



Apuntes

Una nota sobre el estado de la inteligencia artificial en España

LUIS MORENO-IZQUIERDO
JESÚS NAVARRO-NAVARRO
MARÍA NÚÑEZ-ROMERO
ALEXANDRE PERETÓ-ROVIRA

Apuntes 2022/13
Mayo de 2022

fedea

Las opiniones recogidas en este documento son las de sus autores y no coinciden necesariamente con las de Fedea.

Una nota sobre el estado de la inteligencia artificial en España

**Luis Moreno-Izquierdo, Jesús Navarro-Navarro, María Núñez-Romero
y Alexandre Peretó-Rovira**

*Grupo de Investigación Economía de la Innovación y de la Inteligencia Artificial (ECO-IA,
Universidad de Alicante)*

Mayo de 2022

Resumen:

En este trabajo se presenta el reto que España y Europa tienen ante la nueva ola tecnológica, la de la inteligencia artificial. El análisis permite observar una doble brecha en materia de innovación: la existente entre Europa y Estados Unidos y China, y entre la Europa más innovadora y la más retrasada. España, que parte de posiciones muy rezagadas en indicadores relevantes para el desarrollo de la IA, deberá proponer soluciones propias y aprovechar las iniciativas europeas, como los fondos Next Generation, para la renovación del tejido productivo y una especialización más innovadora. Concluimos que esta es la única forma de abordar económicamente con garantías las próximas décadas.

Abstract:

This paper presents the challenge facing Spain and Europe in the face of the new technological wave, that of artificial intelligence. We observe a double gap in innovation: between Europe and the United States and China, and between the most innovative Europe and the most backward Europe. Spain, which starts from a very backward position in relevant indicators for the development of AI, should propose its own solutions and take advantage of European initiatives, such as the Next Generation funds, for the renewal of the productive fabric and a more innovative specialization. As we conclude, this is the only way to approach the coming decades with economic guarantees.

Palabras Clave: España, Unión Europea, inteligencia artificial, digitalización.

Clasificación JEL: O14, O32, O33

1. Introducción.

La economía española se enfrenta a importantes retos para su futuro como país desarrollado. La inteligencia artificial (IA) está cambiando las reglas del juego de la economía y todos aquellos países que no quieran quedarse atrás deberán afrontar un intenso proceso de modernización tecnológica. Por este motivo, Estados Unidos, Canadá, China o Corea del Sur, llevan desde 2016 trabajando en la implementación de planes estratégicos vinculados a esta tecnología, estrategia que también ha seguido la Unión Europea en los últimos años.

Sin embargo, ni España ni los países de nuestro entorno parecen haber adoptado las medidas necesarias hasta la fecha como para liderar la apuesta por la IA en ningún ámbito (industrial, administrativo, educativo, científico...). Como veremos más adelante, si nos comparamos con los líderes tecnológicos, los países europeos estamos bastante retrasados en indicadores clave como son la investigación y formación en talento digital, la inversión empresarial en empresas de alta tecnología, o la transferencia de tecnología en IA. De hecho, tal y como apuntan Moreno-Izquierdo y Pedreño-Muñoz (2020), el único liderazgo que se atribuye la UE es en el plano normativo (el llamado “Efecto Bruselas” - Bradford, 2020), que garantiza una mayor privacidad en materia digital a los ciudadanos europeos, aunque no permite cerrar la brecha tecnológica. Como se propondrá en este trabajo, solo una fuerte especialización sectorial y una estrategia coordinada entre el conjunto de Europa serían una condición necesaria para poder avanzar más rápido que los líderes asiáticos y Estados Unidos.

En el caso concreto de España, como país poco innovador dentro de Europa, para aprovechar este momento de cambio tecnológico deberá impulsar cambios en su estructura empresarial, con un alto predominio de PYMES, escasa capacidad de inversión y bajos niveles de productividad. La cooperación a tres bandas, entre las Administraciones Públicas, las empresas y la academia, puede ser la clave para impulsar un proceso de generación y absorción del conocimiento innovador que multiplique nuestras opciones de éxito. En este contexto de cambio, el COVID-19, y en particular los fondos Next Generation articulados por la Comisión Europea, pueden suponer un antes y un después en el proceso de digitalización del sector privado en España.

Para abordar todos estos temas, este trabajo se estructura en tres apartados. En el primero se analiza si, en el contexto de la estrategia seguida por la UE en materia de IA, el ecosistema innovador español está sabiendo aprovechar las ventajas de la nueva ola tecnológica. A continuación, se pone en valor el punto de partida de España en base a diferentes indicadores

de IA. Por último, se realizan algunas consideraciones sobre la aceleración digital que está viviendo España y el mundo tras la pandemia.

2. La estrategia europea en Inteligencia Artificial: ¿una oportunidad para España?

En la actualidad la economía española, al igual que el resto del mundo más desarrollado, está afrontando un importante proceso de transformación social y económica derivada de la creciente implementación de la IA (Dirican, 2015). Pero en este proceso surge la pregunta de cómo puede competir una economía como la española contra potencias del tamaño de Estados Unidos y China. En el plano tecnológico, como también nos ha mostrado el reciente conflicto con Rusia, solo una alineación estratégica entre socios europeos, uniendo esfuerzos y buscando complementariedades, podría dar resultados (Van Roy, 2020).

Tras el Plan coordinado sobre la inteligencia artificial elaborado por la Comisión Europea (CE) en 2018¹, se asentó un primer compromiso para invertir al menos 1.000 millones de euros anuales del presupuesto comunitario en esta tecnología durante el periodo 2021-2027 canalizando la inversión a través de los programas Europa Digital² y Horizon Europe³. El objetivo a alcanzar durante esta década sería de 20.000 millones anuales de inversión europea en IA, de los cuales 7.000 millones de euros corresponderían al sector público. Para poner en contexto estas cifras, en el año 2020 el gobierno de los Estados Unidos ya destinaba más de 5.000 millones de dólares en inversión en IA. En concreto, 1.118 millones de dólares en inversión en IA de uso civil⁴ y 4.022 millones de dólares en IA de uso militar. En el caso europeo, todo el esfuerzo inversor estaría dirigido al uso civil y enfocado especialmente a sectores que la CE considera claves para la competitividad europea como son el sector salud, la robótica, la agricultura y los transportes⁵.

Además, la CE reconoce la carencia de gigantes tecnológicos europeos y alinea su estrategia a las necesidades del sector IA europeo, especialmente conformado por pymes. Por ello, se crean polos tecnológicos (*Digital Innovation Hubs, DIH*) enfocados al fomento de la innovación en

¹ eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:52018DC0795&from=DA

² <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/digital-programme>

³ https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe_en

⁴ <https://trumpwhitehouse.archives.gov/wp-content/uploads/2017/12/Artificial-Intelligence-Quantum-Information-Science-R-D-Summary-August-2020.pdf>

⁵ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52019DC0168&from=PT>

IA por parte de las pymes. Para el caso español, desde el 2020 se han desarrollado nueve DIH repartidos por las comunidades autónomas de Galicia, Asturias, Navarra, Castilla la Mancha, la Comunidad Valenciana, la Rioja y Canarias⁶. Además, estos centros tienen como principal objetivo el impulso en la comercialización de los desarrollos de IA europea, lo cual retroalimenta la inversión pública-privada.

Por su parte, la estrategia española en IA pretende dedicar 600 millones de euros en inversión pública durante el periodo 2021-2023⁷, a lo que debemos sumar otros fondos como los 4.000 millones de euros que la iniciativa Next Tech⁸ intenta movilizar mediante el Instituto de Crédito Oficial (ICO), la colaboración público-privada y el capital riesgo español. Esta dotación supone una iniciativa única para que España se convierta en un polo de creación y atracción de *startups* tecnológicas especializadas en IA.

La estrategia española, al igual que la europea, identificó como claves los sectores de la movilidad, la industria agroalimentaria y la salud. Sin embargo, la estrategia española, a diferencia de la europea, sustituye el sector de la robótica por el sector turístico como sector clave para el futuro de su economía. Todas estas industrias, con un importantísimo peso en nuestro tejido productivo, pueden experimentar un fuerte impulso productivo gracias a la IA, por lo que España dispone de una importante oportunidad para marcar una clara senda de crecimiento en los próximos años. De hecho, por citar un ejemplo, según datos de la estrategia española en IA, en el año 2018 el 18,9% de las pymes y grandes empresas del sector transporte ya habían utilizado la IA en sus procesos. Asimismo, las Administraciones Públicas españolas utilizan IA en diversos procesos, como el análisis de datos de tributación o en procesos de simplificación y mejora de la seguridad aduanera.

Aun así, la industria española en su conjunto cuenta con un importante margen para la mejora de sus procesos y productos. En esta línea, el informe *European enterprise survey on the use of technologies based on Artificial Intelligence (AI)* (Gosse, 2020) indica que España está dos puntos porcentuales por debajo de la media de la UE-27 en la implementación de IA en las empresas. Al mismo resultado lleva el trabajo de Peretó-Rovira y otros (2020) tras una comparativa entre España y los principales líderes tecnológicos en un conjunto de variables relacionadas con el impulso de la IA.

⁶ <https://www.industriaconectada40.gob.es/SiteCollectionDocuments/DIH-Catalogue-Madrid.pdf>

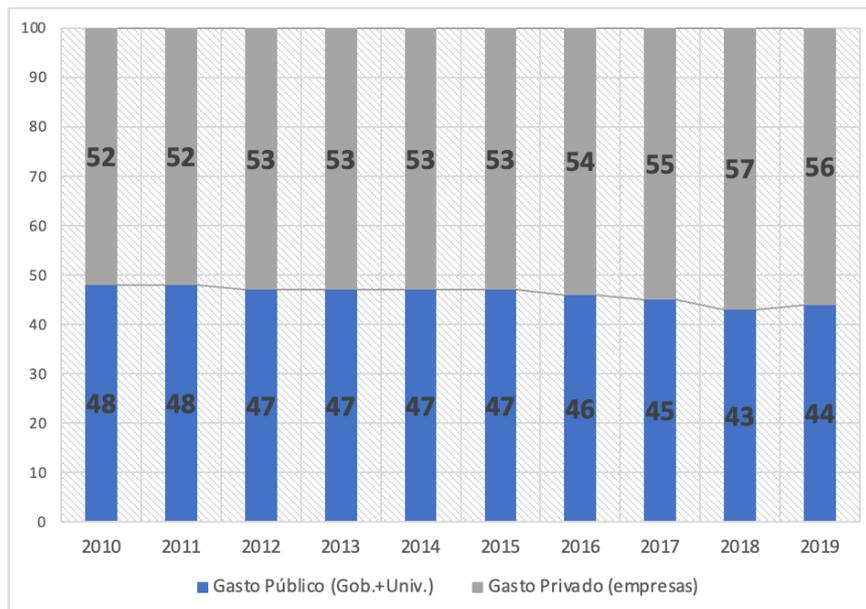
⁷ <https://portal.mineco.gob.es/es-es/ministerio/areas-prioritarias/Paginas/inteligencia-artificial.aspx>

⁸ <https://portal.mineco.gob.es/es-es/comunicacion/Paginas/210719-fondo-next-tech.aspx>

En ese contexto, los fondos vinculados a los planes Next Generation pueden dar un impulso trascendental para la transformación tecnológica de España y, en general, de Europa. Un impulso sin precedentes que no sólo debe facilitar la digitalización y modernización de nuestra economía, sino que además debe permitir financiar el desarrollo de un ecosistema de inversión dinámico centrado en la alta tecnología, quizá el *gap* más relevante con respecto a la estrategia de impulso chino y estadounidense.

Sin embargo, la oportunidad que pueda tener España para posicionarse como país de relevancia en el proceso de transformación generado por la cuarta revolución industrial va a depender de la capacidad de absorción tecnológica que las empresas aquí radicadas y el resto de los agentes del sistema innovador español presenten. De acuerdo con los últimos datos publicados sobre las actividades vinculadas a la investigación científica y desarrollo tecnológico, el gasto en I+D en 2020 creció un 5,5 por 100 respecto al año 2018, con un I+D privado ganando peso (Gráfico 1).

Gráfico 1: Porcentaje de la inversión en I+D pública y privada en España, 2009-2019.

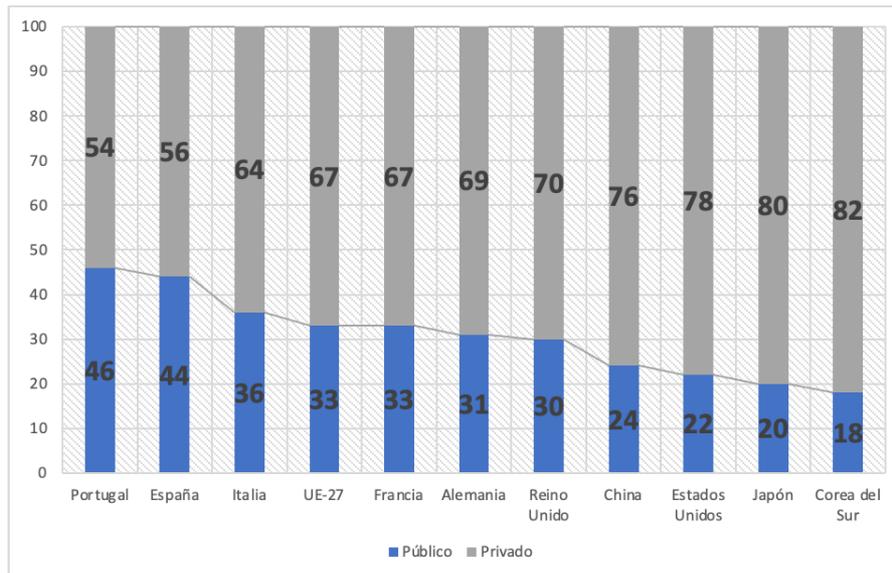


Fuente: Science and Technology Indicators, OCDE (CES, 2020).

Sin embargo, como es bien conocido, el gasto en I+D sobre PIB (1,41% en 2020) queda muy lejos del 2% marcado en la Estrategia Europa 2020 (CES, 2020), situándose por debajo de la media de UE-27 y muy alejado de economías como China, EEUU, Japón o Corea del Sur, que están reforzando su posición innovadora en los últimos años (Gráficos 2 y 3). Uno de los motivos de esta debilidad en materia de innovación es la estructura empresarial española, con importante predominio de pymes y empresas de gestión familiar. Este tipo de empresas son

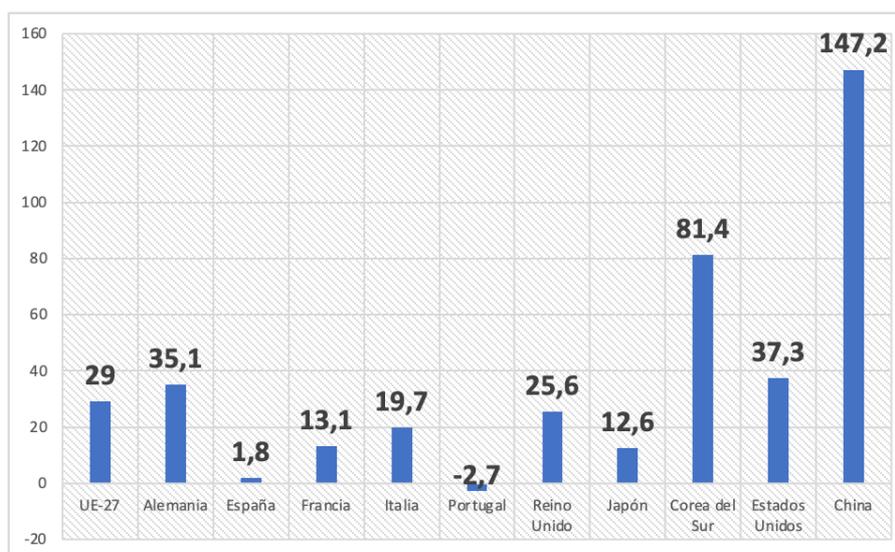
más conservadoras y están menos dispuestas a asumir riesgos derivados de incorporar nuevas actividades, además de tener más difícil el acceso al crédito, observándose amplias diferencias en las estrategias innovadoras (De Massis y otros, 2013). Este hecho provoca que el tejido productivo español presente un importante retraso en lo referente a su posición digital, sobre todo en términos de tecnologías más avanzadas.

Gráfico 2: Porcentaje de la inversión en I+D pública y privada en diferentes países de referencia (2019).



Fuente: Science and Technology Indicators, OCDE (CES, 2020).

Gráfico 3: Tasa de variación de la inversión en I+D respecto al PIB 2009-2019.



Fuente: Science and Technology Indicators, OCDE (CES, 2020).

Esta cuestión es muy preocupante en un momento en el que se están asentando los cimientos de la “nueva geografía de la innovación” con el posicionamiento de las economías en las redes innovadoras mundiales. Para aprovechar la oportunidad que brinda la IA, la cooperación en los procesos de generación y absorción de la innovación entre los agentes económicos dentro de los ecosistemas de innovación es un instrumento relevante en esta nueva geografía. Ello es cierto tanto en Estados Unidos (Hobbs y otros, 2020) y China (Etzkowitz y Zhou, 2018), como en la UE, que ha recomendado a sus Estados Miembros impulsar políticas para el desarrollo de una innovación colaborativa entre los agentes que integran los sistemas de innovación, con la finalidad de fortalecer las estrategias y romper barreras. En concreto, la iniciativa *Digital Innovation Hubs*⁷ tiene el propósito de facilitar el acceso de cualquier tipo de empresa, con especial énfasis en las pymes, a centros de innovación que permitan a estas organizaciones mejorar su competitividad mediante la utilización de IA para el desarrollo de sus procesos, productos y servicios.

De esta manera, la UE trabaja en la creación de grandes ecosistemas empresariales innovadores compuestos principalmente por una amplia red de pymes cuyas sinergias puedan permitir a las industrias europeas hacer frente y competir con los gigantes tecnológicos extranjeros. Esta estrategia no es nueva, ya que las organizaciones de cooperación en innovación en la UE tienden a ser utilizadas como potenciales impulsores del desarrollo territorial y son promovidas en las políticas de innovación y desarrollo regional (Poonjan y Tanner, 2020). Sin embargo, se están ampliando y fortaleciendo dado el impacto positivo que han demostrado los ecosistemas innovadores donde se involucra a universidades y otros centros de investigación (Squicciarini, 2008; Yang y otros, 2009). De hecho, en España se ha observado una relación lineal entre la pertenencia a una red de innovación y los resultados innovadores de una empresa (Vásquez-Urriago y otros, 2014),

Cabe destacar que los ecosistemas de innovación donde se producen los procesos de cooperación son heterogéneos (Núñez-Romero, 2019) en cuanto a tamaño, cobertura geográfica, infraestructuras y participación de actores. De hecho, la heterogeneidad dentro de los ecosistemas de innovación y la falta de estandarización de la evaluación de los procesos innovadores dificultan ofrecer un modelo de medición de impacto de la cooperación entre empresas y otros agentes innovadores (Albahari y otros, 2013; Albahari y otros., 2017; Chiou y otros, 2011). En el caso de España, las Comunidades Autónomas tienen transferidas parte de las competencias en I+D, reflejando una gran diversidad de políticas entre ellas (Núñez-Romero y Serrano-Estrada, 2020). De ellas depende que los agentes involucrados en el proceso

innovador (sistema financiero, inversores privados, empresarios, etc.) canalicen en comunidades de empresas innovadoras, con capacidad de absorber el conocimiento necesario para hacer frente a la cuarta revolución y mejorar la posición competitiva de las regiones.

3. La posición de España en los indicadores de inteligencia artificial.

Antes de analizar el estado de la cuestión de la IA en España, es imprescindible entender cómo la literatura está avanzando en la cuestión metodológica. El interés por la IA, considerada como una tecnología “de propósito general” (es decir, con gran capacidad de impacto), está resultando en interesantes propuestas de medición sobre su desarrollo a nivel mundial. Un ejemplo lo tenemos en Babina y otros (2021), quienes proponen utilizar la fuerza de trabajo específica en una economía ocupada en materias relacionadas con la IA y las tecnologías derivadas (como el aprendizaje automático y profundo) respecto al total de la población ocupada. Por su parte, Khanthawithoon y otros (2021) estiman el impacto de la IA en el crecimiento económico mediante la suma de las inversiones en empresas relacionadas con esta tecnología, las exportaciones de alta tecnología y la inversión en educación en línea, mientras que Szczepanski (2019), en su trabajo para el Parlamento Europeo, usan las patentes en IA.

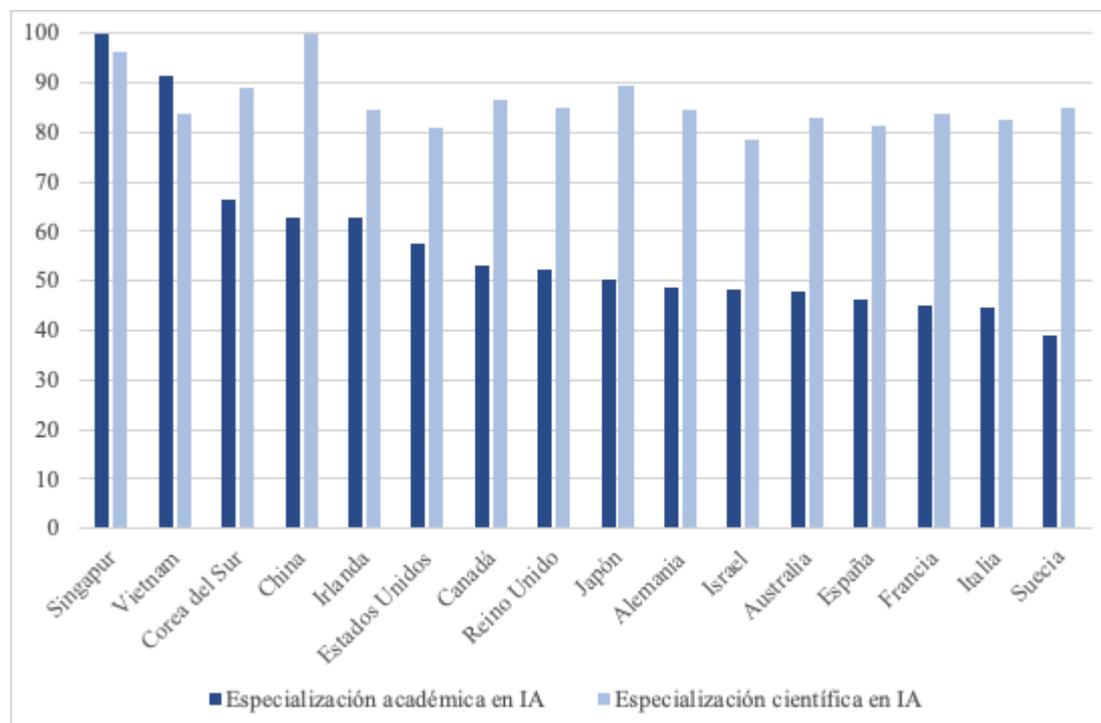
Como es imposible atender a todos estos trabajos, nos centraremos en dos muy concretos. El primero de ellos, que destaca por su anticipación, fue desarrollado por Bughin y otros (2017) para la consultora McKinsey, realizando una primera estimación sobre el esfuerzo realizado por el conjunto de países para ejecutar estrategias en materia de IA. Para ello parten de la inversión privada en esta tecnología, destacando ya entonces una importante y creciente brecha tecnológica entre Europa con respecto a las potencias tecnológicas del siglo XXI, concretamente China y Estados Unidos. En números concretos, la inversión europea (sumando la I+D corporativa y *venture capital*) alcanzaba 4.000 millones de dólares, por 12.000 millones de Asia y 23.000 millones de Estados Unidos

En el segundo de los trabajos a destacar, Peretó-Rovira y otros (2020) llevan a cabo una recolección de variables relacionadas específicamente con la llamada cuarta revolución industrial, buscando ordenar los países según su apuesta por la IA. En este trabajo vuelve a ponerse de manifiesto la situación preocupante del conjunto de la UE, pero de forma particular de los países mediterráneos, entre los que se encuentra España, que son los que salen peor parados. A partir de los indicadores de este trabajo podemos encontrar graves déficits

tecnológicos de la economía española, que parte de posiciones de retraso en casi todos los indicadores relacionados con la apuesta por la IA.

Por ejemplo, el Gráfico 4 muestra la distancia existente en relación a la especialización científica entre España y los líderes globales. De este indicador, medido como la relación entre los artículos en revistas de investigación relacionados con la IA respecto al total de artículos publicados en cada país, España obtiene peor puntuación que el resto de los países europeos en la muestra (Italia, Francia, Irlanda, Reino Unido, Alemania y Suecia), mostrando el trabajo que debe hacerse en materia científica. Un resultado similar aparece en el caso de la especialización académica, medida como la nota media obtenida en matemáticas en el informe PISA. Esta variable, de suma importancia dada la alta correlación existente entre la formación preuniversitaria y la especialización profesional, vuelve a estar liderada por los países asiáticos (Singapur, Vietnam, Corea del Sur, China), ocupando España la cuarta posición por la cola de los dieciséis países seleccionados. Como puede verse a partir de estos dos factores seleccionados, Asia, y en especial China, están mostrando un empeño muy notable por contar con talento para garantizar un salto en materia de digitalización (Yoshinaga, 2017).

Gráfico 4. Especialización científica y académica en IA (2020)

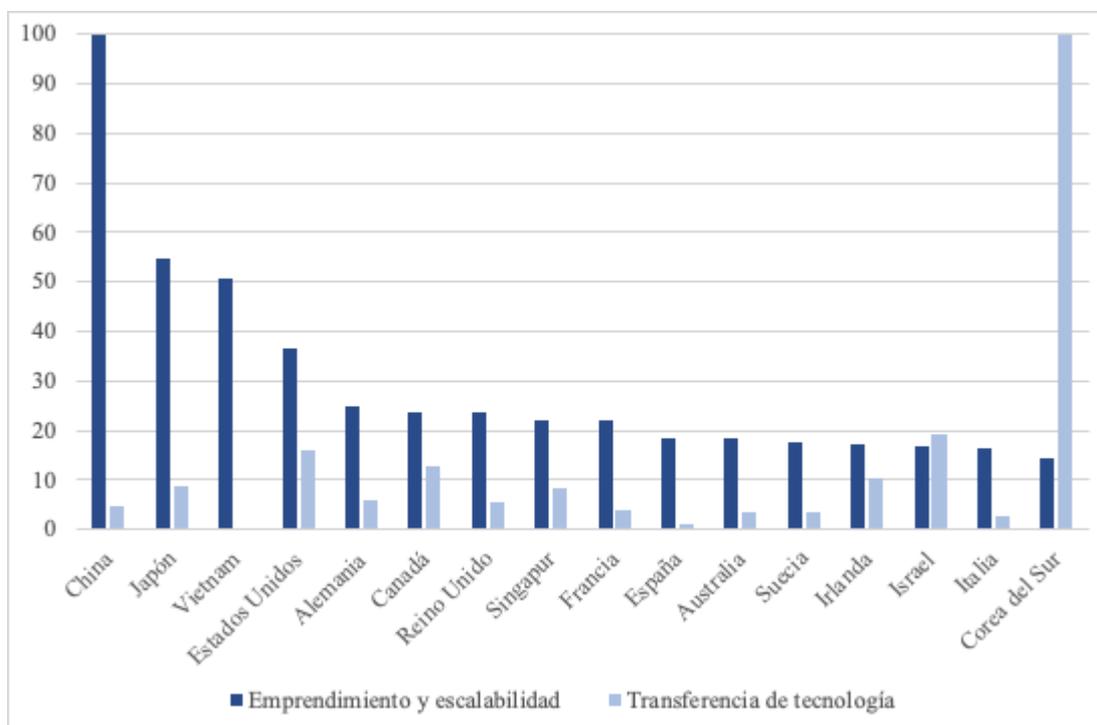


Nota: El índice toma valor 100 para el país con mayor grado de especialización, científica o académica, en IA.

Fuente: realización propia a partir de Peretó-Rovira y otros (2020)

Otros indicadores en los que podemos apoyarnos para comprender mejor el momento en el que se encuentra España son aquellos que nos presentan la especialización empresarial en los sectores de la IA (Gráfico 5). En este sentido, la ratio de emprendimiento y escalabilidad, descrita en Peretó-Rovira y otros (2020) como el porcentaje de empresas ocupadas en materias de la IA que alcanzaban al menos 50 empleados, vuelve a mostrar la ventaja asiática, y más concretamente, la china, japonesa y vietnamita, seguidas de EE.UU. y con España de nuevo rezagada. Lo mismo ocurre con el volumen de patentes de conocimiento relacionado con la IA por millón de habitantes, liderado por Corea del Sur, que multiplica por seis los valores de las potencias perseguidoras.

Gráfico 5. Especialización empresarial en IA (2020)



Nota: El índice toma valor 100 para el país con mayor especialización empresarial en IA, bien en términos de emprendimiento y escalabilidad o bien en términos de transferencia de tecnología.

Fuente: realización propia a partir de Peretó-Rovira y otros (2020)

Estas diferencias en materia científica, académica y empresarial entre España, y en general de la UE, con respecto a las líderes tecnológicas (Estados Unidos y los países asiáticos) están provocadas por diversos factores que requieren reinterpretar la política tecnológica europea, tal y como se señala en Moreno-Izquierdo y Pedreño-Muñoz (2020). En primer lugar, destaca la falta de especialización industrial europea, carente de gigantes tecnológicos y de financiación suficiente para *startups*. Aunque se están poniendo en marcha políticas más que interesantes para avanzar en esta materia, hasta la fecha no han dado como resultado verdaderos gigantes

tecnológicos con la potencia y valor bursátil como las que lideran los mercados de Estados Unidos (desde Microsoft hasta Tesla, pasando por Amazon, Google, Apple, Airbnb y tantas otras) y Asia (Samsung, Tencent, Alibaba, Taiwan Semiconductors, etc.).

En segundo lugar, la toma de decisiones e inversiones europeas han estado históricamente fragmentadas, limitando la posibilidad de aprovechar economías de escala en el viejo continente. En estrecha conexión está la existencia de un sistema burocrático y normativo que ralentiza o incluso perjudica el desarrollo de una economía digital experimental y puntera. Estas deficiencias se muestran con mayor profundidad en los países europeos menos innovadores (es decir, del sur y del este), pudiendo hablar de una doble brecha entre la UE y los líderes globales, y entre la UE más innovadora y la menos desarrollada tecnológicamente, en la que se encontraría España.

Sin embargo, la cuarta revolución industrial está en sus primeras fases y aún hay tiempo, mediante una especialización en sectores clave, de obtener un alto rendimiento a partir del liderazgo en sus tecnologías o conocimientos. De hecho, el creciente interés por la IA del sector financiero (Perez y Martín, 2018) y del turístico, tanto a nivel empresarial (Carretero Díaz y otros, 2021) como en los llamados “destinos inteligentes” (Aguirre Montero y López-Sánchez, 2021) es una muy buena noticia para España. Dada la ausencia de un sector tecnológico altamente competitivo, y sin capacidad para desarrollarlo próximamente, la reconversión de nuestros sectores punteros puede ser la mejor baza en el corto plazo. Para ello será necesario que el conjunto de la sociedad, y sobre todo las Administraciones, entiendan el valor que tiene la transformación tecnológica para nuestra competitividad.

4. Aceleración digital: el papel de la IA tras la era post Covid-19 en España y el mundo.

Si bien la IA y las tecnologías en las que se sustenta ya afrontaban esta década como un periodo de desarrollo y consolidación en casi todos los ámbitos de nuestra sociedad, la pandemia se presentó como una oportunidad aceleradora para su inserción en numerosos campos. Desde el inicio de la misma hemos visto cómo a la ingente cantidad de datos masivos y dinámicos obtenidos de los sistemas sanitarios públicos y privados en todos los rincones del planeta se sumaban los recabados a través de los sistemas de geolocalización y geoposicionamiento, de aplicaciones de rastreo de usuarios cercanos mediante bluetooth, o incluso de la actividad en redes sociales de los ciudadanos, planteando por otra parte debates sobre las prácticas de

minado y los límites de la privacidad. Tal cantidad de información ha servido de caldo de cultivo para poner la inteligencia de las máquinas al servicio de afrontar un obstáculo común.

A pesar de que los retos de implementar precipitadamente modelos de IA en una pandemia en evolución constante eran numerosos (Hu y otros, 2020), rápidamente nacieron iniciativas que mediante algoritmos de *machine learning* trataban de combatir la enfermedad con experiencias previas, como identifican Dananjayan y Raj (2020) y Mehta y Shukla (2022) entre otros. En España también surgieron proyectos que trataron de combatir el ascenso de la pandemia con IA, con casos concretos como el de Hispabot-Covid19 y Carina, dos chatbots -de iniciativa pública y privada, respectivamente- con información sobre cómo actuar ante síntomas positivos de enfermedad o sobre las restricciones en cada lugar, o Radar Covid, una aplicación de rastreo y alerta de contagios impulsada por la Secretaría de Estado de Digitalización e Inteligencia Artificial del Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital. No obstante, la eficacia de estas soluciones tecnológicas está en entredicho, ya que aunque sus desarrollos técnicos han supuesto un gran avance que ayudará en futuras situaciones similares, no tuvieron una integración a la altura de su potencial, principalmente por motivos sociales -de adopción y uso por parte de los usuarios- y burocráticos -al fallar en la integración con las diferentes administraciones-.

En cualquier caso, la IA se convirtió en un aliado en casi todos los frentes de lucha, desde la detección temprana hasta el desarrollo de vacunas y fármacos, mostrando como pocas veces antes la importancia de contar con soluciones tecnológicas altamente innovadoras para hacer frente a imprevistos y shocks de una magnitud mayúscula.

En este contexto, como es bien conocido, la Comisión Europea aprobó un plan de recuperación y transformación, sin precedentes en muchos sentidos, basado en la inversión conjunta de los países miembros de 750.000 millones de euros, de los cuales más de 300.000 se constituyen como transferencias no reembolsables. Unas inversiones que buscan el fortalecimiento y la transformación de las economías y sociedades de los estados miembros, especialmente desde una perspectiva sostenible y digital. La IA tendrá en este proceso un papel predominante como elemento vertebrador de sistemas que persiguen objetivos tan diversos como mejorar la asistencia sanitaria, gestionar eficazmente el transporte o combatir el cambio climático (Huntingford y otros, 2019).

En el ámbito de la digitalización, esto ya se está reflejando en las primeras convocatorias de subvenciones para empresas y organismos públicos y privados, como el Kit Digital, ayudas

para la digitalización de empresas de entre 10 y 50 empleados, dotado con 3.067 millones de euros, las ayudas para financiar proyectos de investigación y desarrollo en inteligencia artificial y otras tecnologías digitales, con 105 millones de euros, o el Programa Misiones de I+D en Inteligencia Artificial, con 50 millones. También se han aprobado algunas medidas de carácter transformador de la propia estructura pública, como el Real Decreto-ley 36/2020, de 30 de diciembre, por el que se aprueban medidas urgentes para la modernización de la Administración Pública. De este Real Decreto-ley destacan los Proyectos Estratégicos para la Recuperación y Transformación Económica (PERTES), que buscan potenciar la colaboración e inversión público-privada en proyectos que contribuyan al crecimiento económico, al empleo y a la competitividad. Aunque aún se están confeccionando, ya se han aprobado algunos como el PERTE Nueva economía de la lengua⁹, dotado de 1.100 millones de euros de los cuales 330 millones irán destinados a impulsar la IA en español, con proyectos de apoyo a la accesibilidad de la lengua y al establecimiento de una Red de Excelencia en Inteligencia Artificial.

Como hemos visto, el escenario actual predispone al optimismo acerca de que en los próximos años podemos ser testigos de numerosos avances en materia de digitalización y transformación tecnológica. Del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia mediante el cual España canalizará los fondos europeos, hay puntos y dotaciones específicas que tienen como objetivo situar a España como un país líder en IA mediante el impulso de la Estrategia Nacional en Inteligencia Artificial¹⁰. Aun así, está por ver si los países de nuestro entorno avanzan de una forma convergente, o si con estos fondos las diferencias entre las regiones aumentan, polarizando todavía más la realidad innovadora del centro-norte con respecto al sur de Europa (Donatiello y Ramella, 2017). En definitiva, la potestad sobre el fin de las inversiones recae sobre los estados miembros y sus diferentes organizaciones territoriales, por lo que, aunque las líneas maestras de la Comisión Europea están marcadas, las condiciones locales y la buena gobernanza serán determinantes.

5. Conclusiones.

La cuarta revolución industrial representa un reto mayúsculo para nuestra economía. Nuestro tejido productivo, con una altísima dependencia de pymes y sectores maduros, parte de una

⁹ <https://planderecuperacion.gob.es/como-acceder-a-los-fondos/pertes/perte-nueva-economia-de-la-lengua>

¹⁰ <https://planderecuperacion.gob.es/politicas-y-componentes/componente-16-estrategia-nacional-de-inteligencia-artificial>

peor posición para aspirar a ser relevantes en la nueva geografía de la innovación. Los países que más rápido han transitado hacia la reconversión digital de sus economías en las últimas décadas, como Estonia, Irlanda, Canadá, China o Corea del Sur han contado con un plan estratégico a escala nacional, que ha apostado por la administración inteligente, la atracción de capital tecnológico, el impulso de talento STEM, o la planificación industrial en clave tecnológica. Este tipo de apuesta integral y coordinada no ha existido en España, ni en Europa a escala conjunta, generando una brecha en términos de innovación que hoy en día parece difícil de cerrar.

Esto puede observarse en los indicadores tradicionales de inversión, en los que España suele estar por debajo de la media europea (I+D con respecto al PIB, número de científicos en empresas, exportaciones de alta tecnología, etc.), pero también se aprecian en las nuevas variables creadas específicamente para medir el impacto de la IA en el crecimiento de los países. Siguiendo algunos trabajos citados previamente, no cabe duda de que el área Asia-Pacífico, con China a la cabeza, será la rival de Estados Unidos en este nuevo orden tecnológico mundial, con una Europa que, de no reaccionar, terminará por perder relevancia geopolítica. En este sentido, se observa una doble brecha digital o tecnológica: por un lado, entre Europa y los líderes tecnológicos, y por otro lado entre la Europa más avanzada y la menos innovadora, grupo este último en el que se encontraría España.

Aun así, no podemos decir que todo está perdido. La UE y las Administraciones Públicas españolas han comenzado a reaccionar. En el caso de España, ha alineado sus acciones con las principales prioridades europeas, identificando como sectores estratégicos los mismos en los que la UE pretende focalizar sus esfuerzos. Mediante acciones propias y la captación de fondos europeos, España tiene ante sí el reto de reducir sus debilidades en el campo de la inversión privada en tecnologías disruptivas y el desarrollo de ecosistemas empresariales innovadores con los que poder hacer frente a los gigantes tecnológicos extranjeros. Una buena noticia en este ámbito, por ejemplo, es la existencia de 17 centros de investigación ELLIS (*European Laboratory for Learning and Intelligent Systems*), una red de excelencia innovadora en IA cuyo objetivo es la captación y retención del talento europeo e internacional mediante el impulso de la colaboración con empresas, el fomento de la cooperación internacional y la creación de oportunidades para los investigadores.

Precisamente, la colaboración y cooperación entre agentes debe ser uno de los mecanismos que debe explotar con mayor ímpetu nuestra economía, dada su eficacia para la generación y

absorción de conocimiento y mitigar la desventaja competitiva de nuestro tejido productivo. Será muy complicado cambiar rápidamente nuestra estructura productiva, pero la generación de ecosistemas de innovación, cuyo objetivo sea generar un entorno donde encontrar incentivos para el impulso de la IA, puede ser un muy buen paso. Estos ecosistemas de IA pueden potenciar un entorno empresarial con mayor perspectiva internacional, actuando los agentes involucrados como canalizadores de la inversión, implantación y transferencia.

Este tipo de actuaciones deben ser puestas en marcha cuanto antes, pues sin lugar a duda nos encontramos en un punto de inflexión tecnológico. Como pasó con la revolución digital con la llegada de Internet, quedar a la zaga puede significar años de retraso frente a los competidores internacionales. España se enfrenta ahora al desafío de aprovechar la coyuntura favorable que los fondos de recuperación europeos y la experiencia de la pandemia de 2020 han generado, y llevar con esa inercia a la economía a mayores cotas de competitividad internacional.

Bibliografía.

Aguirre Montero, A., y López-Sánchez, J. A. (2021). “Intersection of Data Science and Smart Destinations: A Systematic Review”. *Frontiers in Psychology*, num. 12.

Albahari, A., Catalano, G., y Landoni, P. (2013). “Evaluation of national science park systems: A theoretical framework and its application to the Italian and Spanish systems”. *Technology Analysis and Strategic Management*, num. 25(5), pp. 599–614.

Albahari, A., Pérez-Canto, S., Barge-Gil, A., y Modrego, A. (2017). “Technology Parks versus science parks: Does the university make the difference?”. *Technological Forecasting and Social Change*, num. 116, pp. 13–28.

Babina, T., Fedyk, A., He, A., y Hodson, J. (2021). “Artificial Intelligence, Firm Growth, and Product Innovation. Firm Growth, and Product Innovation”. *Social Science Research Network* (November 9, 2021). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3651052>

Bradford, A. (2020). “The Brussels effect: How the European Union rules the world”. *Oxford University Press*, USA.

Bughin, J., Hazan, E., Ramaswamy, S., Chui, M., Allas, T., Dahlström, P., Nicolaus., H., y Monica, T. (2017). “Artificial intelligence: The next digital frontier?” *McKinsey Global Institute*.

Carretero Díaz, L. E., Araujo Abreu, A., García Estevez, P., y Pires, S. R. (2021). “An empirical study on supply chain management practices within the hotel segment in Spain using an artificial intelligence technique”. *International Journal of Services and Operations Management*, num. 39(1), pp. 62-80.

- CES (2020). “Economía, trabajo y Sociedad. Memoria sobre la situación socioeconómica y laboral. España 2020”. *Consejo Económico y Social*. Madrid.
- Chiou, T. Y., Chan, H. K., Lettice, F., y Chung, S. H. (2011). “The influence of greening the suppliers and green innovation on environmental performance and competitive advantage in Taiwan”. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, num. 47(6), pp. 822-836.
- Dananjayan, S., y Raj, G. M. (2020). Artificial Intelligence during a pandemic: The COVID-19 example. *The International Journal of Health Planning and Management*.
- De Massis, A., Frattini, F., y Lichtenthaler, U. (2013). “Research on technological innovation in family firms: Present debates and future directions”. *Family Business Review*, num. 26(1), pp. 10-31.
- Dirican, C. (2015). “The impacts of robotics, artificial intelligence on business and economics”. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, num. 195, pp. 564-573.
- Donatiello, D., y Ramella, F. (2017). “The innovation paradox in Southern Europe. Unexpected performance during the economic crisis”. *South European Society and Politics*, num. 22(2), pp. 157-177.
- Etzkowitz, H. y Zhou, C. (2018). “Innovation incommensurability and the science park”. *R and D Management*, num. 48(1), pp. 73-87.
- Gosse, J. (2020). “European enterprise survey on the use of technologies based on artificial intelligence”. *Publications Office of the European Union*, Luxemburgo.
- Hobbs, K. G., Link, A. N., y Shelton, T. L. (2020). “The Regional Economic Impacts of University Research and Science Parks”. *Journal of the Knowledge Economy*, num. 11(1), pp. 42-56.
- Hu, Y., Jacob, J., Parker, G. J., Hawkes, D. J., Hurst, J. R., y Stoyanov, D. (2020). “The challenges of deploying artificial intelligence models in a rapidly evolving pandemic”. *Nature Machine Intelligence*, num. 2(6), pp. 298-300.
- Huntingford, C., Jeffers, E. S., Bonsall, M. B., Christensen, H. M., Lees, T., y Yang, H. (2019). “Machine learning and artificial intelligence to aid climate change research and preparedness”. *Environmental Research Letters*, num. 14(12), 124007.
- Khanthawithoon, K., Maneejuk, P., y Yamaka, W. (2021). “Analyzing the Relationship Among Aging Society, Investment in Artificial Intelligence and Economic Growth”. En: *Behavioral Predictive Modeling in Economics* (pp. 407-421). *Springer*. Cham.
- Mehta, N., y Shukla, S. (2022). “Pandemic Analytics: How Countries are Leveraging Big Data Analytics and Artificial Intelligence to Fight COVID-19?”. *SN Computer Science*, num. 3(1), pp. 1-20.

- Moreno-Izquierdo, L., y Pedreño-Muñoz, A. (2020). “Europa frente a EE. UU. y China. Prevenir el declive en la era de la inteligencia artificial”. *KDP Publishing*.
- Núñez-Romero, M. (2019). “La percepción empresarial del proceso innovador: el papel de la cooperación con centros tecnológicos españoles”. *Universidad de Alicante* (Tesis). Alicante.
- Núñez-Romero, M. y Serrano-Estrada, L. (2020). “La geolocalización en Twitter como herramienta de análisis del impacto de la innovación en el País Vasco”. *Ekonomiaz: Revista vasca de economía*, num. 98, pp. 126-149.
- Peretó-Rovira, A., Moreno-Izquierdo, L., y Pedreño-Muñoz, A. (2020). “Un índice para medir la apuesta de los países por la inteligencia artificial: el caso de España y el papel del País Vasco.” *EKONOMIAZ. Revista vasca de Economía*, num. 98(03), pp. 27-53.
- Perez, C. y Martín, F. (2018). “Digitalisation and Artificial Intelligence: The New Face of the Retail Banking Sector. Evidence from France and Spain. In K. Jaehrling (ed), Virtuous circles between innovations, job quality and employment in Europe? Case study evidence from the manufacturing sector, private and public service sector”, *QuInnE Working Paper*, num. 6., pp. 178-233. Disponible en: quinne.eu
- Poonjan, A., y Tanner, A. N. (2020). “The role of regional contextual factors for science and technology parks: a conceptual framework”. *European Planning Studies*, num. 28(2), pp. 400-420.
- Squicciarini, M. (2008). “Science parks’ tenants versus out-of-park firms: Who innovates more? A duration model”. *Journal of Technology Transfer*, num. 33(1), pp. 45–71.
- Szczepanski, M. (2019). “Economic impacts of artificial intelligence (AI)”. *European Parliamentary Research Service*(PE 637.967). Disponible en: [europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2019/637967/EPRS_BRI\(2019\)637967_EN.pdf](http://europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2019/637967/EPRS_BRI(2019)637967_EN.pdf)
- Van Roy, V. (2020). “AI Watch - National strategies on Artificial Intelligence: A European perspective in 2019”, EUR 30102 EN, *Publications Office of the European Union*, Luxembourg.
- Vásquez-Urriago, A. R., Barge-Gil, A., Rico, M. A., y Paraskevopoulou, E. (2014). “The impact of science and technology parks on firms' product innovation: Empirical evidence from Spain”. *Journal of Evolutionary Economics*, num. 24, pp. 835–873.
- Yang, C. H., Motohashi, K., y Chen, J. R. (2009). “Are new technology-based firms located on science parks really more innovative? Evidence from Taiwan”. *Research Policy*, num. 38(1), pp. 77–85.
- Yoshinaga, K. (2017). “Comparisons of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education Reform”. En: *2nd Annual International Seminar on Transformative Education and Educational Leadership* (AISTEEL 2017).