

**LA ADOPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS IA POR LAS
EMPRESAS DE LA UNIÓN EUROPEA:
EVIDENCIAS Y EXPLICACIONES DESDE LA TEORÍA
DE LA DIFUSIÓN TECNOLÓGICA**

Vicente Salas Fumás

Mayo 2026

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 imprenta, fotocopia, microfilm, *offset* o mimeógrafo, sin la previa autorización escrita del editor.

ISSN: 3045-8994

LA ADOPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS IA POR LAS EMPRESAS DE LA UNIÓN EUROPEA: EVIDENCIAS Y EXPLICACIONES DESDE LA TEORÍA DE LA DIFUSIÓN TECNOLÓGICA*

Vicente Salas Fumás

Profesor emérito Universidad de Zaragoza y Funcas

RESUMEN

La adopción de la inteligencia artificial (IA) constituye el primer paso para la materialización de sus efectos económicos sobre la productividad y la competitividad empresarial. Este trabajo documenta la adopción de tecnologías de IA por parte de las empresas en la Unión Europea (UE), con especial atención al caso de España y sus comunidades autónomas, utilizando datos de la encuesta EU-ICT-Firm de Eurostat.

La evidencia muestra que la UE presenta, en promedio, un retraso en la adopción de la IA respecto a Estados Unidos, así como una elevada heterogeneidad entre países. Mientras que algunas economías alcanzan niveles de adopción comparables a los de la frontera tecnológica, otras se sitúan en fases iniciales del proceso de difusión. España ocupa una posición intermedia, coherente con su nivel de desarrollo económico.

A partir de la estimación de modelos de difusión tecnológica, se caracterizan los perfiles temporales de adopción y se proyecta su evolución futura. Los resultados sugieren que, bajo supuestos razonables, podrían persistir diferencias significativas en las tasas de adopción entre países en el medio plazo (próximos cinco años), con escenarios que van desde niveles cercanos a la saturación en economías avanzadas hasta tasas notablemente más reducidas en países rezagados.

Finalmente, se estima un modelo empírico que explica las diferencias en las tasas de adopción entre países y regiones en la UE en función de variables proxy de diferencias en costes y beneficios derivados de ser pioneros o seguidores en la adopción. Los resultados confirman que la difusión de la IA responde a los mismos determinantes identificados en la literatura sobre adopción y difusión de nuevas tecnologías: la adopción se realiza primero en países o regiones más desarrolladas y progresivamente después se difunde hacia las menos desarrolladas. Si la IA contribuye a la mejora de la productividad, el patrón de adopción-difusión de la tecnología puede aumentar la divergencia real entre las regiones y países de la UE.

Palabras clave: inteligencia artificial, Unión Europea, España, difusión tecnológica.

* El autor agradece los comentarios a versiones previas de Antonio Aznar, Juan José Ganuza, Carlos Ocaña, Francisco Rodríguez y Carlos Sáenz, aunque el texto final es de su única responsabilidad.

THE ADOPTION OF AI TECHNOLOGIES BY FIRMS IN THE EUROPEAN UNION: EVIDENCE AND EXPLANATIONS FROM THE THEORY OF TECHNOLOGICAL DIFFUSION*

Vicente Salas Fumás

Emeritus Professor, University of Zaragoza and Funcas

ABSTRACT

The adoption of artificial intelligence (AI) represents the first step toward the realization of its economic effects on productivity and business competitiveness. This paper documents the adoption of AI technologies by firms in the European Union (EU), with particular attention to the case of Spain and its autonomous communities, using data from Eurostat's EU-ICT-Firm survey.

The evidence shows that, on average, the EU lags behind the United States in AI adoption and exhibits substantial heterogeneity across countries. While some economies reach adoption levels comparable to those at the technological frontier, others remain at early stages of the diffusion process. Spain occupies an intermediate position, consistent with its level of economic development.

Based on the estimation of technological diffusion models, the paper characterizes the temporal profiles of adoption and projects their future evolution. The results suggest that, under reasonable assumptions, significant differences in adoption rates across countries may persist in the medium term, with scenarios ranging from near-saturation levels in advanced economies to considerably lower rates in lagging countries.

Finally, an empirical model is estimated that explains differences in adoption rates across countries and regions in the EU based on proxy variables for differences in costs and benefits derived from being pioneers or followers in adoption. The results confirm that the diffusion of AI responds to the same determinants identified in the literature on the adoption and diffusion of new technologies: adoption occurs first in more developed countries or regions and then gradually spreads to less developed ones. If AI contributes to productivity improvements, the pattern of technology adoption and diffusion may increase real divergence among EU regions and countries.

Keywords: Artificial intelligence, European Union, Spain, technological diffusion.

* The author thanks Antonio Aznar, Juan José Ganuza, Carlos Ocaña, Francisco Rodríguez and Carlos Sáenz for comments to previous versions of the paper, although the final text is his only responsibility.

1. INTRODUCCIÓN

La difusión de la inteligencia artificial (IA) entre las empresas constituye uno de los procesos de transformación tecnológica más relevantes de la economía contemporánea¹. Sin embargo, como ha ocurrido en anteriores oleadas de innovación, su adopción no es homogénea: existen diferencias significativas en la velocidad, la intensidad y la extensión de uso tanto entre países como entre regiones. Comprender los determinantes de esta heterogeneidad es importante para evaluar el impacto económico de la tecnología IA y para diseñar políticas públicas orientadas a favorecer una difusión alineada con intereses generales².

Este trabajo analiza la adopción de la IA en el ámbito empresarial a partir de información reciente de Eurostat (encuesta EU-ICT-Firm), que ofrece datos comparables para los países de la Unión Europea (UE) y para España a nivel regional. En primer lugar, se presenta una descripción de las tasas de adopción, destacando las diferencias entre países y su evolución reciente. Esta evidencia pone de manifiesto una notable heterogeneidad en el grado de penetración de esta tecnología, incluso dentro de un entorno institucional común como el de la UE. Asimismo, se subrayan las limitaciones y diferencias en la medición de la adopción, que deben tenerse en cuenta al interpretar los resultados.

En segundo lugar, el trabajo examina la dinámica temporal de la difusión de la tecnología durante el periodo 2021–2025 a la luz de los modelos clásicos de difusión tecnológica (Griliches, 1957; Mansfield, 1961; Bass, 1969). En particular, se estiman funciones logísticas que permiten caracterizar la evolución de las tasas de adopción y evaluar si siguen trayectorias en forma de S, típicas de los procesos de difusión de innovaciones. Este enfoque facilita la comparación entre países en términos de inicio, velocidad y grado de madurez del proceso de adopción, así como la elaboración de escenarios sobre su evolución futura.

Finalmente, el análisis se completa con la estimación de un modelo empírico que explica las diferencias en las proporciones de empresas adoptantes entre países y regiones en 2025. Siguiendo la literatura sobre los determinantes económicos de la rapidez y alcance de la difusión tecnológica entre países (Comín y Hobijn, 2004, 2010; Comín y Mestieri, 2014), se consideran como determinantes de las tasas de adopción de la IA entre regiones de la UE variables relacionadas con el nivel de desarrollo económico, el esfuerzo en investigación y desarrollo, el capital humano y otras características estructurales. Este enfoque permite identificar los principales factores que condicionan la adopción de la tecnología y los canales a través de los cuales influyen en su difusión (principalmente los parámetros de la función logística que explica el proceso de difusión).

La literatura sobre la adopción, la difusión y el previsible impacto económico de la IA es muy extensa e imposible de resumir. Limitamos las referencias a estudios relacionados en cuanto que utilizan datos similares a los de este trabajo y referidos a la difusión de la IA en la UE y en España. El informe Eurostat (2026) explica las dificultades de la recogida de información estadística sobre la adopción y difusión de la tecnología IA, y describe los resultados de la última encuesta EU-ICT sobre su utilización tanto por las empresas como por las personas físicas. Bick et al. (2026) utiliza los datos de la EU-ICT-Firm para comparar la adopción y los impactos económicos de la tecnología en Europa y en Estados Unidos. Fernández de Guevara y Mínguez (2025), en un estudio más amplio sobre la difusión de la IA en España, hacen referencia a los datos de la encuesta de Eurostat hasta 2024. Fernández Cerezo et al. (2025) analizan la adopción de la tecnología por las empresas españolas con datos procedentes de la encuesta sobre actividad empresarial, EBAE, del Banco de España correspondiente al cuarto trimestre de 2024 en la que participaron 6.300 empresas no anonimizadas (lo que les permite incorporar al análisis información económico financiera individualizada de cada una de ellas). COTEC (2025) presenta un análisis detallado de la información sobre adopción de la IA entre las empresas en España a partir de la encuesta del INE sobre el uso de las TIC y el comercio electrónico, y que coincide esencialmente con la información sobre España que publica Eurostat a partir de la encuesta EU-ICT-Firm.

¹ La inteligencia artificial incluye un conjunto de tecnologías que tienen aplicación en diferentes áreas de la empresa. Peña (2026) explica el significado y alcance de la IA como tecnología de uso general y proporciona ejemplos de sus usos y aplicaciones

² El retraso relativo de la Unión Europea en competitividad con respecto a Estados Unidos se ha relacionado con retrasos relativos en la inversión y aplicación de tecnologías digitales. La IA es, a la vez, una amenaza de acentuar las diferencias o ayudar a reducirlas (Ark et al. 2008; Draghi, 2024).

En conjunto, este trabajo analiza los mecanismos que subyacen a la difusión de la tecnología IA en las empresas europeas y españolas mediante la combinación de evidencia descriptiva, modelización de las trayectorias de adopción y análisis econométrico de sus determinantes. El trabajo contribuye a la literatura previa citada en el párrafo anterior y, en general, a la literatura sobre impacto económico de la IA, primero, mediante una comparación de los datos de difusión de la tecnología en España en el contexto de la UE, y segundo, con un análisis preliminar de la evidencia aportada a partir de la teoría de la difusión tecnológica, principalmente la que explica las diferencias observadas en la adopción y la difusión entre países. El estudio no aborda las valoraciones del impacto sobre empleo y productividad que puedan derivarse del proceso de difusión³. La relevancia de los resultados del estudio se encuentra, en gran parte, condicionada por las limitaciones de los datos disponibles. La encuesta EU-ICT-Firm, de la que provienen los datos del estudio, se limita a ofrecer información sobre la proporción de empresas que afirman utilizar alguna tecnología IA; la intensidad de uso de la tecnología o tecnologías utilizadas (por ejemplo, números de trabajadores y/o horas de trabajo en que se usa la tecnología) se desconocen.

El resto del trabajo se estructura de la siguiente manera. El segundo apartado describe la encuesta EU-ICT-Firm y la compara con otras fuentes de información sobre adopción de la IA; la comparación es relevante en un contexto de gran heterogeneidad en los métodos de recogida de información aplicados en los distintos estudios sobre el tema. El tercero presenta la evidencia descriptiva para los países de la UE y las comunidades autónomas españolas. El cuarto analiza la dinámica de difusión a partir de modelos teóricos y presenta proyecciones. El quinto expone los resultados del modelo empírico que explica las diferencias en tasas de adopción en 2025 en función de características observables de las regiones y países de la UE. Finalmente, se presentan las conclusiones.

2. LA ENCUESTA EU-ICT-FIRM EN EL CONTEXTO DE OTRAS FUENTES DE DATOS SOBRE ADOPCIÓN DE LA IA POR LAS EMPRESAS

Este apartado describe la encuesta EU-ICT-Firm de Eurostat, que constituye la principal fuente de datos utilizada en el análisis, y la valora en el contexto de otras iniciativas estadísticas con un propósito similar de medir la adopción de las tecnologías de la IA en el ámbito empresarial. La valoración en términos comparados servirá para conocer mejor las ventajas y las limitaciones de la base de datos utilizada y, en definitiva, calibrar el valor informativo de los resultados finales del estudio.

La encuesta EU-ICT-Firm es el resultado de una actuación estadística anual coordinada por Eurostat y ejecutada por las oficinas nacionales de estadística —el INE en el caso de España—. Está dirigida a empresas de al menos diez empleados en la mayoría de los sectores económicos, con la excepción de agricultura, minería y servicios públicos. En la edición más reciente (primer trimestre de 2025), la muestra alcanza, aproximadamente, 157.000 empresas de la Unión Europea, lo que garantiza un alto grado de representatividad y comparabilidad internacional. El cuestionario se dirige a personal con responsabilidad en decisiones tecnológicas, lo que contribuye a la fiabilidad de las respuestas.

El módulo específico sobre inteligencia artificial se incorporó en 2021 a partir de la definición de tecnología IA como “tecnologías capaces de realizar tareas complejas mediante la simulación de procesos cognitivos humanos, incluyendo la resolución de problemas, la toma de decisiones o la comprensión del lenguaje”. Para medir la adopción, la encuesta utiliza una lista explícita de tecnologías (por ejemplo, procesamiento del lenguaje, reconocimiento de imágenes, aprendizaje automático o automatización de procesos), y considera adoptante a cualquier empresa que declare utilizar al menos una de ellas. Este enfoque reduce la ambigüedad conceptual, aunque puede dejar fuera usos no contemplados en la lista.

Además de identificar la adopción, la encuesta recoge información sobre el uso funcional de la tecnología dentro de la empresa (*marketing*, producción, logística, finanzas, I+D, etc.), lo que permite analizar no solo la extensión, sino también la naturaleza del uso que se realiza de ella. El informe Eurostat (2026) describe la metodología seguida en la elaboración de la encuesta (que incluye también una parte sobre adopción por

³ CTEC-ISEAK (2025) estudian los determinantes de la adopción de la IA a nivel de empresa en España con los microdatos de la encuesta del INE sobre el uso de tecnologías de la información y las comunicaciones, y estiman el impacto de la adopción sobre la productividad laboral. Rodríguez Fernández (2026) estima el efecto previsible sobre el empleo de la adopción empresarial de la IA en España.

personas físicas), su aplicación sobre el terreno, y presenta un análisis descriptivo de los resultados. Conviene subrayar que la encuesta no proporciona información sobre la intensidad de uso de las tecnologías IA dentro de la empresa, por ejemplo, sobre el número de personas y/o tiempo de trabajo que se utiliza.

En Estados Unidos, la encuesta más parecida a EU-ICT-Firm es la Business Trends and Outlook Survey (BTOS) del Census Bureau que ofrece datos de alta frecuencia (quincenal) sobre condiciones empresariales (para una muestra de 1,2 millones de empleadores no agrarios). Desde 2023 incluye preguntas sobre uso de IA, inicialmente focalizada en el uso de la tecnología exclusivamente en el área funcional de producción de bienes y servicios en la empresa, lo que contrasta con la encuesta de Eurostat, que contempla su utilización en cualquier área funcional de la empresa y complica las comparaciones de resultados de difusión de la IA en EE. UU. y en la UE. En 2025, el cuestionario BTOS modifica la pregunta sobre adopción de la IA refiriéndose al conjunto de funciones empresariales. Booney et al. (2024) y Bick et al. (2026) proporcionan información adicional sobre las características de la encuesta y muestran los resultados del análisis de los datos que proporciona.

Por su parte, la encuesta de inversión del Banco Europeo de Inversiones (EIBIS) —12.000 empresas no financieras no anonimizadas de los 27 países de la UE, más 800 de EE. UU. desde 2019, dirigida a directivos de alto nivel—, proporciona información más amplia a nivel microeconómico, incluyendo variables financieras, organizativas y estratégicas de las empresas encuestadas. Su medida de adopción de la tecnología, desde 2019, es más agregada —uso parcial o generalizado en la empresa— y se combina con información sobre inversión, lo que permite analizar mejor los determinantes económicos de la adopción, aunque con menor precisión tecnológica. Aldasoro et al. (2026) analizan los determinantes de la adopción por las empresas con datos de la EIBIS para el periodo 2019-2024 (sección cruzada y temporal).

Finalmente, diversas iniciativas de bancos centrales y organismos internacionales han desarrollado encuestas específicas sobre adopción en los últimos años (por ejemplo, BCE, Banco de España o Federal Reserve). Estas suelen centrarse en aspectos concretos como la IA generativa, las expectativas empresariales o los efectos sobre empleo y productividad. Su principal aportación reside en la riqueza de información cualitativa y en la coordinación internacional de los cuestionarios, aunque suelen basarse en muestras más reducidas. Véanse, Fernández Cerezo et al. (2025) —Banco de España—; Bencivelli et al. (2026) —Deutsche Bundesbank, Banca d'Italia y Banco de España—, Ferrando et al. (2026) —BCE—; Yotzov et al. (2026) —Federal Reserve Bank of Atlanta, el Bank of England, el Deutsche Bundesbank y la Macquarie University (Australia) —, para más información.

En conjunto, la coexistencia de múltiples fuentes refleja el creciente interés por medir la difusión de la IA, pero también introduce desafíos metodológicos importantes. Las diferencias en definiciones, cobertura sectorial, tamaño empresarial mínimo para formar parte de la muestra o formulación de las preguntas pueden generar discrepancias significativas en las tasas de adopción estimadas. Por ello, los resultados de este trabajo —basados en la EU-ICT-Firm— deben interpretarse teniendo en cuenta las limitaciones que impone las características de la encuesta, especialmente en las comparaciones internacionales.

3. LA ADOPCIÓN EMPRESARIAL EN LA UNIÓN EUROPEA Y EN ESPAÑA

Este apartado presenta una síntesis de los resultados sobre la adopción de tecnologías de inteligencia artificial por parte de las empresas en la Unión Europea, utilizando los datos de la encuesta EU-ICT-Firm. Se considera que una empresa ha adoptado la IA cuando declara utilizar al menos una de las tecnologías incluidas en el cuestionario (ver [figura A1 del anexo 1](#)). En consecuencia, la tasa de adopción se define como la proporción de empresas que utilizan alguna tecnología de IA sobre el total de empresas.

Eurostat proporciona esta información tanto a nivel de países como de regiones (NUTS-2), lo que permite analizar no solo las diferencias entre Estados miembros, sino también la heterogeneidad interna en países como España. A continuación, se examinan, primero, los resultados a nivel agregado de la UE y, posteriormente, el caso específico de las comunidades autónomas españolas.

La adopción por países de la UE

La información sobre tasas medias de adopción por países se presenta en el [cuadro 1](#) y en la [figura 1](#). En 2025, aproximadamente el 20 % de las empresas de la Unión Europea utilizan al menos una tecnología IA, frente al 7,6 % en 2021. Este incremento refleja una rápida expansión en los últimos años de estas tecnologías en el tejido empresarial. No obstante, la difusión es muy desigual entre países. En el grupo de mayor adopción destacan Dinamarca, Finlandia y Suecia, con tasas superiores al 35 %. En el extremo opuesto, varios países del Sur y del Este de Europa —como Rumanía, Polonia, Bulgaria o Grecia— presentan niveles de adopción inferiores al 10 %.

España se sitúa en una posición intermedia, con una tasa del 20,3 % en 2025, prácticamente en línea con la media europea. Este valor es inferior al de economías como Alemania (26 %), pero superior al de Francia (18,2 %),

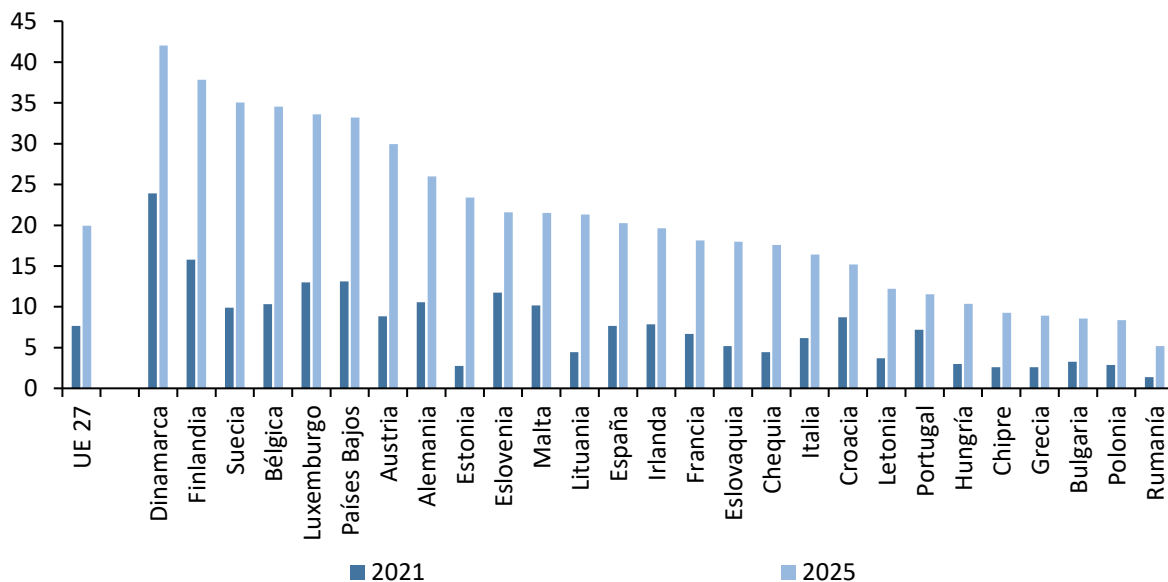
CUADRO 1. PROPORCIÓN DE EMPRESAS QUE EMPLEAN AL MENOS UNA TECNOLOGÍA IA. PAÍSES DE LA UE AÑOS 2021 Y 2025

(Porcentaje total empresas)

	2021	2025
UE 27	7,65	19,95
Dinamarca	23,89	42,03
Finlandia	15,79	37,82
Suecia	9,92	35,04
Bélgica	10,32	34,54
Luxemburgo	13,00	33,61
Países Bajos	13,10	33,21
Austria	8,83	29,95
Alemania	10,56	25,97
Estonia	2,77	23,40
Eslovenia	11,73	21,61
Malta	10,16	21,51
Lituania	4,45	21,30
España	7,67	20,27
Irlanda	7,88	19,64
Francia	6,67	18,16
Eslovaquia	5,19	18,00
Chequia	4,46	17,60
Italia	6,17	16,40
Croacia	8,74	15,19
Letonia	3,72	12,21
Portugal	7,20	11,54
Hungría	2,98	10,37
Chipre	2,59	9,27
Grecia	2,61	8,93
Bulgaria	3,29	8,55
Polonia	2,86	8,36
Rumanía	1,38	5,21

Fuente: Elaboración propia a partir de EU-ICT-Firm (Eurostat).

Figura 1. TASA DE ADOPCIÓN DE LA IA ENTRE LAS EMPRESAS DE LA UE POR PAÍSES (2021 Y 2025)
(Porcentaje total empresas)



Fuente: Cuadro 1.

Italia (16,4 %) o Portugal (11,5 %). En términos generales, la distribución de tasas de adopción dentro de la UE muestra una amplia dispersión, incluso entre países que comparten un marco institucional común, lo que sugiere la relevancia de factores estructurales nacionales.

En términos comparados con los resultados de otros estudios, Ferrando et al. (2026) —BCE— reportan una tasa de adopción de las empresas en la zona del euro, Q4 2025, del 38 % (uso moderado o significativo de la IA), claramente por encima del 20 % de la EU-ICT-Firm para los 27. En Benaiville et al. (2025) las tasas medias de adopción son del 13 % para Italia, el 31 % para España y el 47 % para Alemania, aunque la muestra incluye empresas de 20 o más trabajadores, y se refiere al año 2024. Yotzov et al. (2026) ofrecen datos de adopción para Alemania del 65 % en enero de 2026. La tasa de adopción que publican Fernández Cerezo et al. (2025) —Banco de España— para España, 20 %, prácticamente coincide con la cifra del [cuadro 1](#).

Bick et al. (2026) comparan la adopción de la IA entre empresas en Europa (EU-ICT-Firm) y en EE. UU. (BTOS) en el área funcional de producción y, por extrapolación, en el conjunto de áreas funcionales de la empresa. Los resultados, tasas del 7 % (producción) y 3 4 % (general) en EE. UU., frente a tasas del 4 % y 20 %, respectivamente, en la UE.

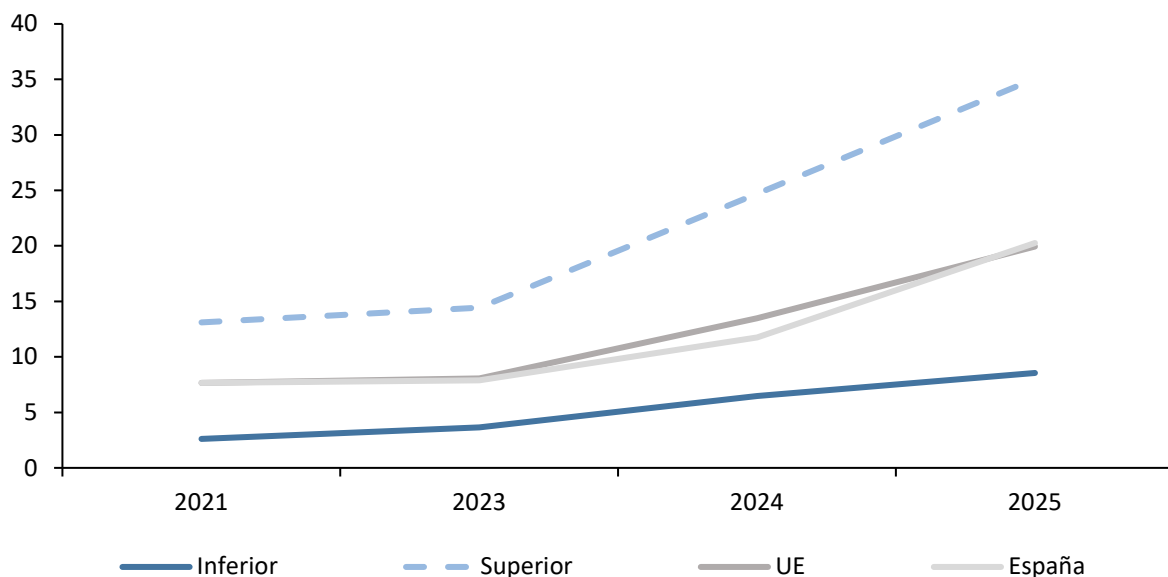
Dinámica temporal de la adopción

La evolución temporal de las tasas de adopción permite valorar la rapidez y la existencia o no de convergencia de la difusión entre países. Entre 2021 y 2025, la adopción aumenta en todos los países, aunque con ritmos diferentes. La [figura 2](#) muestra los límites, inferior (percentil del 10 % más bajo) y superior (percentil del 90 %), así como la mediana de la distribución de tasas de adopción por países entre 2021 y 2025, juntamente con la evolución de la tasa de adopción en la UE y en España.

La difusión se acelera en el año 2024 y, a la vez, la brecha absoluta entre el límite inferior y el límite superior de la distribución se amplía, sobre todo por el aumento de la distancia entre el límite superior y la mediana. La evolución temporal de las tasas medias de adopción en España coincide con la de la mediana de la distribución

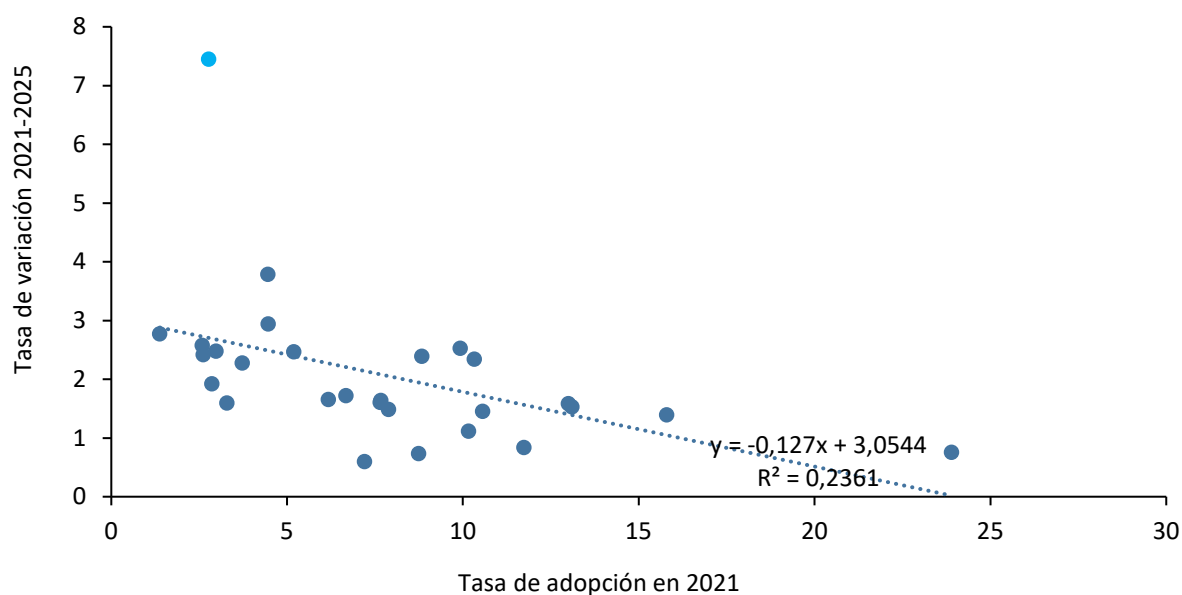
de tasas en los países de la UE. Este dato vuelve a colocar a España como país representativo de lo que ocurre en el conjunto de la Unión Europea e implica que la difusión de la IA en España se retrasa relativamente con la difusión en los países que van por delante. Por otra parte, la mayor distancia entre los países avanzados y rezagados en adopción de la IA en términos absolutos que se desprende de la [figura 2](#) contrasta con la dinámica de convergencia en las distancias relativas que se desprende de la [figura 3](#): los países con menores niveles iniciales de tasa de adopción en 2021 tienden a registrar mayor tasa de crecimiento entre 2021 y 2025.

Figura 2. DINÁMICA TEMPORAL DE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS TASAS MEDIAS DE ADOPCIÓN DE LA IA ENTRE LAS EMPRESAS DE LOS PAÍSES DE LA UE (2021-2025)



Fuentes Elaboración propia a partir de EU-ICT-Firm (Eurostat).

Figura 3. CONVERGENCIA EN TASAS MEDIAS DE ADOPCIÓN DE LA IA ENTRE LAS EMPRESAS POR PAÍSES DE LA UE



Nota. El punto atípico (azul claro) corresponde a Estonia.

Fuente: Elaboración propia a partir de EU-ICT-Firm (Eurostat).

Las tasas de adopción empresarial de la IA en las comunidades autónomas España

Eurostat desagrega la información sobre tasas de adopción de la IA por las empresas en la UE al nivel de región NUTS-2, lo que permite conocer la tasa de adopción de la tecnología por las empresas en las distintas comunidades autónomas en España. El [cuadro 2](#) y la [figura 4](#) resumen esta información con datos referidos a los años 2024 y 2025. En el caso de España, el análisis regional revela también una notable heterogeneidad. En 2025, comunidades como Madrid, Cataluña y País Vasco presentan tasas de adopción claramente superiores a la media nacional, mientras que otras regiones —especialmente Ceuta y Melilla— se sitúan muy por debajo. En conjunto, las diferencias regionales dentro de España reproducen, en menor escala, el patrón observado entre países europeos.

CUADRO 2. PROPORCIÓN DE EMPRESAS QUE EMPLEAN AL MENOS UNA TECNOLOGÍA IA COMUNIDADES AUTÓNOMAS EN ESPAÑA (2024 Y 2025)

(Porcentaje total empresas)

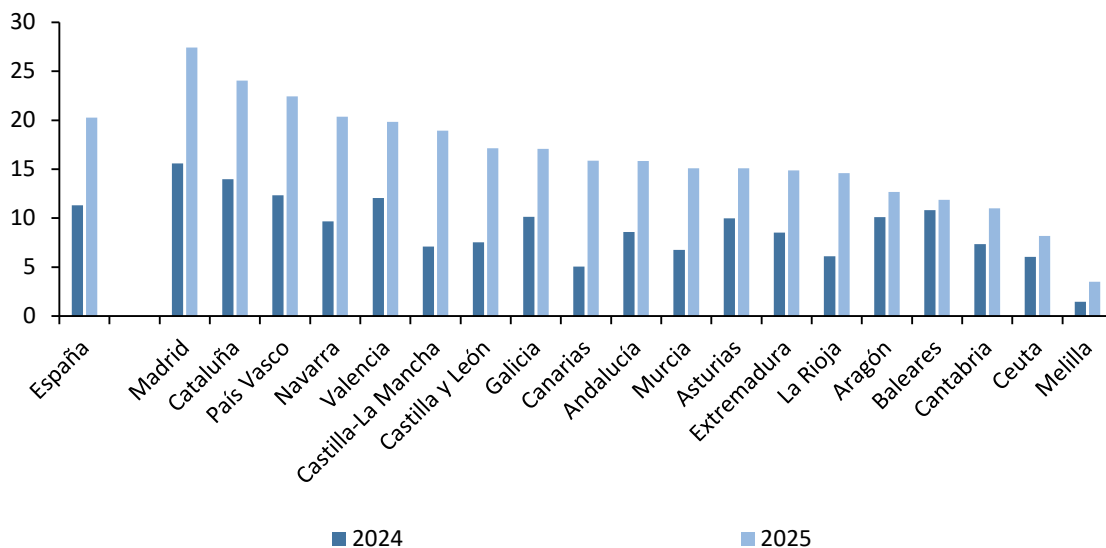
	2024	2025
España	11,31	20,27
Madrid	15,59	27,42
Cataluña	13,98	24,04
País Vasco	12,33	22,42
Navarra	9,67	20,35
Valencia	12,07	19,82
Castilla-La Mancha	7,10	18,93
Castilla y León	7,53	17,13
Galicia	10,12	17,06
Canarias	5,06	15,85
Andalucía	8,60	15,83
Murcia	6,77	15,09
Asturias	9,99	15,08
Extremadura	8,51	14,88
La Rioja	6,10	14,61
Aragón	10,10	12,68
Baleares	10,83	11,87
Cantabria	7,36	10,99
Ceuta	6,05	8,18
Melilla	1,46	3,49

Fuente: Elaboración propia a partir de EU-ICT-Firm (Eurostat NUTS-2).

En términos comparados con los países de la UE, la tasa de adopción de la Comunidad de Madrid, 27,4 % ocuparía el octavo lugar en el *ranking* de países, entre Austria y Alemania, y a gran distancia del 42 % de la tasa de difusión de Dinamarca, la primera en el *ranking*. Si la comparación se realiza con otras regiones, la diferencia con Madrid es aún mayor: Midtjylland (Dinamarca) 50,8 % de tasa de adopción; Estocolmo, 44,78 %; región de Bruselas, 43,2 %. Es decir, la tasa de adopción de la Comunidad de Madrid, la primera en España, es casi la mitad de la registrada en la primera región dentro de la UE.

Como se verá en un apartado posterior, la adopción de las nuevas tecnologías, también de la IA por las empresas se produce dentro de un contexto económico general que condiciona la decisión de adoptar. Por ello, la comparación de las tasas de adopción entre países y regiones debe hacerse teniendo en cuenta las diferencias

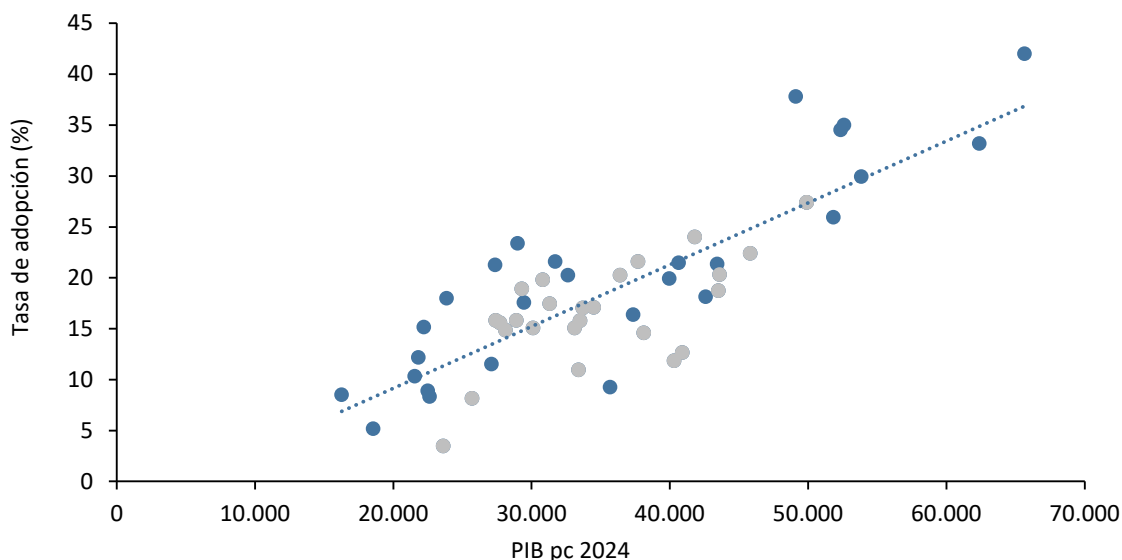
Figura 4. TASA DE ADOPCIÓN DE LA IA ENTRE LAS EMPRESAS ESPAÑOLAS POR COMUNIDAD AUTÓNOMA (2024 Y 2025)
(Porcentaje total empresas)



Fuente: Cuadro 2.

en las condiciones en las que se desenvuelven las empresas en cada país. La figura 5 relaciona las tasas de adopción de la IA en los países de la UE y en las comunidades autónomas en España con su respectivo el PIB pc, bajo el supuesto que las diferencias en las condiciones externas de adopción están debidamente reflejadas en las diferencias de PIB pc. La observación visual —corroborada por los resultados de contrastes estadísticos, en los que la hipótesis de igual pendiente y constante de la línea de regresión en las dos subpoblaciones no se rechaza— sugieren que tanto España en su conjunto como en cada una de sus comunidades autónomas, la adopción de la IA es la que se espera para el nivel de PIB pc del territorio.

Figura 5. PIB PC (2024) Y TASAS MEDIAS DE ADOPCIÓN DE LA IA (2025) POR LAS EMPRESAS EN LOS PAÍSES DE LA UE (PUNTOS AZULES) Y EN LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS EN ESPAÑA (PUNTOS GRISES)

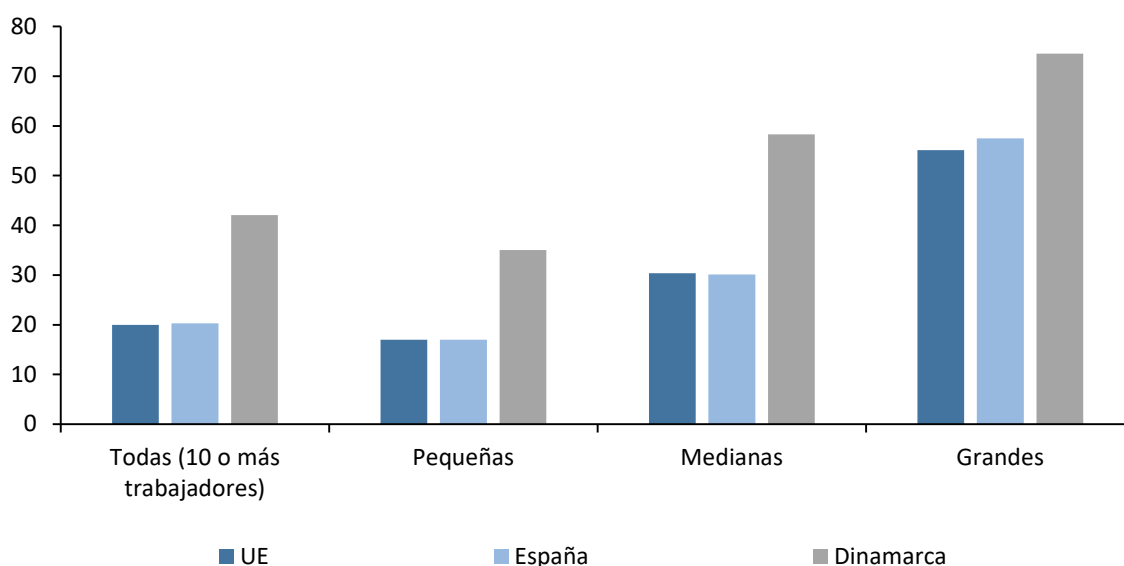


Fuente: Elaboración propia a partir de Eurostat.

Diferencias por tamaños empresariales y sectores de actividad

La figura 6 compara las tasas de adopción en empresas pequeñas (entre 10 y 49 trabajadores), medianas (entre 50 y 249) y grandes (250+) en el conjunto de la UE, en España y en Dinamarca, como país líder en adopción dentro de la UE, en 2025. En los tres casos, la tasa de adopción aumenta al pasar a clases de mayor tamaño, siguiendo un patrón similar en todos los países comparados, aunque Dinamarca se mantiene líder en todas las clases. En las pequeñas y medianas empresas, la tasa de adopción en Dinamarca es el doble de la de España, mientras que en las grandes la diferencia se reduce al 36 %. Aunque no se muestran en los gráficos, en términos de crecimiento anual entre 2023 y 2025, las variaciones absolutas en la tasa de adopción son más altas en las empresas grandes, pero en términos relativos, son más altas entre las pequeñas, lo que contribuirá a que las diferencias por tamaños con el tiempo tiendan a disminuir.

Figura 6. TASAS DE ADOPCIÓN POR CLASES DE TAMAÑOS EMPRESARIALES EN EL CONJUNTO DE LA UE, EN ESPAÑA Y EN DINAMARCA (2025)
(Porcentaje total empresas)



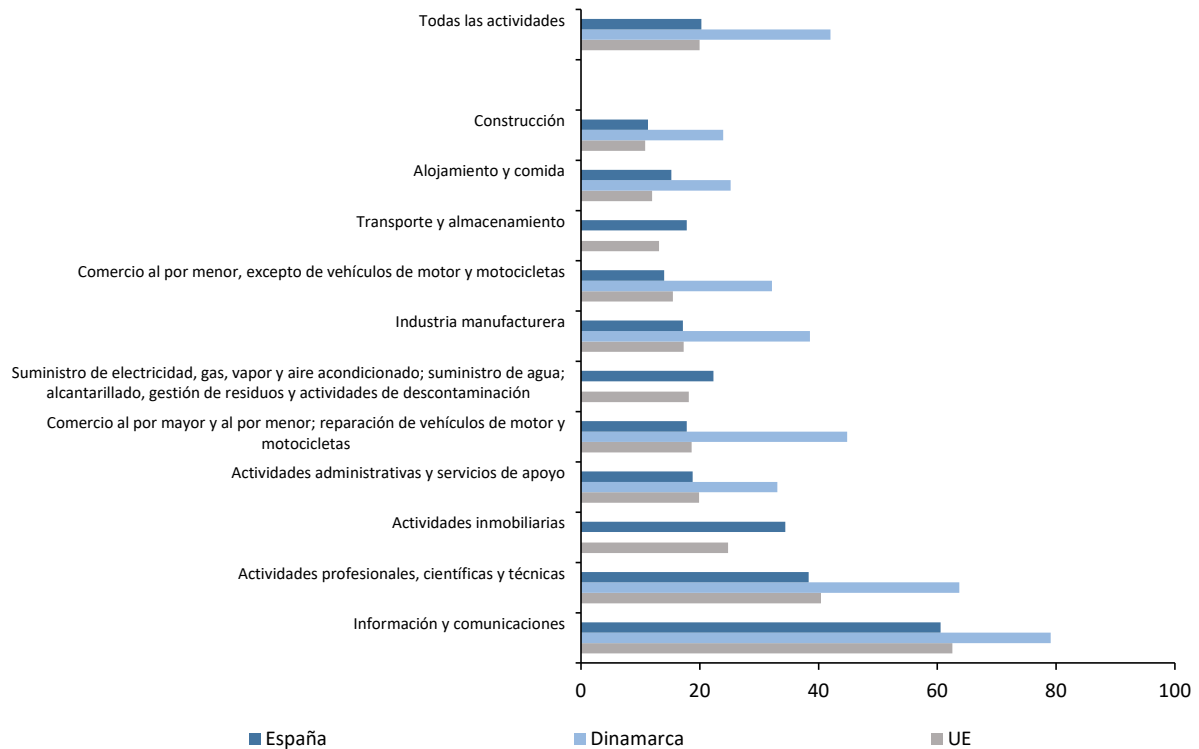
Fuente: Elaboración propia a partir de EU-ICT-Firm.

La propensión a adoptar varía también según el sector de actividad al que pertenece la empresa, hecho que se repite en todos los países comparados, figura 7. Los sectores con mayores tasas de adopción en 2025 son siempre información y comunicaciones (60 % en España y 80 % en Dinamarca) y actividades científicas y técnicas. (40 % y 60 %, respectivamente). Por abajo, con tasas de adopción por debajo del 15 %, se sitúan construcción, transporte y almacenamiento y alojamiento y servicios de comida. En la manufactura, en 2025, la adopción es del 17,3 % en España y cerca del 40 % en Dinamarca.

El anexo 1 muestra información descriptiva adicional a partir de la misma fuente estadística, comparada para España, la UE y Dinamarca, sobre: adopción de cada una de las tecnologías TIC; uso de las tecnologías en diferentes áreas funcionales de la empresa; y los obstáculos percibidos por las empresas en la adopción de la IA.

A modo de resumen del apartado descriptivo, la adopción de la IA en la UE va por detrás de EE. UU. La difusión de la IA aparece como un proceso dinámico, pero desigual. De la evidencia presentada se desprenden varios factores estructurales cuyas diferencias entre países podrían explicar las brechas en la difusión de la IA: la dotación de recursos generales, humanos y financieros (diferencias en PIB pc); la capacidad para asumir los

Figura 7. TASAS DE ADOPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA IA POR SECTORES DE ACTIVIDAD. VALORES COMPARADOS PARA LA UNIÓN EUROPEA, ESPAÑA Y DINAMARCA (2025)
(Porcentaje total empresas)



Fuente: Elaboración propia a partir de EU-ICT-Firm.

costes de implementación y aprovechar economías de escala (mayor o menor peso de las empresas grandes en la estructura productiva); la dotación de conocimiento afín a la tecnología (peso relativo del sector de la información y las comunicaciones); la dotación de conocimiento general (peso relativo del sector de actividad científicas y técnicas). España se sitúa en una posición intermedia dentro de este proceso, con patrones de adopción que reflejan tanto las tendencias europeas como sus propias heterogeneidades regionales.

4. LA ADOPCIÓN DE LA IA POR LAS EMPRESAS EXPLICADA A PARTIR DE LA TEORÍA DE LA DIFUSIÓN TECNOLÓGICA

La innovación, ya sea como resultado de costosas inversiones en I+D o de hechos fortuitos, es fundamental para el crecimiento económico. Las nuevas tecnologías se materializan en nuevas herramientas, nuevos procesos, bienes y servicios de mayor calidad que unas empresas desarrollan y ofertan en los mercados para que sean utilizadas por otras. El progreso tecnológico y sus consecuencias para el crecimiento dependen tanto de la calidad intrínseca de las innovaciones, como de la difusión de las mismas en el tejido productivo al que van destinadas.

La teoría de la difusión tecnológica estudia las decisiones de adopción y uso de nuevas tecnologías por parte de empresas (o personas físicas) que no han participado de forma directa en su desarrollo. Su objetivo es caracterizar la acumulación tecnológica que resulta de dediciones individuales de adopción a lo largo del tiempo. Incluye los análisis teóricos y empíricos dirigidos a responder a tres preguntas principales de investigación (Comín y Mestieri, 2014; Stokey, 2020): cuáles son los patrones observados en la difusión tecnológica y cómo cambian en el tiempo; qué factores influyen en los tiempos de adopción, rapidez de difusión y alcance de la difusión de la nueva tecnología; cuáles son las consecuencias macro y microeconómicas de este proceso. La aplicación de la teoría de la difusión tecnológica puede ayudar a responder estas tres preguntas para el caso particular de las tecnologías IA.

Este apartado analiza la difusión de las tecnologías de la IA entre las empresas de la Unión Europea presentada de forma descriptiva en el apartado anterior, a través del marco teórico de los modelos clásicos de difusión tecnológica. La información disponible para el análisis se limita a la proporción de empresas en cada país que han adoptado la IA en el periodo 2021-2025, por lo que solo puede responder a las dos primeras preguntas. Para responder a la tercera sobre el impacto económico de la difusión, sería necesario conocer, al menos, el número de personas que utilizan la tecnología en la empresa y la intensidad con la que la usan (horas de tiempo de trabajo, por ejemplo), información que no está disponible. Por otra parte, también hay que tener en cuenta que la difusión de la IA se encuentra en fases iniciales, por lo cual el ejercicio de análisis no puede consistir en explicar el proceso de difusión y sus posibles determinantes una vez que ha concluido. Se trata necesariamente de un ejercicio de contenido predictivo sobre la previsible senda de difusión de la IA entre las empresas de la UE en los próximos años, junto con otro de carácter explicativo de las diferencias observadas en la rapidez de difusión entre unos países y otros.

El análisis se realiza desde la premisa general de que la adopción de una nueva tecnología por la empresa consume tiempo y recursos, y que las motivaciones económicas determinan quién adopta la nueva tecnología y la rapidez con la que se produce la adopción. A medida que se extiende el uso de la innovación, la calidad generalmente aumenta mientras que los costes de adopción se reducen. Consecuentemente, la adopción temprana de la innovación por parte de algunos usuarios facilita la posterior adopción por parte del resto de usuarios potenciales. La dinámica de los costes de adopción constituye un factor importante para explicar la difusión de la innovación en un país o mercado. Por otra parte, la rapidez y el alcance de la difusión tecnológica tienden a ser desiguales entre países y mercados, debido a diferencias en factores estructurales entre ellos, que condicionan la dinámica de costes y beneficios de la adopción comunes para todas las empresas.

En la exposición posterior, se analiza, en primer lugar, la difusión de las tecnologías de IA en un país, y, a continuación, se examinan las diferencias en tasas de adopción entre países y regiones dentro de la UE.

Difusión de la IA entre las empresas dentro de la UE

La difusión se estudia a partir de dos teorías relacionadas, la de la difusión por contagio y la difusión por experimentación y contagio.

Difusión por contagio

Los modelos de difusión por contagio (Griliches, 1957; Mansfield, 1961; Rogers, 1962) atribuyen el retraso en la decisión de adoptar a la falta de información sobre la nueva tecnología. Inicialmente, la información se difunde lentamente porque procede únicamente de la experiencia en el uso de la tecnología por parte de los primeros adoptantes, que los seguidores aprovechan para aprender y reducir riesgos y costes de adopción. Según aumenta el número de adoptantes previos se genera más información y la difusión se acelera. En un momento determinado, la difusión vuelve a desacelerarse según se acerca la saturación del mercado.

Definimos por $y(t)$ a la proporción de empresas que han adoptado la tecnología en el momento t , y por $(m - y(t))$, el complemento o fracción de empresas que aún no han adoptado en t , siendo m la proporción de adoptantes potenciales. La difusión de información sobre la nueva tecnología por contagio, que se describe en el párrafo anterior, se representa analíticamente por la siguiente función que relaciona la variación de empresas adoptantes en t con la proporción de adoptantes previos como sigue:

$$\frac{dy(t)}{dt} = \beta y(t)(m - y(t)) \quad [1]$$

Donde β es un parámetro de proporcionalidad no negativo. La solución a la ecuación diferencia [1] es la función logística que relaciona la proporción de adoptante en un momento en el tiempo con el número de periodos temporales transcurridos desde la primera adopción:

$$y(t) = \frac{m}{1 + e^{-(c+\beta t)}} \quad [2]$$

Donde C es la constante de integración procedente de la solución matemática de la ecuación diferencial [1] y que determina el momento en el tiempo en el que se inicia la adopción. La ecuación [2] corresponde a la familia de funciones logísticas en forma de S.

Si el proceso de difusión de la IA entre las empresas en un país de la UE, por ejemplo, España, hubiera concluido, eventualmente se podría recuperar el año en el que se produce la primera adopción, la proporción m de empresas que adoptan la tecnología y estimar la velocidad de la difusión (valor del parámetro β). Esto es lo que hace Griliches (1957) en su trabajo pionero sobre la difusión de las semillas de maíz híbrido en los distintos estados y territorios en Estados Unidos, cuando la difusión prácticamente ha concluido. Sin embargo, en nuestro caso, el análisis debe ser necesariamente diferente porque la difusión está todavía en una fase incipiente y por limitaciones en la información disponible (no se conoce, por ejemplo, el año en que se producen las primeras adopciones de la IA por las empresas en cada país).

Por ello, el análisis procede del siguiente modo. De la lista de países de la UE se seleccionan dos que cumplen las siguientes condiciones: la proporción de empresas adoptantes en 2021 es baja, lo cual permite suponer que 2021 es el primer año de adopción; en los años entre 2021 y 2025 para los que existe información, en uno de los países es excepcionalmente rápida y en el otro excepcionalmente lenta. Los dos países que cumplen estas condiciones son Estonia (difusión rápida) y Rumanía (difusión lenta); el [cuadro 3](#) muestra las tasas de adopción de la IA para estos países a partir de Eurostat.

CUADRO 3. TASAS DE ADOPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS IA EN ESTONIA Y RUMANÍA CON DATOS DE EUROSTAT

	2021	2023	2024	2025
Estonia	0,0277	0,0519	0,1389	0,234
Rumanía	0,0138	0,0151	0,0307	0,0521

Fuente: Fuente: EU-ICT-Firm (Eurostat).

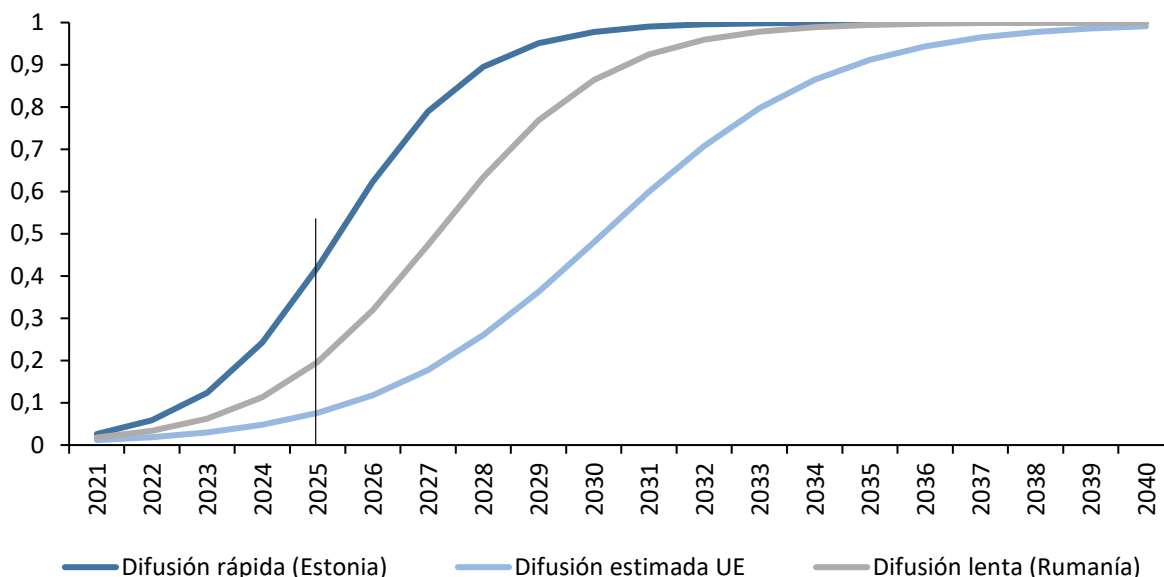
A continuación, la función [2] se linealiza con el supuesto adicional de $m=1$, es decir, se supone que eventualmente todas las empresas en el país adoptarán la IA:

$$\text{Ln} \frac{y(t)}{1 - y(t)} = C + \beta t \quad [3]$$

Finalmente, para los dos países se estiman los parámetros C y β a través del ajuste de la función (3) a los datos del [cuadro 3](#) con los siguientes resultados: para Estonia: $\hat{C} = 4.18$; $\hat{\beta} = 0.82$ para Rumanía $\hat{C} = 4.91$; $\hat{\beta} = 0.483$.

La [figura 8](#) muestra la representación gráfica de las funciones logísticas de difusión rápida (Estonia) y de difusión lenta (Rumanía), ecuación [2], a partir de los parámetros estimados. Las líneas de difusión rápida y de difusión lenta pueden interpretarse, respectivamente, como el límite superior y el límite inferior de las curvas de difusión de la IA entre las empresas para los distintos países de la UE, bajo los supuestos de que 2021 es el primer año de adopción y que todas las empresas adoptarán en algún momento. En la misma figura se representa también el perfil de difusión para un país con parámetros de la función logística igual a promedio de los parámetros respectivos de difusión rápida y lenta, $\hat{C} = 4.54$; $\hat{\beta} = 0.65$, que podría corresponder al caso de España.

Figura 8. FUNCIONES LOGÍSTICAS DE DIFUSIÓN DE LA IA ESTIMADAS PARA PAÍSES DE DIFUSIÓN RÁPIDA, DIFUSIÓN LENTA Y PROMEDIO REPRESENTATIVO DE LA UE



La difusión rápida predice una tasa de adopción en 2025 ligeramente superior al 40 % que corresponde aproximadamente con la tasa de adopción de Dinamarca, el país con la tasa más alta, en ese año. Para ese mismo año, la tasa prevista, según la difusión lenta, se sitúa aproximadamente en el 5 % (Rumanía). La difusión proyectada para el conjunto de la UE y para un país como España es aproximadamente el 20 %, coincidiendo con la observada. De acuerdo con las proyecciones de la [figura 8](#), países de difusión rápida como Dinamarca, en cinco años, para 2030, prácticamente el 100 % de las empresas habrán adoptado la IA. En el conjunto de la UE y países como España la tasa de adopción estimada para 2030 es del 85 %. En los países con el perfil de difusión lenta, para 2030, se prevé una tasa de adopción del 50 %.

Difusión por experimentación y contagio

La difusión por contagio condiciona la adopción de la nueva tecnología al desbordamiento de información desde los adoptantes previos a los que todavía están pendientes de adopción. Bass (1969) modifica los modelos de difusión por contagio incorporando un componente de adopción autónoma, independiente del efecto contagio. Las matemáticas del modelo se concretan en la modificación de la ecuación [1] para incorporar al modelo la pensión autónoma a adoptar la innovación,

$$\frac{dy(t)}{dt} = (p + qy(t))(1 - y(t)) \quad [4]$$

La solución de la ecuación diferencial [4] que explica la evolución en el tiempo de la tasa de adopción es la siguiente:

$$y(t) = \frac{1 - e^{-(p+q)t}}{1 + \frac{q}{p} e^{-(p+q)t}} \quad [5]$$

En este caso, la dinámica de difusión depende de dos parámetros positivos: uno asociado a la adopción exógena o experimental (p) y otro a los efectos de la imitación (q). La ecuación [5] determina un perfil en forma en S, logística, entre proporción de adoptantes y número de periodos transcurridos desde la primera adopción si se

cumple $q > p$. En la ecuación, el parámetro p determina la rapidez del despegue inicial de la difusión tecnológica, mientras que q controla la intensidad de los efectos de imitación y, por tanto, la pendiente de la función en la fase de expansión. Esta extensión permite capturar de forma más realista los procesos de difusión, especialmente en contextos como el de la IA, donde coexisten iniciativas propias de las empresas para familiarizarse con la tecnología con mecanismos de aprendizaje colectivo.

La estimación de los parámetros p y q del modelo correspondientes a los países difusión rápida y lenta se realiza por prueba y error, aprovechando información disponible sobre valores estimados de estos mismos parámetros en procesos de difusión completados en el pasado, correspondientes a tecnologías más o menos cercanas a la IA. La información se extrae de la base de datos *enginius*⁴ referida a difusión de tecnologías TIC y plataformas digitales con los siguientes resultados: valores de p entre 0.002-0.02, y rangos de valores de q entre 0.3-0.8. Dentro de estos intervalos, a través de la ecuación [5] se han realizado ejercicios de previsión con combinaciones de valores de p y q hasta encontrar la que predice mejor las tasas de adopción de Estonia, de Rumanía y del conjunto de la UE que, prácticamente, coincide con la de España. Los resultados son: $p=0.01$, $q=0.8$, Estonia, difusión rápida; $p=0.003$, $q=0.5$, Rumanía, difusión lenta; $p=0.005$, $q=0.6$, España y UE, intermedia⁵.

Como corolario final del ejercicio realizado cabe concluir que, en la medida en que la adopción sea indicativa de la rapidez en el aprovechamiento de las ventajas económicas que ofrece la tecnología (aumento en la productividad) para las empresas, las diferencias en la velocidad de difusión entre países dentro de la UE amenazan con aumentar la divergencia real entre ellos. Aunque los valores precisos de las previsiones sobre las tasas de adopción de la figura 8 deben tomarse con cautela por las limitaciones visibles del ejercicio, el mensaje es que la extrapolación hacia el futuro de las tasas de adopción observadas en los años 2021-2025 en los países de la UE apunta a importantes divergencias en el aprovechamiento de la IA entre ellos en los próximos cinco años.

5. LA EXPLICACIÓN DE LAS DIFERENCIAS EN DIFUSIÓN DE LA IA ENTRE PAÍSES Y REGIONES EN LA UE

Con información del momento en el que se inicia la adopción de la tecnología y de las tasas de adopción en años sucesivos para los distintos países, la estimación de los parámetros de la función logística podría repetirse para cada uno de ellos. A partir de estimaciones para cada país de los parámetros “beta” sobre la velocidad de difusión, el paso siguiente de la investigación consiste en explicar las diferencias en las velocidades de difusión en función de características estructurales de los países, que explican variaciones en velocidad de difusión observadas en tecnologías anteriores. En nuestro caso, la información necesaria para estimar los parámetros de la función logística para todos los países desde el momento de la primera adopción no está disponible. Por ello, la variable dependiente “beta estimada” se sustituye por la tasa de adopción observada en el año 2025. Además, el número de observaciones se amplía para aprovechar la información de Eurostat sobre tasas de adopción de la IA en 2025 para un subconjunto de regiones NUTS-2 de la UE. En total se dispone de información para 131 regiones y/o países⁶.

Diferencias en tasas de adopción en 2025 serán una buena aproximación a las diferencias en velocidades de difusión beta si la primera adopción (valor del parámetro C de la función logística) por las empresas en los distintos países se concentra en un periodo temporal relativamente corto, y si la proporción de adoptantes cuando termina la difusión (parámetro m de la función logística) es también similar.

⁴ https://support.enginuis.biz/support/solutions/articles/64000304644-bass-forecasting-tutorial-appendix-p-q-parameters-?utm_source=chatgpt.com

⁵ Ramírez-Hassan y Montoya-Blandón (2020) hacen balance de la abundante literatura sobre el modelo de Bass, tanto para explicar la difusión de nuevos productos cuando ya se ha completado, como para predecir las ventas en el momento de su introducción en el mercado, aprovechando el conocimiento (parámetros del modelo) en experiencias previas de difusión de innovaciones relacionadas. Dahlke et al. (2024) modelizan la adopción de la IA por las empresas a nivel individual utilizando versiones avanzadas de los modelos clásicos de contagio en redes y bajo la influencia de las dotaciones de capital social de los actores de la red (empresas).

⁶ Las 131 observaciones corresponden a 25, todos los de la UE, excepto Irlanda y Luxemburgo por los valores atípicos de PIB pc, y las regiones NUTS-2 de Bélgica, Bulgaria, Chequia, Dinamarca, España, Croacia, Lituania, Hungría, Austria, Polonia, Eslovenia y Suecia. Para el resto de países no existe información sobre tasas de adopción desagregada por regiones NUTS-2.

La literatura previa ha identificado un conjunto de variables que explican las diferencias observadas en la rapidez de difusión de tecnologías entre países, y que podrían explicar también las diferencias observadas en la rapidez de difusión de la IA entre las empresas en los países de la UE. Comín y Mestieri (2014), en una revisión de investigaciones propias y de otros autores, agrupan estas variables en tres categorías, conocimiento, instituciones y política y demanda. Por ejemplo, en un trabajo pionero que incluye múltiples tecnologías y países a lo largo del tiempo, Comín y Hobijn (2004) encuentran que la renta per cápita (demanda), el capital humano (conocimiento), la apertura comercial (políticas), el estado de derecho (instituciones) y la trayectoria de difusión de tecnologías previas (conocimiento) tienen un efecto positivo sobre el nivel de adopción tecnológica.

Relacionando estas variables con los parámetros del modelo de difusión, por ejemplo, p y q , se espera que el conocimiento acumulado facilite la experimentación inicial de las empresas alrededor de la decisión de adoptar (primeros adoptantes, mayor p); que la apertura comercial y la experiencia en la difusión de tecnologías previas promueva la transmisión de información entre primeros adoptantes y empresas seguidoras (mayor efecto contagio, mayor q); que un PIB per cápita mayor sea un acicate a la adopción cuando se tiene la información necesaria porque significa más demanda de los productos o servicios producidos con la nueva tecnología (mayor p y q). Obviamente, la baja calidad institucional es un freno a la adopción, y a la innovación en general, porque genera incertidumbre sobre la posibilidad efectiva de apropiación de los beneficios privados de la misma.

Variables y modelo empírico

La variable dependiente es la *tasa de adopción* (porcentaje de empresas que utilizan al menos una de las tecnologías IA en el país o región de la UE en el año 2025).

VARIABLES explicativas:

PIB per cápita (en euros de paridad de compra) del país o región. Se espera que en los países más ricos los incentivos a adoptar la IA por las empresas sean mayores que en los más pobres, tanto porque aumentan los recursos disponibles para reducir la incertidumbre sobre los costes y los beneficios de la adopción, como porque la mayor demanda del output generado por la innovación aumentará la rentabilidad para un coste fijo de adopción dado.

Proporción de personas empleadas en el país o región que trabajan en actividades relacionadas con la investigación y desarrollo (I+D). Los países con más personas empleadas en actividades de I+D serán países más avanzados tecnológicamente y con más conocimientos científicos y técnicos acumulados, lo cual facilitará la adopción de la IA porque se tendrá más criterio e información para saber cómo adaptar la nueva tecnología para el aprovechamiento comercial más inmediato.

Proporción de trabajadores que utilizan internet en su actividad laboral ordinaria. La variable trata de medir diferencias entre países en la experiencia de los trabajadores que utilizan tecnologías digitales, experiencia que puede ser útil para facilitar el uso y, con ello, acelerar la adopción de la IA. Se trata de otra forma de conocimiento incorporado en las personas que, a diferencia del más general acumulado a través de la I+D, está más adaptado a los conocimientos que requiere el uso de la nueva tecnología. La conexión a internet en el trabajo variará con la especialización productiva de la economía. Por otra parte, la conexión a internet es condición necesaria para la utilización de la IA.

Proporción de personas con estudios terciarios. Mayor valor de la variable se asocia con un mayor nivel de educación formal en la población del país o región y, por tanto, con más conocimiento general complementario del conocimiento científico y del conocimiento específico acumulado en la adopción previa de tecnologías digitales.

Geografía e instituciones. Los países y regiones de la muestra se agrupan en cuatro bloques atendiendo a la localización geográfica y la previsible afinidad institucional: Centro de Europa (Bélgica, Holanda, Francia, Alemania, Austria), Escandinavia (Dinamarca, Finlandia y Suecia), Europa del Sur (España, Portugal, Grecia, Malta,

Chipre) y Europa del Este (resto de países de la UE). A cada país y región dentro del bloque se se asigna un valor 1, y a los países y regiones que no pertenecen al bloque se les asigna un valor cero. Con ello se definen cuatro variables dicotómicas, *Centro*, *Escandinavia*, *Sur* y *Este*. En la definición de esta variable está implícito el supuesto de que la geografía desarrolla afinidades culturales y similitudes institucionales (no directamente observables) que pueden condicionar la adopción de nuevas tecnologías, como se ha demostrado por la literatura previa. Además, controlan por variables relacionadas con la geografía y las instituciones omitidas en el modelo empírico de regresión, correlacionadas con la variable dependiente y el resto de variables explicativas; por ejemplo, diferencias entre bloques en tamaño medio de las empresas, especialización productiva, calidad de gestión empresarial...

El modelo empírico a estimar explica la tasa de adopción del país/región j en el año 2025, y_j , en función de las variables explicativas X_{ij} de la lista anterior:

$$y_j = a + \sum_i b_i X_{ij} + u_j \quad [6]$$

Donde a y b_i son parámetros a estimar y u_j es el término de error.

Resultados

El [cuadro 4](#) muestra los estadísticos descriptivos de las variables del modelo empírico. La variable dependiente tasa de adopción se refiere a datos del primer trimestre de 2025. Los datos de las variables explicativas corresponden al año 2024. La fuente de información sobre los valores de las variables en los países y regiones es la base de datos estadísticos de Eurostat.

CUADRO 4. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE LAS VARIABLES DEL MODELO EMPÍRICO SOBRE DETERMINANTES DE LAS TASAS DE ADOPCIÓN DE IA POR LAS EMPRESAS EN EMPRESAS Y REGIONES DE LA UE

Variable	Media	Desv. típica	Mínimo	Mediana	Máximo	N
Proporción empresas usan IA	18,40%	11,12	1,78	15,85	50,82	131
Centro	0,15	0,36	0	0	1	131
Escandinavia	0,15	0,35	0	0	1	131
Sur	0,19	0,39	0	0	1	131
Este	0,51	0,50	0	1	1	131
LN (PIB pc)	10,44	0,33	9,72	10,42	11,25	131
Ocupados en I+D/Ocupados	1,31%	0,89	0,17	1,06	4,65	131
Acceso internet en trabajo	61,66%	13,82	29,47	59,56	90,92	131
Estudios terciarios/Población	37,1%	9,92	17,3	35,4	64,7	131

Fuente: Elaboración propia a partir de estadísticas de Eurostat.

La media de las variables dicotómicas de bloque geográfico indica la proporción de observaciones que corresponden a cada uno de ellos. Más de la mitad de las observaciones corresponden a países y regiones del Este de Europa; en el resto de bloques las proporciones de observaciones son similares. Este resultado se explica en buena parte porque el número de regiones NUTS-2 para las que se dispone de información sobre tasas de adopción es proporcionalmente mayor en regiones de los países del Este (nota 2).

Como complemento al anterior, el [cuadro 5](#) muestra el valor medio de las variables del modelo empírico para cada uno de bloques de países y regiones y para España.

CUADRO 5. VALORES MEDIOS DE LAS VARIABLES DEL MODELO EMPÍRICO POR BLOQUES DE PAÍSES Y REGIONES Y PARA ESPAÑA

(Cifras en porcentaje, excepto LN PIB pc)

	Centro	Escandinavia	Sur	Este	España
Tasa adopción	29,71	34,24	15,75	11,52	16,30
LN PIB pc	10,76	10,67	10,44	10,27	10,44
Ocupados I+D	1,93	1,84	1,07	1,07	1,00
Trabajo con acceso a internet	67,45	86,61	59,10	54,01	60,10
Estudios terciarios	38,76	46,05	39,00	33,48	40,96

Fuente: Elaboración propia a partir de EU-ICT-Fim (Eurostat).

Los países y regiones del Centro de Europa y de Escandinavia superan holgadamente en promedio a los del Sur y del Este de Europa en tasa de adopción de la IA. De igual modo, los valores medios de las variables proporción de personas empleadas en actividades de I+D y proporción de personas que realizan su trabajo con conexión a internet son más altos en el Centro-Escandinavia que en el Sur-Este, mientras que las diferencias entre bloques en proporción de personas con estudios terciarios (universitarios) son menores. La evidencia preliminar del [cuadro 5](#) muestra que la tasa de adopción de la IA es más alta en países con mayor nivel de desarrollo económico dentro de la UE, medido en términos de PIB, en esfuerzo en I+D y en digitalización.

CUADRO 6. RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN DEL MODELO EMPÍRICO [6] SOBRE LOS DETERMINANTES DE LAS DIFERENCIAS EN LAS TASAS DE ADOPCIÓN DE LA IA ENTRE PAÍSES Y REGIONES EUROPEAS EN 2025

Constante	29,71*** (1,45)	-248,44*** (21,9)	-135,64*** (19,9)	-88,59*** (32,38)	-73,86** (30,71)	-75,21** (32,08)
Escandinavia	4,53* (2,37)		5,9*** (2,01)	5,66*** (2,05)	2,57 (2,59)	2,64 (2,63)
Sur	-13,96*** (1,83)		-9,18*** (1,52)	-8,76*** (1,56)	-8,37*** (1,54)	-8,05*** (1,61)
Este	-18,19*** (1,66)		-10,69*** (1,66)	-11,2*** (1,75)	-10,51*** (1,79)	-10,32*** (1,76)
LN (PIB pc)		25,56*** (2,23)	15,37*** (1,84)	10,62*** (3,06)	8,36*** (3,16)	8,51*** (3,3)
Ocupados I+D				2,11* (1,18)	1,86* (1,11)	2,04* (1,14)
Conectados internet					0,15** (0,07)	0,16** (0,07)
Titulados universitarios						-0,04 (0,07)
R2 ajustado	0,66	0,57	0,79	0,8	0,81	0,8
F- Estadístico	69,78***	143,7***	128,37***	97,47***	89,58***	75,97***
N	131	131	131	131	131	131

Nota: ***, p<0,01; **, p<0,05; *, p<0,10. En paréntesis, errores estándar robustos a heteroscedasticidad (White). Variable dicotómica omitida Centro.

El promedio de las tasas de adopción entre las comunidades autónomas en España es del 16,3 %, notablemente inferior al 20 % nacional del [cuadro 1](#). Esto se explica porque la tasa de adopción del conjunto de España es igual a la suma ponderada (por la proporción de empresas con 10 o más trabajadores en la comunidad)

de las cifras por comunidad autónoma, y la proporción de empresas sobre el total es mayor en las comunidades con tasas de adopción más altas. España es el país que aporta más observaciones al bloque Sur, de ahí las escasas diferencias en valores medios de las columnas Sur y España.

Los resultados de la estimación del modelo empírico sobre determinantes de las tasas de adopción de las tecnologías IA se muestra en el [cuadro 6](#) para distintas especificaciones del mismo. Las estimaciones se realizan por mínimos cuadrados ordinarios y errores estándar (en paréntesis) ajustados por heteroscedasticidad (White)⁷.

En la primera especificación, se incluyen únicamente las variables dicotómicas de carácter geográfico-institucional. Estas variables presentan una elevada capacidad explicativa, con un R² ajustado del 66 %. La media de la tasa de adopción de la IA en las regiones escandinavas está 4,5 puntos porcentuales por encima de la media de adopción en las regiones y países del Centro de Europa. Por otra parte, la media de tasas de adopción de la IA por las empresas en las regiones del Sur y del Este es, respectivamente, 14 y 18 puntos porcentuales, inferior a la media de la tasa de difusión de las regiones centroeuropeas. La ubicación geográfica de la región dentro de la UE, Centro, Escandinavia, Sur o Este, es altamente informativa sobre la tasa media de adopción de la IA por las empresas localizadas en la misma, con diferencias económica y estadísticamente significativas sobre todo entre el Centro-Norte, por un lado, y el Sur-Este por otro.

En la segunda especificación, la tasa de adopción se explica únicamente por el PIB per cápita (en logaritmos). El coeficiente estimado, 25,56, significa que una diferencia del 10 % en el PIB pc entre países se asocia con una diferencia aproximada de 2,56 puntos porcentuales en la tasa de adopción de la IA, y una elasticidad aproximada de la tasa de adopción a diferencias en el PIB pc, evaluada en el valor medio de la variable dependiente (18,4 %), de 1.39⁸. Es decir, la sensibilidad de la adopción de la IA a diferencias en el nivel de desarrollo económico es particularmente alta. El R² ajustado de la regresión es menor que en la primera columna, lo que significa que el bloque geográfico-institucional al que pertenece la región dentro de la UE es más informativo que el nivel de PIB pc para explicar las diferencias en la tasa de adopción de la IA por las empresas.

La tercera columna del cuadro muestra los resultados de la estimación del modelo empírico que explica la tasa de adopción regional en función del PIB per cápita y las variables geográfico-institucionales. El R² ajustado se eleva ahora hasta el 79 %, es decir la capacidad explicativa del modelo aumenta. Por otra parte, el coeficiente estimado de la variable PIB pc (en logs) disminuye a 15,4, y los coeficientes estimados de las variables dicotómicas de geografía cambian con respecto a los de la primera columna: controlando por el nivel de PIB pc, las diferencias en las tasas medias de adopción entre bloques geográficos de regiones se reducen, aunque sin alterar el sentido de las diferencias. Finalmente, controlando por el bloque geográfico al que pertenece cada región, la elasticidad de la tasa de adopción de la IA a variaciones en el PIB se reduce a 0,84.

Las columnas cuarta, quinta y sexta del cuadro muestran los resultados de la estimación del modelo empírico al añadir sucesivamente cada una de las tres variables que capturan diferencias en conocimiento y capital humano entre regiones. El aumento en el R² ajustado al añadir estas variables explicativas es menor, desde 79 % (columna tres) hasta 81 % (columna cinco). Los coeficientes estimados de las variables proporción de personas empleadas en actividades de I+D y de personas que realizan su trabajo con conexión a internet son positivos y significativos, mientras que, controlando por el resto de variables explicativas, el coeficiente de la variable proporción de personas con estudios terciarios (universitarios) no es estadísticamente significativo.

En términos cuantitativos, la diferencia de un punto porcentual en la proporción de personas ocupadas en actividades de I+D entre regiones implica una diferencia de aproximadamente 2 puntos porcentuales en la tasa de adopción de la IA a favor de la región con más trabajadores en I+D. Por su parte, la variable que mide el uso de internet en el trabajo muestra un coeficiente en torno a 0.15–0.16. Esto implica que una diferencia de

⁷ Se ha comprobado que la variable dependiente no concentra un número elevado de valores en los dos extremos, 0 y 100, en los que está cotada, y que la estimación OLS no predice valores fuera del intervalo, condiciones para que la estimación OLS pueda considerarse adecuada.

⁸ La elasticidad de tasa adopción al PIB per cápita se calcula como $Elasticidad = \frac{\beta_{PIB\ pc}}{Media\ tasa\ de\ adopción} = \frac{25,6}{18,4} = 1,39$.

10 puntos porcentuales en la proporción de trabajadores que utilizan internet se asocia con una diferencia de aproximadamente 1.5–1.6 puntos porcentuales en la tasa de adopción. Este resultado pone de manifiesto el papel de la digitalización como facilitador directo de la incorporación de la IA en las empresas. La no significación estadística del coeficiente estimado de la variable proporción de personas con educación terciaria indica que, cuando se controla por el resto de variables explicativas del modelo, las diferencias en el capital humano general de la población no explican diferencias en las tasas de adopción de la IA entre regiones⁹.

Con la incorporación de la variable proxy del nivel de digitalización de la economía entre las variables explicativas del modelo, el coeficiente de la variable Escandinavia deja de ser estadísticamente significativo mientras los coeficientes estimados de las variables Sur y Este apenas varían. Aparentemente, las diferencias en la tasa media de adopción de la IA por las empresas en las regiones y países escandinavos y la tasa media de adopción de las empresas centro europeas se explica por una mayor digitalización (proporción más alta de personas que trabajan con conexión a internet) en el Norte que en el Centro de Europa.

Finalmente, en la columna cinco, cuando se añaden las dos variables explicativas de empleo en I+D y trabajo con conexión a internet, el coeficiente estimado de la variable PIB pc se reduce de nuevo hasta aproximadamente 8.5. Diferencias en el PIB pc entre regiones están relacionadas positivamente con diferencias en esfuerzo en I+D y grado de digitalización, de manera, un resultado que confirma la correlación positiva y significativa de 0.6-0.8 entre el PIB pc y cada una de estas variables. Al aislar el efecto del PIB pc como variable explicativa de la tasa de adopción de la IA controlando por las otras dos variables correlacionadas positivamente con el PIB pc y con la tasa de adopción, la elasticidad de la tasa de adopción a variaciones en el PIB pc disminuye hasta 0.46 (8.5/18.4); es decir, la tercera parte de la elasticidad estimada cuando el PIB pc es la única variable explicativa del modelo.

En lo que se refiere al subconjunto de las comunidades autónomas en España, la diferencia entre la media de tasas de adopción, 16,3 %, y la media para el conjunto de las regiones en la muestra, 18,4, se explica por la menor intensificación en I+D y la menor digitalización del trabajo en las comunidades en España con respecto a la media de estas variables en el conjunto de regiones de la UE (recuérdese que la media del log del PIB pc de las comunidades autónomas en España es similar a la del conjunto de regiones de la UE).

En conjunto, los resultados cuantitativos están en línea con los de Comín y coautores y confirman que la adopción de la IA es altamente sensible a diferencias en el nivel de riqueza de las regiones y, en particular, a diferencias en el nivel de riqueza correlacionadas con diferencias en capital humano (conocimiento científico, conocimiento específico por experiencia en digitalización y nivel educativo). Estas diferencias actuarían tanto a través de su influencia en la experimentación de los adoptantes pioneros (principalmente por el mayor conocimiento científico) como en la rapidez de imitación de los seguidores (a lo que contribuiría la experiencia en digitalización). A su vez, controlando por diferencias en nivel de riqueza y sus determinantes, persisten diferencias importantes en las medias de las tasas de adopción de la IA en las regiones y países del Centro-Norte de Europa y las medias de las tasas de adopción de las regiones del Sur y el Este, pendientes de explicación (diferencias en calidad institucional, en grado de apertura exterior, en calidad de gestión, especialización productiva... que no están reflejadas en diferencias en el PIB pc).

La [figura 8](#) pone de manifiesto que las diferencias en las tasas de adopción entre países serán distintas en función del momento en el tiempo de difusión en el que se evalúen: diferencias menores en las fases iniciales y finales del proceso y máximas en las fases intermedias. Los resultados del [cuadro 6](#) corresponden a la explicación de las diferencias observada en 2025. Si la estimación se realiza con tasas de adopción de los países de otros años los resultados serían distintos. El [anexo 2](#) reformula el modelo empírico sobre los determinantes de las diferencias en tasas de adopción entre países para tener en cuenta que estas diferencias en lastasas de adopción son sensibles al momento en el tiempo en que se explican con el modelo empírico.

⁹ La correlación simple entre la variable proporción de personas con educación terciaria y la variable tasa de adopción de la IA es de 0.54. Por otra parte, la correlación de capital humano general con el PIB pc, la proporción de personas que trabajan en I+D y la proporción de personas que trabajan con conexión a internet se mueve en el entorno de 0.65.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

La adopción de tecnologías de inteligencia artificial por parte de las empresas constituye un primer paso necesario para que sus efectos potenciales sobre la productividad, el empleo y la competitividad se materialicen a escala agregada. Este trabajo ha analizado la difusión de la IA en las empresas de la Unión Europea utilizando datos de la encuesta EU-ICT-Firm de Eurostat, combinando evidencia descriptiva, con especial atención a los datos sobre España, modelización de la dinámica de difusión, y análisis empírico de los determinantes de las diferencias en tasas de adopción entre países y regiones.

Los resultados ponen de manifiesto, en primer lugar, que la adopción de la IA en la UE ha crecido con rapidez en los últimos años, pero se estima que en el conjunto de la UE va por detrás de Estados Unidos y presenta una notable heterogeneidad entre países y regiones. Mientras que algunos países del Norte y Centro de Europa muestran tasas de adopción elevadas, en otras regiones —especialmente del Sur y del Este— la penetración de estas tecnologías sigue siendo relativamente baja. España se sitúa en una posición intermedia, tanto en comparación internacional como en términos de su propia heterogeneidad regional. Por comunidades autónomas, Madrid es con diferencia la comunidad con tasas de adopción más altas, aunque todavía por debajo de la mitad de las tasas de adopción más altas entre las regiones de la UE.

En segundo lugar, el análisis confirma la existencia de patrones consistentes con los modelos clásicos de difusión tecnológica. La evolución de las tasas de adopción es compatible con trayectorias en forma de S, en las que la difusión se acelera tras una fase inicial y posteriormente tiende a estabilizarse como resultado de decisiones de adopción con un componente autónomo y un componente de contagio o imitación. Las estimaciones realizadas sugieren que, en ausencia de cambios significativos, las diferencias actuales en velocidad de difusión podrían traducirse en divergencias persistentes en el grado de adopción entre países en el medio plazo.

En tercer lugar, la estimación del modelo empírico que explica las tasas de adopción de las regiones y países de la UE en 2025 muestra que las diferencias en la adopción de la IA se explican en gran medida por factores estructurales. El nivel de desarrollo económico, la intensidad en actividades de I+D, el grado de digitalización y el capital humano en forma de experiencia con las tecnologías digitales cercanas a la IA, aparecen como determinantes significativos. En conjunto, estas variables explican una parte sustancial de la variación observada, lo que sugiere que la difusión de la IA no es un proceso aleatorio, sino condicionado por características económicas e institucionales bien definidas.

La conclusión general más robusta del ejercicio realizado es que, al igual que en tecnologías previas, la adopción de la IA empieza en las regiones y países más ricos y, posteriormente, se difunde en el resto con menor nivel de renta per cápita. La diferencia en propensión a adoptar entre regiones ricas y pobres aumenta cuando las diferencias en riqueza responden a diferencias en conocimiento científico-técnico y experiencia en digitalización entre regiones y, aunque en el trabajo no se presencia evidencia directa, en diferencias en calidad institucional, apertura exterior y calidad de gestión. En el caso de España, el menor esfuerzo medio en I+D y digitalización, así como la alta dispersión en dotaciones de estos recursos entre comunidades autónomas lastran la adopción y difusión de la IA entre las empresas.

Estos resultados tienen implicaciones relevantes para la política económica. En particular, ponen de relieve que diferencias en las condiciones de partida entre países y regiones pueden acrecentar las diferencias en el impacto económico de la IA entre territorios porque las condiciones iniciales determinarán la propensión a adoptar y la velocidad de difusión de la tecnología. Sin intervención pública que corrija al menos parcialmente los efectos de las diferencias de partida, la IA podría acentuar las divergencias económicas dentro de la Unión Europea, primero de forma directa hasta que las empresas seguidoras completan la adopción, y después de forma indirecta en la medida en que los primeros adoptantes estén en mejores condiciones que los rezagados en adelantarse en la adopción de innovaciones sucesivas relacionadas con la IA.

Dada la heterogeneidad observada, las políticas deberían tener en cuenta la dimensión territorial del proceso de difusión. Las estrategias de apoyo a la adopción de la IA pueden ser más efectivas si se adaptan a las

características específicas de cada país o región, evitando enfoques uniformes que no reflejen las diferencias en capacidades y necesidades. Puesto que será muy difícil homogeneizar condiciones estructurales entre regiones (dotaciones de recursos tangibles e intangibles de partida) el foco de las políticas públicas debe ser influir sobre todo, en la difusión de la información y la experiencia sobre la utilización de la IA de las empresas más grandes a las más pequeñas y desde los territorios más desarrollados a los menos desarrollados. La evidencia muestra que el uso de tecnologías digitales básicas constituye un complemento esencial para la adopción de la IA, por lo que políticas que fomenten la inversión en infraestructuras digitales, *software* y capacitación tecnológica pueden tener efectos multiplicadores.

Los resultados del trabajo deben interpretarse teniendo en cuenta las limitaciones de los datos disponibles, en particular la falta de información sobre la intensidad de uso de la IA, y el hecho de que las previsiones realizadas sobre el ciclo de difusión no tienen en cuenta los desarrollos futuros de las tecnologías, ahora desconocidos. Por otra parte, el trabajo se ha centrado exclusivamente en la primera etapa de la adopción de la tecnología. Quedan pendientes para futuras investigaciones el análisis de su impacto sobre la productividad y el empleo, así como el estudio de la interacción entre adopción tecnológica y cambios organizativos en las empresas.

BIBLIOGRAFÍA

ALDASORO, I., GAMBACORTA, L., PÁL, R., REVOLTELLA, D., WEISS, C., y WOLSKI, M. (2026). AI adoption, productivity and employment: Evidence from European firms. *BIS Working Papers*, 132. <https://www.bis.org/publ/work1325.htm>

ARK, B. van, O'MAHONY, M., y TIMMER, M. P. (2008). The productivity gap between Europe and the United States: Trends and causes. *Journal of Economic Perspectives*, 22(1), 25–44.

BASS, F. (1969). A new product growth model for consumer durables. *Management Science*, 15(5), 215–227. <https://doi.org/10.1287/mnsc.15.5.215>

BENCIVELLI, L., DE MASI, L., FALCK, E., FERNÁNDEZ CEREZO, A., FORMAL, S., HIDALGO BRICIO, I., MATTEVI, E., y NAGENGAST, A. (2026). Embracing AI in Europe: New evidence from harmonised central bank business surveys. *VoxEU-CEPR*. <https://cepr.org/voxeu/columns/embracing-ai-europe-new-evidence-harmonised-central-bank-business-surveys>

BICK, A., BLANDIN, A., DEMING, D., FUCHS-SCHÜNDELN, N., y JESSEN, J. (2026). Mind the gap: AI adoption in Europe and the US. *Brookings Papers on Economic Activity*, BPEA Conference Draft.

BONNEY, K., BREAU, C., BUFFINGTON, C., DINLERSOZ, E., FOSTER, L. S., GOLDSCHLAG, N., HALTIWANGER, J. C., KROFF, Z., y SAVAGE, K. (2024). Tracking firm use of AI in real time: A snapshot from the Business Trends and Outlook Survey. *NBER Working Paper*, 32319.

COMIN, D., y HOBIJN, B. (2004). Cross-country technology adoption: Making the theories face the facts. *Journal of Monetary Economics*, 51(1), 39–83.

COMIN, D., y HOBIJN, B. (2010). An exploration of technology diffusion. *American Economic Review*, 100(6), 2031–2059.

COMIN, D., y MESTIERI, M. (2014). Technology diffusion: Measurement, causes and consequences. En P. AGHION y S. N. DURLAUF (Eds.), *Handbook of economic growth* (Vol. 2B). Elsevier.

COTEC. (2025). *Uso de la IA en las empresas*. <https://cotec.es/proyectos-cpt/uso-de-la-ia-en-las-empresas/>

COTEC/ISEAK. (2025). *Inteligencia artificial y sus efectos en la productividad laboral*. Fundación COTEC para la Innovación/ ISEAK. https://cotec.es/wp-content/uploads/2025/10/IA_WoK-v8_FINAL-IA-y-Productividad-Laboral.pdf

DAHLKE, J., BECK, M., KINNE, J., LENZ, D., DEGHAN, R., WORTES, M., y EBERSBERGER, B. (2024). Epidemic effects in the diffusion of emerging digital technologies: Evidence from artificial intelligence adoption. *Research Policy*, 53(2).

DRAGHI, M. (2024). *The future of European competitiveness: Report by Mario Draghi*. Comisión Europea.

EUROSTAT. (2026). *The use of artificial intelligence (AI) technologies in the European Union: Key results*. Eurostat Statistical Report. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-statistical-reports/w/ks-01-26-009>

FERNÁNDEZ CERREZO, A., HIDALGO, I., e IZQUIERDO, M. (2025). Adoption of artificial intelligence in Spanish firms: An initial analysis based on the Banco de España Business Activity Survey. *Economic Bulletin*, Q2.

FERNÁNDEZ DE GUEVARA, J., y MÍNGUEZ, C. (2025). *La inteligencia artificial en España: Formación y empresas nativas*. Monografía Fundación Areces. <https://www.fundacionareces.es/fundacionareces/es/publicaciones/la-inteligencia-artificial-en-espana-formacion-y-empresas-nativas.html?tipo=3>

FERRANDO, A., LAMBOGLIA, S., RARIGA, J., y SCHMIDT, M. (2026). Adopting and investing in AI: Evidence from euro area firms in the SAFE. *Economic Bulletin BCE*, junio.

GRILICHES, Z. (1957). Hybrid corn: An exploration in the economics of technical change. *Econometrica*, 25(4), 501–522.

HANNAN, M., y FREEMAN, J. (1989). *Organizations and social structure: Organizational ecology*. Harvard University Press.

MANSFIELD, E. (1961). Technical change and the rate of imitation. *Econometrica*, 29(4), 741–766.

PEÑA, D. (2026). *Comprender la inteligencia artificial*. Funcas. <https://www.funcas.es/libro/comprender-la-inteligencia-artificial/>

RAMÍREZ-HASSAN, A., y MONTOYA-BLANDÓN, S. (2020). Forecasting from others' experience: Bayesian estimation of the generalized Bass model. *International Journal of Forecasting*, 36(2), 442–465.

RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, F. (2026). Inteligencia artificial y mercado de trabajo en España: Exposición ocupacional, efectos sobre el empleo y adopción empresarial. *Investigaciones de Funcas*, 33/2026.

ROGERS, E. (1983). *Diffusion of innovations*. Free Press.

STOKEY, N. (2020). *Technology diffusion*. NBER Working Paper 27466. <http://www.nber.org/papers/w27466>

YOTZOV, I., BARRERO, J. M., BLOOM, N., BUNN, P., DAVIS, S. J., FOSTER, K. M., y JALCA, A. (2026). Firm data on AI. *NBER Working Paper*, 34836.

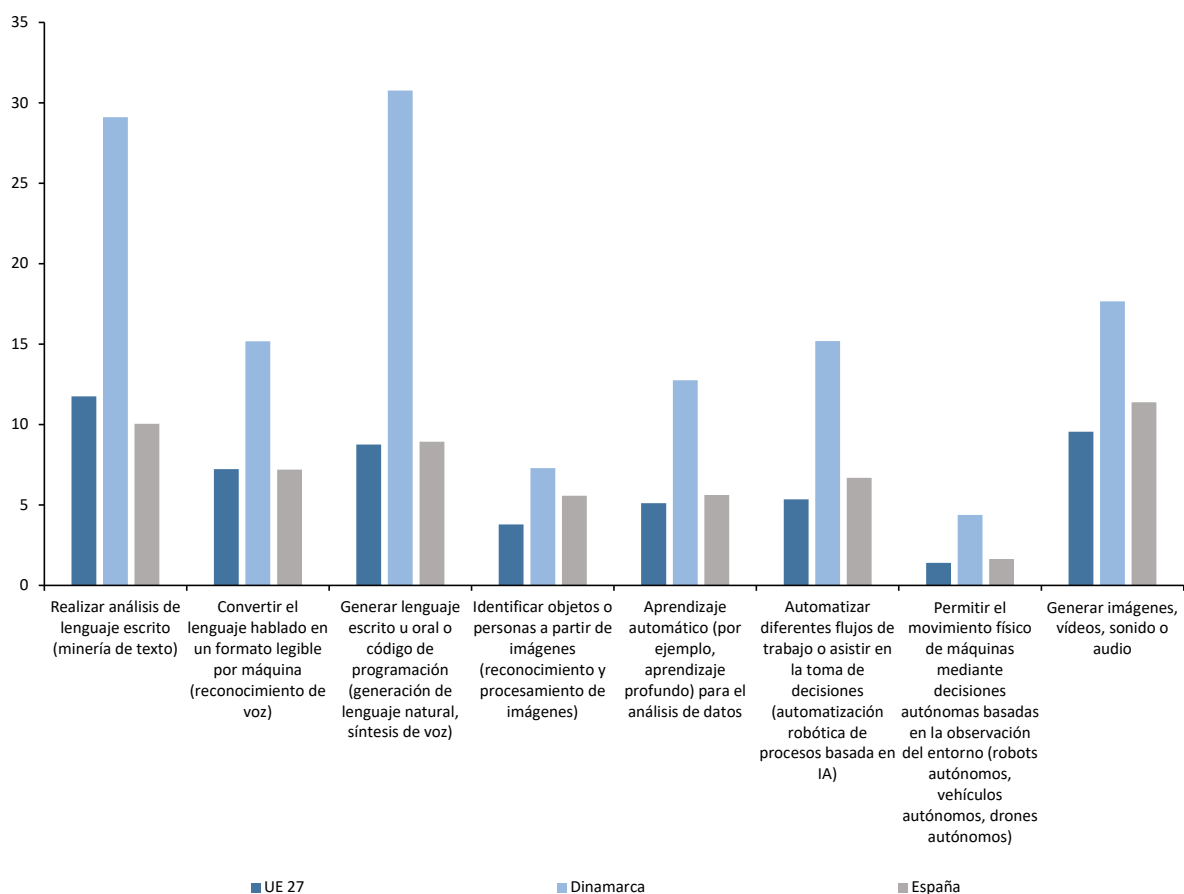
ANEXO 1: TIPOS DE TECNOLOGÍAS IA UTILIZADAS, USOS FUNCIONALES DE LA IA Y CONDICIONANTES DE LA ADOPCIÓN

La encuesta EU-ICT-Firm pregunta a las empresas por el tipo de tecnología IA que utilizan, por los usos de la IA en las distintas áreas funcionales de la empresa y por los factores que han condicionado la decisión de adopción. El anexo completa la información descriptiva del texto principal con información sobre las tasas de adopción de cada una de las tecnologías IA, de los usos funcionales de las tecnologías IA por las empresas en la UE, y por factores subjetivos que concurren en la decisión de adopción y la condicionan.

Adopción de las diferentes tecnologías IA

La figura A1 muestra la frecuencia de uso de cada una de las tecnologías dentro de la IA que contempla el cuestionario en el año 2025 entre las empresas del conjunto de la UE, las empresas españolas y las empresas danesas. En 2025, las tecnologías de IA más utilizadas entre las empresas de la UE fueron aquellas que analizan lenguaje escrito (minería de texto), adoptadas por el 11,8 % de las empresas, las que generan imágenes, vídeos o sonido/audio, 9,6 %, y aquellas que generan lenguaje escrito u oral o códigos de programación (generación de lenguaje natural, síntesis de voz), con un 8,8 %. Las tecnologías que convierten el lenguaje hablado en un formato legible por máquinas (reconocimiento de voz) fueron utilizadas por el 7,2 % de las empresas de la UE.

Figura A1. TASA DE ADOPCIÓN DE LAS DIFERENTES TECNOLOGÍAS IA. COMPARACIÓN ENTRE LA UE, ESPAÑA Y DINAMARCA
(Porcentaje total empresas)



Fuente: Elaboración propia a partir de EU-ICT-Firm.

Las empresas españolas vuelven a mostrar un patrón de uso de las tecnologías IA muy parecido al del conjunto de empresas de la UE, con tasas de adopción del 11,4 % de la IA que genera imágenes, vídeos o sonido/ audio, el 10 % de tasa de adopción de la IA que analiza, el 9 % de tasa de adopción de la tecnología que genera lenguaje escrito u oral, y el 7,2 % de adopción de la IA que convierte el lenguaje hablado en un formato legible por las empresas.

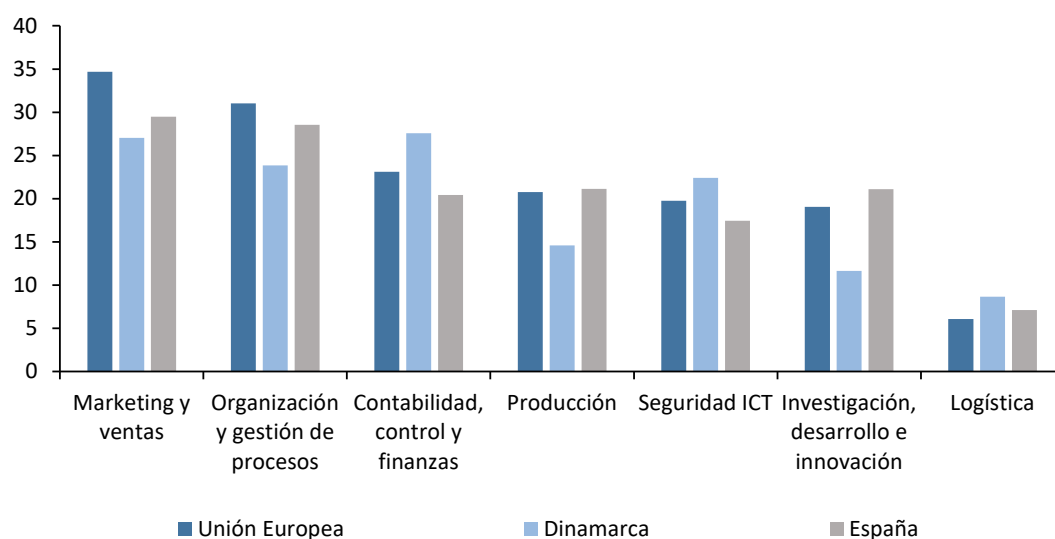
Las tecnologías que automatizan distintos flujos de trabajo o ayudan en la toma de decisiones, como la automatización robótica de procesos mediante *software* basado en IA, y el aprendizaje automático para el análisis de datos (por ejemplo, *deep learning*), fueron utilizadas por el 5,4 (6,7) % y el 5,1(5,6) % de las empresas de la UE (españolas), respectivamente. Las tecnologías de IA menos utilizadas fueron las destinadas a identificar objetos o personas a partir de imágenes o vídeos (reconocimiento y procesamiento de imágenes), con un 3,8 (5.6) %, y aquellas que permiten a las máquinas moverse físicamente observando su entorno y tomando decisiones autónomas (como los vehículos autónomos), con un 1.4 (1.63) %.

El orden de mayor a menor tasa de adopción de las tecnologías IA entre las empresas danesas se parece bastante al orden entre las empresas del conjunto de la UE y de las empresas españolas, pero con diferentes órdenes de magnitud, tal como ocurre en las diferencias entre tasas de adopción en general. Destacan las diferencias en tasas de adopción entre Dinamarca y España-UE en las tecnologías que realizan análisis de lenguaje escrito, generan lenguaje escrito, oral o código de programación, automatizan diferentes flujos de trabajo o asisten en la toma de decisiones, y permiten el movimiento físico de máquinas mediante decisiones autónomas basadas en la observación del entorno. En las cuatro tecnologías la tasa de adopción entre las empresas danesas multiplica casi por tres la tasa de adopción de las empresas de la UE-España, cuando la tasa de adopción media general de Dinamarca es dos veces la de la UE-España.

Usos funcionales de la tecnología IA

La encuesta EU-ICT-Firm contempla siete áreas funcionales dentro de las empresas en las que se puede utilizar la IA como apoyo a las actividades concretas que se realizan dentro de ellas: *marketing* y ventas, producción, logística, I+D e innovación, organización, contabilidad y finanzas y seguridad de las propias tecnologías TIC. La figura A2 muestra los porcentajes de empresas que según la encuesta UE-ICT dicen utilizar la tecnología IA en cada

Figura A2. EMPRESAS QUE UTILIZAN TECNOLOGÍAS DE IA POR TIPO DE ÁREA DE NEGOCIO EN LA QUE SE USA LA TECNOLOGÍA
(Porcentaje de empresas que usan al menos una tecnología IA)



Fuente: Elaboración propia a partir de EU-ICT-Firm.

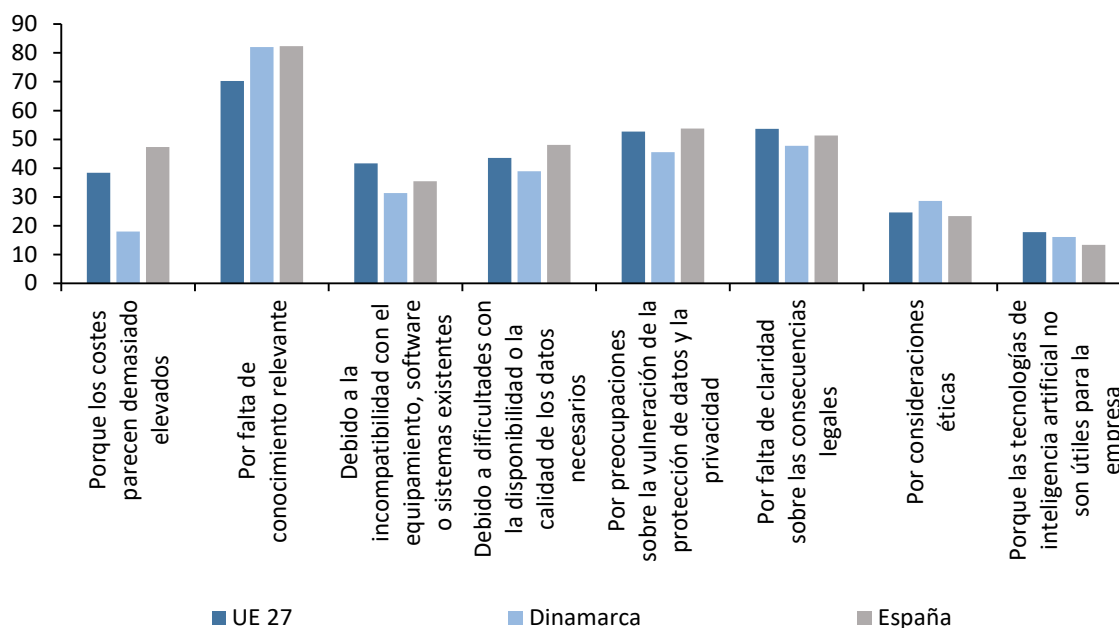
una de estas áreas del negocio en 2025, de nuevo en términos comparados de uso de la IA entre las empresas del conjunto de la UE, de España y de Dinamarca.

En el conjunto de la UE y dentro del subconjunto de empresas que utilizan alguna tecnología IA, el uso más frecuente de la IA se produce en el área de *marketing* y ventas, 34,7 %, seguida del área de organización de procesos y administración con el 31,1 % de empresas que aplican la IA a las tareas propias de esta área. Marketing y ventas y organización de procesos son también las áreas de uso más frecuente de la IA entre las empresas españolas, aunque en porcentajes ligeramente inferiores, 29,5 % y 29 % respectivamente. En el conjunto de la UE (España) el 23,1 (20,4) % de las empresas utilizó la IA en contabilidad, control o gestión financiera, mientras que el 20,8 (21,1) % las empleó en procesos de producción; el 19,8 (17,4) % utilizó IA para la seguridad de las TIC, el 19,1 (21,1) % para actividades de investigación y desarrollo o innovación; la menor frecuencia de uso en el área de logística, 6,1 (7,1) % de las empresas empleándola en este ámbito. Las frecuencias de uso de la IA en las diferentes áreas funcionales entre las empresas danesas que utilizan alguna tecnología IA, difieren de las del conjunto de empresas de la UE, incluidas las españolas. En este sentido, la frecuencia de uso de la IA es más alta que en el conjunto de la UE en las áreas de contabilidad y finanzas, seguridad CIT y logística, y más baja en el resto.

Razones para no adoptar la IA entre las empresas que han considerado hacerlo

La encuesta EU-ICT pregunta a las empresas si han valorado en algún momento adoptar la IA y cuál fue la decisión final. A las empresas que valoraron la adopción y decidieron no adoptar se les pregunta también por las razones que llevaron a tomar esa decisión. La [figura A3](#) muestra la frecuencia de respuestas de las empresas sobre los motivos para no usar la tecnología IA. Una vez más, las razones de la no adopción de más a menos frecuentes entre las empresas españolas son similares a las de las empresas en el conjunto de la UE. La primera razón —en cuanto a ser citada por una proporción más alta de las empresas encuestadas— de la no adopción de

Figura A3. FRECUENCIA DE EMPRESAS QUE HAN CONSIDERADO UTILIZAR LA TECNOLOGÍA IA SEGÚN EL TIPO DE RAZONES QUE HAN LLEVADO A LA DECISIÓN DE NO USARLA. COMPARACIÓN ESPAÑA, UE Y DINAMARCA (2025)
(Porcentaje entre las empresas que valoraron la decisión de adoptar)



Fuente: Elaboración propia a partir de EU-ICT-Firm.

la IA después de valorar hacerlo, en 2025, es la falta de conocimiento y experiencia pertinentes: el 82 % de las empresas españolas y danesas y el 70 % de las empresas en el conjunto de la UE eligen esta razón.

Por otra parte, el motivo de la no adopción citado con menos frecuencia (por debajo del 20 %) entre las empresas encuestadas, en todos los países comparados, es considerar que la IA no es útil para ellas. Los segundos lugares en cuanto a frecuencia de cita de motivo de no adopción, *ex aequo*, los ocupan la falta de claridad sobre las consecuencias legales y las preocupaciones relativas a la vulneración de la protección de datos y la privacidad (citados por la mitad de las empresas en todos los países comparados). Señalar, por último, la comparativamente baja proporción de empresas danesas (18 % frente al 47 % en el caso de las empresas españolas) que citan los altos costes como motivo de no adopción de la IA.

ANEXO 2. SENSIBILIDAD DE LAS DIFERENCIAS EN TASAS DE ADOPCIÓN ENTRE PAÍSES AL MOMENTO DEL CICLO TEMPORAL DE DIFUSIÓN TECNOLÓGICA EN EL QUE SE EVALÚAN Y SE EXPLICAN

Las diferencias observadas entre países en las tasas de adopción de IA en 2025 se interpretan como instantáneas de procesos subyacentes de difusión específicos de cada país. Siguiendo la literatura sobre difusión tecnológica, se supone que la adopción evoluciona de acuerdo con curvas logísticas en forma de S. Es decir, la proporción de adoptantes de la tecnología en el periodo t desde la primera adopción, y_j , en una determinada economía j evoluciona en el tiempo de acuerdo con la forma funcional,

$$y_j(t) = \frac{1}{1 + e^{-(c_j + \beta_j t)}} \quad [A1]$$

Donde C_j y β_j son dos parámetros, el primero relacionado con el año de la primera adopción, y el segundo con la velocidad de difusión.

La ecuación [1] se linealiza con la transformación,

$$\ln\left(\frac{y_j(t)}{1 - y_j(t)}\right) = C_j + \beta_j t \quad [A2]$$

Por otra parte, a partir de trabajos previos sobre teoría de la difusión tecnológica, las diferencias en los parámetros C_j y β_j entre países se relacionan con diferencias en valores de características estructurales, por ejemplo, el PIB pc como medida de desarrollo económico. Para un $t = \bar{t}$ dado escribimos,

$$C_j + \beta_j \bar{t} \approx c + \sum_i d_i X_{ij}(\bar{t})$$

$X_{ij}(\bar{t})$ representa el valor de la variable estructural i en el país j en \bar{t} y c, d_i son parámetros de la relación funcional que se estiman empíricamente. Sustituyendo en [A2]:

$$\ln\left(\frac{y_j(\bar{t})}{1 - y_j(\bar{t})}\right) \approx c + \sum_i d_i X_{ij}(\bar{t}) + u_j \quad [A3]$$

A partir de [A3], el efecto marginal de variaciones en los valores de la variable estructural $X_{ij}(\bar{t})$ (en la tasa de adopción $y_j(\bar{t})$) será igual a:

$$\frac{\Delta y_j(\bar{t})}{\Delta X_{ij}(\bar{t})} = d_i y_i(\bar{t}) (1 - y_j(\bar{t})) \quad [A4]$$

Cuando las diferencias en las tasas de adopción de la tecnología entre países en un momento del tiempo determinado se explica a partir de la linealización de la ecuación [A1], es decir, a partir de la ecuación [A3] donde la variable dependiente es el "odds" ratio (proporción de adoptantes sobre proporción de no adoptantes), la relación entre diferencias en tasas de adopción y diferencias en PIB pc, por ejemplo, entre países, variará según el valor de la tasa de adopción en el momento en que se evalúa la relación. Más aún, para un valor del coeficiente estimado, el efecto marginal de variaciones en la variable PIB pc sobre variaciones en la tasa de adopción entre países será más bajo en niveles bajos y altos de la tasa de adopción, y más alto en valores de la tasa de adopción en el entorno del 50 %.

La sensibilidad del efecto marginal de la variable estructural sobre la tasa de adopción de la tecnología al valor de la tasa de adopción en el que se evalúa la sensibilidad es coherente con la evolución de las diferencias en

los perfiles de difusión de la tecnología entre dos países con diferente rapidez de difusión (diferente β_j). En efecto, el perfil de la función logística implica que las diferencias en las tasas de difusión serán máximas cuando la tasa de adopción se mueve en valores intermedios de 0.5, y serán mínimas en el inicio y al final de la difusión. Si las características estructurales de los países explican las diferencias en las respectivas tasas de adopción, el efecto marginal de la variable estructural debe variar de manera que el efecto marginal de la variable correspondiente sea máximo en valores de la tasa de adopción del 50 % y mínimo en tasas de adopción más bajas y más altas. Esto es precisamente lo que ocurre con la ecuación [A4].

En el texto principal se estima una relación funcional similar a [A3], pero con variable dependiente el valor observado de la tasa de adopción de cada país en el año 2025. Lo que nos dice la ecuación [A3] es que los coeficientes estimados de las variables del modelo sólo son representativos de los efectos marginales de las variables explicativas para el año en que se realiza la estimación, 2025. Si repetimos la misma estimación con las tasas de difusión y valores de las variables dentro de unos años, los coeficientes estimados serán distintos. En la especificación (A3), en cambio, los efectos marginales de diferencias entre países en la variable i sobre diferencias en las respectivas tasas de adopción, $d_i y_i(\bar{t})(1 - y_j(\bar{t}))$, cambian en el tiempo según evoluciona la tasa de adopción.

Resultados

El cuadro A1 muestra los resultados de la estimación de tres especificaciones distintas del modelo empírico (A3), con las mismas variables y los mismos datos con los que se estima el modelo [6] en el texto principal. Los signos y la significación estadística de los parámetros estimados coinciden, en general, en los dos cuadros; un resultado esperado teniendo en cuenta que la variable dependiente de [A3] es una transformación monótona creciente de la variable dependiente en [6]. La capacidad explicativa de los dos modelos también es similar.

Los coeficientes estimados \hat{d}_i del cuadro A1 se relacionan con los coeficientes \hat{b}_i del cuadro 6 a través de la ecuación $\hat{b}_i = \hat{d}_i y_i(1 - y_i)$, donde $y_i(1 - y_i)$ es el valor medio para el conjunto de países y regiones del producto de la tasa de adopción y su complementario, en 2025. El valor, en % (la variable dependiente en [6]) [está

CUADRO A1. RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN DEL MODELO EMPÍRICO [A3] PARA DISTINTAS SELECCIONES DE LAS VARIABLES EXPLICATIVAS

Constante	-22,25*** (1,57)	-15,49*** (1,47)	-10,67*** (2,58)
Escandinavia		0,33*** (0,13)	-0,14 (0,16)
Sur		-0,45*** (0,13)	-0,29*** (0,11)
Este		-0,65*** (0,12)	-0,53*** (0,12)
LN (PIB pc)	1,97*** (0,15)	1,36*** (0,14)	0,76*** (0,26)
Ocupados I+D			0,13* (0,07)
Conectados internet			0,03*** (0,01)
Titulados universitarios			-0,01 (0,01)
R2 ajustado	0,62	0,75	0,79
F- Estadístico	169	118	75,90
N	131	131	131

Nota: ***, p<0,01; **, p<0,05; *, p<0,10. En paréntesis, errores estándar robustos a heteroscedasticidad (White). Variable dicotómica omitida Centro.

expresada en %) es igual a $10 \frac{y_i}{1-y_i} \times 100 = 13.78$. El **cuadro A2** muestra los efectos marginales calculados como $\hat{b}_i = \hat{d}_i \times 13.7$ junto con los respectivos intervalos de confianza.

A partir de las estimaciones de la segunda columna del **cuadro A1**, en 2025 la elasticidad estimada de la ratio odds de la tasa de adopción de la IA a diferencias en el PIB pc dentro de cada bloque de países y regiones de la UE es igual a 1.26. Por otra parte, el efecto marginal estimado de la tasa de adopción a variaciones en el log del PIB per cápita entre países es igual a $1.26 \times 13.78 = 18.71$; este valor equivale a una elasticidad de la tasa de adopción a diferencias en el PIB pc, evaluada en la media de la tasa de adopción en 2025 de 18,4 %, aproximadamente igual a 1. Cuando las diferencias entre las curvas de difusión sean máximas, tasas de adopción del 50 %, el efecto marginal del PIB pc a partir del **cuadro A2** será $1.26 \times 0.5 \times 0.5 \times 100 = 31.5$ %, y la elasticidad $31.5 / 0.5 = 63$.

CUADRO A2. EFECTOS MARGINALES SOBRE LA VARIABLE TASA DE ADOPCIÓN, Y, DE LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVOS ESTIMADOS EN EL CUADRO A1 JUNTO CON LOS RESPECTIVOS INTERVALOS DE CONFIANZA AL 95 %

		$\hat{b}_i = \hat{d}_i \times 13,78$	
Escandinavia		4,53 (1,92, 7,13)	-
Sur		-6,15 (-8,8, -3,5)	-3,98 (-7, -1)
Este		-8,95 (-11, -6)	-7,35 (-11, -4)
LN (PIB pc)	27,15 (23, 31)	18,71 (15, 23)	10,46 (3, 17)
Ocupados I+D			1,81 (0,1, 3,5)
Conectados internet			0,35 (0,2, 0,51)
Titulados universitarios			-

Finalmente, obsérvese que los efectos marginales estimados en el **cuadro 6** están, en general, dentro de los intervalos de confianza de los efectos marginales estimados en el **cuadro A2** (la hipótesis nula de coeficientes estadísticamente iguales no se rechaza en ningún caso).

¹⁰ El valor de 13.78 equivale a una tasa de adopción media del 14,5 % ($13.78 = 100 \times 0.145 \times 0.855$).

