el presente. El estudio de los patrones de desigualdad en sociedades pasadas es un tema fundamental en este terreno. Por ejemplo, una iniciativa en marcha en la actualidad es el Proyecto GINI (Proyecto sobre las Dinámicas Globales de la Desigualdad, *Global Dynamics of Inequality Project*) que reúne a arqueólogos de todo el mundo para documentar la desigualdad en poblaciones a lo largo del espacio y el tiempo mediante la síntesis de datos arqueológicos (Bogaard *et al.*, 2024). El proyecto utiliza como indicador fundamental el tamaño de las viviendas y ha logrado crear una base de datos con más de 45.000 casas en períodos que van desde

hace 20.000 años hasta el presente en distintos puntos del mundo y que ha demostrado una enorme heterogeneidad (Kohler *et al.*, 2017).

A esta aproximación tradicional de la arqueología se ha sumado el enorme potencial de la investigación genética. Un extraordinario trabajo de divulgación se puede encontrar en el libro *Inequality: A Genetic History*, de Carles Lalueza-Fox (2022). En este trabajo se citan numerosos ejemplos de cómo se ha superado, gracias a la tecnología, la aproximación tradicional de estudiar la disposición de los enterramientos y sus ornamentos para medir la desigualdad en sociedades anteriores. El ejemplo más imponente para quienes están interesados en entender las causas de la desigualdad en el presente, está en el trabajo de Mittnik *et al.* (2019), que estudiaron las conexiones genéticas de una serie de personas enterradas a lo largo del río Lech en el sur de Alemania durante la transición a la Edad de Bronce. Esta información, que fue datada a través de isótopos y combinada con datos antropológicos y arqueológicos convencionales, ha permitido reconstruir la estructura y las relaciones de una serie de hogares en varias generaciones. Los hallazgos demuestran una persistente estabilidad en la subordinación femenina. En concreto, de ellos se deduce la exogamia femenina, es decir, que son las mujeres las que se mueven de población para formar nuevos hogares, y no los hombres. También destacan la debilidad de los nacidos fuera del entorno familiar (los individuos menos conectados genéticamente con el núcleo de cada familia son los menos favorecidos), y la fortaleza de los patrones de transmisión de la riqueza intrafamiliar (los hogares de alto estatus duraron varias generaciones).

Existen otros ejemplos que interpelan incluso más directamente a las ciencias sociales actuales, ya que establecen correlaciones creíbles entre el pasado y el presente. Cierto, este ha sido tradicionalmente el papel de la historia económica. Pero también esta disciplina, ahora, ve cómo aumentan sus herramientas para indagar en el pasado gracias a la tecnología. Un ejemplo reciente se encuentra en un trabajo (Damann *et al.*, 2023) que utiliza información procedente de varias excavaciones arqueológicas en Escandinavia y otros lugares de Europa en el marco del *Global History of Health Project* (Steckel *et al.*, 2018). Este proyecto se enmarca en una iniciativa internacional para documen-

tar la historia de la humanidad en los últimos 10.000 años utilizando restos humanos encontrados en investigaciones arqueológicas. En total, el proyecto dispone de datos de dientes encontrados en 139 excavaciones en 25 países europeos, con una media de 370 muestras por país. En concreto, se estudia la presencia (o ausencia) de un marcador biológico encontrado en los dientes, llamado hipoplasia lineal del esmalte. Este marcador se asocia con lesiones permanentes en los dientes causadas por trauma, desnutrición o enfermedades durante la vida de una persona y, por lo tanto, describe el estado de salud que tuvo una persona durante su vida. Observando la media de la población masculina y femenina afectada por esta lesión se puede obtener una medida agregada de la desventaja femenina en el pasado. Damann *et al.*, correlacionan esta medida histórica con las opiniones expresadas por los entrevistados en la *Encuesta Europea de Valores* (2008 y 2017). Su investigación demuestra que allí donde las mujeres estaban en una peor posición relativa en el pasado (incluso remoto), se encuentran hoy actitudes menos igualitarias.

3. EL ESTRÉS TÓXICO EN EL ESTUDIO DE LA TRAMPA DE LA POBREZA

Nuestra comprensión conceptual de la pobreza y sus consecuencias sobre el bienestar individual y familiar, y más en particular, en el desarrollo infantil (es decir, crecer en un hogar pobre) ha avanzado de forma muy significativa en las últimas décadas. El primer gran salto adelante se ha producido al entender la pobreza como una realidad que trasciende a la privación monetaria y que encuentra causas directas en la salud física y mental, la inversión educativa, la falta de representación política, la exposición a la criminalidad y, más en general, a riesgos. Estos avances han sido liderados por científicos sociales que, desde distintas disciplinas, han estirado y tensionado argumentos clásicos en la disciplina sociológica, poniendo a prueba su vigencia empírica. Y han sido posibles gracias a las críticas de los pocos teóricos de la pobreza a la tendencia clásica de considerarla como un rasgo que caracteriza a ciertos individuos, más allá de su situación relacional (Desmond y Western, 2018).

Otro de los grandes avances consiste en una significativa mejora en el conocimiento sobre las consecuencias de la escasez de algún recurso fundamental, entre los que destacan todos los que se derivan de la pobreza monetaria. En 2013 se publicaron dos trabajos muy relevantes a este respecto que, desde las ciencias sociales, mostraban cómo la forma de pensar en contextos de escasez tiene características propias. Uno de ellos es el famoso libro *Scarcity: Why having too little means so much* (Mullainathan y Shafir, 2013); el otro, publicado en la revista *Nature*, mostró, desde la experimentación en ciencias sociales, cómo, ante retos relativamente comunes en el día a día, la pobreza daba forma a ciertos procesos sociales (Mani *et al.*, 2013). Las personas en situación de pobreza luchan diariamente con el reto de equilibrar escasos ingresos y gastos a veces impredecibles, un contexto claramente adverso para la toma de decisiones difíciles. Debido a que el sistema cognitivo humano tiene una capacidad limitada, estas preocupaciones constantes dejan menos recursos cognitivos disponibles para guiar elecciones y acciones. El argumento de que existe un vínculo causal, y no meramente correlacional, entre la pobreza y la función mental sugiere que vivir en condiciones de escasez afecta directamente a la capacidad cognitiva de las personas.

Las implicaciones neurológicas de la pobreza han generado caudales de evidencia (Katsnelson, 2015). Pero, además, estudios más generales apuntan a la existencia de mecanismos biológicos que dan cuenta de cómo la pobreza enraíza "bajo la piel". A partir de esta evidencia, muchos análisis sobre la pobreza y la trampa de la pobreza se han centrado en el modelo del estrés crónico; es decir, en la idea de que estar expuesto de forma sistemática a restricciones y eventos que generan estrés tiene consecuencias adversas en el organismo. Uno de los más conocidos es el hecho de que la pobreza distorsiona el proceso conocido como homeostasis, esencial para la supervivencia y el funcionamiento adecuado de los organismos vivos. Cuando una persona vive en condiciones de pobreza, estos mecanismos pueden verse continuamente sobrecargados. La falta de recursos básicos, como una alimentación adecuada, vivienda segura y acceso a atención médica, puede generar un estrés crónico y prolongado que pone en riesgo la homeostasis. Este estado de estrés constante se conoce como carga alos-

tática, un concepto en alza en los estudios sobre la pobreza y la desventaja social que fue descrito por primera vez por el neurocientífico y endocrinólogo Bruce McEwen hace casi tres décadas (1998). La carga alostática se refiere al desgaste fisiológico acumulativo que resulta de la exposición crónica a factores estresantes. En condiciones de pobreza, los individuos están sujetos a una variedad de estresores constantes –como la inseguridad económica, la violencia comunitaria y la discriminación– que activan repetidamente los mecanismos de respuesta al estrés del cuerpo, incluyendo el eje hipotalámico-pituitario-adrenal (HPA) y el sistema nervioso simpático. Con el tiempo, esta activación continua puede dañar múltiples sistemas corporales y aumentar el riesgo de enfermedades crónicas, como enfermedades cardiovasculares, diabetes y depresión. La evidencia demuestra que la carga alostática crece en contextos sociales menos favorecidos (Schulz *et al.*, 2012) y es sistemáticamente mayor cuando se ha crecido en un hogar pobre (Misiak *et al.*, 2022).

Por otro lado, la integración de la neurociencia en el estudio de la pobreza infantil permite una comprensión más profunda de sus impactos. Las técnicas como la neuroimagen y la epigenética revelan cómo el estrés y las adversidades ambientales se "imprimen" en el cerebro y en la expresión genética de los niños. Esto no solo compromete el rendimiento académico y el desarrollo social del niño, sino que también puede tener efectos duraderos en su salud mental y física. Diversas técnicas, como la neuroimagen, la neuroendocrinología, la psicofisiología cognitiva y la epigenética están comenzando a documentar las formas en que las experiencias tempranas de vivir en la pobreza afectan el desarrollo cerebral de los niños (Pollak y Wolfe, 2020).

En resumen, incorporar la neurociencia en el estudio de la pobreza y, en particular, de la pobreza infantil es cada vez más necesario. Proporciona un enfoque más integral para entender y combatir los efectos devastadores de la pobreza en el desarrollo infantil y puede guiar políticas e intervenciones que promuevan un desarrollo saludable y equitativo para todos los niños, independientemente de su origen socioeconómico. Reducir la exposición al estrés crónico y promover hábitos de vida saludables son cruciales para disminuir la carga alostática y mejorar la salud y el bienestar general de

los individuos. Por lo tanto, es evidente que la pobreza no solo afecta las condiciones materiales de vida, sino que también tiene profundas implicaciones biológicas sobre las que se asienta la trampa de la pobreza.

4. EL PAPEL DE LA GENÉTICA EN LA TRANSMISIÓN DE VENTAJA SOCIAL

Con todo, si hay una forma en la que la biología ha permeado la agenda de investigación de las ciencias sociales, es a través de la genómica. De los ejemplos presentados aquí hasta ahora, quizás el del estudio de la forma en que la genética determina el comportamiento social es el que más interés ha despertado entre sociólogos, demógrafos y epidemiólogos.

La primera relación entre las ciencias sociales y la genética resultó ser una experiencia muy desafortunada que se plasmó en las teorías más deterministas del comportamiento humano que han visto la luz. Las explicaciones más racistas y esencialistas sobre las diferencias entre grupos humanos encontraron en la especulación de base genética legitimidad intelectual. Sin embargo, aunque aún perduran muchas reticencias, se puede decir que desde 2005 vivimos el despegue de la sociogenómica, una nueva rama de investigación sociológica que, gracias al abaratamiento de la tecnología necesaria y de la amplia puesta a disposición de datos relevantes, estudia los fundamentos genéticos del comportamiento social (Mills y Tropp, 2020).

La sociogenómica hoy puede abordar cuestiones sociológicas de larga tradición en la agenda de investigación de los científicos sociales, en particular, en temas como la fecundidad, el logro educativo, la movilidad social intergeneracional, el bienestar, las adicciones, los comportamientos de riesgo y la longevidad. Pero esta verdadera revolución del conocimiento básico tiene antecedentes en herramientas de largo recorrido en las ciencias sociales empíricas como los estudios de hermanos (*sibling studies*) o de gemelos (*twin studies*) digigóticos (que comparten el 50 por ciento de su material genético) o monocigóticos (que comparten el ciento por ciento). Este tipo de bases de datos permitieron inicialmente controlar la similitud genética de

los participantes en esos estudios para, posteriormente, predecir su comportamiento. La idea de partida de estos estudios protogenéticos es que, si un rasgo es heredable y se mantienen constantes las influencias ambientales, los individuos más relacionados genéticamente deberían ser más similares (Polderman *et al.*, 2015).

En la carrera por desvelar los fundamentos genéticos del comportamiento humano, muchos estudios han cometido excesos. Quizás los ejemplos paradigmáticos se puedan encontrar en los estudios de "genes candidatos". Estos diseños de investigación tratan de asociar estadísticamente rasgos personales o propensiones a desarrollar ciertas enfermedades, con un número limitado de ubicaciones específicas en el genoma que se seleccionan por su supuesta relevancia biológica. Aunque esta idea pueda seguir teniendo vigencia en el estudio de ciertas características como la obesidad, se llegó a utilizar demasiado mecánicamente para predecir el riesgo de comportamientos sociales extraordinariamente complejos. Un ejemplo notorio es el muchas veces desmentido estudio de Caspi *et al.* (2002) sobre la región 5-HTTLPR, en el que la propensión genética a ser maltratador se asoció con la experiencia de haber padecido maltrato en la infancia. Como otros estudios de "genes candidatos", la mera correlación estadística sin una fuerte teoría subyacente puede llevar a confundir la pura especulación con el conocimiento científico. El estudio ha sido denunciado como una mala práctica en la investigación sociogenómica y, de hecho, los diseños de investigación de "genes candidatos" se prodigan ahora poco en el ámbito de los estudios sociogenómicos.

Un avance con respecto a esta lógica lo aportan los estudios de asociación del genoma completo (*genome-wide association studies* o *GWAS*). Estas investigaciones utilizan los genomas disponibles para buscar la asociación estadística de cientos de miles de variantes genéticas con cualquier rasgo o comportamiento social. La lógica de estos diseños de investigación basados en *GWAS* es también puramente inductiva y, como los estudios de "genes candidatos", también estos se hallan libres de hipótesis de partida. El verdadero avance que representaron procedía de la mejora en la capacidad de computación propia de los tiempos más recientes. La computación masiva ha permitido la creación de índices sintéticos de determinación genética

del comportamiento social que, ya con cierta frecuencia, se encuentran disponibles en las grandes infraestructuras estadísticas de nuestro tiempo (algunas de las mencionadas en el último apartado de este artículo son un buen ejemplo). Estos índices se conocen como puntuación poligénica (*polygenic genetic scores* o *PGS*). Los *PGS* se derivan de los estudios de asociación del genoma completo y se presentan en la forma de una variable cuantitativa única que resume la predisposición genética a un rasgo o comportamiento particular. Dicho de otra manera, una *PGS* toma en cuenta las pequeñas contribuciones de muchas variantes genéticas para estimar la predisposición genética total de una persona a un rasgo o comportamiento de interés.

Quizás los lectores más exigentes encuentren molesta esta presentación poco crítica con la llamada sociogenómica. De entre los varios matices que deben ser tenidos en cuenta a la hora de hacer justicia a su estado de la cuestión, se exponen a continuación cuatro principales.

- En primer lugar, mientras vivimos en una época de gran ortodoxia en los diseños de investigación, la sociogenómica, con algunas excepciones, ha elevado a la categoría de avance científico puras correlaciones estadísticas. Muchos científicos sociales se centran en la asociación de causas y efectos, y optan por la experimentación como una práctica ya habitual frente a los estudios observacionales o puramente correlacionales sobre los que se había desarrollado la mayor parte de las ciencias sociales. Paradójicamente, esta revolución por la identificación causal, que incluso está empobreciendo la perspectiva teórica de muchas ciencias sociales, convive tranquilamente con la importación de explicaciones genéticas extraordinariamente confusas y solo sustentadas en correlaciones estadísticas.
- En segundo lugar, la mayor parte de las poblaciones sobre las que se ha construido la revolución sociogenómica se encuentran en el norte de Europa (con Islandia como punta de lanza), el Reino Unido y los Estados Unidos. Esto sugiere que aún es pronto para desechar la idea de que la diversidad genética del ser humano esté debidamente controlada en los estudios sociogenómicos.

- En tercer lugar, el tamaño de las muestras es aún insuficiente como para descartar un grado alto de inestabilidad en muchas de las afirmaciones que se pueden realizar en la actualidad.
- En cuarto y último lugar, la lotería genética no es independiente de nuestra suerte. Los procesos de "cierre social" –como, por ejemplo, la rigidez de ciertos mercados matrimoniales– pueden explicar por qué ciertas combinaciones de genes se asociarían estadísticamente con rasgos y comportamientos sociales de éxito.

Por todo ello, es posible que el conocimiento actual sobre la determinación genética del comportamiento esconda aún cierta "heredabilidad oculta". Esta varía considerablemente de acuerdo con las revisiones de la evidencia disponible: 0 por ciento para la altura, un 20 por ciento para el índice de masa corporal, 37 por ciento para la educación, 40 por ciento para la edad al primer nacimiento, y hasta un 75 por ciento para el número de hijos (Tropf *et al.*, 2017). Es probable que muchas de las afirmaciones que ahora hace la sociogenómica solo reflejen la heterogeneidad en la medición de los fenotipos o las interacciones gen-ambiente, más que la heterogeneidad genética. Todo ello sugiere que el siguiente paso en la revolución genómica de las ciencias sociales traerá consigo, por un lado, la ampliación de muestras incorporando más casos y más poblaciones de otros contextos culturales y fenotípicos y, por otro lado, el análisis en profundidad de la interacción gen-ambiente.

En efecto, una de las fuentes de dificultad en el estudio de la determinación genética del comportamiento reside en el hecho de que los mismos genes pudieran expresarse de distinta forma en distintos contextos sociales. La epigenética es el estudio de las diferentes formas en que los genes se expresan según el entorno en el que viven los individuos. Mientras que la genética podría conducir a hacer afirmaciones como que la determinación genética de un comportamiento dado podría explicar una parte de la varianza de su comportamiento social, la epigenética apuntaría a diferencias en la forma en la que una misma dotación genética puede manifestarse.

El gran avance tecnológico que ha permitido incorporar la epigenética al estudio del comportamiento social consistió en documentar la metilación del ADN en poblaciones humanas. Si el ADN puede entenderse como un conjunto de instrucciones para el correcto funcionamiento de las células, la metilación es un límite a la aplicación de algunas de estas instrucciones. Este proceso ocurre cuando se añaden pequeñas etiquetas químicas (llamadas grupos metilo) a ciertas partes del ADN. Aunque estas etiquetas no cambian la secuencia del ADN, pueden bloquear o permitir que se lea y se utilice cada una de las instrucciones que llevan. Así, a través de la metilación, la epigenética social trata de comprender cómo las influencias sociales pueden afectar la expresión génica de aquellas dimensiones de la realidad humana con relevancia social. Si bien esta fuente de conocimiento social se encuentra aún limitada por aspectos relacionados con la calidad de los datos (Evans *et al.*, 2021), su futuro es prometedor.

Para cerrar este apartado, parece lógico poner alguno de los innumerables ejemplos en los que la inclusión de la sociogenómica ha supuesto un significativo progreso en la agenda de las ciencias sociales. Pero, también, y para hacer justicia al potencial de las ciencias sociales tradicionales, conviene ofrecer algún ejemplo más en el que la genómica se haya beneficiado de este contacto. Pongamos, por lo tanto, dos ejemplos. El primero pone de manifiesto cómo las ciencias sociales reciben herramientas hasta ahora no utilizadas en su investigación empírica para avanzar en la frontera del conocimiento. El segundo ilustra cómo los argumentos clásicos de las ciencias sociales están refinando la investigación genómica.

El reciente artículo *The nurture of nature and the nature of nurture: How genes and investments jointly shape children's skills*, de Houmark *et al.* (2024), proporciona evidencia robusta de que tanto los genes como las inversiones parentales juegan roles cruciales en el desarrollo de las habilidades infantiles. De ella se desprende la necesidad de integrar los factores genéticos en los modelos de formación de habilidades para entender mejor las dinámicas del desarrollo infantil, uno de los espacios de mayor crecimiento de las ciencias sociales en lo que va de siglo. Hasta este momento, las razones por las que los padres invierten más en unos hijos que en otros y, más en general, sus estrategias

de inversión en los hijos, se trataban como una especie de caja negra. Tomando como punto de partida modelos ampliamente asumidos en ciencias sociales para el estudio de la formación de habilidades tempranas (Cunha y Heckman, 2007), la investigación de Houmark *et al.*, identifica distintos canales a través de los cuales los genes influyen en la acumulación de habilidades desde el nacimiento hasta los seis años. En su modelo, consideran tres mecanismos principales: el efecto directo de los genes sobre las habilidades, la influencia de los genes del niño en las inversiones parentales (denominado *nurture of nature*) y las asociaciones genéticas familiares, que reflejan las diferencias genéticas en las interacciones parentales. La evidencia proporcionada muestra que los padres tienden a invertir más en niños con factores genéticos elevados, lo que refuerza las diferencias iniciales de habilidades. Este comportamiento de refuerzo se observa más en las etapas tempranas de la vida del niño. Un hallazgo clave del estudio es que las influencias genéticas se acumulan y aumentan con el tiempo. Al principio, los efectos genéticos sobre las habilidades son pequeños, pero a la edad de seis a siete años, un aumento de una desviación estándar en el factor genético del niño se traduce en un aumento de casi 0,2 desviaciones estándar en sus habilidades. Esta acumulación se debe tanto al efecto directo de los genes como al refuerzo parental de las diferencias genéticas iniciales. Estudios como este demuestran que ignorar los factores genéticos conduce a una sobreestimación de los retornos de las inversiones parentales. Además, identifican una heterogeneidad significativa en los retornos de las inversiones según la genética del niño que se escapa a los modelos que omiten los genes. Este enfoque permite identificar cómo los genes y las inversiones interactúan para influir en el desarrollo de habilidades y proporciona una comprensión más completa de los procesos subyacentes.

Pero las ciencias sociales no son solo receptoras netas de los avances que se han producido en otros campos de conocimiento. El segundo ejemplo, referido al emparejamiento selectivo, así lo demuestra. La elección de parejas con características similares –lo que se conoce como emparejamiento selectivo– es una práctica común en la población humana que, si se ignora por los estudios genéticos, puede acarrear sesgos invisibles. Recientemente, Border *et al.* (2022) han conseguido demostrar la influencia del emparejamiento selectivo

en las estimaciones de la correlación genética en varios aspectos socialmente relevantes. Y, naturalmente, este patrón de comportamiento social puede inflar las conclusiones de los estudios sociogenómicos más conservadores. Comparando los genotipos de distintas parejas, los autores evalúan las estimaciones de heredabilidad y las correlaciones genéticas. Por ejemplo, las correlaciones genéticas entre la altura y el índice de masa corporal, y entre la educación y los trastornos psiquiátricos, parecen reflejar en parte el emparejamiento selectivo, lo que sugiere que muchas de las correlaciones genéticas registradas en investigaciones publicadas podrían adolecer de sobreestimación. Los autores sugieren ajustar los modelos genéticos tradicionales para tener en cuenta el emparejamiento selectivo, lo que permitiría obtener estimaciones más precisas y fiables. Al identificar y corregir este sesgo, la investigación básica podría avanzar hacia una comprensión más precisa de la genética humana.

5. ¿CÓMO IMPULSAR ESTE TIPO DE CONOCIMIENTO DE FRONTERA DISCIPLINAR?

Para cerrar este ejercicio de diagnóstico del conocimiento interdisciplinario y la presentación selectiva de algunos ejemplos que ilustran su potencial, conviene hacer una mención a las herramientas que soportan este avance. Al hacerlo, además, se pone de relieve una de las más graves debilidades de nuestra apuesta por la fragmentación estadística en España y que impide que podamos vislumbrar el acceso a información de esta naturaleza en bases de datos con representatividad poblacional.

La mayor parte de los países desarrollados han empezado desde hace ya algunos años a incorporar en su repertorio de variables a disposición de los investigadores biomarcadores y algunas de las herramientas con las que se han podido construir los trabajos aquí discutidos. Gracias a los sistemas digitales, es posible recolectar y analizar estos datos a gran escala y con una precisión sin precedentes. Por economía del espacio me centraré en uno de los ejemplos más relevantes, el de *Understanding Society: The UK household longitudinal study* en el Reino Unido, una de las mayores y más ambiciosas encuestas longitudinales del mundo. Este estudio sigue a

miles de individuos a lo largo del tiempo, recopilando datos detallados sobre varios aspectos de sus vidas, con el fin de mejorar la comprensión de los cambios en la sociedad del Reino Unido y cómo estos afectan a los individuos y a las familias. La propia web¹ del estudio incorpora múltiples ejemplos de la utilidad de esta macroinfraestructura estadística, tanto en el terreno de la investigación básica como en el de la investigación aplicada y la transferencia de conocimiento, también en las políticas públicas.

Desde la primera ola del estudio se han formulado preguntas sobre la salud general de los participantes. En las segunda y tercera olas se han realizado evaluaciones de salud a cargo de enfermeras registradas, recolectando medidas biomédicas de aproximadamente 20.000 adultos. Estas medidas incluyen presión arterial, peso, altura, circunferencia de la cintura, grasa corporal, fuerza de agarre y función pulmonar. Además, se han tomado muestras de sangre para obtener datos de biomarcadores tales como niveles de grasa en la sangre (colesterol y triglicéridos), indicadores de diabetes (hemoglobina glucosilada HbA1c), medidas de inflamación y del sistema inmunológico (proteína C-reactiva de alta sensibilidad, fibrinógeno y seropositividad para CMV), indicadores de anemia (hemoglobina y ferritina), hormonas anabólicas (testosterona, DHEAs, IGF-1) o información sobre la salud cardiometabólica y diversos procesos neurológicos. Es importante destacar que desde hace unos años se incluye información para la construcción de relojes epigenéticos, entre la que destacan las puntuaciones poligénicas.

El avance más decisivo se ha producido en la ola 16, que comenzó a recoger información a principios de 2024, recolectando más datos biológicos. En términos de genética y epigenética, se ha realizado un escaneo del genoma en muestras de ADN de aproximadamente 10.000 personas, y un perfil de metilación en muestras de ADN de alrededor de 3.650 individuos.

Understanding Society aporta un ejemplo destacado de herramientas avanzadas que combinan la recolección de datos socioeconómicos y de salud con biomarcadores aprovechando las capacidades y la accesibilidad de la tecnología de datos. Otros estudios internacionales, como el *Health and Retirement Study (HRS)* en Estados

Unidos, el *English Longitudinal Study of Ageing (ELSA)* en Reino Unido, el *Survey of Health, Ageing and Retirement* en diversos países europeos (*SHARE*), el *China Health and Retirement Longitudinal Study (CHARLS)* y el *Korean Longitudinal Study of Aging (KLoSA)*, también integran datos socioeconómicos y de salud con diversas combinaciones de biomarcadores. Estos estudios permiten un análisis integral de la salud y el bienestar poblacional, incluyendo muestras de sangre y medidas físicas. Los estudios de cohorte infantil más importantes del mundo también han optado por este modelo. Algunos ejemplos como el *Avon Longitudinal Study of Parents and Children (ALSPAC)*, el *Generation R Study*, el *Growing Up in Ireland (GUI)*, el *Early Childhood Longitudinal Study (ECLS)* y el *Millennium Cohort Study (MCS)*, recopilan datos exhaustivos sobre el desarrollo físico, emocional y socioeconómico de los niños, incorporando asimismo biomarcadores y datos genéticos.

Los que se han mencionado aquí solo son algunos de ejemplos de cómo muchas infraestructuras estadísticas, acompañadas de los avances científicos y tecnológicos, están adaptándose a la revolución esbozada en este artículo. Frente a ellas, España ha optado por un modelo de producción de estadística social que no cuenta con herramientas comparables, lo que limitará su capacidad para contribuir a estos avances en los próximos años. Nuestra apuesta por un sistema muy fragmentado de pequeñas operaciones estadísticas (en el que predominan las encuestas transversales, a menudo de una sola ola) debería ser superado con valentía por los principales agentes promotores de la estadística social y la investigación en ciencias sociales. De lo contrario, seguiremos anclados en la costumbre de que otros innoven para conocerlos a nosotros mismos.

BIBLIOGRAFÍA

- BOGAARD, A., ORTMAN, S., BIRCH, J., QUEQUEZANA, G. C., CHIRIKURE, S., CREMA, E. R., CRUZ, P., FEINMAN, G., FOCHESATO, M., GREEN, A. S., GRONENBORN, D., HAMEROW, H., JIN, G., KERIG, T., LAWRENCE, D., MCCOY, M. D., MUNSON, J., ROSCOE, P., ROSENSTOCK, E., ... KOHLER, T. A. (2024). The global dynamics of inequality (GINI) project: Analysing archaeological housing data. *Antiquity*, 98(397), e6.

¹ <https://www.understandingsociety.ac.uk/>

CASPI, A., McCCLAY, J., MOFFITT, T. E., MILL, J., MARTIN, J., CRAIG, I. W., TAYLOR, A., y POULTON, R. (2002). Role of genotype in the cycle of violence in maltreated children. *Science*, 297(5582), 851–854.

CUNHA, F., y HECKMAN, J. J. (2007). Identifying and estimating the distributions of ex post and ex ante returns to schooling. *Labour Economics*, 14(6), 870–893.

DAMANN, T. J., SIOW, J., y TAVITS, M. (2023). Persistence of gender biases in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 120(12), e2213266120.

DESMOND, M., y WESTERN, B. (2018). Poverty in America: New directions and debates. *Annual Review of Sociology*, 44(1), 305–318.

EVANS, L., ENGELMAN, M., MIKULAS, A., y MALECKI, K. (2021). How are social determinants of health integrated into epigenetic research? A systematic review. *Social Science & Medicine*, 273, 113738.

HOUMARK, M. A., RONDA, V., y ROSHOLM, M. (2024). The nurture of nature and the nature of nurture: How genes and investments interact in the formation of skills. *American Economic Review*, 114(2), 385–425.

KATSNELSON, A. (2015). The neuroscience of poverty. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(51), 15530–15532.

KOHLER, T. A., SMITH, M. E., BOGAARD, A., FEINMAN, G. M., PETERSON, C. E., BETZENHAUSER, A., PAILES, M., STONE, E. C., MARIE PRENTISS, A., y DENNEHY, T. J. (2017). Greater post-Neolithic wealth disparities in Eurasia than in North America and Mesoamerica. *Nature*, 551(7682), 619–622.

LALUEZA-Fox, C. (2022). *Inequality: A genetic history*. Mit Press.

MANI, A., MULLAINATHAN, S., SHAFIR, E., y ZHAO, J. (2013). Poverty impedes cognitive function. *Science*, 341(6149), 976–980.

McEWEN, B. S. (1998). Stress, adaptation, and disease: Allostasis and allostatic load.

Annals of the New York Academy of Sciences, 840(1), 33–44.

MILLS, M. C., y TROPE, F. C. (2020). Sociology, genetics, and the coming of age of sociogenomics. *Annual Review of Sociology*, 46(Volume 46, 2020), 553–581.

MISIAK, B., STAŃCZYKIEWICZ, B., PAWLAK, A., SZEWCUK-BOGUSŁAWSKA, M., SAMOCHOWIEC, J., SAMOCHOWIEC, A., TYBURSKI, E., y JUSTER, R.-P. (2022). Adverse childhood experiences and low socioeconomic status with respect to allostatic load in adulthood: A systematic review. *Psychoneuroendocrinology*, 136, 105602.

MITTKI, A., MASSY, K., KNIPPER, C., WITTENBORN, F., FRIEDRICH, R., PFRENGLE, S., BURRI, M., CARLICH-WITJES, N., DEEG, H., FURTWÄNGLER, A., HARBECK, M., VON HEYKING, K., KOCUMAKA, C., KUCUKKALIPCI, I., LINDAUER, S., METZ, S., STASKIEWICZ, A., THIEL, A., WAHL, J., ... KRAUSE, J. (2019). Kinship-based social inequality in Bronze Age Europe. *Science*, 366(6466), 731–734.

MULLAINATHAN, S., y SHAFIR, E. (2013). *Scarcity: Why having too little means so much*. Macmillan.

POLDERMAN, T. J., BENYAMIN, B., DE LEEUW, C. A., SULLIVAN, P. F., VAN BOCHOVEN, A., VISSCHER, P. M., y POSTHUMA, D. (2015). Meta-analysis of the heritability of human traits based on fifty years of twin studies. *Nature Genetics*, 47(7), 702–709.

POLLAK, S. D., y WOLFE, B. L. (2020). How developmental neuroscience can help address the problem of child poverty. *Development and Psychopathology*, 32(5), 1640–1656.

SCHULZ, A. J., MENTZ, G., LACHANCE, L., JOHNSON, J., GAINES, C., e ISRAEL, B. A. (2012). Associations between socioeconomic status and allostatic load: Effects of neighborhood poverty and tests of mediating pathways. *American Journal of Public Health*, 102(9), 1706–1714.

STECKEL, R. H., LARSEN, C. S., ROBERTS, C. A., y BATEN, J. (Eds.). (2018). *The backbone of Europe: Health, diet, work and violence over two millennia*. Cambridge University Press.

TROPF, F. C., LEE, S. H., VERWEIJ, R. M., STULP, G., VAN DER MOST, P. J., DE VLAMING, R., BAKSHI, A., BRILEY, D. A., RAHAL, C., HELLPAP, R., ILIADOU, A. N., ESKO, T., METSPALU, A., MEDLAND, S. E., MARTIN, N. G., BARBAN, N., SNIEDER, H., ROBINSON, M. R., y MILLS, M. C. (2017). Hidden heritability due to heterogeneity across seven populations. *Nature Human Behaviour*, 1(10), 757–765.

PANORAMA SOCIAL

Números publicados

2005

- N.º 1. España 2005: Debates y procesos sociales
- N.º 2. Dependencia y autonomía personal: Dilemas y compromisos

2006

- N.º 3. Infancia y juventud: Nuevas condiciones, nuevas oportunidades
- N.º 4. Envejecimiento y pensiones: La reforma permanente

2007

- N.º 5. El medio ambiente a principios del siglo XXI: ¿Crisis o adaptación?
- N.º 6. La reforma de la Universidad: Vectores de cambio

2008

- N.º 7. Las claves de la sanidad futura: Investigación y gestión
- N.º 8. Inmigrantes en España: Participación y convivencia

2009

- N.º 9. Tercer Sector y voluntariado
- N.º 10. Familias en transformación

2010

- N.º 11. Envejecimiento, adaptación y cambio social
- N.º 12. Empleo, desempleo y pobreza

2011

- N.º 13. Retos actuales de la sociedad española
- N.º 14. El ocio de los españoles

2012

- N.º 15. Generaciones y relaciones intergeneracionales
- N.º 16. Imagen y presencia exterior de España

2013

- N.º 17. La ciudadanía europea en la encrucijada
- N.º 18. Las nuevas tecnologías y su impacto social

PANORAMA SOCIAL

Números publicados

2014

- N.º 19. Comida y alimentación: hábitos, derechos y salud
- N.º 20. Pobreza infantil

2015

- N.º 21. Educación, investigación e innovación, bases de un modelo productivo de futuro
- N.º 22. Un balance social de la crisis

2016

- N.º 23. Retos demográficos
- N.º 24. El nuevo escenario migratorio en España

2017

- N.º 25. Las desigualdades digitales. Los límites de la Sociedad Red
- N.º 26. La inclusión de las personas con discapacidad en España

2018

- N.º 27. Brechas de género
- N.º 28. Envejecimiento de la población, familia y calidad de vida en la vejez

2019

- N.º 29. Pobreza y rentas mínimas
- N.º 30. Opinión pública y encuestas

2020

- N.º 31. El campo y la cuestión rural: la despoblación y otros desafíos
- N.º 32. Ciudades: luces y sombras de un mundo cada vez más urbano

2021

- N.º 33. Los estragos sociales de la pandemia ante el horizonte post-COVID
- N.º 34. El trabajo y el empleo del futuro: debates, experiencias y tendencias

2022

- N.º 35. Educación financiera en España: balance y perspectivas
- N.º 36. Energía y sociedad: perspectivas sobre la transición energética en tiempo de crisis

2023

- N.º 37. Economía y sociedad
- N.º 38. La crisis de salud mental: más allá de las estadísticas

PUBLICACIONES DE FUNCAS

Últimos números publicados:

PAPELES DE ECONOMÍA ESPAÑOLA

N.º 180. Desafíos y oportunidades para el futuro de la educación superior

PANORAMA SOCIAL

N.º 38 La crisis de salud mental: más allá de las estadísticas

CUADERNOS DE INFORMACIÓN ECONÓMICA

N.º 301. Y, sin embargo, se mueve

SPANISH ECONOMIC AND FINANCIAL OUTLOOK

Vol. 13, N.º 4 (2024). Assessing the impact of interest rate changes across the Spanish financial sector

PAPELES DE ENERGÍA

N.º 25. Junio 2024

ESTUDIOS DE LA FUNDACIÓN

N.º 103. Una evaluación de las opciones de reforma del mercado eléctrico europeo y una propuesta pragmática
José Pablo Chaves Ávila; Rafael Cossent; Tomás Gómez San Román; Pedro Linares Llamas;
Paolo Mastropietro; Michel Rivier; Pablo Rodilla

LIBROS

Predicción y decisiones económicas con Big Data

Daniel Peña; Pilar Poncela; Eva Senra

PRECIO DE LAS PUBLICACIONES

AÑO 2024

Publicación	Suscripción		
	Suscripción anual	Edición papel (euros)	Gastos de envío (euros)
Papeles de Economía Española	4 números	55	España 8 Europa 40 Resto del mundo 80
Cuadernos de Información Económica	6 números	45	España 12 Europa 60 Resto del mundo 120
Panorama Social	2 números	25	España 4 Europa 20 Resto del mundo 40
Spanish Economic and Financial Outlook	6 números	35	España 12 Europa 60 Resto del mundo 120
Papeles de Energía	4 números	25	España 8 Europa 40 Resto del mundo 80
Publicaciones no periódicas (Libros, Estudios...) disponibles solamente en formato digital gratuito.			

Los precios incluyen el IVA.

Forma de pago: domiciliación bancaria, transferencia bancaria.

Descuento editorial: 10 % a bibliotecas, librerías y agencias.

Todas nuestras publicaciones se pueden descargar, de forma gratuita, en www.funcas.es

<http://www.funcas.es/Publicaciones>

publica@funcas.es

Pedidos e información:

Funcas
Caballero de Gracia, 28
28013 Madrid
Teléfono: 91 596 57 18
Fax: 91 596 57 96
publica@funcas.es
www.funcas.es

ISSN 2254 - 3449



9771699685007