

Informe

LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL
EN LA COMUNITAT
VALENCIANA:
MEDICIÓN Y PROPUESTAS
PARA SU IMPULSO

El Laboratorio de Análisis de Políticas Públicas (IvieLAB) creado en 2018 por el Ivie en colaboración con Presidencia de la Generalitat Valenciana (GVA), está dedicado a diseñar nuevas metodologías y desarrollar las herramientas necesarias para la evaluación de políticas públicas, en particular de las administraciones públicas valencianas. En el marco del convenio suscrito en 2020 con el mismo fin, se han realizado numerosos informes sobre ámbitos estratégicos para la orientación de las políticas de modernización y fomento del desarrollo económico y social de la Comunitat Valenciana. En 2020, la crisis sanitaria provocada por la pandemia del coronavirus ha centrado una parte importante de la atención de la colaboración entre el Ivie y Presidencia de la GVA. En concreto, se ha trabajado en analizar los importantes efectos que la situación sanitaria está teniendo sobre la economía española y en particular sobre la valenciana, abordando los efectos sobre el empleo y el PIB, la actividad y viabilidad de las empresas, las medidas empresariales o sobre los autónomos, las oportunidades tecnológicas o los efectos sobre la desigualdad, entre otros temas. Además, el Ivie ha diseñado un informe riguroso que marca la hoja de ruta para la reconstrucción de la economía valenciana tras los efectos de la pandemia y para superar otras limitaciones ya existentes anteriormente. Además de estos dos estudios, en el laboratorio se ha trabajado sobre los efectos de la capitalidad de Madrid sobre el resto de economías regionales, la aportación económica del sector audiovisual en perspectiva regional, la calidad del empleo generado y los salarios en la

Comunitat Valenciana, el impacto de la digitalización sobre el futuro del empleo, el análisis de los escenarios plausibles para el avance de la Inteligencia artificial en la región, el observatorio sobre la especialización productiva o el análisis de las consecuencias de la infrafinanciación para los servicios públicos y el desarrollo valenciano. Para la realización de estos trabajos, se ha constituido un equipo amplio formado por investigadores y técnicos del Ivie junto con otros colaboradores externos, bajo la dirección de Francisco Pérez y Joaquín Maudos, Catedráticos de la Universitat de València y Director y Director adjunto de investigación del Ivie, respectivamente. Los investigadores y técnicos del Ivie que han participado en el desarrollo de las actividades de IvieLAB en 2020 son por orden alfabético: Carlos Albert, Francisco Alcalá, Iván Arribas, Rodrigo Aragón, Eva Benages, Enrique Devesa, Alejandro Escribá, Juan Fernández de Guevara, Héctor García, Alicia Gómez, Laura Hernández, Carmen Herrero, Matilde Mas, Consuelo Mínguez, Silvia Mollá, Fernando Pascual, Javier Quesada, Juan Carlos Robledo, Ernest Reig, Inés Rosell, Vicente Safón, Jimena Salamanca, Lorenzo Serrano, Marta Solaz, Ángel Soler, Antonio Villar e Irene Zaera. Los profesores de universidad externos que han participado en los trabajos desarrollados son: Amadeo Fuenmayor, Rafael Granell y Robert Meneu. La lista del equipo de trabajo se completa con personal de edición y maquetación (Mari Cruz Ballesteros, Alicia Raya y Susana Sabater), servicios generales (Rosa Buitrago, Yolanda Jover, Belén Miravalles y Natalia Mora) y la gerencia del Ivie (Pilar Chorén).

Este informe ha sido realizado por el siguiente equipo:

Investigación

Juan Fernández de Guevara (Ivie & Universitat de València)
Consuelo Mínguez (Ivie)

Informática

Rodrigo Aragón (Ivie)
Héctor García (Ivie)

Edición y diseño

M^a Cruz Ballesteros (Ivie)
Alicia Raya (Ivie)
Susana Sabater (Ivie)

Documentación

Belén Miravalles (Ivie)

Índice

Resumen Ejecutivo	5
1. Introducción.....	13
2. Definición de inteligencia artificial	17
3. Impacto esperado de la IA y políticas y estrategias para su implantación	21
4. Evolución de la IA: tendencias globales.....	29
4.1. Tendencias mundiales en la IA.....	29
4.2. España en el contexto internacional y la Comunitat Valenciana el contexto nacional.....	35
5. La inteligencia artificial en el sector empresarial.....	51
5.1. Aspectos metodológicos.....	51
5.2. IA en las empresas valencianas	53
5.3. Empresas IA por sectores, tamaños y edad.....	59
5.4. Características económico-financieras de las empresas IA	69
6. Situación actual, barreras y medidas para su impulso. Análisis de expertos.....	75
Conclusiones	91
Apéndice 1. Términos IA.....	99
Apéndice 2. Criterios de selección de la muestra a partir de SABI (Bureau Van Dijk).....	102
Apéndice 3. Cuestionario sobre la implantación, barreras y medidas para el desarrollo de la IA.....	104
Bibliografía.....	115

RESUMEN EJECUTIVO

El impacto de la inteligencia artificial (IA) en la economía se espera que sea de gran magnitud, que tenga gran alcance –afectando a muchos sectores y población– y que se produzca a gran velocidad. Estas nuevas tecnologías deberían acelerar el crecimiento de la productividad al permitir ganancias de eficiencia y reducción de costes. La IA tiene un enorme potencial para automatizar y facilitar tareas que requieren predicción y/o toma de decisiones. Y en este aspecto es en el que estriba la principal ventaja disruptiva de la IA, a diferencia de otras tecnologías. Sin embargo, la IA también supone amenazas. Desde las implicaciones éticas y jurídicas, particularmente en términos de quién asume la responsabilidad de las acciones tomadas por la IA, por la privacidad, por la posible expulsión de trabajadores de sus ocupaciones, por el aumento de las desigualdades, tanto entre distintos tipos de trabajadores, entre países, o por el aumento de la concentración en sectores de actividad, que puede ser perjudicial para la competencia.

Desde el punto de vista de la política económica regional se necesita disponer de información de la evolución de la implantación de la IA en un territorio para adoptar las medidas de política oportunas y vertebrar una estrategia para su desarrollo. Sin embargo, la medición de la IA no es una tarea sencilla. La

IA es una tecnología de uso general que se puede aplicar en cualquier sector y que puede formar parte de los productos finales, de los consumos intermedios o de un bien de capital. Además, en muchas ocasiones con el término IA se engloba un conjunto amplio de actividades. No existen estadísticas oficiales que permitan su medición, ni siquiera un acuerdo de cómo hacerlo. Hasta ahora, distintas instituciones, como la OCDE, la Comisión Europea, etc. han desarrollado metodologías para su aproximación. Pero ni existe consenso, ni los resultados son completamente comparables entre ellos.

Este informe ofrece, en primer lugar, una visión general de la evolución de la IA en los años recientes, identificando las principales tendencias, situando a España en el contexto internacional, y a la Comunitat Valenciana en España. Pero la principal aportación del trabajo es el análisis de dos aspectos de la situación de la IA en la Comunitat Valenciana. En primer lugar, se desarrolla una metodología que permite identificar las empresas valencianas y españolas dedicadas a la IA. El procedimiento se basa en realizar una búsqueda semántica en el objeto social de más de un millón de empresas disponibles en la base de datos SABI para localizar aquellas que se dedican a alguna de las actividades de la IA entre los años 2012-2018. Aunque es un proce-

dimiento que no detectará a todas las empresas que realmente implementan IA, sí que permite comparar la presencia relativa de empresas que la realizan en la Comunitat Valenciana con el total nacional. En base a esta identificación de las empresas IA, se cuantifica su importancia o tamaño en términos económicos y se analizan sus características económico-financieras, comparando la Comunitat Valenciana con España y con el resto de las regiones.

En segundo lugar, mediante un cuestionario a expertos del ecosistema de la IA valenciana se valora la percepción que se tiene del grado de implantación de la IA, de las barreras y frenos para su desarrollo en la Comunitat Valenciana, así como la identificación de posibles medidas de política económica que la impulsen.

Los principales resultados obtenidos se resumen a continuación.

Tendencias en la IA, situación española y valenciana

- *La IA se ha acelerado desde mediados de la pasada década. China y Estados Unidos dominan la IA mundial, aunque en los Estados Unidos más en inversión empresarial y patentes. China y Europa lideran en la investigación científica. Europa pierde posiciones, Estados Unidos consolida su dominio en el terreno empresarial y China avanza muy rápido en todas las dimensiones.*

Independientemente de los indicadores utilizados, desde 2012-2013 el desarrollo de la IA en el mundo se ha acelerado, presentando un crecimiento exponencial en cualquiera de las dimensiones que suelen analizarse: publicaciones científicas, participaciones en congresos, código de software compartido, patentes, o inversión privada en IA. Las tres grandes áreas mundiales de la IA son Estados Unidos, China y Europa. Europa, aunque ya ha sido superada por China, tenía ventaja en la investigación científica (publicaciones), mientras que Estados Unidos domina en los aspectos relacionados con el mundo empresarial: pro-

ducción científica en empresas, desarrollos tecnológicos (patentes) e inversión en *start-ups*. Europa ha perdido posiciones frente a las otras dos potencias, especialmente en los desarrollos tecnológicos, mientras China avanza muy rápido en todas las dimensiones.

- *España sólo destaca en publicaciones científicas relacionadas con la IA, mientras que en el resto de los aspectos más relacionados con la IA empresarial (patentes, inversión en start-ups) la posición es más rezagada. Por tanto, se detectan dificultades en la IA empresarial y margen de mejora en la transferencia, así como en la adquisición de habilidades tecnológicas y en el emprendimiento.*

España ocupa una posición rezagada en comparación a los líderes mundiales, destacando únicamente en el número de publicaciones científicas (novena en el ranking de países). En el resto de las dimensiones (patentes, instalación de robots y en inversión privada en *start-ups*) se encuentra lejos de los líderes, y por detrás de otros países de nuestro entorno: posición 22 del mundo en patentes, décima de 16 países en robots y decimosexta en inversión privada en *start-ups*. La posición avanzada en investigación científica pero retrasada en el resto de los aspectos, indica que existen dificultades para desarrollar estas tecnologías en el sector empresarial y posiblemente haya margen de mejora en los mecanismos de transferencia. La comparación internacional también revela que España tiene un déficit en cuanto a formación en habilidades digitales, así como en emprendimiento.

- *La Comunitat Valenciana ocupa una posición intermedia entre las regiones españolas, cerca de la media nacional en las tecnologías relacionadas con la IA. Destaca el reducido porcentaje de trabajadores en las empresas valencianas con formación específica en estas tecnologías. De acuerdo con los indicadores de la Comisión Europea, la Comunitat Valenciana se encuentra en la posición 68 de las regiones europeas por el número de agentes de la IA, siendo la cuarta región española.*

La Comunitat Valenciana es la cuarta comunidad autónoma con mayor uso en las empresas del *Big Data*, pues el 9,2% de las empresas de 10 o más trabajadores la utilizaron en el primer trimestre de 2020 frente al 8,5% del conjunto nacional. Las empresas valencianas se encuentran en valores cercanos a la media nacional en el uso de dispositivos de IoT (17,3% de las empresas valencianas los utilizaron frente al 16,8% de la media nacional), de la impresión 3D (4,9% de las empresas, frente al 5,0% nacional), y de robots (10,1% vs 8,9%).

De acuerdo con el ranking de regiones de la Comisión Europea en función del número de actores de la IA, la Comunitat Valenciana se sitúa en el puesto 68 en toda Europa. De las CC. AA. españolas solo se sitúan por delante de la Comunitat Valenciana, Cataluña, Madrid y el País Vasco.

La IA en el sector empresarial valenciano

- *Las empresas de la IA en la Comunitat Valenciana representan el 10,6% de las empresas IA españolas y el 6,4% de su empleo (en ambos casos la tercera región). En términos relativos a sus economías, las empresas IA valencianas representan el 0,24% del total de empresas, porcentaje parecido al observado en España, 0,25%. Sin embargo, en términos de empleo tan solo son el 0,26% del empleo de las empresas de la Comunitat Valenciana se genera en la IA, por debajo de la penetración en España (0,41%), de Madrid (0,53%) y de Cataluña (0,83%). De hecho, en términos de la penetración de la IA en el empleo la Comunitat Valenciana desciende al quinto puesto en el ranking de CC. AA. En España la IA está concentrada en Madrid y Cataluña (mayoritariamente en Barcelona).*

La metodología permite identificar 182 empresas valencianas y 1721 españolas que se dedicaban en 2018 a la IA. Esto implica que la Comunitat Valenciana representa el 10,6% del total nacional en número de empresas y el 6,4% del empleo. El crecimiento del número

de empresas y el empleo que absorben ha sido continuo desde 2012, y ha sido mayor al español.

Las empresas IA representan el 0,24% del total de empresas valencianas, peso similar la observado en España, 0,25%. Sin embargo, en términos de empleo tan solo son el 0,26% del empleo de las empresas de la Comunitat Valenciana se genera en la IA, por debajo de la penetración en España (0,41%).

La IA en España está muy concentrada, siendo Cataluña (y la provincia de Barcelona en concreto) y Madrid los centros de la IA más importantes de España. Cataluña concentra el 36,2% del empleo en IA (26,4% en empresas), y Madrid el 35,8% (24,3% en empresas). La brecha con el resto de las regiones es importante. La Comunitat Valenciana es la tercera región en términos de empleo y el número de empresas (6,4% del total en empleo y 10,6% en empresas).

En la penetración o intensidad de la IA en cada territorio también hay una gran diferencia entre Madrid y Cataluña y el resto de CC. AA. En Cataluña, el 0,83% del empleo total se debe a la IA, sobre todo por la provincia de Barcelona, donde llega a ser el 1,01%. En Madrid el porcentaje es más bajo, el 0,53%. En términos de la penetración de la IA en la economía la Comunitat Valenciana se aleja de la cabeza de regiones, pues ocupa la quinta posición entre las regiones con el 0,26% del empleo de la región. Alacant (0,34%) ocupa la octava posición entre las provincias, València (0,25%) la decimotercera, y Castelló (0,14%) la trigésima.

La polarización geográfica de estas actividades, debida al mayor tamaño de las empresas situadas en los dos centros económicos del país, es un riesgo de un desigual desarrollo geográfico de la IA en España, quedando regiones excluidas o marginadas del avance de estas tecnologías. De ahí que sea necesario evaluar los planes implementados y desarrollar estrategias adicionales para reducir las diferencias con Madrid y Barcelona.

- *El sector de la Programación, consultoría y otras actividades informáticas es el que más empresas y empleo concentra en la Comunitat Valenciana, y en el que mayor intensidad se da la IA. Destaca también el de las Actividades profesionales, científicas y técnicas y el de la construcción. En total, en 16 ramas de actividad de la Comunitat Valenciana hay empresas IA, aunque en algunas estratégicas, como en sanidad y educación su presencia es reducida.*

Las empresas de la IA están también muy concentradas sectorialmente. Domina el sector de la *Programación, consultoría, otras actividades relacionadas con la informática y servicios de información* (46,2% y 52,9% del total de empresas y empleo en la Comunitat Valenciana, respectivamente, frente al 47,8% y 71,3%, en España). Este sector también domina en términos de la penetración o intensidad de IA, pues las empresas IA representan el 7,7% de las empresas y el 11,8% del total de empleo de este sector en la Comunitat Valenciana. El sector de *Actividades profesionales, científicas y técnicas; actividades administrativas y servicios auxiliares* es el segundo sector más relevante en España y el tercero en la Comunitat Valenciana. En la Comunitat Valenciana también destaca el sector de la *Construcción*, fundamentalmente por grandes empresas relacionadas con la domótica. Aunque con un pequeño número de empresas, en la Comunitat Valenciana existen empresas IA en 16 sectores de actividad, incluyendo sectores como el mueble; fabricación de maquinaria y equipo; edición y actividades audiovisuales; telecomunicaciones, etc. En algunos sectores en los que existe potencial de desarrollo de la IA, como en educación o sanidad, el número de empresas detectadas por nuestro procedimiento es muy bajo.

- *El sector empresarial IA de la Comunitat Valenciana se caracteriza por mayor abundancia de empresas de menor dimensión, y menor presencia de empresas grandes. En 2018, el 78,6% de las empresas IA eran microempresas (6,1 pp más*

que en España), el 19,2% pequeñas, mientras que las medianas y grandes eran tan solo el 2,2% (frente al 5,4% en España). La Comunitat Valenciana necesita medidas que eliminen barreras y restricciones al crecimiento empresarial y que atraigan a más grandes empresas.

La empresa IA valenciana es de menor dimensión que la española y, aunque se ha cerrado parte del diferencial que había en 2012 con España, todavía es notable. El tamaño medio de la empresa IA valenciana es de 12 trabajadores en 2018, mientras que en España es de 22. La Comunitat Valenciana tiene una distribución mucho menos asimétrica del tamaño empresarial en comparación con el resto de España, indicando que el sector está mucho más atomizado: la presencia de pequeñas empresas es mayor, y existe mucha menor proporción de empresas de elevada dimensión. De hecho, en 2018 las microempresas IA en la Comunitat Valenciana eran el 78,6% del total empresas IA, 6,1 pp más que en España; las pequeñas el 19,2% (22,1% en España); mientras que las medianas y grandes tan solo eran el 2,2% frente al 5,4% nacional. Este patrón del mayor peso de las empresas de menor dimensión se repite también en las tres provincias valencianas. De nuevo Madrid y Barcelona gozan de ventajas derivadas de la aglomeración que favorece que empresas de mayor dimensión se localicen en estas dos provincias, pues las grandes representan el 9,6% y 5,6% del total de empresas IA, respectivamente.

En relación con tamaño empresarial, dos retos son importantes. En primer lugar, potenciar y eliminar barreras para el crecimiento empresarial. Las pequeñas empresas, particularmente las *start-ups* y el resto de las jóvenes, deberían desarrollar todo su potencial de crecimiento. Pero también se deberían implementar medidas de atracción de empresas en los *hubs* tecnológicos, que pueden ser una palanca para revertir esta situación. Estas medidas son esenciales si no se quiere que el desarrollo de la IA en la Comunitat Valenciana

na se desarrolle únicamente mediante el crecimiento orgánico.

- *En la Comunitat Valenciana la IA está dominada por empresas jóvenes y start-ups. El 8,5% de las empresas IA valencianas son start-ups, 2 pp más que en España. Además, el sector muestra un gran dinamismo, creciendo en promedio un 20% al año, por encima de lo que lo hace en España. Sin embargo, este crecimiento no se consolida y las empresas tienen dificultades para escalar.*

Las empresas IA valencianas son en promedio más jóvenes que las españolas: 7,6 años frente a 8,6. La IA es una tecnología nueva y emergente, y en la que, por tanto, la proporción de *start-ups* y jóvenes empresas es mayor. En la Comunitat Valenciana pesan más las empresas de 0 a 5 años que en España (salvo en 2018, donde se han igualado los porcentajes), y menos las empresas de mayor edad. En ambos casos, el porcentaje de empresas jóvenes ha aumentado con los años, salvo en 2018, lo que es señal del dinamismo del sector. En la Comunitat Valenciana también pesan más las *start-ups* que en el resto de España. En promedio a lo largo de todo el periodo las *start-ups* IA valencianas eran el 8,5% del total de empresas IA, mientras que en España el porcentaje era casi 2 pp inferior.

Una prueba más del dinamismo valenciano es que el ritmo de crecimiento medio de las empresas IA valencianas ha sido del 20% anual. El sector IA valenciano podría ser catalogado como de rápido crecimiento en su conjunto. Eso sí, como se comentaba, la clave es si este crecimiento se consolida y permite a las empresas IA valencianas escalar a un tamaño suficiente para operar en el mercado global de la IA. La clave, por tanto, es eliminar las barreras y frenos para lograrlo.

- *La rentabilidad de las empresas IA valencianas es prácticamente el doble que las españolas, y están más endeudadas, aunque la proporción de deuda a largo plazo es menor. Son financieramente menos vulnerables por la capacidad de generar rentabilidad por*

encima del coste de su financiación. Su liquidez también es elevada.

En general, la situación económico-financiera de las empresas IA valenciana es mejor que el resto de las empresas. Las empresas IA de la Comunitat Valenciana eran en 2018 prácticamente el doble de rentables (ROA) que las que no implementan estas tecnologías (10,3% frente a 5,4%), y también más rentables que las empresas IA españolas (7,0%). Las empresas IA valencianas dependen de los recursos ajenos en mayor medida que las que no realizan estas actividades. Su ratio de apalancamiento (deuda con coste como porcentaje del activo) era del 55% en 2018, frente al 43,5% del total de empresas valencianas y el 58,3% de las empresas IA españolas.

Pese al mayor endeudamiento de las empresas IA, la situación no es preocupante por varios motivos. En primer lugar, porque la ratio de endeudamiento con coste a largo plazo es similar a las valencianas no IA (14,4%) e incluso inferior al conjunto de empresas españolas (20,3%). Segundo, la capacidad de las empresas para generar beneficios operativos para hacer frente a los costes financieros (ratio de cobertura de intereses) es superior a la de las empresas IA españolas y al resto de empresas valencianas. La situación ventajosa de la empresa IA valenciana se da también en términos de liquidez.

- *Pese a las buena situación económico-financiera de las empresas IA valencianas, el 60% de ellas se enfrenta a algún tipo de restricción financiera. La financiación de la IA empresarial es fundamental. En 2018, en las empresas IA valencianas coexistía un grupo importante con dificultades de liquidez y solvencia, aunque también abundaban las empresas caracterizadas por el rápido crecimiento.*

Eso sí, el hecho de que en 2018 prácticamente un 60% de las empresas IA valencianas, y un 66% de las españolas se enfrenten a algún tipo de restricción financiera es significativo, como lo es también que el porcentaje de em-

presas IA valencianas absolutamente restringidas se haya mantenido estable a lo largo de todo el periodo. Esto es particularmente importante si se tiene presente que un porcentaje importante de las empresas IA que se encuentran financieramente restringidas son empresas jóvenes, de menos de cinco años. Dado que el acceso a la financiación es uno de los elementos más importantes para el crecimiento empresarial, este dato es preocupante. Si se quiere que estas empresas escalen, deberían arbitrarse fuentes alternativas de financiación.

En 2018, antes del comienzo de la crisis del COVID-19, existía un porcentaje de empresas IA que ya se situaban en riesgo de liquidez o de solvencia, por lo que pueden estar pasándolo mal en la coyuntura actual. En consecuencia, deberían articularse medidas para que reciban financiación y puedan sobrevivir en un entorno tan complicado como el actual, particularmente si se trata de empresas pequeñas y que llevan pocos años en el mercado. Del mismo modo, existe un conjunto de empresas con gran potencial de crecimiento. Teniendo todo esto presente, sería necesario que se continuase con las políticas que incentiven el nacimiento de nuevas *start-ups* en IA en general, pero también en sectores en los que no hay mucha implantación y son estratégicos para el futuro, como el sanitario o el educativo. Además, el aumento del tamaño de la base de empresas ya existente es también fundamental, por lo que se han de detectar las barreras a su crecimiento. Se ha de incentivar la atracción de nuevas empresas de mayor dimensión a los *hubs* valencianos, pues las grandes empresas se concentran fundamentalmente en Madrid y Barcelona. El acceso a la financiación es un elemento que también requiere atención, ya que un porcentaje importante de las empresas IA están sometidas a algún tipo de restricción financiera.

Barreras y medidas para su impulso. Análisis de expertos

La interacción con expertos del ecosistema de la IA valenciano ha permitido detectar un

conjunto de barreras y proponer una serie de propuestas para potenciar la IA empresarial, tal y como se muestran en el cuadro siguiente.

- *En la transferencia es fundamental la existencia de estructuras colaborativas y la participación de los investigadores en el desarrollo de la IA empresarial. El rol de las unidades de transferencia de los centros de investigación tiene que ser más proactivo y no solo gestores administrativos.*

En términos de la transferencia, es fundamental la colaboración entre los centros de investigación y las empresas, siendo necesario estructuras colaborativas que permitan la interacción y el trabajo conjunto, así como un marco normativo flexible para la transferencia. Se proponen dos medidas adicionales de colaboración: la cesión temporal de investigadores a las empresas para realizar proyectos de IA, y la integración de becarios pagados recién egresados en empresas. También se considera importante potenciar las unidades de transferencia de los centros de investigación para que tengan un rol más proactivo, incluso comercial, y no únicamente administrativo. Por último, hay que conseguir que la transferencia sea una prioridad para los investigadores, al mismo nivel que otros aspectos de su actividad, como la investigación o la docencia.

- *La formación es fundamental para el desarrollo de la IA, tanto en competencias digitales en general, como de los trabajadores de las empresas, pero muy especialmente de los directivos. Sin la voluntad firme de ellos será difícil que las empresas inviertan en desarrollos de la IA.*

En el impulso a la IA empresarial, destacan las propuestas de mejora de la formación en distintos niveles, tanto de las competencias digitales en el sistema educativo y a los trabajadores en las empresas. También se propone apoyar la contratación de especialistas y las alianzas entre empresas con centros de investigación. Pero las mejoras en la formación

Síntesis de las medidas para el apoyo a la IA obtenidas a partir de la opinión de los expertos

Transferencia	
Barreras	Medidas
<ul style="list-style-type: none"> Falta de comunicación y coordinación entre el mundo empresarial y las instituciones de investigación Falta de cultura emprendedora por los investigadores y las oficinas de transferencia Falta de cultura empresarial favorable a la investigación Dificultades de adaptación de las estructuras empresariales a los requerimientos de la IA Marco jurídico de la transferencia no adecuado 	<ul style="list-style-type: none"> Fortalecer los vínculos entre los investigadores y las empresas: creación de estructuras de diálogo y <i>hubs</i> donde puedan interactuar Marco normativo flexible para los acuerdos de colaboración entre centros de investigación y empresas Unidades de transferencia de las instituciones de investigación: 1) facilitar la creación de <i>spin-offs</i>; 2) apoyos a los procesos de protección de la investigación (evaluación, solicitud y seguimiento) y en los procesos de licencia; 3) políticas más activas: brazo comercial de la investigación Interim innovation y Prácticas subvencionadas Potenciación de la transferencia como objetivo de los investigadores
Impulso de la IA empresarial	
Barreras	Medidas
<ul style="list-style-type: none"> Falta de liderazgo de la dirección/gerencia/propiedad para impulsar iniciativas de IA Adquisición y desarrollo del talento necesario Limitaciones a la disponibilidad de datos 	<ul style="list-style-type: none"> Subvenciones y estímulos fiscales Creación de infraestructuras para la aplicación de la IA, incluyendo plataformas de datos. Creación de bases de datos con la información de los datos disponibles por las AA. PP. Mejoras en competencias digitales en el sistema educativo Formación a empresarios/directivos/propietarios de empresas para mostrar el potencial de la IA, y las formas de adaptar su negocio Alianzas y colaboración con investigadores y ecosistemas de IA Apoyo a la contratación de especialistas
Start-ups	
Barreras	Medidas
<ul style="list-style-type: none"> Financiación (acceso, coste, falta de capital riesgo, falta de ayudas públicas) Procedimiento y trámites para la creación de empresas 	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollo de mecanismos alternativos de financiación: capital riesgo, <i>business angels</i>, <i>crowdfunding finance</i>, aceleradoras, etc. Reducción de los trámites y procedimientos burocráticos Mecanismos de apoyo a los emprendedores: programas de apoyo, mentoría e incubadoras Potenciación de la vocación emprendedora
Datos (Medidas)	
<ul style="list-style-type: none"> Mejoras en la formación: postgrados en especialización de datos, formación de especialistas en empresas, sensibilización de la importancia de los datos, inclusión en los itinerarios curriculares materias relativas al manejo de datos Medidas de formación a las pymes para sensibilizarlas en la creación de estructuras de datos Creación de infraestructuras de datos Creación de bancos de datos con la información de la administración regional Participación en los Espacios Europeos de datos según se desarrollen Subvenciones y/o desgravaciones 	

deben tener un énfasis especial en los empresarios/directivos/propietarios, pues son en última instancia los que tienen que valorar las enormes ventajas que la IA puede suponer para sus negocios. Sin el impulso decidido por parte de la dirección de la empresa será difícil que puedan prosperar las inversiones en IA. Es necesario también la creación de infraestructuras de datos dentro de las empresas para que puedan ser entrenados los algoritmos.

- *Potenciar las start-ups y el emprendimiento en IA requiere mejorar las fuentes*

de financiación y la eliminación de trabas y barreras administrativas.

El acceso a la financiación es fundamental para el apoyo a la creación de *start-ups*, de acuerdo con las conclusiones del análisis de los expertos. Se han de desarrollar y potenciar mecanismos de financiación alternativos a los tradicionales bancarios: capital riesgo, *business angels*, *crowdfunding finance*, las aceleradoras, etc. También se han de reducir los trámites y procedimientos burocráticos para la creación y crecimiento de estas empresas, así como establecer mecanismos de apoyo a

los emprendedores como los programas de mentoría e incubadoras.

- *Formación en materia de habilidades para el manejo de datos, el apoyo para la creación de infraestructuras de datos en las empresas, y la participación en los Espacios Europeos de Datos son elementos esenciales. Las AA. PP. pueden contribuir al desarrollo de la IA transformando su estructura de datos y poniéndolos a disposición de los investigadores en IA.*

Es también ineludible el establecimiento de una política que permita desarrollar las bases de datos necesarias para el desarrollo de la IA. Deberían potenciarse las mejoras educativas, en distintos ámbitos, en especial a las pymes, para potenciar y estructurar los datos generados en la propia empresa. Es también importante la participación en los Espacios Europeos de Datos que se prevé que se desarrollen en los próximos años. Pero, sin duda,

donde hay margen para las políticas públicas es en la creación de infraestructuras de datos, particularmente que contengan los datos de las administraciones regionales y locales. Aunque este aspecto plantea problemas jurídicos relativos a la privacidad de este tipo de información, el potencial de los datos en posesión de las administraciones públicas es incalculable para potenciar estas tecnologías. La reorganización de los sistemas informáticos, por ejemplo, de la Generalitat Valenciana, tanto en términos de la administración general, como en educación y en sanidad, para que conformen un corpus de datos integrado y analizable sería fundamental, máxime cuando los expertos indican que en este sector es uno donde mayor potencial de desarrollo de la IA existe.

1. INTRODUCCIÓN

Las expectativas sitúan a la inteligencia artificial (IA) como el motor de la cuarta revolución industrial dado su potencial para cambiar «el modo en que vivimos, trabajamos y nos relacionamos con los demás» (Schwab 2016). Aunque todavía estamos en la infancia de muchas de las tecnologías que conforman esta cuarta revolución industrial, como en el caso de la propia IA, los vehículos autónomos, el almacenamiento de energía o la computación cuántica, entre otras, se espera que en los próximos años se aceleren. Sin embargo, los efectos disruptivos de estas tecnologías ya se intuyen y empiezan a observarse. Están apareciendo nuevas estructuras organizativas, competidores y productos que amenazan a las empresas tradicionales. Por ejemplo, sectores como el hotelero, el taxi, la enseñanza, el comercio, el sector financiero, etc. están siendo sacudidos por la emergencia de nuevos agentes que, utilizando modelos de negocio basados en estas nuevas tecnologías y sin las ataduras de estructuras de la vieja economía, tienen ventajas competitivas claras.

Sin embargo, la IA también supone amenazas. En primer lugar, las implicaciones éticas y jurídicas son muy relevantes, particularmente en relación con quién asume la responsabilidad de las decisiones tomadas automáticamente, con la posibilidad de que existan sesgos no éticos en los resultados de los algoritmos

(por ejemplo, sesgos raciales, de género, etc. en la identificación facial), con el uso para fines ilegales de la IA, así como con los retos a la privacidad y seguridad de la información de los usuarios (Jin 2019; Tucker 2019).

Además, el desarrollo de estas tecnologías no es neutral en cuanto a los ganadores de su aplicación, planteando interrogantes sobre la capacidad de incluir a buena parte de la población y, por tanto, sobre el aumento de la desigualdad. Con la IA aparecerán nuevos trabajos que estarán asociados a la formación y a las habilidades STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas), pero posiblemente también ponen en riesgo otro tipo de empleos, particularmente aquellos basados en tareas rutinarias o en la toma de decisiones que puedan ser abordadas mediante algoritmos. El efecto neto final en el empleo dependerá de las mejoras de productividad que se alcancen, de la posibilidad de encontrar nuevos puestos de trabajo de aquellos que sean desplazados por estas tecnologías, y de los efectos de estas dinámicas en los salarios. Existen estudios¹ que indican precisamente que este proceso de reasignación del trabajo asociado a la digitalización y a la IA puede aumentar la desigual-

1 Véase, por ejemplo, Autor y Dorn 2013; Autor 2015, 2019; Goos, Manning y Salomons 2010, 2014; Sebastián 2018; Acemoglu y Restrepo 2018.

dad debido a la polarización del mercado de trabajo.

También existe preocupación porque los beneficios de la IA pueden estar concentrados en pocas empresas y en un reducido número de países/regiones. La dinámica del *ganador se lo lleva todo* (Brynjolfsson y McAfee 2011) o de las *empresas superestrella* (Autor *et al.* 2020) predicen que las empresas líderes en estas tecnologías pueden gozar de una posición de dominio, aumentando la concentración y el poder de mercado. Esta posición de dominio se asocia a la tendencia observada del aumento de la concentración de muchos de los mercados o sectores de actividad (De Loecker y Eeckhout 2018; Calligaris, Criscuolo y Marcolin 2018; Korinek y Ng 2018). Así mismo, las nuevas tecnologías disruptivas tendrán también un efecto asimétrico geográficamente. Los países y regiones que no sean capaces de transformar sus procesos productivos integrando estas nuevas tecnologías, quedarán apartados del progreso y minarán su potencial de crecimiento económico.

Desde el punto de vista de la política económica, particularmente desde la óptica regional, es importante tener una visión clara de cuál es el grado de implantación de la IA en un determinado territorio y los ejes en los que se puede vertebrar una estrategia para su desarrollo. Sin embargo, uno de los retos que plantea la IA es que su medición no es sencilla y plantea desafíos importantes. La IA es un intangible y es considerada una tecnología de uso general y, como tal, puede ser aplicada en un abanico amplio de actividades o sectores, tanto del primario, como en las manufacturas y en los servicios. Además, la IA puede formar parte de un bien de inversión, de un producto final (como, por ejemplo, cuando se aplica a asistentes de voz como Siri, Alexa, Google Assistant, etc., o los coches autónomos), o puede ser un consumo intermedio (como los *chatbots* o *bots* conversacionales o los mecanismos de identificación de imágenes que permiten reducir costes en centralitas de teléfono, en seguridad o en el diagnóstico de la imagen,

sustituyendo tareas realizadas por humanos). Por tanto, deberíamos buscar parte de la IA en bienes de consumo final, en los consumos intermedios o en los bienes de capital. A esto hay que añadir que a la hora de delimitar la IA es necesario tomar decisiones sobre cuáles son sus límites tanto en las tecnologías utilizadas (*machine learning*, reconocimiento de imagen, robótica, etc.), como si solo está conformada por el software o por el hardware.

Por todo ello, medir la implantación de la IA y dimensionar su tamaño en términos económicos es un reto, pues no existe información en las estadísticas oficiales, ni siquiera hay consenso en cómo medirla. Diversas instituciones como la OCDE, la Comisión Europea, la *World Intellectual Property Organization*, la Universidad de Stanford, o el *China Institute for Science and Technology Policy* han desarrollado metodologías, basadas en procedimientos de búsquedas semánticas, para medir precisamente el “tamaño” de la IA. Básicamente, todos los procedimientos empleados hasta la fecha se basan en la identificación de publicaciones en revistas científicas, participaciones en congresos sobre IA, entradas en repositorios de software como GitHub, patentes, o en bases de datos de empresas, etc. de términos clave relacionados con las tecnologías IA a través de procedimientos de búsqueda semántica. En estos momentos, estos procedimientos son el estándar de medición. Aunque emergen patrones comunes de todas estas iniciativas, los resultados pueden divergir por las distintas bases de datos utilizadas, por los diccionarios de términos a buscar, por los algoritmos de búsqueda o incluso por los criterios de definición o depuración de los datos.

En este contexto, este informe tiene como objetivo evaluar dos aspectos del desarrollo de la IA en la Comunitat Valenciana, centrando nuestro interés en dimensiones económicas de la IA. Por un lado, se desarrolla un procedimiento de búsqueda de empresas de IA en el sector empresarial en la Comunitat Valenciana y en el conjunto de España con el objetivo de cuantificar su dimensión económica y de co-

nocer las características económico-financieras de las empresas IA. Para ello, se utilizará un algoritmo de búsqueda semántica para identificar las empresas que en su razón social aparezca algún término relacionado con la IA. Para ello se utiliza un diccionario amplio de términos construido a partir de los que utilizan en sus metodologías la Comisión Europea y la OCDE. Aunque es un procedimiento que no detectará a todas las empresas que realmente implementan IA, sí que permite comparar la presencia relativa de empresas que la realizan en la Comunitat Valenciana con el total nacional. Una vez identificadas las empresas que se dedican a la IA, se puede medir la intensidad de la aparición de empresas dedicadas a estas tecnologías en la Comunitat Valenciana en comparación a España o a otras regiones, el tamaño del sector, la intensidad de aparición de *start-ups*, el crecimiento medio de las empresas del sector, su estructura y salud financiera, o si se encuentran financieramente restringidas. El procedimiento de búsqueda se aplica al total de empresas españolas de las que se dispone del objeto social en la base de datos SABI (Bureau van Dijk) para el periodo 2012-2018, último año disponible. Como se ha descrito, esta metodología permite detectar el conjunto de empresas que su actividad principal es la IA, pero no permite captar todo el universo empresarial asociado a la IA, pues muchas empresas pueden estar desarrollando estas tecnologías en otros sectores de actividad y no reflejarlo en su objeto social. Por lo tanto, los resultados tendrán que ser interpretados como una primera aproximación al despliegue de la IA en la Comunitat Valenciana. Para captar el resto de las empresas de la IA esta aproximación debería complementarse con análisis adicionales que localizasen el resto de las empresas que utilizan la IA en la Comunitat Valenciana y su actividad principal no sea esta tecnología, realizando las búsquedas en bases de datos de patentes, de publicaciones científicas, en directorios de software, etc.

La segunda contribución del informe es valorar la percepción que tienen los expertos del

grado de implantación, barreras y frenos a la IA en la Comunitat Valenciana, así como la identificación de posibles medidas de política económica que la impulsen. Para ello se ha elaborado un extenso cuestionario que ha sido respondido por expertos del ecosistema de la IA valenciana. El cuestionario se articula en cuatro bloques. El primero se refiere a preguntas genéricas sobre la implantación de la IA en la Comunitat Valenciana. El segundo se centra en la transferencia de la investigación, la innovación y los desarrollos en IA del sector científico-tecnológico a las empresas. A continuación, el cuestionario incluye un bloque dedicado a las medidas para impulsar la IA en el sector empresarial. Por último, se plantean algunas cuestiones sobre la importancia de los datos.

Los principales resultados obtenidos indican que el centro de gravedad de la IA en el mundo está en los Estados Unidos y China. Europa, que es uno de los principales actores globales, está perdiendo posiciones, y España ocupa una posición rezagada en el contexto europeo. La Comunitat Valenciana ocupa una posición intermedia en el desarrollo de la IA en España, mientras que Madrid y Cataluña lo lideran con diferencia con respecto las demás de regiones. La Comunitat Valenciana está a la cabeza del resto de las regiones. El análisis de la IA en el sector empresarial indica que el ecosistema IA valenciano representa el 10,6% y el 6,4% del número de empresas y del empleo de la IA en España, respectivamente. Las empresas IA representan el 0,24% del total de empresas en la Comunitat Valenciana y el 0,26% del empleo. Las empresas IA están concentradas en el sector de la *Programación, consultoría, otras actividades relacionadas con la informática y servicios de información*, en las *Actividades profesionales, científicas y técnicas; actividades administrativas y servicios auxiliares* y en la *Construcción*. Además, en la Comunitat Valenciana hay mayor peso de las empresas de IA de menor dimensión, jóvenes y de *start-ups*. La salud económico-financiera de la empresa IA valenciana es me-

por que las que no son IA, e incluso que las IA españolas.

El cuestionario realizado a expertos sobre la IA indica que en general el desarrollo de la IA en la Comunitat Valenciana es similar al español, pero que existe mayor potencial. En el sector empresarial se detecta menor desarrollo en comparación a los centros e institutos de investigación. Las medidas propuestas por los expertos consisten en la creación de un contexto en la Comunitat Valenciana favorable a la IA que contemple la colaboración, el diálogo y la transferencia desde los centros de investigación con las empresas; la transformación de las unidades de transferencia de los centros de investigación para que tengan un rol más proactivo; la mejora en la formación, tanto de los empresarios/directivos, de los trabajadores, como de los itinerarios y contenidos curriculares de la formación reglada; la mejora de la financiación para las empresas relacionadas con la IA, tanto *start-ups*, como empresas en general; la eliminación de barreras para la creación y crecimiento de empresas de base tecnológica; y el apoyo a la creación de infraestructuras de datos de las empresas, y de las propias AA. PP. valencianas.

El acceso a la financiación es fundamental para el apoyo a la creación de *start-ups*, de acuerdo con las conclusiones del análisis de los expertos. Se han de desarrollar y potenciar mecanismos de financiación alternativos a los tradicionales bancarios. En el contexto de las *start-ups*, la clave es el capital riesgo, los *business angels*, el *crowdfunding finance*, las aceleradoras, etc. También se han de reducir los trámites y procedimientos burocráticos para la creación y crecimiento de estas empresas, así como establecer mecanismos de apoyo a los emprendedores, como los programas de mentoría e incubadoras.

Es también imprescindible el establecimiento de una política que permita desarrollar las bases de datos necesarias para el desarrollo de la IA. Deberían potenciarse las mejoras educativas en distintos ámbitos, en especial a las pymes, para potenciar y estructurar los datos

generados en la propia empresa. Es también importante la participación en los Espacios Europeos de Datos que se prevé que se desarrollen en los próximos años. Pero, sin duda, donde hay margen para las políticas públicas es en la creación de infraestructuras de datos, particularmente que contengan los datos de las administraciones regionales y locales. Aunque este aspecto plantea problemas jurídicos relativos a la privacidad de este tipo de información, el potencial de los datos en posesión de las administraciones públicas es incalculable para potenciar estas tecnologías. La reorganización de los sistemas informáticos, por ejemplo, de la Generalitat Valenciana, tanto en términos de la administración general como en educación y en sanidad para que conformen un corpus de datos integrado y analizable, sería fundamental, máxime cuando los expertos indican que en este sector es uno donde mayor potencial de desarrollo de la IA existe.

El resto del informe se organiza como sigue. En el siguiente apartado se define la IA y se realiza una taxonomía de las tecnologías que suelen considerarse bajo esta terminología. En el tercero, se resumen los principales trabajos que han medido el impacto de la IA sobre la economía y se describen las estrategias de política económica para el impulso de la IA en Europa, España y en la Comunitat Valenciana. En el cuarto apartado se realiza una breve síntesis de las principales tendencias mundiales en la IA, se sitúa a España en el contexto internacional, y a la Comunitat Valenciana en el nacional. La quinta sección analiza la implantación de la IA en el sector empresarial valenciano a partir del análisis semántico realizado en base a el objeto social de las empresas. En el sexto apartado se presentan los resultados del cuestionario a expertos en el ecosistema digital valenciano con los problemas que a su juicio existen, y con indicaciones de política económica. La última sección resume las principales conclusiones del informe.

2. DEFINICIÓN DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La Comisión Europea (Samoili *et al.* 2020a) define la IA como sistemas de software (y posiblemente también hardware) diseñados por humanos que, dado un objetivo complejo, actúan en la dimensión física o digital percibiendo su entorno a través de adquisición de datos, interpretando los datos recopilados (bien sean estructurados o no estructurados), razonando sobre el conocimiento, o procesando la información derivada de estos datos para decidir la mejor acción o acciones a tomar para lograr un objetivo dado. Los sistemas de IA pueden usar reglas simbólicas o aprender un modelo numérico, y también pueden adaptar su comportamiento analizando cómo el medio ambiente se ve afectado por sus acciones anteriores. Existen muchas definiciones alternativas pero, en general, todas ellas se refieren a cualquier mecanismo, máquina o algoritmo que es capaz de aprender observando su entorno y, basándose en el conocimiento y aprendizaje obtenido, realizar acciones inteligentes o proponer decisiones. Cuatro elementos son importantes en las tecnologías de la IA: 1) la IA aprende del entorno, lo que implica que necesita datos para este proceso de aprendizaje; 2) procesa información; 3) a partir del entorno y de la información procesada toma decisiones, emprende acciones o realiza tareas; 4) en su toma de decisiones persigue un objetivo determinado.

Bajo estos elementos que caracterizan la IA se pueden englobar muchas tecnologías. La Co-

misión Europea (Samoili *et al.* 2020a) realiza una taxonomía de las tecnologías de la IA agrupándolas en los dominios centrales (representación del conocimiento, reconocimiento de imágenes, aprendizaje automatizado – *machine learning*–, procesamiento del lenguaje natural, etc.) al que habría que añadir un dominio transversal que incluiría aplicaciones concretas de los dominios centrales (como los robots o los coches autónomos) así como consideraciones éticas y filosóficas.

El **cuadro 2.1** muestra los cinco dominios centrales en los que la Comisión Europea agrupa la IA. A continuación, se describen estos cinco dominios, así como sus subdominios, que vendrían a ser el tipo de tecnologías incluidas:

1. Razonamiento. Este dominio aborda la forma en la que las máquinas transforman datos en conocimiento o infieren hechos a partir de datos. Se incluyen tres subdominios. En primer lugar, la *Representación del conocimiento*, que constituye un medio para la computación eficiente, codificando la realidad y guiando los mecanismos de la IA para determinar consecuencias y obtener soluciones de manera más eficiente. Esto es, representan un conjunto amplio de conocimientos para que se pueda realizar inferencia. Segundo, *Razonamiento automatizado*, que es un medio de computación que permite a las máquinas transformar datos en conocimiento y ra-

zonar de forma autónoma o casi autónoma. Por último, se encuentra el *Razonamiento de sentido común*, que es el campo de la IA que tiene como objetivo que las máquinas razonen de forma similar al razonamiento de las personas de manera natural para la resolución de problemas en escenarios del mundo real.

2. Planificación. La planificación tiene por objeto el diseño y ejecución de estrategias para llevar a cabo alguna actividad, normalmente realizada por agentes inteligentes, robots autónomos o vehículos no tripulados. Las soluciones son complejas y deben descubrirse y optimizarse mediante algoritmos en el espacio multidimensional. La planificación incluye tres subdominios: la planificación y programación, la búsqueda y la optimización.

3. Machine learning (Aprendizaje automatizado). El *machine learning* es la capacidad de los sistemas para aprender, decidir, predecir, adaptarse y reaccionar automáticamente a los cambios, mejorando a partir de la experiencia sin estar explícitamente programados. En el *machine learning* un conjunto de datos con las respuestas o soluciones al problema sirve de banco de entrenamiento para los algoritmos que obtienen las reglas de decisión. Esta es una diferencia fundamental con la programación clásica en la que se aplican una serie de reglas de decisión al conjunto de datos para obtener las respuestas o las soluciones a los problemas.

4. Procesamiento del lenguaje natural (Comunicación). Consiste en la capacidad de la máquina para identificar, procesar, comprender y/o generar información en comunicaciones humanas escritas y habladas. Abarca aplicaciones como la generación de textos, minería de textos, clasificación y traducción automática.

5. Percepción. Se refiere a la capacidad de los sistemas para tomar conciencia de su entorno a través de los sentidos, siendo la visión y la audición las áreas más desarrolladas de la IA. La *Visión computarizada o visión artificial* es la capacidad de los sistemas para tomar

conciencia de su entorno a través de la visión por computadora, haciendo referencia a actividades que identifican rostros humanos y objetos en imágenes digitales, como parte de la detección de clases de objetos. Este es uno de los campos científicos esenciales de la IA. De forma similar, el *Procesamiento de audio* es la capacidad de los sistemas para tomar conciencia de su entorno a través de la audición.

La Comisión Europea define también tres dominios transversales, que son combinaciones de los dominios centrales, la interacción de estos con otros elementos (como el hardware), u otro tipo de cuestiones. Los dominios transversales son los siguientes.

6. Integración e interacción. Este dominio aborda la combinación de percepción, razonamiento, acción, aprendizaje e interacción con el entorno, así como características como distribución, coordinación, cooperación, autonomía, interacción e integración. Se incluyen los *Sistemas multi-agente*, que son aquellos sistemas compuestos por múltiples agentes autónomos inteligentes que interactúan entre sí para resolver problemas incluso imposibles para un agente individual; la *Robótica y automatización*, que son herramientas tecnológicas inteligentes para ayudar o sustituir a la actividad humana, para habilitar acciones que no son humanamente posibles (robots médicos), para optimizar limitaciones técnicas, mano de obra o costes de producción; y los *Vehículos conectados y autónomos*, esto es, tecnologías de vehículos autónomos, vehículos conectados y sistemas de asistencia al conductor, considerando todos los niveles de automatización y todas las tecnologías de comunicación.

7. Servicios IA. Referidos a cualquier infraestructura, software y plataforma proporcionados como servicios o aplicaciones, posiblemente en la nube, que están disponibles y ejecutados bajo demanda, reduciendo la gestión de infraestructuras complejas.

8. Aspectos éticos y filosóficos.

Cuadro 2.1. Dominios y subdominios de la IA de acuerdo con la clasificación de la Comisión Europea

	Dominio de la IA	Subdominio de IA
Dominios centrales	Razonamiento	Representación del conocimiento
		Razonamiento automatizado
		Razonamiento de sentido común
	Planificación	Planificación y programación
		Búsqueda
	Aprendizaje	Optimización
	Comunicación	<i>Machine learning</i>
Percepción	Procesamiento del lenguaje natural	
	Visión computarizada	
Dominios transversales	Integración e interacción	Procesamiento de audio
		Sistemas multi-agente
		Robótica y automatización
	Servicios	Vehículos conectados y autónomos
		Servicios IA
Ética y filosofía	Ética IA	
	Filosofía IA	

Fuente: Samoili *et al.* (2020a).



3. IMPACTO ESPERADO DE LA IA Y POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS PARA SU IMPLANTACIÓN

El crecimiento reciente de la IA ha alimentado las expectativas sobre su impacto en la economía. Se espera que la IA tenga un impacto de gran magnitud, alcance y se produzca a gran velocidad. Como Brynjolfsson, Rock, y Syverson (2018) documentan, la IA es una tecnología de uso general que dinamizará la productividad en buena parte de los sectores de actividad. Actualmente, el debate se focaliza en por qué si el ritmo de adopción de la IA es tan acelerado como el que se documenta en secciones posteriores, todavía no se refleja en las estadísticas sobre productividad. Podemos estar asistiendo de nuevo a algo similar a la paradoja de Solow, en referencia a la afirmación del Nobel de economía Robert Solow en 1987 (Solow 1987) en la que señalaba que los ordenadores se veían en todas partes menos en las estadísticas de productividad. No fue hasta más tarde, en la mitad de la década de los 90 y primeros 2000 cuando la productividad se aceleró por el efecto de las tecnologías TIC. Ahora podemos estar en la misma situación. Las nuevas tecnologías están desplegándose, pero todavía dominan las viejas estructuras, los procesos de producción tradicionales. La IA tendrá su máximo impacto cuando sean incorporadas por completo en procesos y productos, en estructuras organizativas, etc.

Por el momento, existen algunos estudios que realizan estimaciones del potencial de crecimiento de estas tecnologías. En PwC (2018) se estima que en 2030 el PIB mundial podría ser un 14% superior gracias a las ganancias de

productividad asociadas a la IA, así como por el incremento de la demanda que supondrán los nuevos productos derivados de estas tecnologías. Geográficamente, el impacto será mayor en los Estados Unidos y en China, los grandes beneficiados de la revolución de la IA. Todos los sectores de actividad se verían beneficiados, con un crecimiento sectorial mínimo del 10% en el mismo periodo. El mayor impacto se prevé en la sanidad, educación, en los servicios públicos y en el turismo. Purdy y Daugherty (2016) estiman que la IA puede propiciar que el conjunto de 12 países desarrollados analizados² doblen su crecimiento medio anual en el horizonte de 2035. En Estados Unidos es donde se estiman mayores ganancias, en lugar de un 2,6% de crecimiento medio anual, la IA podría acelerarlo hasta el 4,6%. En el caso de España, sus estimaciones indican que, en lugar de un escenario de crecimiento promedio del 1,7%, el PIB podría llegar a crecer un 2,5%. Este crecimiento se sustentaría en ganancias de la productividad del trabajo del 11%. Bughin *et al.* (2018) estiman que el PIB mundial se puede acelerar un 1,2% por año gracias a la IA hasta 2030, aunque se incrementarán las diferencias entre países debido al desigual despliegue de estas tecnologías entre países.

² Alemania, Austria, Bélgica, España, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Italia, Japón, Países Bajos, Reino Unido, Suecia.

La revolución de la IA se está produciendo a gran velocidad, nuevos agentes están tomando posiciones en la economía de la IA. Nuevas empresas y países, como China que ya son una realidad en la aplicación en la IA, emergen con fuerza, mientras que otras zonas geográficas, más ancladas en las tecnologías tradicionales se están quedando atrás. Los gestores de política económica son conscientes del reto que supone no quedarse fuera de estas tecnologías. En la mayor parte de los países se están estableciendo planes de actuación para potenciar al máximo la IA. Algunos trabajos, como Van Roy (2020), Perrault *et al.* (2019), o el OECD.AI (2020) muestran panorámicas de las medidas en un conjunto muy amplio de países. En general, las medidas implementadas en todos los países se basan en seis pilares: 1) Inversión en capital humano para incrementar las capacidades de la población en estas tecnologías tanto en los sistemas educativos formales, en aprendizaje en el puesto de trabajo, a los empresarios, y en la formación continua. 2) Aumentar la transferencia de las innovaciones y las tecnologías desarrolladas en laboratorios, universidades y centros de investigación al sector empresarial. 3) Creación, participación y colaboración en redes nacionales e internacionales, públicas y privadas. Esta política de *networking* incluye políticas de atracción de talento y empresas en localizaciones donde se ya concentren *hubs* de empresas, institutos, etc. relacionados con la IA. 4) Reformas legislativas que se dirijan a establecer un campo de juego en el que no existan frenos regulatorios para la implementación de la IA, al tiempo que sea ética, no discriminatoria y responsable. 5) Inversión en infraestructuras de despliegue de redes, de datos, etc. para que la IA pueda implementarse. 6) Apoyo financiero directo a las iniciativas de IA.

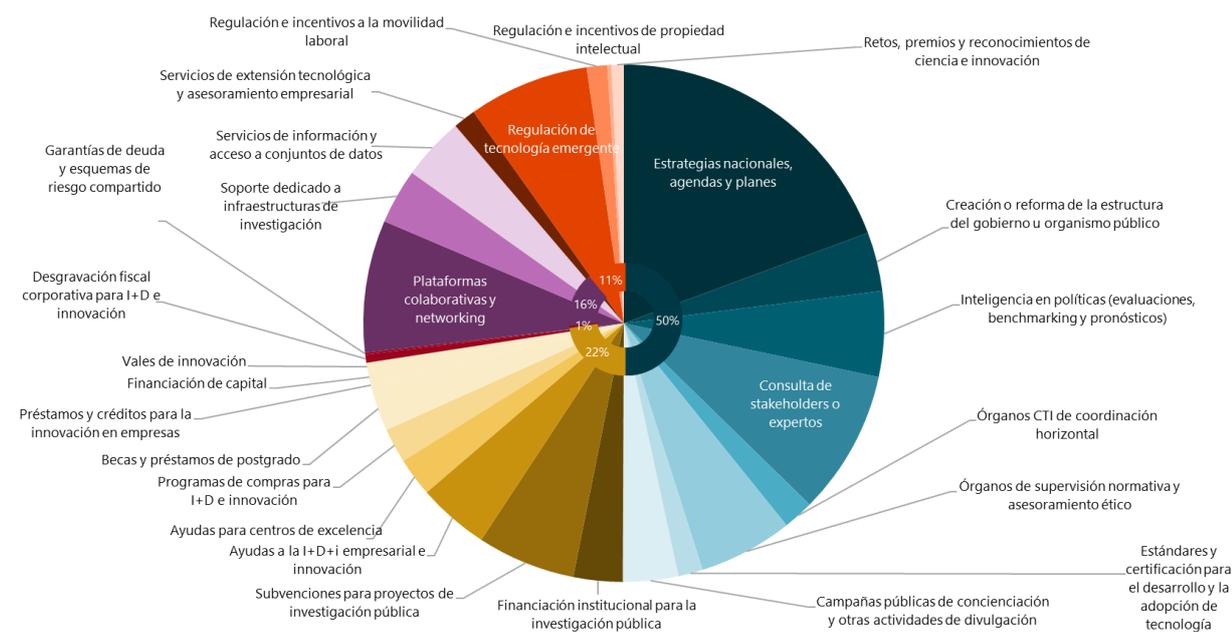
En el **gráfico 3.1** se muestra la distribución de medidas que la OCDE ha obtenido del seguimiento de los planes implementados en una muestra de 60 países. Destaca el gran número de estrategias nacionales, agendas y planes; las medidas regulatorias; la creación

de grupos de interesados (*stakeholders*) o expertos y el establecimiento de redes.

En el caso valenciano conviene tener presente los tres niveles en los que se han propuesto medidas: a nivel europeo, nacional como en la propia Comunitat Valenciana. En primer lugar, en el ámbito supranacional, la Comisión Europea publicó en abril de 2018 su Estrategia para la IA en Europa (Comisión Europea 2018) con el triple objetivo de potenciar las capacidades tecnológicas de la UE e impulsar la adopción de la IA; preparar a la economía europea ante el reto disruptivo que supone la IA, particularmente en ámbitos como la educación y la formación para potenciar el talento, o en el mercado de trabajo; y garantizar que la IA se desarrolla en Europa en el marco ético y jurídico de la Unión Europea. Para ello, se dispuso de un cuantioso plan de inversiones para los años 2018-2020 y el compromiso de desarrollar planes de acción. En 2019, la Comisión Europea publicó también un informe con las recomendaciones del Grupo de Expertos de Alto Nivel sobre Inteligencia Artificial donde se proponían 33 recomendaciones que deberían implementarse para potenciar una IA confiable y segura en Europa. Las recomendaciones se agrupan en diversas áreas: medidas que benefician la sociedad en su conjunto; incentivos para el sector privado; medidas para potenciar la investigación y la academia. Adicionalmente, se realizan recomendaciones sobre inversiones en infraestructuras y en datos; sobre necesidades de formación y educativas; y sobre medidas regulatorias y de financiación.

Siguiendo con las acciones europeas, la Comisión publicó en febrero de 2020 el Libro Blanco sobre la Inteligencia Artificial (2020b), con el objetivo de promover la capacidad innovadora en el área de la IA manteniendo el compromiso ético y de confianza. Esta iniciativa, sintetizada en el **cuadro 3.1**, plantea la necesidad de establecer ecosistemas de excelencia coordinados a nivel de la Unión, nacional y regional, con un papel fundamental de la comunidad investigadora y de innovación, potenciando la formación de los

Gráfico 3.1. Tipología y frecuencia de las medidas de apoyo a la IA recopiladas por la OCDE en 60 países (porcentaje)



Fuente: OECD.AI (2020).

trabajadores para completar las carencias en habilidades para la implementación de la IA. Los ecosistemas de excelencia también se deben fundamentar en la cooperación público-privada, y se debe asegurar el acceso a los datos y a las infraestructuras informáticas. Se propone incentivar el desarrollo de la IA en las pequeñas y medianas empresas y en el sector público, así como el inicio de un proceso de consultas a la sociedad civil, a la industria y a los académicos para definir propuestas concretas que potencien el desarrollo de la IA en Europa.

El Libro Blanco sobre la IA se publicó junto al Informe sobre las repercusiones en materia de seguridad y responsabilidad civil de la IA, el internet de las cosas y la robótica, y junto a la Estrategia Europea de Datos (Comisión Europea 2020a). Esta última es el segundo pilar de la estrategia para el desarrollo de la IA, y tiene por objeto crear un mercado único de datos que facilite que las empresas, los investigadores, las administraciones públicas y los particulares desarrollen la IA (**cuadro 3.2**). Se pretende que este mercado único de datos respete las normas de privacidad, protección de datos y la legislación sobre competencia, estableciendo normas de acceso justas. La

estrategia se asienta en cuatro pilares: a) creación de un marco jurídico y de gobernanza que permita aprovechar al máximo las oportunidades de la IA y el acceso a los datos; b) inversión en datos mediante la apuesta de proyectos de gran impacto, colaboración entre países para la creación de espacios de datos comunes e infraestructuras federadas de programación en la nube; creando un mercado de servicios en la nube, incluyendo un marco jurídico que garantice la competencia, la seguridad y que sea justo; c) empoderar a las personas con sus derechos sobre sus propios datos, fomentar la formación en tecnologías relacionados con los datos, y apoyo para la mejora del acceso y a las capacidades de datos de las pymes; y d) creación a lo largo de la Unión Europea de espacios comunes de datos sectoriales (en la industria, en relación al Pacto Verde, movilidad, salud, etc.).

Como se ha comentado, en la mayoría de los países europeos se han establecido planes de desarrollo de la IA que se complementan con las propuestas de la Comisión. En España, el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades publicó en 2019 la Estrategia Española de I+D+I en Inteligencia Artificial (Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades 2019).

Cuadro 3.1. Estrategia de IA de Europa: Libro Blanco sobre la IA

Pilar	Nivel	Acción
Ecosistema de excelencia	A. Colaboración con los Estados Miembros	1. Teniendo en cuenta los resultados de la consulta pública sobre el Libro Blanco, la Comisión propondrá a los Estados miembros una revisión del Plan coordinado que debe adoptarse a finales de 2020
	B. Centrar los esfuerzos de la comunidad de investigación e innovación	2. La Comisión facilitará la creación de centros de excelencia y pruebas que puedan combinar las inversiones europeas, nacionales y privadas, probablemente con la introducción de un nuevo instrumento jurídico. La Comisión ha propuesto un importe ambicioso y dirigido a respaldar centros de ensayo de referencia mundial en Europa en el marco del Programa Europa Digital completado por acciones de investigación e innovación de Horizonte Europa, como parte del marco financiero plurianual para 2021-2027
	C. Habilidades	3. Mediante el pilar de capacidades avanzadas del Programa Europa Digital, establecer y respaldar redes de universidades y centros de educación superior pioneros, a fin de atraer a los mejores académicos y científicos y de ofrecer programas de máster en IA que se sitúen a la vanguardia mundial
	D. Preocuparse por las PYMES	4. La Comisión trabajará con los Estados miembros para garantizar que al menos un centro de innovación digital por Estado miembro cuente con un elevado nivel de especialización en IA. Los centros de innovación digital pueden contar con el respaldo del Programa Europa Digital. La Comisión y el Fondo Europeo de Inversiones pondrán en marcha un plan piloto de 100 millones de € en el primer cuatrimestre de 2020 con el objetivo de ofrecer financiación mediante fondos propios para el desarrollo innovador de la inteligencia artificial. La intención de la Comisión es incrementar significativamente estos importes de 2021 en adelante, a través de InvestEU
	E. Asociaciones con el sector privado	5. En el marco de Horizonte Europa, la Comisión creará una nueva asociación público-privada en materia de inteligencia artificial, datos y robótica, a fin de aunar esfuerzos, garantizar la coordinación de la investigación y la innovación en inteligencia artificial, colaborar con otras asociaciones público-privadas de Horizonte Europa y trabajar conjuntamente con las instalaciones de ensayo y los centros de innovación digital
	F. Promover la adopción de la IA por parte del sector público	6. La Comisión iniciará conversaciones por sector abiertas y transparentes, en las que dará prioridad a la atención sanitaria, las administraciones rurales y los operadores de servicios públicos, para presentar un plan de acción que facilite el desarrollo, la experimentación y la adopción de la inteligencia artificial. Las conversaciones por sector se emplearán para preparar un "Programa de adopción de la IA" específico que respaldará la contratación pública de sistemas de inteligencia artificial, y ayudará a transformar los propios procesos de esta contratación
	G. Asegurar el acceso a los datos y las infraestructuras informáticas	
	H. Aspectos internacionales	
Ecosistema de confianza	A. Definición de los problemas	Riesgos para los derechos fundamentales, especialmente la protección de los datos personales y de la privacidad y la no discriminación
	B. Posibles adaptaciones del marco normativo en vigor de la UE con relación a la IA	Riesgos para la seguridad y el funcionamiento eficaz del régimen de responsabilidad civil
	C. Ámbito de aplicación de un futuro marco regulador de la UE	
	D. Tipos de requisitos	
	E. Destinatarios	
	F. Cumplimiento y ejecución	
	G. Sistema de etiquetado voluntario para las aplicaciones que no se consideran de riesgo elevado	
	H. Gobernanza	

Fuente: Comisión Europea (2020b) y elaboración propia.

Cuadro 3.2. Estrategia de IA de Europa: Estrategia Europea de Datos

Pilar	Acción
A. Un marco de gobernanza intersectorial para el acceso a los datos y su utilización	Proponer un marco legislativo propicio para la gobernanza de los espacios de datos europeos comunes Adoptar una norma de ejecución sobre conjuntos de datos de gran valor Proponer una norma relativa a los datos en 2021: necesidad de adoptar medidas legislativas sobre las cuestiones que afectan a las relaciones entre los actores de una economía ágil en el manejo de los datos Analizar la importancia de los datos en la economía digital (a través del Observatorio de la Economía de las Plataformas en Línea), y revisar el marco político existente en el contexto del paquete de la norma sobre servicios digitales
B. Catalizadores: inversiones en datos y refuerzo de las capacidades e infraestructuras de Europa para albergar, tratar y utilizar los datos, interoperabilidad	Invertir en un proyecto de gran impacto sobre el establecimiento de los espacios de datos comunes europeos y las infraestructuras federadas de computación en la nube Firmar los memorandos de entendimiento con los Estados miembros sobre la federación en la nube Permitir el acceso a unos servicios europeos en la nube competitivos, seguros y justos, elaborando un código normativo relativo a la computación en la nube y estableciendo un mercado de servicios en la nube Apoyo a los avances en materia de tecnologías de datos
C. Competencias: empoderar a las personas, invertir en cualificaciones y en PYMES	Empoderamiento de las personas con sus datos, explorando el refuerzo del derecho a la portabilidad, dándoles un mayor control sobre quién puede acceder a los datos generados por máquinas y utilizarlos Inversiones en cualificaciones y alfabetización general en materia de datos: Plan de Acción de Educación Digital Creación de capacidades específicas para las PYMES
D. Espacios comunes europeos de datos en sectores estratégicos y en ámbitos de interés público	Un espacio común europeo de datos relativos a la industria (fabricación) Un espacio común europeo de datos relativos al Pacto Verde Europeo Un espacio común europeo de datos relativos a la movilidad Un espacio común europeo de datos relativos a la salud Un espacio común europeo de datos en materia financiera Un espacio común europeo de datos relativos a la energía Un espacio común europeo de datos relativos al sector agrario Un espacio común europeo de datos relativos a las AA.PP. Un espacio común europeo de datos en materia de cualificaciones

Fuente: Comisión Europea (2020a) y elaboración propia.

Esta estrategia establecía seis prioridades (**cuadro 3.3**): desarrollar una estructura organizativa que permita desarrollar un sistema de I+D+i en IA (incluyendo elementos de diagnóstico, como un mapa de capacidades en IA, red de centros de excelencia, Comité de Ética, establecimiento de indicadores, y alinear los objetivos con las iniciativas europeas); establecer áreas estratégicas; facilitar la transferencia del conocimiento; acciones de formación y profesionalización en el ámbito de la IA; potenciar los ecosistemas de datos y de infraestructuras; y estudiar consideraciones éticas. En julio de 2020 se ha publicado el Plan España Digital 2025 (Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital 2020a), en el que se incluye un área estratégica referente a la Economía del Dato e Inteligencia Artificial. En este apartado se consideran los objetivos específicos de: 1) convertir a España en un referente en la Economía del Dato; 2) Impulsar la IA como motor de innovación y crecimiento; 3) Desarrollar un marco ético jurídico; 4) preparar a España para las transformaciones que suponen la IA, tanto en términos laborales, como de igualdad ante las transformaciones que supondrá la IA; 5) potenciar la I+D en Tecnologías Habilitadoras Digitales (*blockchain*, supercomputación, realidad virtual, ciberseguridad, etc.). Para ello, se proponen las siguientes cuatro medidas: 1) elaboración de la estrategia nacional de inteligencia artificial; 2) creación de la oficina del dato y la figura del *Chief Data Officer* para la impulsar la utilización de los datos públicos y privados; 3) creación del Consejo Asesor de Inteligencia Artificial; y 4) la elaboración de la estrategia Cloud para participar en los espacios europeos del dato.

Una de las propuestas del Plan España Digital 2025 es la Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial, ENIA (Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital 2020b), que parte de la anteriormente mencionada Estrategia Española de I+D+I en Inteligencia Artificial, y en la que trabaja de forma activa el Grupo de Trabajo Interministerial en Inteligencia Artificial, coordinado por el Ministerio

de Ciencia e Innovación. La ENIA está en continuo desarrollo, y tiene como objetivo acelerar el desarrollo de la IA y su integración en el tejido productivo español y en la sociedad, alineando las políticas nacionales para fomentar la IA en España, y para fortalecer la colaboración entre todos los agentes interesados, del sector público y privado. Pretende garantizar un marco ético y jurídico específico para la IA. Esta estrategia fue presentada por el Gobierno el pasado 2 de diciembre de 2020. En esta rueda de prensa confirmaron que en los Presupuestos Generales del Estado para 2021 destinarán 330 millones de euros en potenciar esta tecnología, considerada clave para la recuperación económica, ascendiendo a una inversión pública de 600 millones en el periodo 2021-2023. Además, la ENIA es el componente decimosexto del Plan de recuperación, Transformación y Resiliencia de la economía española. El plan cuenta con seis ejes estratégicos, que engloban 30 medidas (**cuadro 3.4**): 1) impulsar la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación en IA; 2) promover el desarrollo de capacidades digitales, potenciar el talento nacional y atraer talento global; 3) desarrollar plataformas de datos e infraestructuras tecnológicas que den soporte a la IA; 4) integrar la IA en las cadenas de valor para la transformación del tejido económico; 5) impulsar el uso de la IA en la Administración Pública; y 6) establecer un marco ético y normativo que garantice la protección de los derechos individuales y colectivos, garantizando la inclusión y el bienestar social.

La Generalitat Valenciana también ha establecido su propia estrategia de IA para la Comunitat Valenciana (Generalitat Valenciana 2019) que se articula en torno a tres pilares (**cuadro 3.5**): 1) impulso de un ecosistema productivo innovador e integrador; 2) preparación de este ecosistema para los cambios socio-económicos derivados de la IA; y 3) la adopción de la IA en la Administración Pública, en especial en los ámbitos de la salud, el transporte, las infraestructuras, la energía, el medio ambiente, la economía y la salud. La estrategia propone 31 acciones que incluyen

medidas relativas a la inversión en investigación, promoción de los emprendedores, formación de especialistas, creación de un marco legal para que el desarrollo de la IA esté centrado en las personas y sea inclusivo y solidario, atracción de fuentes de financiación, impulso político mediante la creación de estructuras institucionales (creación de una *task force*, un Alto Comisionado y un Observatorio

de la IA), inversión en infraestructuras informáticas y de telecomunicaciones, así como el desarrollo de un marco que permita la disponibilidad de datos. Se proponen también acciones encaminadas a lograr que los nuevos empleos derivados de la transformación asociada a la IA sean de calidad, y que la educación y la adquisición de los conocimientos tecnológico sea inclusivo y democrático.

Cuadro 3.3. Estrategia de IA de España: Estrategia española de I+D+I en Inteligencia Artificial

Prioridad	Acción
1. Estructura organizativa que permita desarrollar un sistema de I+D+I en IA y valorar su impacto	Mantener como buena práctica y reforzar el alineamiento estratégico de las políticas de I+D+I de España con la UE y su Programa Marco de I+D+I garantizando la competitividad global de España Lanzar un mapa de capacidades en IA Apoyar el lanzamiento de una Red de nodos con el fin de alcanzar una "Red de centros de excelencia en IA" Promover la interacción de dichas redes con los Centros de Innovación Digital (DIH) Destacar el papel del Comité Español de Ética en la investigación en el uso e implementación de la IA Establecer una serie de indicadores que permitan analizar la evolución de los mecanismos de promoción en I+D+I en IA
2. Establecer áreas estratégicas donde implementar la IA	Industria conectada 4.0 IA para la economía: Recursos Naturales, Energía y Medio Ambiente, Seguridad, Turismo e industrias creativas y culturales, Administración Pública IA para la sociedad: Educación, Ciudades y Territorios Inteligentes, Salud
3. Definir y desarrollar acciones que permitan la transferencia de conocimiento	Mantener la línea de buenas prácticas: colaboración público-privada en ecosistemas tecnológicos mixtos y convocatorias de CPI (Compra Pública Innovadora) dirigidas a la IA Coordinación entre la Red de Nodos y de Centros de Excelencia y los DIH Crear una plataforma computacional donde los agentes de I+D+I puedan experimentar sus desarrollos antes de lanzarlos al mercado Herramientas de capacitación dirigidas a habilidades y certificaciones en IA Analizar/fomentar el uso de las herramientas de financiación del Plan Estatal de I+D+I para el fomento de la transferencia del conocimiento haciéndolos más dinámicos
4. Desarrollar un sistema que fomente la formación transversal y profesional en Inteligencia Artificial	La I+D+I es responsable de participar en la transformación educativa y responder a la necesidad de formaciones transversales y específicas siguiendo los desarrollos de las tecnologías de la IA Esta adaptación de la formación debe extenderse a las metodologías de capacitación profesional en un contexto de aprendizaje permanente y accesible
5. Desarrollar un ecosistema digital de datos y valorizar las infraestructuras	Las tecnologías de IA son esenciales en el desarrollo e implementación de una infraestructura digital dirigida a almacenar y dar acceso a los datos generados en proyectos de I+D+I financiados por la Administración Pública Estas infraestructuras deben estar alineadas a nivel europeo con el EOSC (Nube Europea de Datos Científicos) El marco jurídico y estratégico del SECTI (Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación) debe desarrollar e implementar una hoja de ruta para estas infraestructuras digitales Las infraestructuras digitales de datos de I+D+I deben converger con el sector RISP (Reutilización de la Información del Sector Público) a nivel nacional que deberá fomentar la incorporación de datos privados
6. Analizar la ética de la IA desde la perspectiva de la I+D+I	Los desarrollos de las tecnologías de la IA deberán evitar el sesgo negativo y los prejuicios de género u otras formas de discriminación El Comité Español de Ética en la Investigación debe liderar las actividades de análisis y valoración de los aspectos éticos del uso e implantación de la IA en las actividades desarrolladas en los Planes Estatales de I+D+I Enfocar, desde una visión multidisciplinar, el diseño general de los sistemas de AI desde un alineamiento de los aspectos éticos, legales y sociales Contribuir desde la I+D+I en la redacción de un Código Ético de la IA

Fuente: Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (2019) y elaboración propia.

Cuadro 3.4. Estrategia de IA de España: Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial (ENIA)

Eje	Medida
1. Impulsar la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación en IA	1. Red Española de Excelencia en IA
	2. Refuerzo del sistema de contratos pre/post-doctorales de investigación en IA
	3. Flexibilizar la trayectoria científica del personal investigador en IA
	4. Promover la creación de nuevos centros nacionales de desarrollo tecnológico multidisciplinar con especial foco en neurotecnologías
	5. Programas de ayudas a empresas para el desarrollo de soluciones en IA y datos
	6. Reforzar la red de Centros de Innovación Digital (Digital Innovation Hubs DIH) especializados en IA a nivel de investigación
	7. Crear el Programa de Misiones de I+D+I en IA para abordar grandes desafíos sociales
2. Promover el desarrollo de capacidades digitales, potenciar el talento y atraer talento global en IA	8. Desarrollo del Plan Nacional de Competencias Digitales
	9. Promover una mayor oferta formativa en Formación Profesional y universitaria orientada a la IA
	10. Puesta en marcha del Programa "SpAIIn Talent Hub"
3. Desarrollar plataformas de datos e infraestructuras tecnológicas para dar soporte a la IA	11. Lanzar un programa de ayuda a la homologación de títulos y acreditaciones internacionales para la atracción de talento internacional promoviendo talento femenino
	12. Creación de la Oficina del Dato y del Chief Data Officer
	13. Creación de espacios compartidos de datos sectoriales e industriales y repositorios descentralizados y accesibles
	14. Impulso al Plan Nacional de Tecnologías del Lenguaje
	15. Refuerzo de las Capacidades Estratégicas de Supercomputación (cloud, edge, quantum)
	16. Puesta en marcha del Proyecto Datos por el Bien Social
4. Integrar la IA en las cadenas de valor para transformar el tejido económico	17. Lanzamiento de programas de ayudas para empresas para incorporación de IA en los procesos productivos de las cadenas de valor
	18. Programas de impulso a la transferencia de innovación en IA mediante los Centros de Innovación Digital especializados en IA de carácter industrial
	19. Lanzamiento del Fondo NextTech de capital riesgo público-privado para impulsar el emprendimiento digital y crecimiento de empresas en IA (scale ups)
	20. Desarrollo del Programa Nacional de Algoritmos Verdes
5. Potenciar el uso de la IA en la Administración Pública y en las misiones estratégicas nacionales	21. Incorporar la IA en la Administración Pública para mejorar la eficiencia y eliminar cuellos de botella administrativos
	22. Poner en marcha un laboratorio de innovación para nuevos servicios y aplicaciones de la IA en la Administración Pública (GoTechLab)
	23. Fomentar las competencias IA en la Administración Pública
	24. Programa "IA para una gestión pública basada en datos"
	25. Promover misiones estratégicas nacionales en el ámbito de la Administración Pública donde la IA puede tener impacto (foco en salud, justicia, empleo)
6. Establecer un marco ético y normativo que refuerce la protección de los derechos individuales y colectivos, a efectos de garantizar la inclusión y el bienestar social	26. Desarrollo de un sello nacional de calidad IA
	27. Poner en marcha observatorios para evaluar el impacto social de los algoritmos
	28. Desarrollar la Carta de Derechos Digitales
	29. Puesta en marcha de un modelo de gobernanza nacional de la ética en la IA (Consejo Asesor IA)
	30. Promoción de foros de diálogo, sensibilización y participación nacionales e internacionales en relación a la IA

Fuente: Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital (2020b) y elaboración propia.

Cuadro 3.5. Estrategia de IA de la Comunitat Valenciana

Pilar	Estrategia	Acción
Impulso de un ecosistema productivo innovador e integrador	1. Inversión en investigación en IA en sectores estratégicos como medio ambiente, salud, economía digital y transporte	Creación de una unidad ELLIS (centro europeo de investigación en IA) para colaborar con los mejores investigadores en Europa y fomentar la sinergia de la investigación en IA con el ecosistema emprendedor y la transferencia de investigación Fomento de la colaboración y diálogo entre agentes del sistema valenciano de innovación, primando a aquellos que refuercen la IA en toda la cadena de valor y ofrezcan servicios útiles a las empresas, como la iniciativa TECH4CV Fomento y desarrollo de hubs de IA en el territorio valenciano que conformen un potente ecosistema con un eje integrador en el Distrito Digital, con programas que faciliten el asentamiento de talento y empresas Adopción de tecnologías de IA en todos los sectores económicos y el tejido productivo de la CV, haciendo especial énfasis en PYMES no tecnológicas
	2. Promoción de los emprendedores para que superen las barreras de crecimiento empresarial	Promoción de nuevos productos del IVF (Instituto Valenciano de Finanzas) para inversiones que faciliten la adopción tecnológica Garantía y apoyo de la transferencia de tecnología al sistema productivo en el marco de la UE y los programas incluidos en la TECH4CV de la AVI (Agencia Valenciana de Innovación) Desarrollo de programas de formación en capacidades digitales para profesionales Propiciar el crecimiento de las startups y empresas de IA en la CV, fomentando su visibilidad y la relación con sectores productivos Lanzamiento de un programa competitivo de atracción de talento investigador excelente al estilo de ICREA (Institución Catalana de Investigación y Estudios Avanzados) Fomento de una mayor hibridación universitaria de la computación y la IA con determinadas titulaciones universitarias Diseño de grados de FP en nichos tecnológicos especializados como la IA, las Ciencias de Datos y la Ciberseguridad Lanzamiento de un programa online de educación para la sociedad valenciana (similar a "Elements of AI" de Finlandia)
	3. Impulso de una cultura de transformación tecnológica a través de la formación de la sociedad en IA, la formación de especialistas y la atracción de talento internacional	Aprobación de la Ley Valenciana para el Desarrollo de la Sociedad Digital Fomento de la experimentación en tecnología de IA y el intercambio de datos en áreas clave mejorando el bienestar social mediante "sandboxes" regulatorios bajo directrices de la UE Aprovechamiento de las oportunidades de financiación ofrecidas por la DG Connect de la CE, responsable de la estrategia de IA Promoción del Observatorio de la IA (www.observatorioia.gva.es) aplicada a la Administración Pública como plataforma para la comunicación de las actividades y propuestas de la task force
	4. Promoción de un marco legal para acelerar un modelo de IA competitiva, centrada en las personas, inclusiva y solidaria	Impulso y fomento del despliegue de redes de banda ancha, 5G y IoT para hacer posible la igualdad de oportunidades de acceso a los servicios de IA a ciudadanos y empresas Establecer políticas de uso de sistemas informáticos basados en la nube (Cloud First) que, dentro de los marcos nacional y europeo, permitan el desarrollo de proyectos de IA competitivos
	5. Atracción de fuentes de financiación europea y búsqueda de acuerdos con el sector de la banca tradicional	Creación de un espacio de intercambio y acceso de datos entre AA. PP. para llevar a cabo proyectos beneficiosos para la sociedad en la línea del High Level Expert Group de Business to Government Data Sharing de la CE
	6. Impulso político creando una task force y un Alto Comisionado en el Consell de la Generalitat para el establecimiento de marcos éticos para el uso de la IA en la Administración Pública	Anticipar cambios en el mercado laboral mediante estudios sobre nuevas posibilidades de empleo generadas por la IA en la CV Identificar los impactos sectoriales de la IA, diseñando estrategias y acciones específicas en los sectores clave de la economía valenciana Invertir en el desarrollo de nichos industriales tecnológicos como la ciberseguridad Incluir el Pensamiento Computacional en la enseñanza obligatoria y el Bachillerato, y fomentar la educación digital en todos los niveles educativos
	7. Desarrollo de las infraestructuras informáticas y de telecomunicaciones que son la base de los ecosistemas de innovación	Incentivos fiscales para PYMES destinados a la inversión en capital humano y promoción de nuevos productos del IVF para cursos de formación y capacitación de trabajadores
	8. Desarrollo de un marco adecuado que aumente la calidad y disponibilidad de los datos, y que garantice la protección de la privacidad de los ciudadanos	Impulso de acuerdos con la sociedad civil para crear programas específicos que ataquen la brecha de género en estos empleos (similares a "Woman Who Code" de USA o "Mujer e Ingeniería" de la Real Academia de Ingeniería en España) y fomento de la educación tecnológica de los grupos marginados y más desfavorecidos (colaboraciones con Cruz Roja "Empleando Digital") Fomento y desarrollo de la I+D+I sobre el envejecimiento enfocado en la promoción de la salud y el bienestar en la vejez
Preparación del ecosistema para los cambios socio-económicos	1. Apuesta por un trabajo de calidad: reducción de la precariedad laboral y aumento de las oportunidades de empleo relacionado con la IA impulsando ocupaciones tecnológicas bien remuneradas, así como la formación digital y tecnológica de la ciudadanía	Diseño de programas específicos de formación del funcionariado para la adquisición de competencias digitales que incluyan el conocimiento de la tecnología de IA y su papel impulsor de innovación en la mejora de la gestión pública
	2. Enfoque democratizador y anticipatorio de la educación y el conocimiento tecnológico para que los trabajadores con ocupaciones en riesgo de desaparecer o transformarse por la automatización adquieran los conocimientos para el uso de IA	Definición de los nuevos perfiles profesionales que debe incorporar la Administración Pública con las capacidades y competencias necesarias Desarrollo de una política propia de infraestructuras que facilite la incorporación de la IA alimentada por Big Data Diseño de una estrategia de implantación de la IA en la Administración Pública que priorice la eficiencia, la transparencia y la calidad del servicio Fomento de una relación estrecha entre las start-ups digitales y las AA. PP. para la adquisición de productos y servicios a través de pruebas de concepto y Compras Públicas Innovadoras
Adopción de IA en la Administración Pública	3. Derribo de las barreras de acceso a la educación tecnológica en todos los niveles, fomentando la diversidad en IA con más mujeres y con representación de todos los grupos sociales	
	4. Previsión de las consecuencias que el envejecimiento de la población produce en el mercado laboral y financiero y la demanda de bienes y servicios	

Fuente: Generalitat Valenciana (2019) y elaboración propia.

4. EVOLUCIÓN DE LA IA: TENDENCIAS GLOBALES

Este informe se centra en mostrar dos aspectos del ecosistema de la IA en la Comunitat Valenciana. En primer lugar, se analiza la implantación y desarrollo de la IA en la Comunitat Valenciana a partir del desarrollo de una metodología que permite identificar las empresas españolas y valencianas que declaran en su objeto social que se dedican a la IA. Además, mediante un cuestionario realizado a expertos, gestores de política económica, investigadores y empresarios, se profundiza en la visión que los agentes implicados tienen sobre la situación actual, las barreras y las posibles medidas para desarrollar la IA. Pero antes de entrar en estos aspectos, esta sección muestra las grandes tendencias mundiales en IA y la posición relativa de España y la Comunitat Valenciana utilizando los indicadores disponibles.

4.1. Tendencias mundiales en la IA

Este apartado ofrece una visión de la evolución de la IA a nivel internacional. Se muestra, por tanto, el contexto global en el que hay que situar la Comunitat Valenciana. Para ello se utilizan indicadores de diversas instituciones que han desarrollado métricas que permiten valorar el avance de estas tecnologías. La OCDE, la Comisión Europea, WIPO (*World Intellectual Property Organization*) y la Universidad de Stanford han publicado informes

que miden el avance de la IA. Las aproximaciones que se han llevado a cabo comparten una metodología similar, basada en la utilización de algoritmos de búsqueda para detectar la progresión de la IA en varios ámbitos: el científico, captado por publicaciones y por participaciones en congresos internacionales; el tecnológico, aproximado mediante las patentes; el del software, captado por la disponibilidad de código abierto; y el empresarial, medido por la presencia de empresas y *start-ups* relacionadas. Las diferencias entre las aproximaciones de las distintas instituciones se deben a los algoritmos de búsquedas utilizados por cada una de ellas, en el corpus de datos que utilizan para realizar las búsquedas y en el diccionario de términos que emplean para identificar las diferentes dimensiones de la IA.

Aunque existen diferencias entre los distintos procedimientos para medir el avance de la IA, se observan rasgos comunes. En primer lugar, desde mediados de los años diez el ritmo de investigación en IA en el mundo, medido por el porcentaje de las publicaciones científicas³ indexadas en la base de datos Scopus de Elsevier, se acelera de acuerdo con el indicador publicado por la IA Watch de la Universidad

³ Por publicaciones científicas se incluyen artículos, revisiones bibliográficas y publicaciones de revistas todas ellas revisadas por pares.

de Stanford (**gráfico 4.1**). De hecho, en 2018 la investigación en IA representaba el 2,8% del total de producción científica (en todas las áreas del conocimiento), doblando el porcentaje de 2013 (1,4%), y multiplicando por 3 el porcentaje de 1998. Este patrón es compartido en las áreas geográficas representadas en el gráfico: Europa, la Unión Europea, China y Estados Unidos.

Estas tres zonas geográficas dominan la producción científica mundial en IA (69,2% del total). China ha pasado de representar tan solo el 6,5% del total de publicaciones de IA mundial al 28,0% en 2018, siendo el país que mayor número de publicaciones realiza, por encima de Europa, que era la región que dominaba hasta ahora. El despegue chino se ha realizado en dos subperiodos. Una primera etapa de crecimiento hasta la crisis financiera de 2008, y una segunda caracterizada por la aceleración desde 2015. La producción científica en la Unión Europea y en los Estados Unidos también se estancó durante los años de crisis asociados a la crisis financiera, pero se ha vuelto a acelerar desde 2013. Estados Unidos, ocupa la tercera posición entre estas tres economías.

De acuerdo con la información del gráfico anterior, la producción científica de los Estados Unidos era inferior a la de otros países europeos. Sin embargo, hay que tener en cuenta una matización importante. Estados Unidos lidera la producción científica realizada en las empresas. El **gráfico 4.2** desglosa las publicaciones en IA según el tipo de institución que la lleva a cabo, sin incluir la realizada por las universidades. Se comprueba claramente que tanto en China como en Europa las publicaciones científicas (no en universidades) son realizadas fundamentalmente por organismos gubernamentales (oficinas y centros de investigación, etc.), mientras que en Estados Unidos dominan las realizadas por las empresas. Este es un primer hecho que se volverá a observar más adelante. El modelo estadounidense de IA tiene su fortaleza en el sector empre-

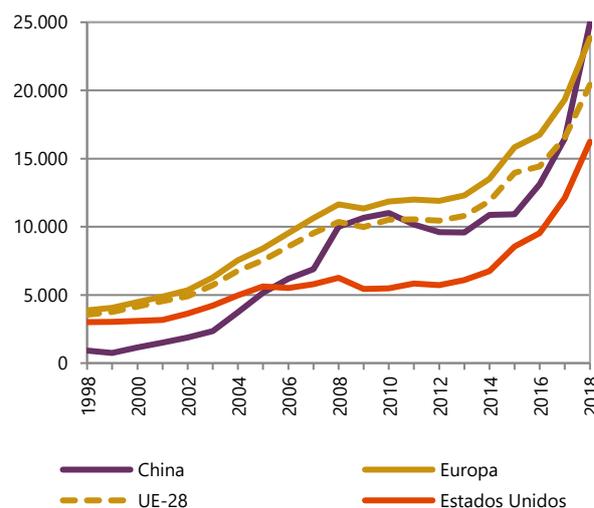
sarial, mientras que en Europa y en China está más vinculado al sector público.

Gráfico 4.1. Producción científica en IA. 1998-2018

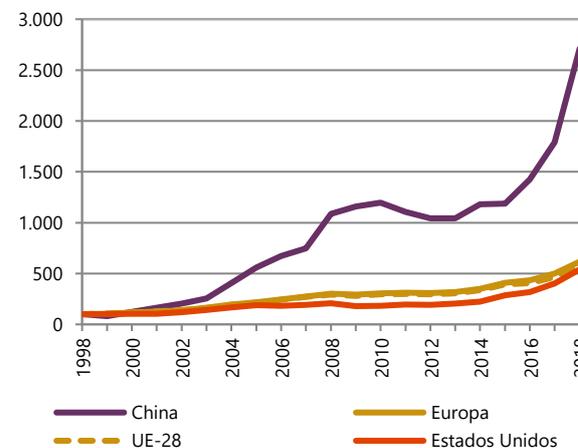
a) Publicaciones IA (porcentaje sobre el total mundial de publicaciones científicas)



b) Publicaciones IA por región (número de publicaciones)



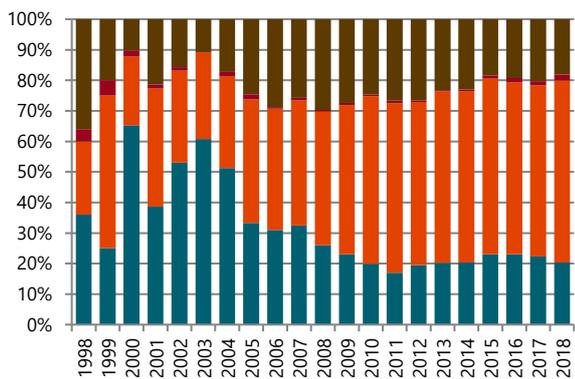
c) Crecimiento en publicaciones IA (1998=100)



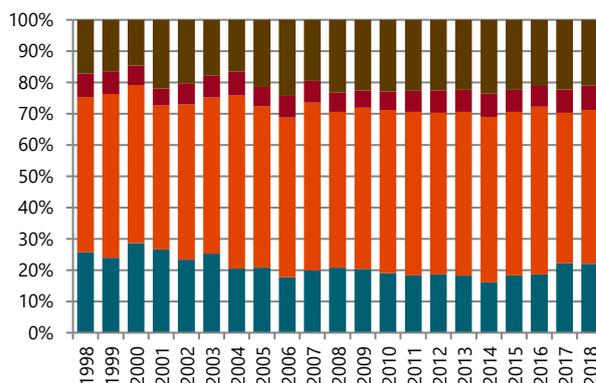
Fuente: Perrault et al. (2019).

Gráfico 4.2. Distribución de las publicaciones IA por institución en China, Europa y los Estados Unidos. 1998-2018 (porcentaje)

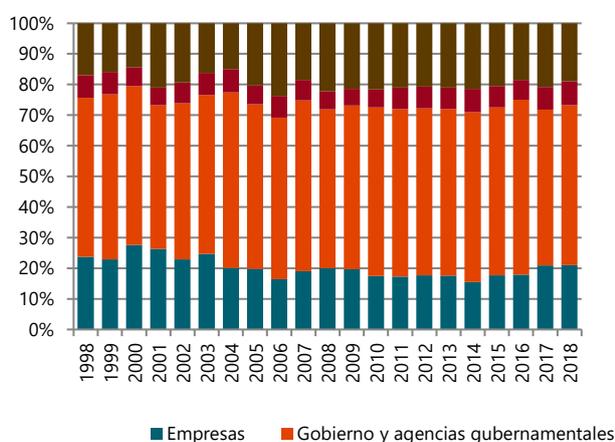
a) China



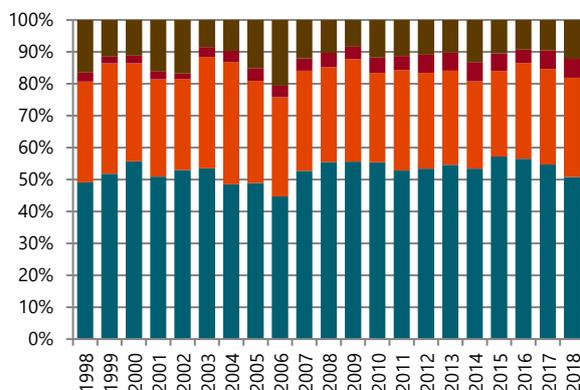
b) Europa



c) UE-28



d) Estados Unidos



■ Empresas ■ Gobierno y agencias gubernamentales ■ Instituciones médicas ■ Otras

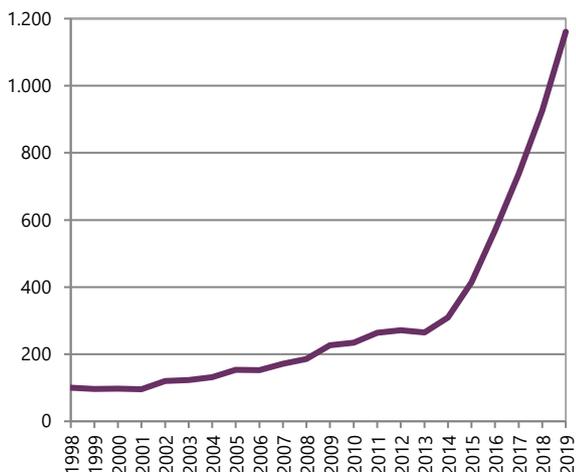
Fuente: Perrault *et al.* (2019).

El **gráfico 4.3** muestra la evolución de los asistentes a las grandes conferencias mundiales de IA, definidas como aquellas en las que participan al menos 3.000 personas⁴. El patrón que se observa es similar a las publicaciones científicas. El interés por la IA se aceleró rápidamente a partir de 2013. En 2019 el número de asistentes a estas conferencias multiplicaba por 4,4 los participantes en 2013 y por 11,6 los que había en 1998. En términos de la creación de software también se observa

que la disciplina está creciendo de forma acelerada (**gráfico 4.4**). Entre los indicadores de la Universidad de Stanford se encuentra el número de veces que paquetes de software han recibido una estrella por parte de los usuarios de Github, la plataforma más utilizada para el intercambio de software de libre acceso. Las estrellas en Github indican el interés que un determinado código subido a la plataforma ha despertado en los usuarios. Se distingue entre las estrellas asociadas a todos los tipos de código, y aquellas que están vinculadas a TensorFlow, la plataforma de código abierto para el desarrollo del aprendizaje automático impulsada principalmente por Google. Se comprueba el creciente interés por las disciplinas de IA, pues el crecimiento ha sido muy notable.

⁴ Las conferencias incluidas son: Representation and Reasoning NeurIPS (Conference on Neural Information Processing Systems), CVPR (Conference on Computer Vision and Pattern Recognition), ICML (International Conference on Machine Learning), IROS (International Conference on Robots and Systems), ICRAI (International Conference on Robotics and Automation), AAAI (Association for the Advancement of Artificial Intelligence) y IJCAI (International Joint Conferences on Artificial Intelligence).

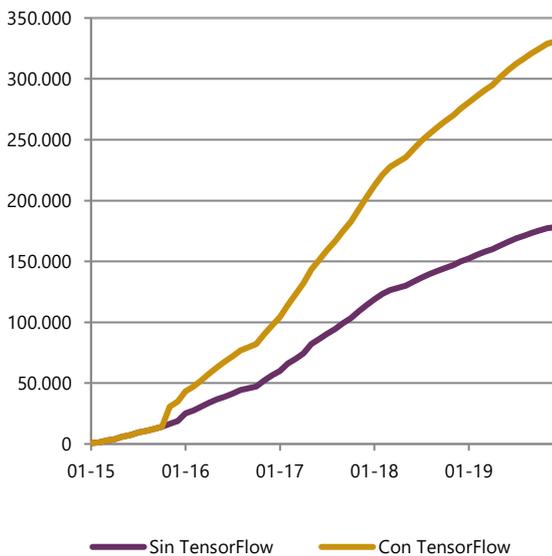
Gráfico 4.3. Número de asistentes a las grandes conferencias de IA. 1998-2019



Nota: Las grandes conferencias de IA son aquellas que incluyen al menos 3.000 participantes. En concreto son: Representation and Reasoning NeurIPS (Conference on Neural Information Processing Systems), CVPR (Conference on Computer Vision and Pattern Recognition), ICML (International Conference on Machine Learning), IROS (International Conference on Robots and Systems), ICRAI (International Conference on Robotics and Automation), AAAI (Association for the Advancement of Artificial Intelligence) y IJCAI (International Joint Conferences on Artificial Intelligence).

Fuente: Perrault *et al.* (2019).

Gráfico 4.4. Estrellas acumuladas de GitHub asignadas a código relacionado con la IA. 2015-2019



Nota: TensorFlow es una plataforma de código abierto, desarrollada principalmente por Google para el desarrollo del aprendizaje automático.

Fuente: Perrault *et al.* (2019).

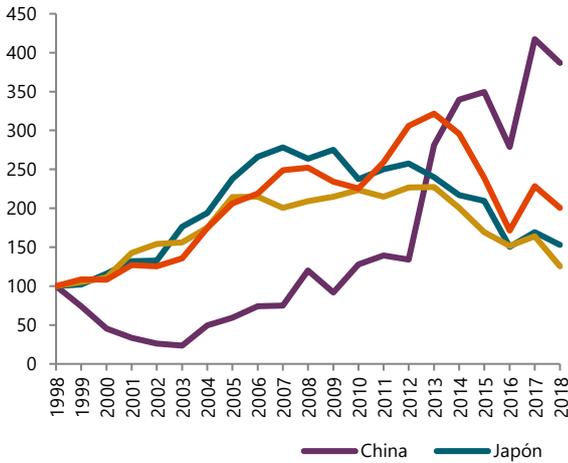
El interés (número de estrellas) por el código de IA se ha multiplicado por 454, y por 244 si excluimos el asociado a la plataforma TensorFlow.

Otra dimensión que suele tratarse en los estudios que abordan la medición de la IA es la importancia de la innovación y del desarrollo tecnológico en este ámbito. El **gráfico 4.5** muestra en el panel a) la evolución del número de patentes relacionadas con la IA en China, Japón, Europa y Estados Unidos desde 2008, y b) las cuotas de mercado de las distintas zonas geográficas mundiales en términos de patentes. El número de patentes creció de forma continua desde finales de los años noventa hasta finales de los años 2000 en Europa y Japón, y hasta 2013 en los Estados Unidos. Desde ese año, se ha reducido el crecimiento. Pese a esta reducción, el número de patentes relacionadas con la IA en 2018 en los Estados Unidos era el doble que en 1998, un 25% superior en Europa y un 53% superior en Japón. China, en cambio, muestra un comportamiento diferencial en comparación con el resto de los países, con un continuo crecimiento desde 2003 hasta 2012, donde se acelera. En 2018 el número de patentes chinas era 3,9 veces superior a las de 1998. En términos relativos, Estados Unidos domina claramente las patentes, siendo el país con mayor cuota de mercado (el 46% del total de patentes mundiales en 2018). Europa tenía una posición cercana a los Estados Unidos, pero ha perdido claramente posiciones, representando en 2018 el 24% de las patentes frente al 37% del año 2001. China, debido a su intenso y continuo crecimiento, ha alcanzado ya el 4,4% del total de patentes mundiales.

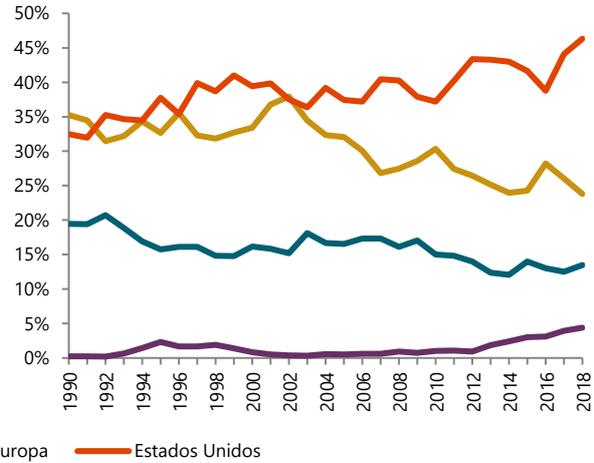
Otra tendencia en la economía mundial que se observa claramente es al aumento de la robotización (**gráfico 4.6**). En 2018 se instalaron más de 422 mil robots en todo el mundo. Tan solo cinco años antes, en 2013, el ritmo de instalación de robots era menos de la mitad que el actual. Aunque no necesariamente todos los robots instalados tienen incluido algún tipo de sistema de IA, este es un buen indicador de la infraestructura instalada capaz de incluir elementos de esta tecnología.

Gráfico 4.5. Patentes IA. 1990-2018

a) Crecimiento en patentes IA (1998=100)

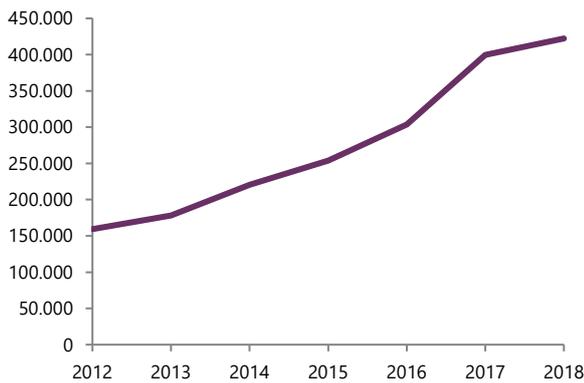


b) Patentes IA (porcentaje sobre el total mundial de patentes IA)



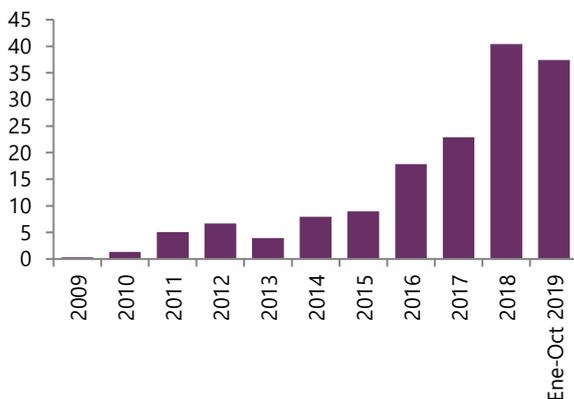
Fuente: Perrault et al. (2019).

Gráfico 4.6. Número de robots industriales instalados en el mundo. 2012-2018



Fuente: Perrault et al. (2019).

Gráfico 4.7. Inversión privada en *start-ups* relacionadas con la IA. 2009-2019 (miles de millones de dólares)



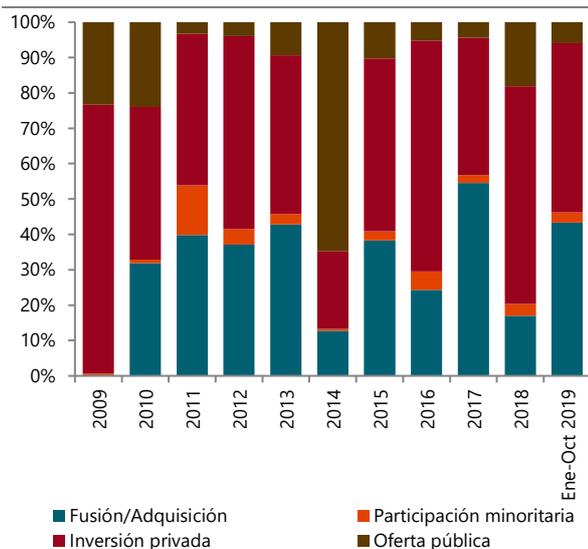
Nota: Inversión en *start-ups* relacionadas con la IA que recibieron al menos 400.000\$ en los últimos 10 años.

Fuente: Perrault et al. (2019).

La misma imagen del crecimiento exponencial de la IA de los gráficos anteriores se observa en el caso de la inversión privada en *start-ups* (gráfico 4.7). Esta inversión se define como la inversión en *start-ups* que recibieron una financiación de al menos 400.000 dólares en los últimos 10 años. En el mundo, la inversión privada en IA ha pasado de 3,9 mil millones de dólares en 2013 a más de 40,4 mil millones de dólares en 2018, esto es, más de diez veces mayor. El gráfico 4.8 muestra la importancia de las distintas fuentes de financiación en las *start-ups* relacionadas con la IA. Se comprueba que estas empresas se nutren fundamentalmente de la inversión realizada por inversores privados (61% del total de financiación en 2018), por encima de las aportaciones de socios minoritarios (3%), las ofertas públicas derivadas de las salidas a los mercados de capitales (18%), o los fondos derivados de fusiones y adquisiciones (17%).

Uno de los puntos en los que suele insistirse en relación con la IA es la capacidad de aprender y de reducir costes conforme se usa. Incluso suele considerarse que en muchas ocasiones se puede operar con costes marginales cercanos a cero. El informe sobre la IA de la Universidad de Stanford permite validar este tipo de afirmaciones a partir de diversos ejemplos. En uno de ellos, se representa el

Gráfico 4.8. Distribución porcentual de la inversión global en IA por tipo de inversor. 2009-2019 (porcentaje)

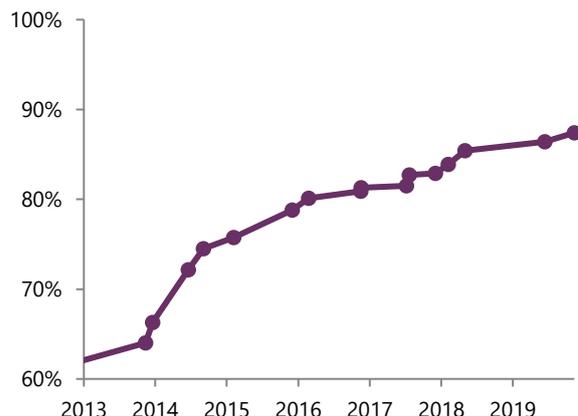


Fuente: Perrault et al. (2019).

grado de acierto en el procesamiento de imágenes utilizando ImageNet. ImageNet es una base de datos de imágenes que se encuentran etiquetadas en función de su contenido. En el **gráfico 4.9** se muestra el porcentaje de aciertos que tienen los algoritmos clasificando (etiquetando automáticamente) el contenido de las imágenes en una de las mil categorías de imágenes consideradas en la competición *ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge*, que se celebra cada año. Este porcentaje de aciertos puede ser considerado como una aproximación del avance de la tecnología del reconocimiento de imágenes. Se puede comprobar que la mejora de los procedimientos de reconocimiento de imágenes ha sido muy notable. En pocos años se ha pasado de un acierto solo ligeramente superior al 60% a estar ya cerca del 90%. El **gráfico 4.10** muestra información complementaria sobre el avance en esta tecnología de procesamiento de imágenes, tanto en el tiempo que lleva entrenar a los algoritmos, como por el coste de implementarlo⁵. En un par de años, el coste de

⁵ El gráfico 4.10 muestra el tiempo requerido y el coste de las infraestructuras en la nube y soporte para entre-

Gráfico 4.9. Progresión de la proporción de aciertos en el procesamiento automático de imágenes. 2013-2019 (porcentaje de aciertos)



Nota: El gráfico muestra el porcentaje de aciertos que tienen los algoritmos clasificando (etiquetando automáticamente) imágenes en la competición anual ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge.

Fuente: Perrault et al. (2019).

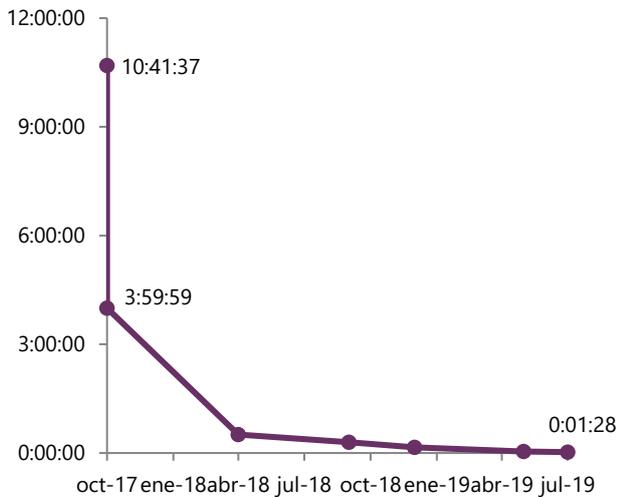
entrenar un algoritmo de reconocimiento de imágenes ha pasado de casi cuatro horas a un minuto y medio. Esta reducción del tiempo de procesamiento está acompañada de la disminución del coste del entrenamiento, que ha pasado de más de mil dólares a apenas 12,6 dólares.

Por todo ello, se constata que la IA es una tecnología emergente que en todas las dimensiones en la que se puede buscar evidencia de su comportamiento está creciendo rápidamente. Además, la IA está compuesta por un conjunto de tecnologías que mejoran su capacidad conforme aumenta su uso, al tiempo que se reducen sus costes. Hay dos grandes colosos en la IA a nivel mundial, Estados Unidos y China. El primero tiene mayor ventaja en la IA en el sector empresarial y en desarrollos tecnológicos (patentes). Europa basaba sus ventajas en la producción científica, aunque China le ha adelantado. China avanza muy rápidamente en todas dimensiones.

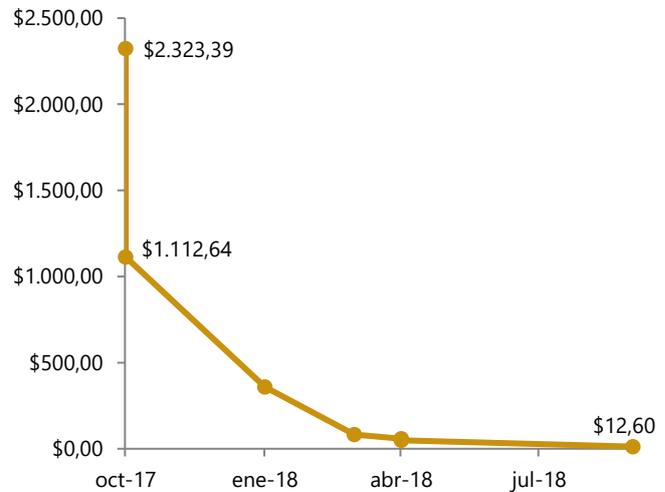
nar un modelo de reconocimiento de imágenes para un nivel de precisión mínimo del del 93% utilizando ImageNet.

Gráfico 4.10. Tiempo y coste en un modelo de clasificación de imagen: ImageNet Training, 2017-2019

a) Tiempo (horas, minutos y segundos)



b) Coste (dólares)



Nota: El gráfico muestra el tiempo requerido y el coste de las infraestructuras en la nube y soporte para entrenar un modelo de reconocimiento de imágenes para un nivel de precisión mínimo utilizando ImageNet.

Fuente: Perrault *et al.* (2019).

4.2. España en el contexto internacional y la Comunitat Valenciana el contexto nacional

España en el contexto internacional

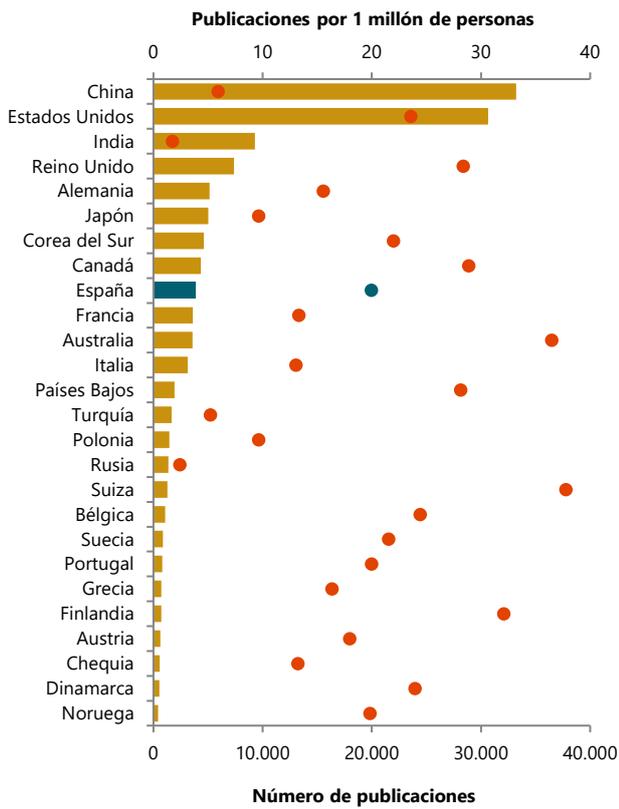
La visión de la evolución de la IA a nivel global se complementa situando la economía española en estas tendencias globales, y a la Comunitat Valenciana en el total nacional, dado que existen datos que permiten la comparación de España con otros países, pero en el caso de la Comunitat Valenciana no es así. Es por ello por lo que hay que acudir a fuentes alternativas para obtener indicadores diferentes y que se pueda obtener una visión de la situación de la IA en la Comunitat Valenciana.

España muestra una posición rezagada en comparación líderes en IA mundiales. Esto se comprueba con diversos indicadores seleccionados entre los publicados por la Universidad de Stanford en su AI Index (**gráfico 4.11**). En la dimensión que España sale mejor parada es en el número de publicaciones científicas, en la que ocupa la novena posición en el ranking de países en términos del número absoluto de publicaciones y el décimo quinto en términos

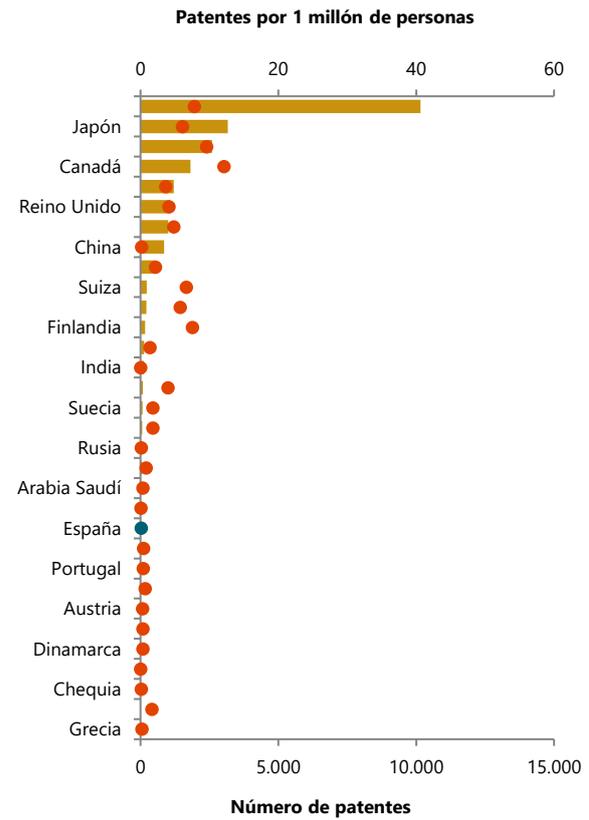
per cápita. Sin embargo, en el resto de las dimensiones, patentes, instalación de robots y en inversión privada en *start-ups*, España ocupa una posición más rezagada, lejana a los líderes mundiales. En la actividad innovadora, aproximada mediante las patentes, ocupa la posición número 22 (31 en términos per cápita), en la instalación de robots la décima posición de los 16 países de los que existe información, y en inversión privada en *start-ups* la posición 16 (27 en términos per cápita). Se constata, por tanto, una posición nada ventajosa de España en el contexto mundial de la IA. España se encuentra a notable distancia de los países líderes (Estados Unidos, China, Japón, el Reino Unido, o Israel en *start-ups*). El hecho de que, mientras que España ocupa una posición intermedia en publicaciones científicas y esté más rezagada en cuanto a patentes, instalación de robots e inversión en *start-ups*, indica que existen dificultades para desarrollar estas tecnologías en el sector empresarial. Del mismo modo cabe preguntarse si los mecanismos de transferencia de la investigación hacia el sector empresarial pueden no ser todo lo fluido que debieran.

Gráfico 4.11. Ranking de países en indicadores IA

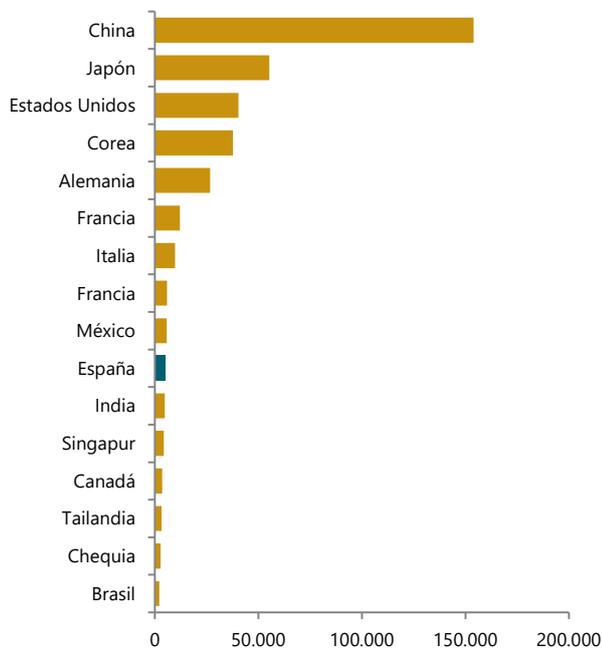
a) Publicaciones IA en revistas. 2015-2018



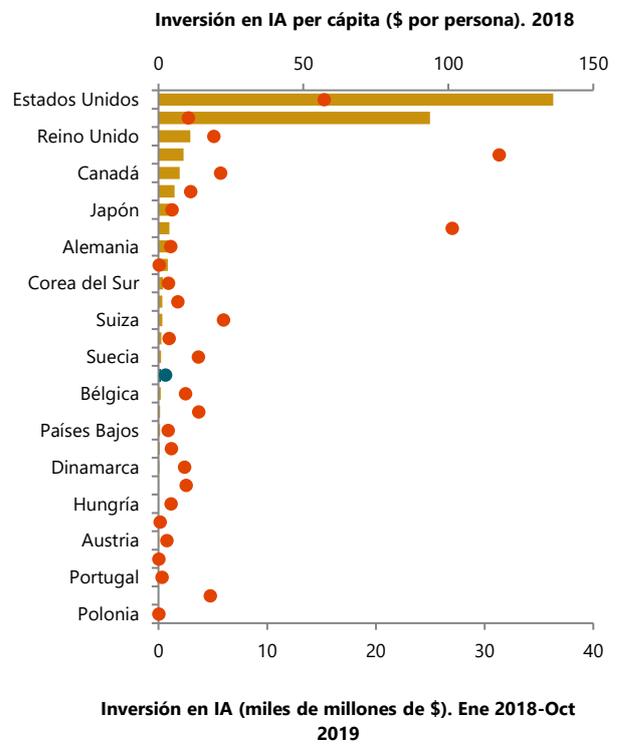
b) Patentes IA. 2015-2018



c) Número de robots industriales instalados. 2018



d) Inversión privada en *start-ups* relacionadas con la IA. Ene 2018-Oct 2019

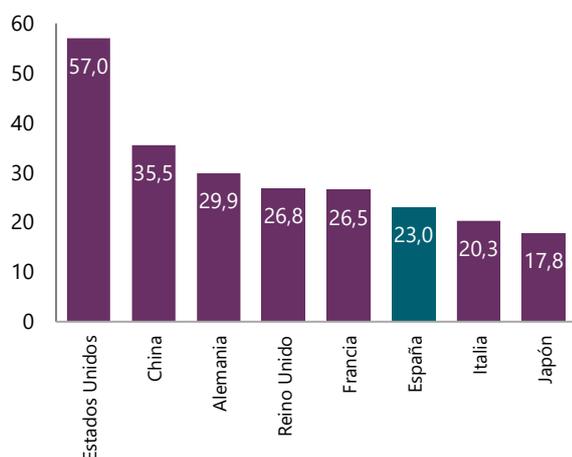


Nota: Inversión en *start-ups* relacionadas con la IA que recibieron al menos 400.000\$ en los últimos 10 años.

Fuente: Perrault *et al.* (2019).

Para profundizar en la situación de la economía española se puede utilizar el *Global Vibrancy Index* que se incluye entre los indicadores del AI Index de la Universidad de Stanford. El *Global Vibrancy Index* es un índice sintético que integra 34 indicadores en tres dimensiones: investigación y desarrollo (21 indicadores), economía (10) e inclusión (3). El índice permite comparar el avance relativo de la IA en 27 países de todo el mundo en los años 2015-2018. En el **gráfico 4.12** se muestra la posición relativa de los Estados Unidos, China, Japón y los cinco grandes países europeos. Como ya se ha descrito anteriormente, Estados Unidos lidera la IA mundial con un índice de 57 en una escala 0 a 100. España ocupa una posición intermedia con un índice de 23, cercano al resto de grandes países europeos (Alemania, Francia y el Reino Unido) y ligeramente por encima de Italia y Japón. El interés del índice es que permite comparar la posición relativa española con otros países en las distintas dimensiones que lo conforman.

Gráfico 4.12. Índice *Global AI Vibrancy*. Principales países. 2018



Fuente: Global AI Vibrancy Tool (HAI 2020).

El **gráfico 4.13** muestra la desagregación del índice en los ítems que lo integran. Para valorar la posición relativa española se toma como elemento de comparación a los Estados Unidos (panel a) y a Alemania (panel b), aunque con respecto a este último país el número de indicadores disponibles es menor. En comparación con los Estados Unidos, España destaca

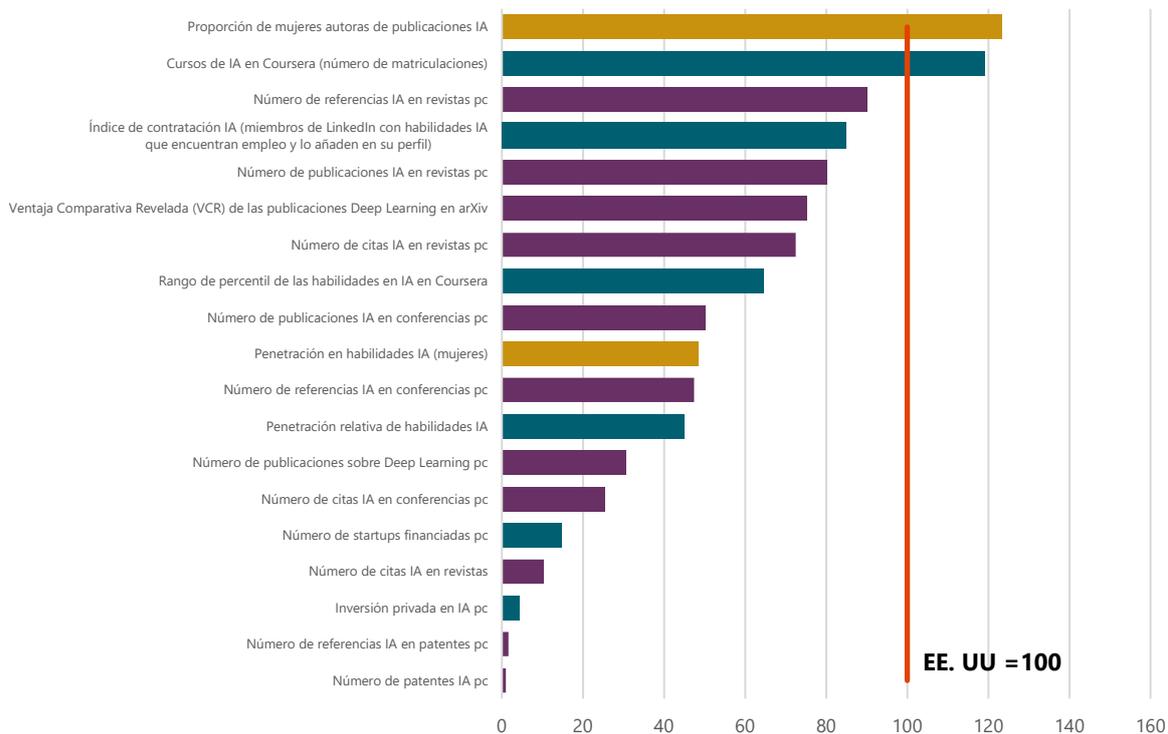
en aspectos de inclusión, como la proporción de mujeres autoras de publicaciones de IA, y en matriculaciones en cursos de IA en Coursera. En el resto de las dimensiones estamos a gran distancia. Las diferencias son menores en los ámbitos de publicaciones, como ya se advertía anteriormente, y mayores cuando los indicadores se refieren a patentes, a inversión privada en *start-ups*, en la participación en conferencias y en la penetración relativa de las habilidades necesarias para la IA. La comparación con Alemania ofrece resultados similares, aunque el número de ítems en los que se pueden comparar ambos países es menor. España tiene ventajas en aspectos relativos a las matriculaciones en cursos de Coursera relacionados con la IA, a la investigación en IA (publicaciones, referencias y citas), y en la proporción de mujeres en las publicaciones. Las mayores carencias son, de nuevo, relacionadas con las patentes, con las habilidades relacionadas con la IA y en la inversión privada.

El *Global Vibrancy Index* pone de manifiesto que las principales carencias de la IA en España están relacionadas con la penetración de las habilidades necesarias para la implementación de la IA, y en relación con las patentes, es decir, con los sistemas de investigación e innovación. También se detectan carencias derivadas de la falta de emprendimiento, incluyendo aspectos de la financiación, asociado a las *start-ups*, y en los mecanismos para que la investigación y publicaciones se transfieran al tejido productivo.

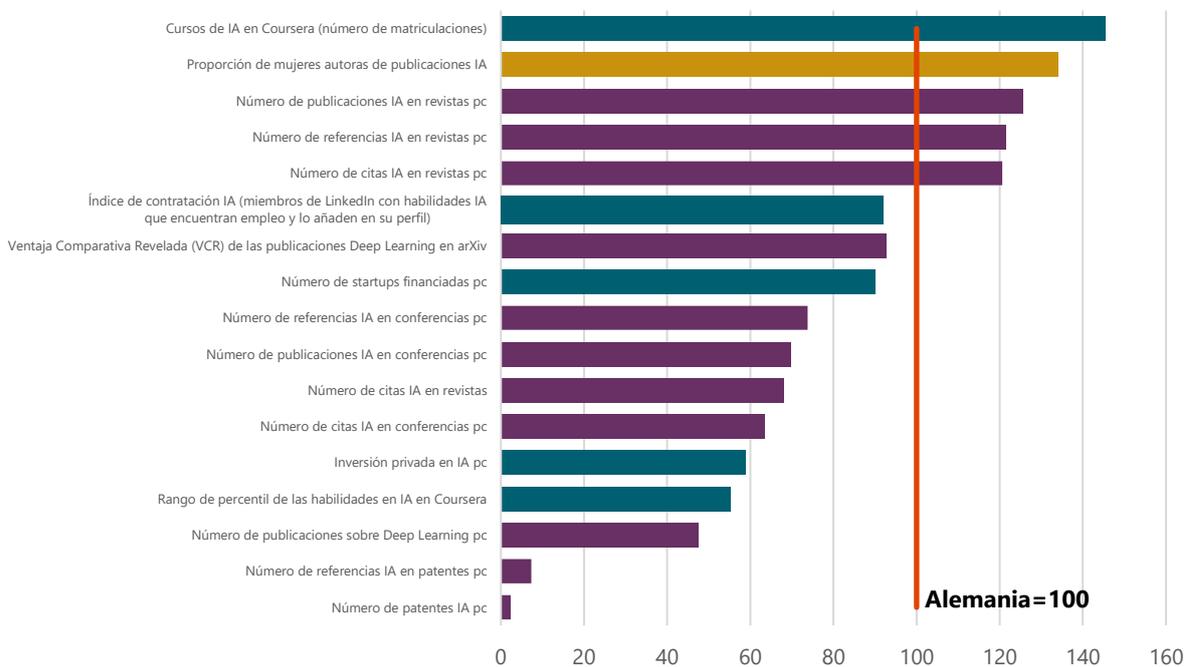
La Comisión Europea ha publicado también información sobre el avance de la IA en los países miembros y en otras regiones de mundo (Samoli et al. 2020). El procedimiento empleado se basa también en la detección de actores (*players*) activos en el mundo de la IA a partir de la búsqueda mediante algoritmos en bases de datos bibliográficas, de proyectos europeos, de patentes, de *start-ups*. La imagen general que se desprende de los datos de la Comisión es similar a la que ya se ha señalado anteriormente (**gráfico 4.14**).

Gráfico 4.13. Comparativa en la composición del Índice Global AI Vibrancy. España vs Estados Unidos y Alemania. 2018

a) España vs Estados Unidos (Estados Unidos=100)



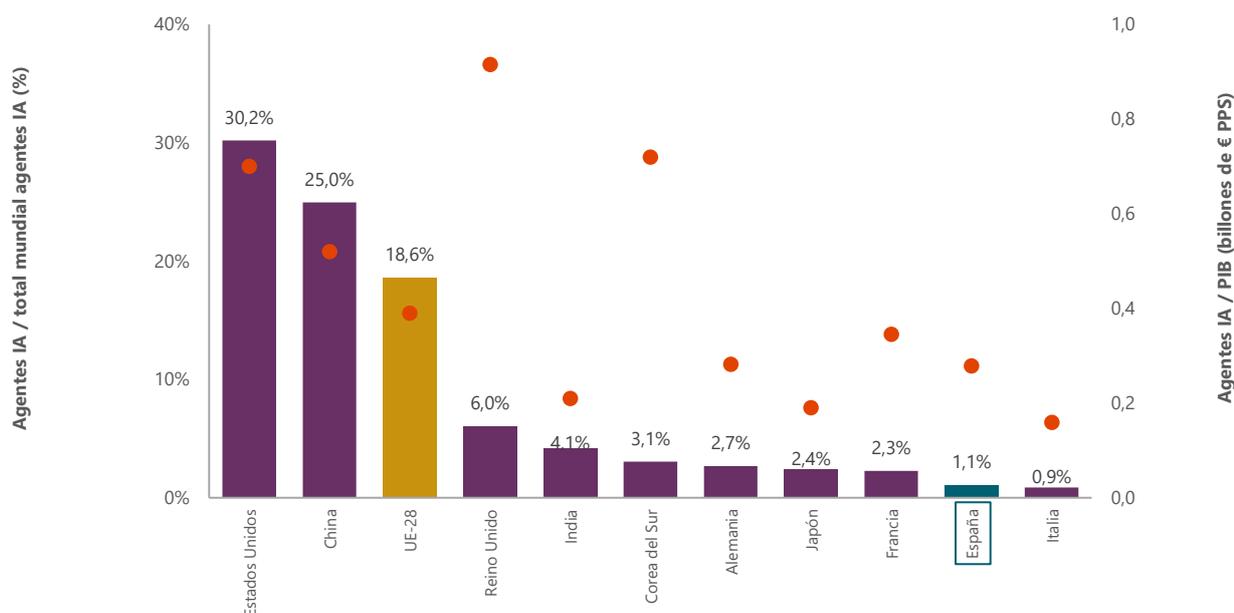
b) España vs Alemania (Alemania=100)



Nota: Barras diferenciadas por colores según los tres pilares en los que se compone el índice: en color morado las variables relacionadas con I+D; en color azul, con Economía; en color amarillo, con Inclusión. Pc: indicador definido per cápita. Penetración relativa en habilidades IA/Penetración en habilidades IA (mujeres): Ratio que compara la prevalencia de habilidades IA en el promedio de las ocupaciones de cada país, controlando por cada grupo de ocupaciones, es decir, mide la penetración en habilidades IA en cada ocupación en comparación con la penetración global de habilidades IA en el país.

Fuente: Global AI Vibrancy Tool (HAI 2020).

Gráfico 4.14. Distribución porcentual de los agentes IA en las principales economías. 2009-2018



Fuente: Comisión Europea (AI TES Dataset 2019).

Los líderes mundiales son los Estados Unidos y China por el número absoluto de agentes, aunque si se relativiza por el tamaño del país hay que contar con otras economías como el Reino Unido y Corea del Sur, entre otras. España tiene una importancia reducida, representando únicamente el 1% de los actores mundiales de IA, aunque en términos de agentes en proporción con tamaño de la economía, superamos a algunos países como la India, Japón e Italia.

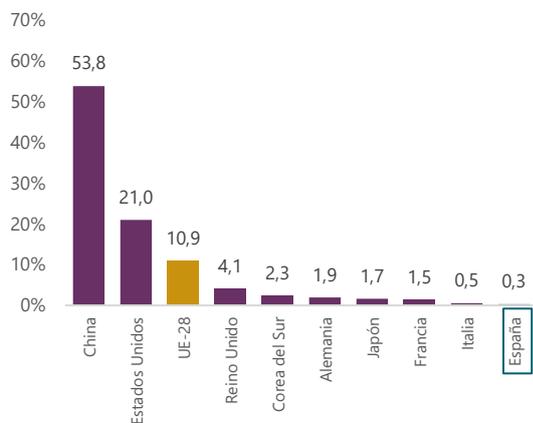
En la información de la Comisión Europea se puede comparar también la posición española en las distintas tecnologías de la IA distinguiendo entre *machine learning*, procesamiento del lenguaje natural, visión computarizada, robótica y automatización, vehículos conectados y autónomos y servicios de IA (**gráfico 4.15**). En todas las dimensiones España presenta una posición rezagada, ocupando las últimas posiciones entre los países mostrados. Sin embargo, su posición es ligeramente mejor en la robótica y la automatización (1,4% de los actores mundiales) y en los servicios de IA (1,5%). En el resto de las tecnologías IA, España tiene una cuota entre el 0,1-0,3% de total de actores mundiales. El mayor peso

de la robótica y los servicios IA en España es un hecho compartido con los grandes países europeos.

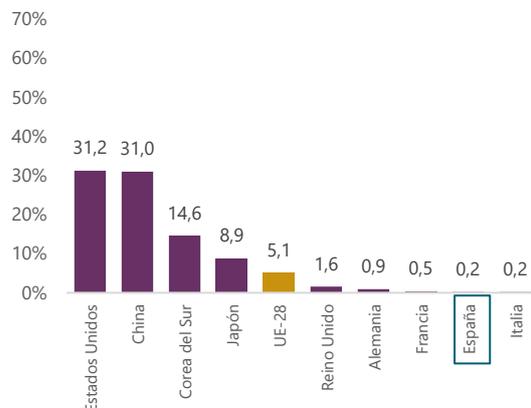
En el **gráfico 4.16** figura la ventaja competitiva revelada de cada país en cada una de las tecnologías de la IA. El índice de ventaja competitiva revelada se define como el peso que un tipo de tecnología tiene en un país en comparación con el peso que esa misma tecnología tiene en el mundo. La especialización media mundial en esa área toma un valor de uno, mientras que valores mayores que uno indican que ese país está más especializado en esa tecnología en comparación a la media mundial. Valores menores que uno indican que el país tiene una desventaja competitiva revelada, al estar menos especializados en dicha tecnología en comparación con el resto del mundo. Los seis paneles del gráfico permiten observar claramente que los países europeos, incluyendo a España, tienen su ventaja competitiva revelada fundamental en el área de la robótica y automatización, y en los servicios de IA. En el resto de las tecnologías Europa, y, especialmente España tiene desventajas competitivas.

Gráfico 4.15. Distribución porcentual por parte de los agentes IA en cada subdominio de la IA. 2009-2018 (porcentaje)

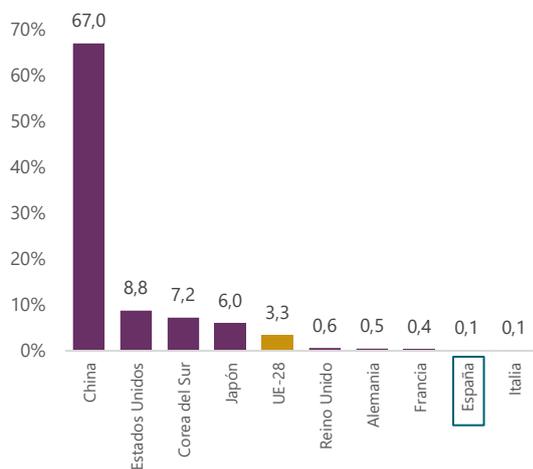
a) Machine Learning



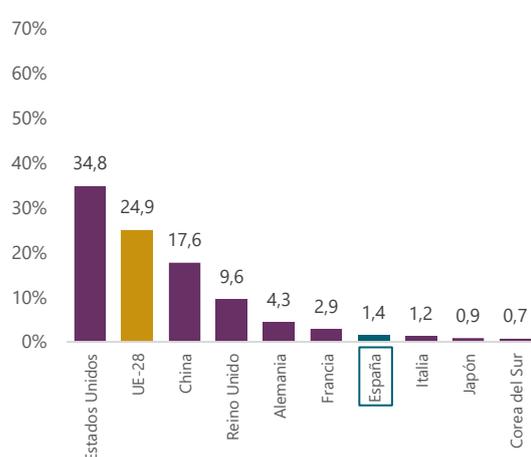
b) Procesamiento del lenguaje natural



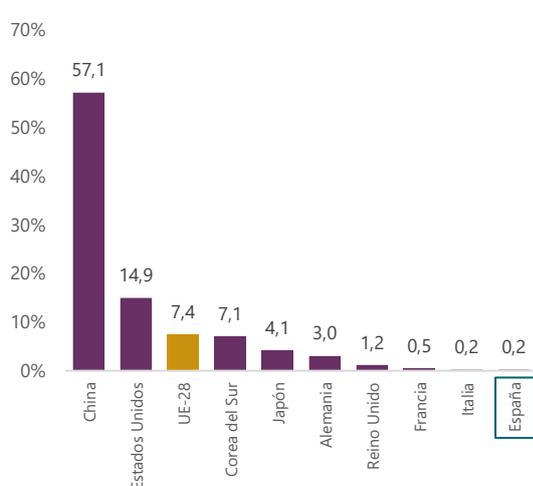
c) Visión computarizada



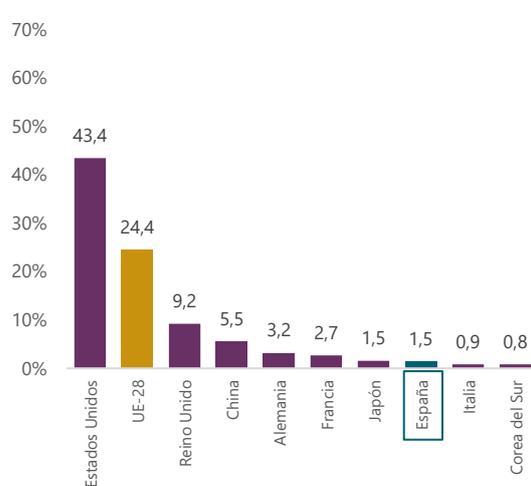
d) Robótica y automatización



e) Vehículos conectados y autónomos



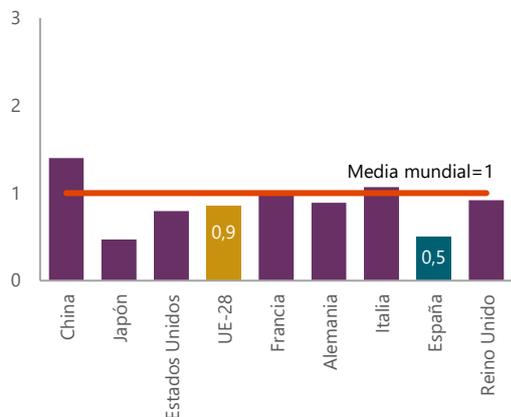
f) Servicios IA



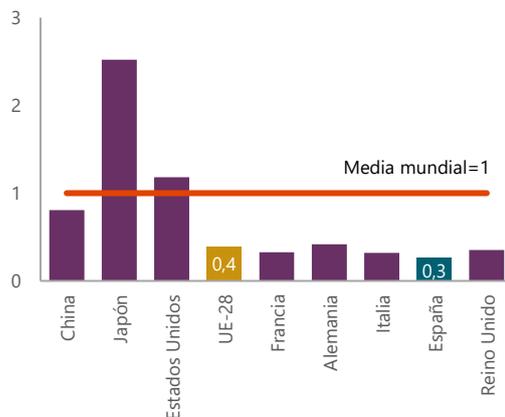
Fuente: Comisión Europea (AI TES Dataset 2019).

Gráfico 4.16. Ventaja comparativa revelada respecto al promedio mundial por subdominios IA. 2009-2018

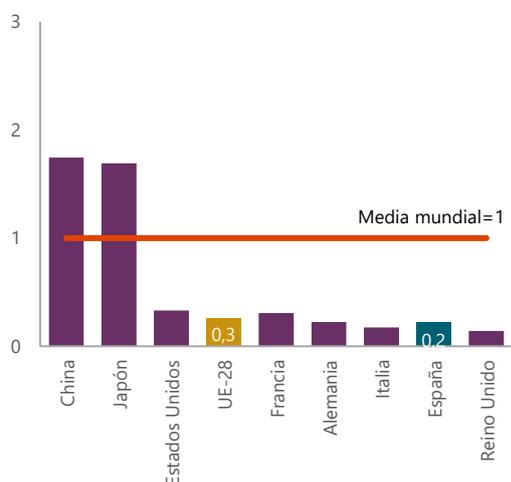
a) Machine Learning



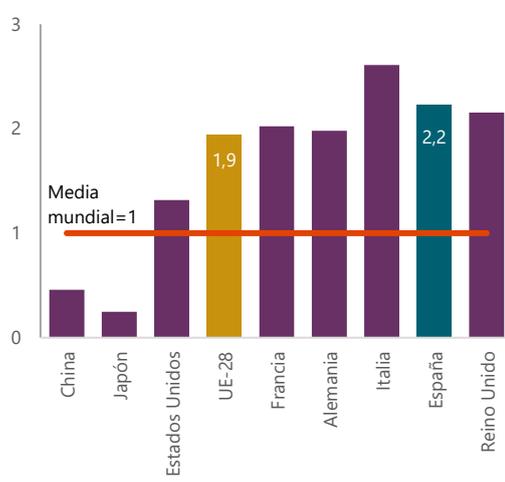
b) Procesamiento del lenguaje natural



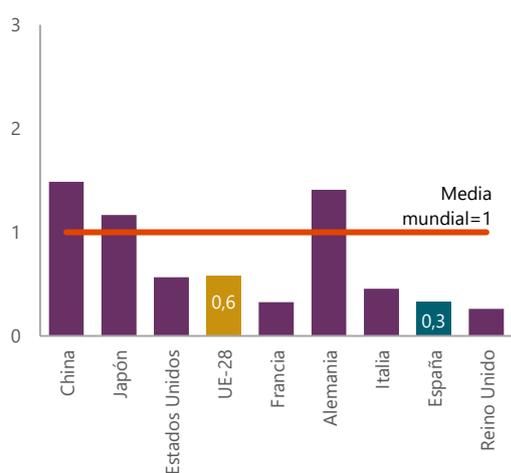
c) Visión computarizada



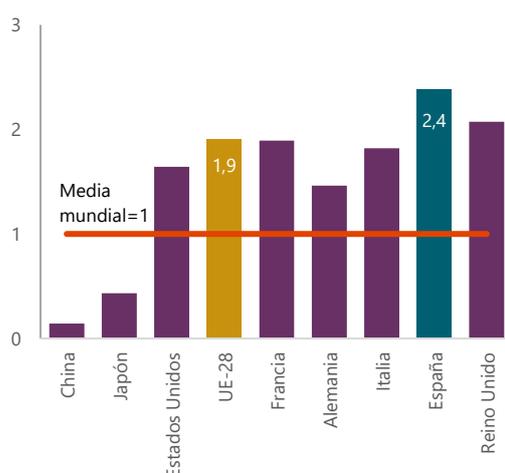
d) Robótica y automatización



e) Vehículos conectados y autónomos



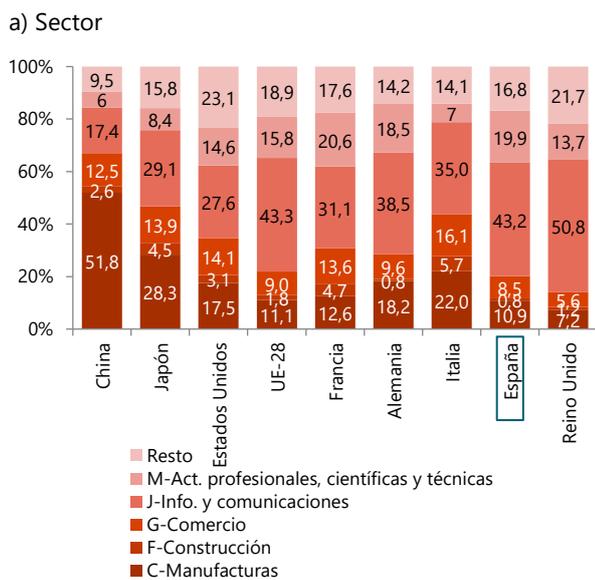
f) Servicios IA



Nota: El índice de ventaja comparativa revelada se define como el peso que un tipo de tecnología tiene en un país en comparación con el peso que esa misma tecnología tiene en el mundo. Valores superiores a uno indican que el país tiene ventaja comparativa en esa tecnología en comparación con el resto de países.

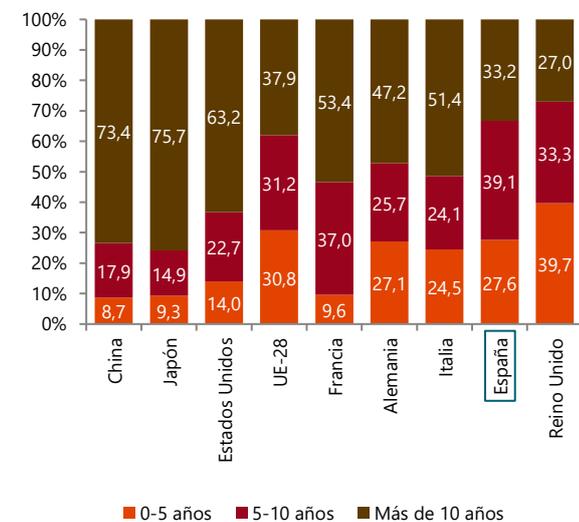
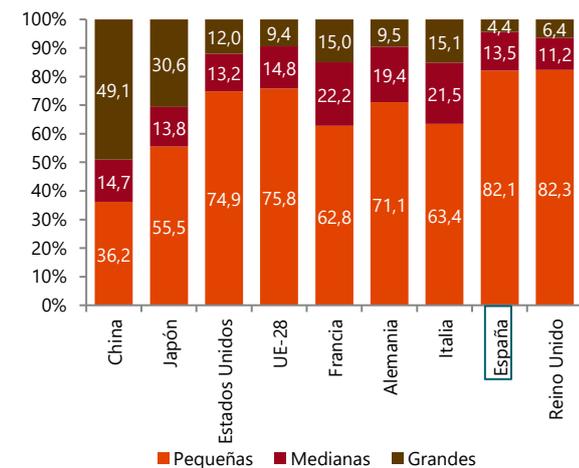
Fuente: Comisión Europea (AI TES Dataset 2019).

Gráfico 4.17. Distribución de empresas IA por sector, tamaño y edad. Principales economías. 2009-2018



b) Tamaño

c) Edad



Fuente: Comisión Europea (AI TES Dataset 2019).

Por último, se compara la distribución de empresas activas en IA de acuerdo con el procedimiento de identificación realizado por la Comisión Europea según el sector de actividad, el tamaño y la edad de la empresa (**gráfico 4.17**). En España, las empresas que utilizan la tecnología IA se encuentran fundamentalmente en el sector de la Información y comunicaciones, en actividades profesionales científicas y técnicas y en el resto de los sectores. Esta estructura sectorial es similar a la que tienen el conjunto de países europeos. En China y Japón, y en menor medida en los Estados Unidos, Alemania e Italia, las manufacturas tienen también un peso elevado. En Estados Unidos destacan, además, los otros servicios. España y el Reino Unido son los dos países en los que el peso de las empresas pequeñas es mayor de entre las que realizan tecnologías de IA. Este hecho está en consonancia con el mayor peso que este tipo de empresas tiene en España. Sin embargo, en otros países como China y Japón, el peso de las pequeñas empresas es menor, a costa de la mayor relevancia de las grandes empresas.

Aunque, en general, en España dominan las empresas pequeñas y de elevada edad, el perfil por edades de las empresas que realizan la IA es distinto. Las empresas jóvenes (de 0 a 5 años) son el 27,6% del total de empresas que realizan IA, y las de 5 a 10 años representan el 39% de empresas de IA. El hecho de que la IA esté fundamentalmente desarrollada en España por empresas jóvenes y de reducido tamaño pone el foco en la necesidad de potenciar la aparición de *start-ups* tecnológicas que introduzcan estas nuevas tecnologías, y en la importancia de que se den las condiciones (financieras, de ausencia de barreras al crecimiento, etc.) para que puedan crecer y escalar.

Las principales carencias de la IA en España están relacionadas con las derivadas de una economía en la que la I+D no destaca, y no tenía por qué ser distinto en la IA, como muestra la posición rezagada en términos de patentes, por la falta de emprendimiento y de

inversión en *start-ups*, y en los mecanismos para que la investigación y publicaciones se transfieran al tejido productivo. En el contexto internacional, España comparte con otros países europeos una especialización en la que pesan más la robótica, la automatización y los servicios IA en comparación con otras tecnologías de IA. Las empresas IA en España se encuentran fundamentalmente en el sector de la Información y comunicaciones, en actividades profesionales científicas y técnicas y en el resto de los sectores. En comparación con otros países, las manufacturas tienen en España un peso menor, y las empresas de reducido tamaño tienen mayor peso de entre las que realizan IA. No domina un tipo de edades concreto en la distribución por edades de las empresas españolas.

La Comunitat Valenciana en el contexto nacional

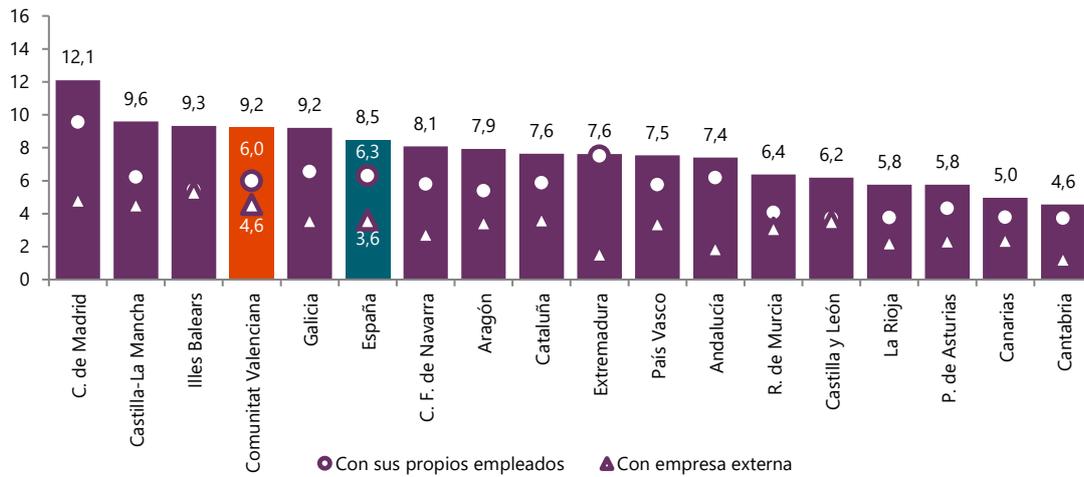
Las tendencias anteriores indican que España no se encuentra en una buena situación en comparación con los países de nuestro entorno en el desarrollo de la IA, salvo en el ámbito de las publicaciones científicas. Sin embargo, el objetivo de este informe es valorar la situación concreta de la Comunitat Valenciana. Algunas de las tendencias detectadas, particularmente en el caso español, serán de aplicación al caso valenciano, pues las dificultades para el emprendimiento, la transferencia, y la menor intensidad de la I+D es un hecho compartido, aunque con distinta intensidad, entre todas las comunidades autónomas. Contrastar las diferencias entre comunidades autónomas en la implantación de la IA es complicado, pues no existe información regional de las variables que se han descrito en las secciones anteriores. Sí que existe otro tipo de información obtenida a partir de la Encuesta sobre el uso de TIC y comercio electrónico en las empresas publicada por el INE. En concreto, se puede valorar la proporción de empresas que han utilizado lo que en la encuesta del INE se llama *Big Data* (y que engloba varias de las tecnologías de IA), dispositivos interconectados compatibles con la IoT, la impresión en 3D, o que han utilizado robots.

La Comunitat Valenciana es la cuarta comunidad autónoma con mayor uso del *Big Data* (**gráfico 4.18**) en las empresas, dado que el 9,2% de las empresas de 10 o más trabajadores la utilizaron frente al 8,5% del conjunto nacional. Eso sí, la Comunitat Valenciana baja posiciones en el ranking si el uso del *Big Data* ha sido realizado por el propio personal de la empresa. El porcentaje de empresas valencianas que lo han realizado internamente (6,0%) es mayor que el de las que lo han externalizado (4,6%). El 11% de las empresas de servicios valencianas, el 7,3% de las industriales, y el 7,1% de las de la construcción utilizaron el *Big Data*. El *Big Data* realizado internamente se implementa con datos generados por medios sociales (43,3% de las empresas que desarrollan la IA internamente), la geolocalización (41,5%) y los datos de la propia empresa con sensores o dispositivos inteligentes (39,1%). Los procedimientos más utilizados son los de *machine learning* (59,4%), frente al 41,1% de empresas que utilizan otros procedimientos. El procesamiento del lenguaje natural es minoritario en la Comunitat Valenciana, pues tan sólo el 4,9% de las empresas que realizan *Big Data* lo emplean. El lado negativo en cuanto a la aplicación del *Big Data* en las empresas valencianas es el hecho de que tan sólo el 4,4% de las empresas valencianas que lo desarrollan tienen formación específica en la materia.

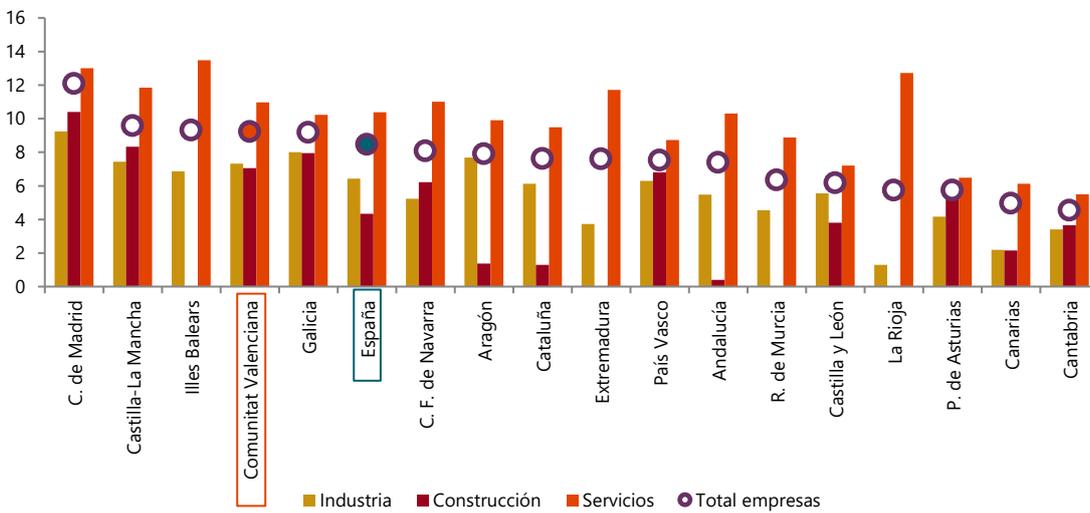
El 17,3% de las empresas valencianas de 10 o más trabajadores utilizaron en el primer trimestre de 2020 dispositivos interconectados que podrían ser compatibles con Internet de las cosas (**gráfico 4.19**), ligeramente superior a la media nacional (16,8%). Navarra, Extremadura, Cantabria y Cataluña son las comunidades autónomas con mayor proporción de empresas utilizando dispositivos de IoT. Eso sí, la Comunitat Valenciana destaca por el mayor peso de empresas de servicios que utilizan dispositivos de IoT (21,5%).

Gráfico 4.18. Empresas que analizaron Big Data. 2019 (porcentaje)

a) Porcentaje sobre el total de empresas (con 10 o más empleados)



b) Porcentaje sobre el total de empresas (con 10 o más empleados) por sectores



c) Empresas con 10 o más empleados por tipo de fuente de datos (% de empresas que analizaron Big Data con sus propios empleados)

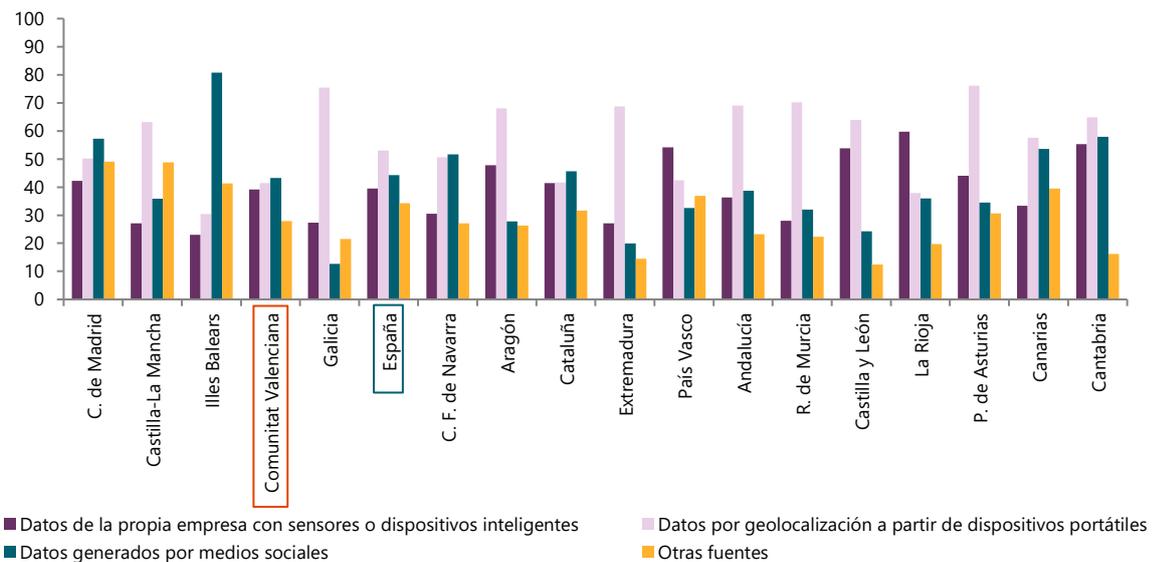
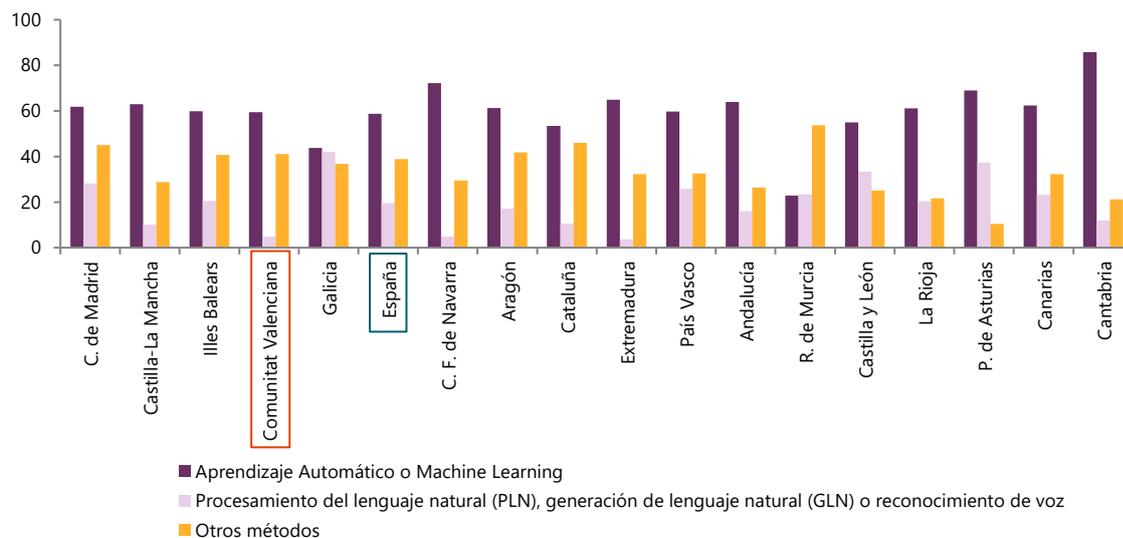
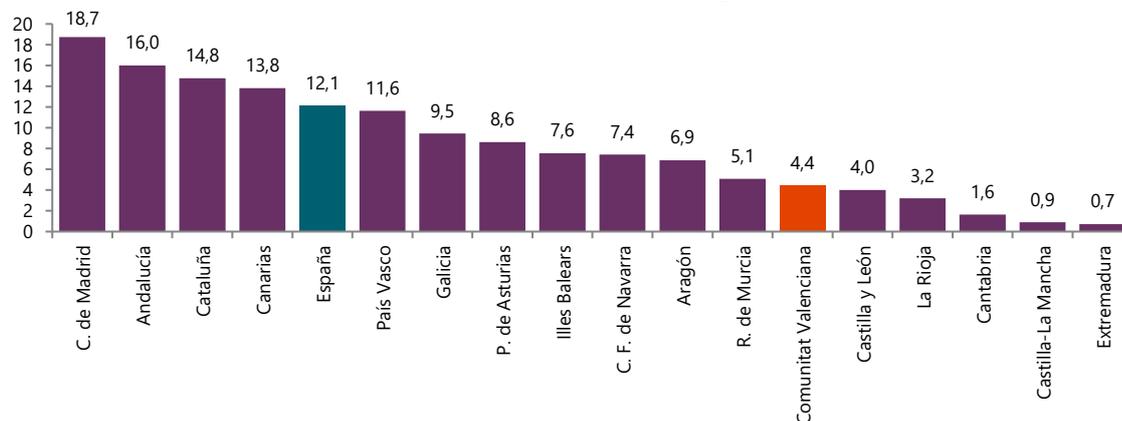


Gráfico 4.18. Empresas que analizaron Big Data. 2019 (porcentaje)

d) Empresas con 10 o más empleados por método de análisis (% de empresas que analizaron Big Data con sus propios empleados)



e) Empresas con 10 o más empleados con formación específica en Big Data (% de empresas que analizaron Big Data)



Nota: Valores de los apartados c) y d) ordenados de mayor a menor por apartado a).

Fuente: INE (Encuesta sobre el uso de TIC y comercio electrónico en las empresas) y elaboración propia.

Gráfico 4.19. Empresas que utilizaron dispositivos interconectados que puedan ser monitorizados o controlados remotamente a través de Internet (IoT). 2020 (porcentaje)

a) Porcentaje sobre el total de empresas (con 10 o más empleados)

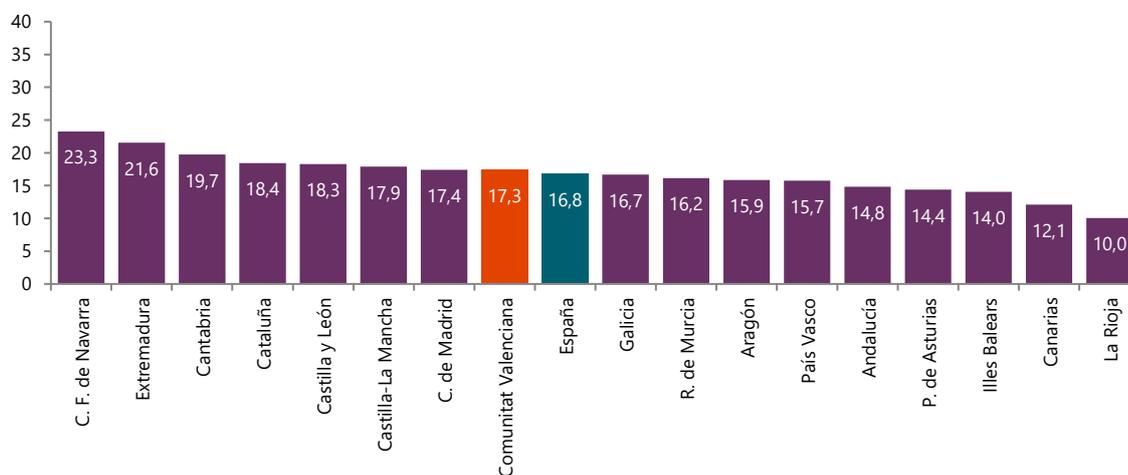
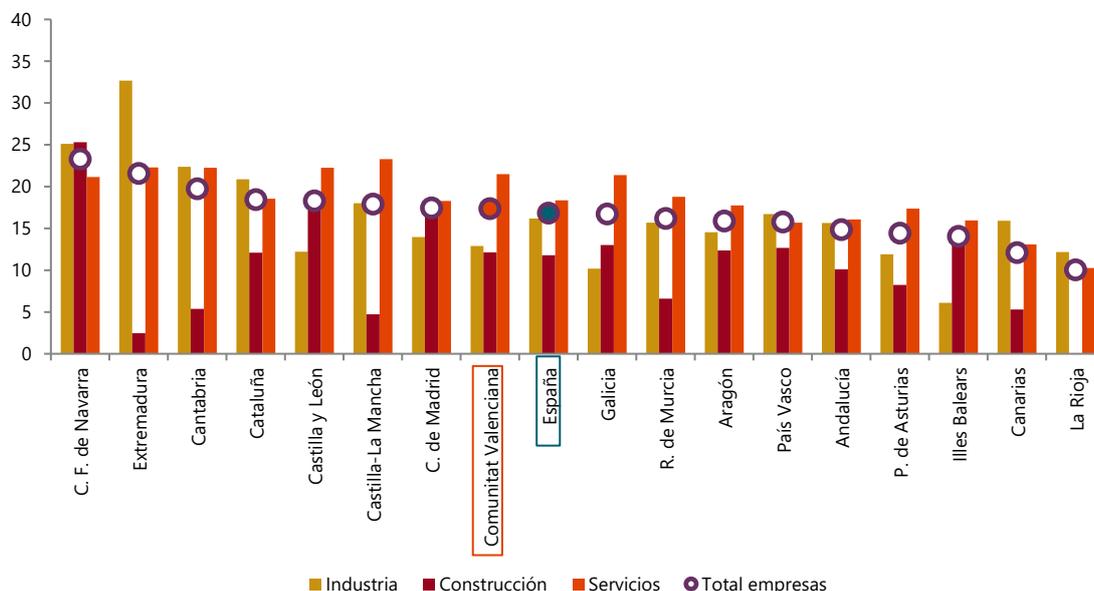


Gráfico 4.19 (cont.). Empresas que utilizaron dispositivos interconectados que puedan ser monitorizados o controlados remotamente a través de Internet (IoT). 2020 (porcentaje)

b) Porcentaje sobre el total de empresas (con 10 o más empleados) por sectores



Fuente: INE (Encuesta sobre el uso de TIC y comercio electrónico en las empresas) y elaboración propia.

La Comunitat Valenciana se encuentra en valores próximos, aunque ligeramente por debajo, a la media en cuanto al uso de impresión 3D (4,9% de las empresas con 10 o más trabajadores, frente al 5,0% nacional), siendo la octava región en el ranking (**gráfico 4.20**). Como es de esperar, el uso de la impresión 3D es mayoritaria en el sector industrial (9,1% en la Comunitat Valenciana y 8,2% en España), seguido por los servicios (3,6% y 4,4%, respectivamente).

La Comunitat Valenciana es la séptima en España por la utilización de robots. El 10,1% de las empresas valencianas de 10 o más trabajadores los utilizan, frente al 8,9% nacional (**gráfico 4.21**). Los robots se utilizan fundamentalmente en la industria. En este sector, el 20,2% de las empresas industriales valencianas utilizan robots, ocupando la quinta posición en el ranking, aunque muy cerca de la media nacional (19,3%). En el sector servicios y en la construcción el uso de robots es menor. Por ejemplo, tan solo el 5,5% de las empresas

valencianas y españolas del sector servicios los utilizan.

La Comisión Europea, en su metodología de medición de la IA (Samoili *et al.* 2020b) incluye algún resultado regional que permite situar a la Comunitat Valenciana, no solo en el contexto nacional, sino de toda la Unión Europea. El **cuadro 4.1** muestra la posición de las diez primeras regiones europeas por número de agentes en la IA, además de las regiones españolas situadas entre las 100 primeras regiones europeas⁶. Las regiones españolas más activas en IA son Cataluña (posición 6 del ranking), la Comunidad de Madrid (posición 8) y el País Vasco (posición 47). La Comunitat Valenciana se sitúa como la región 68 entre las europeas de acuerdo con el número de agentes en IA, que representan el 0,3% de los agentes IA de la UE-28, 0,3% de las empresas IA y el 0,2% de los institutos de investigación. Si en lugar

⁶ Los autores agradecen la extracción realizada por la Comisión Europea de la base de datos TES y poder disponer de la información de la Comunitat Valenciana, dado que no está disponible en el informe publicado.

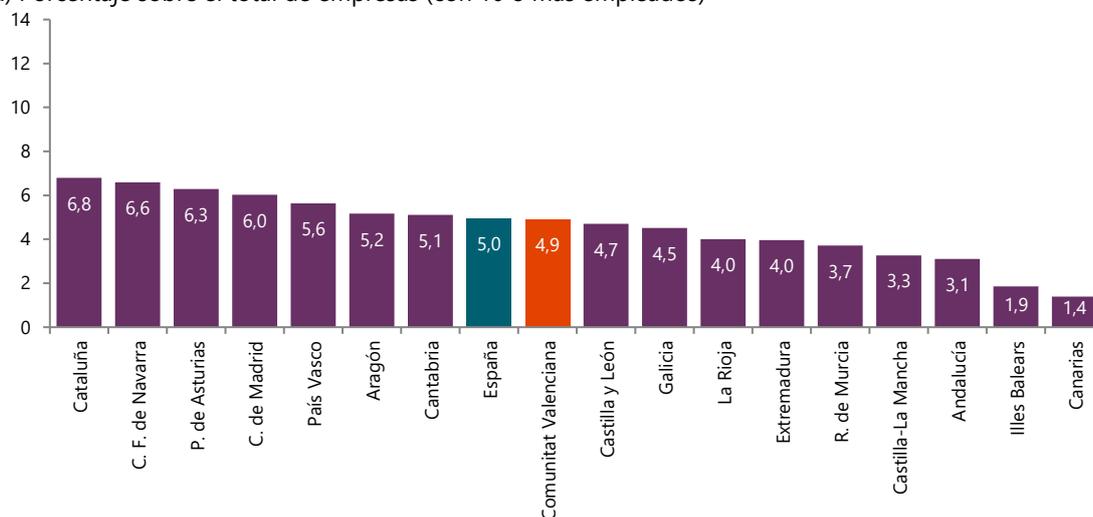
de comparar la presencia de los agentes valencianos con el número de agentes en la UE-28 se relativiza por el tamaño de la economía Valenciana, la situación mejora, particularmente cuando la comparación se realiza en términos de BERD (gasto en I+D realizado por las empresas) y GERD (gasto bruto en I+D realizado en la región).

En general, la Comunitat Valenciana se encuentra cerca de la media española en cuanto al despliegue de las tecnologías de la IA, la

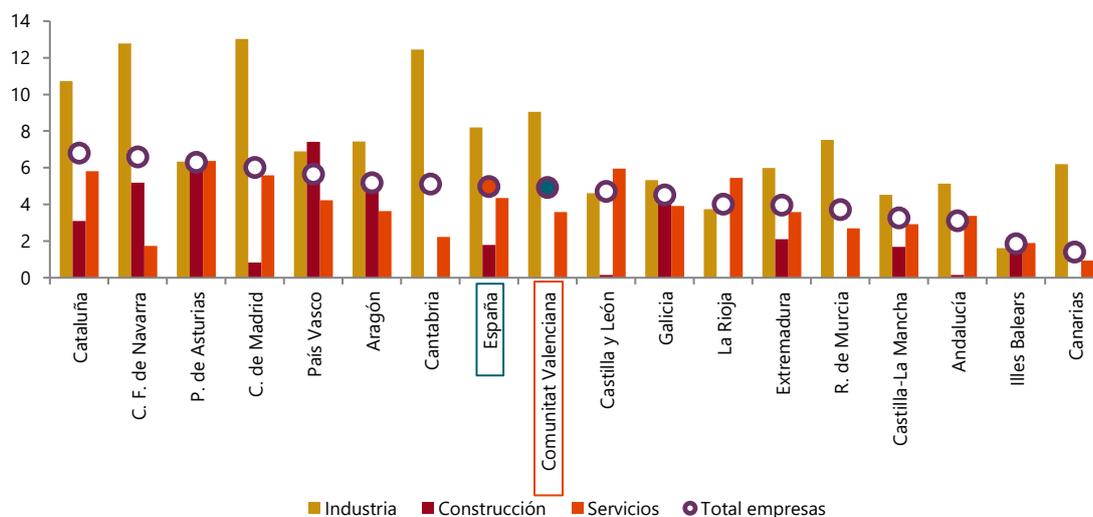
robotización o la IoT. Uno de los aspectos negativos es el reducido porcentaje de trabajadores en las empresas valencianas con formación específica en estas tecnologías. La IA y la IoT son más frecuentes en los servicios valencianos, mientras que la utilización de robots y la impresión 3D en las manufacturas. De acuerdo con los indicadores de la Comisión Europea, la Comunitat se encuentra en la posición 68 de las regiones europeas, siendo la cuarta región española por el número de agentes de la IA.

Gráfico 4.20. Empresas con impresión 3D. 2019 (porcentaje)

a) Porcentaje sobre el total de empresas (con 10 o más empleados)



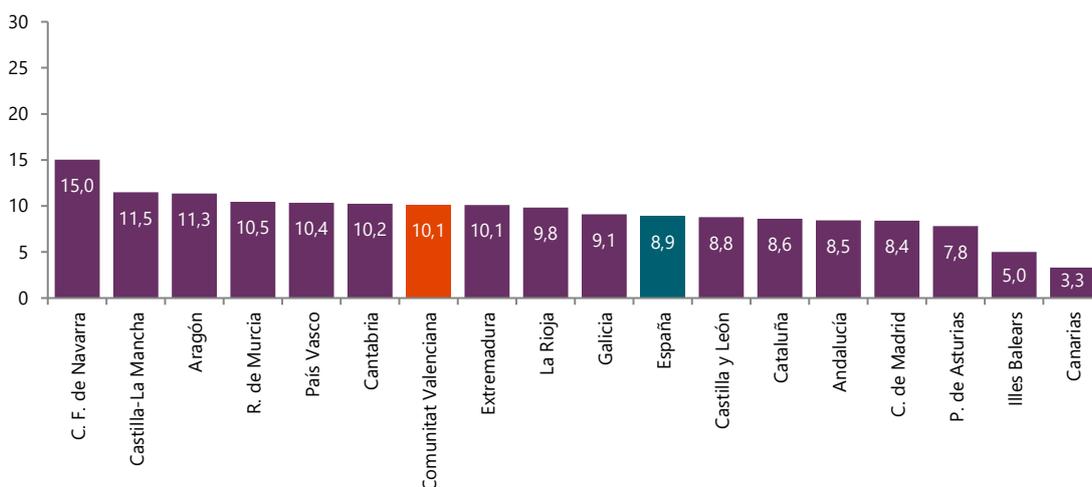
b) Porcentaje sobre el total de empresas (con 10 o más empleados) por sectores



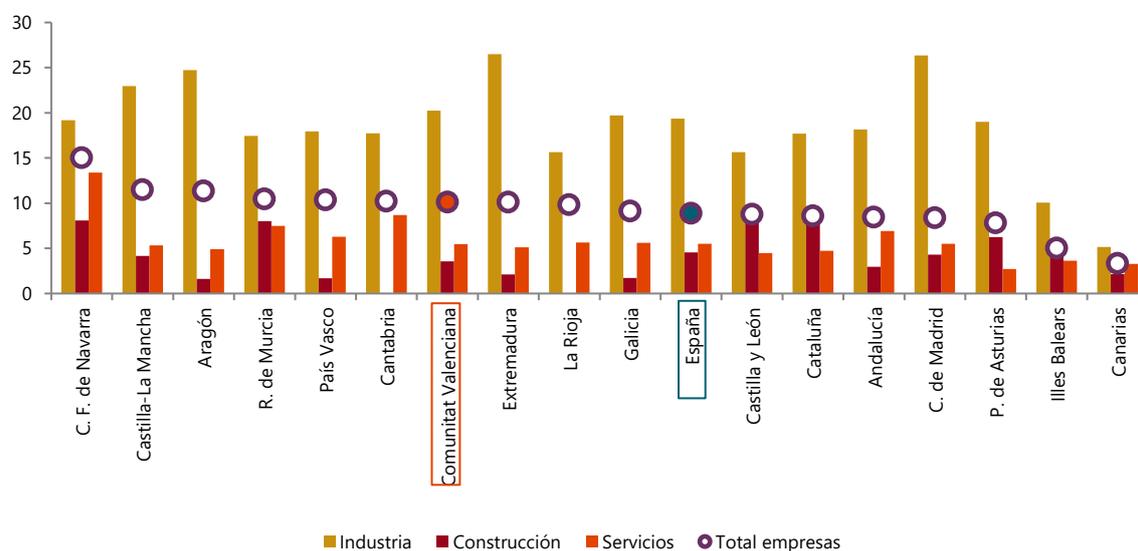
Fuente: INE (Encuesta sobre el uso de TIC y comercio electrónico en las empresas) y elaboración propia.

Gráfico 4.21. Empresas que utilizan robots. 2020 (porcentaje)

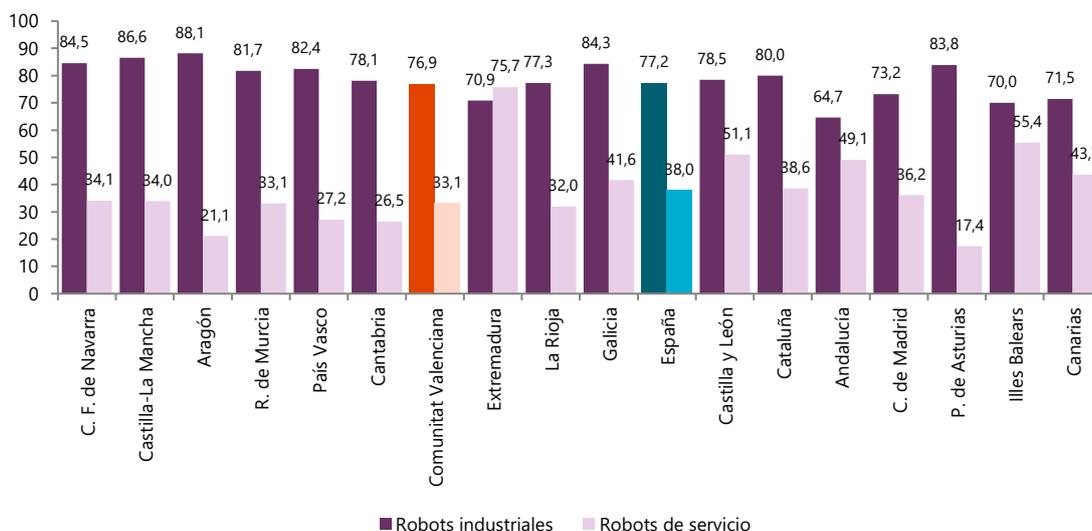
a) Porcentaje sobre el total de empresas (con 10 o más empleados)



b) Porcentaje sobre el total de empresas (con 10 o más empleados) por sectores



c) Porcentaje sobre el total de empresas (con 10 o más empleados) que utilizan robots por tipo de robot



Fuente: INE (Encuesta sobre el uso de TIC y comercio electrónico en las empresas) y elaboración propia.

Cuadro 4.1. Ranking de regiones de la UE-28 por número de agentes IA e indicadores económicos. 2009-2018

Ranking	Región	País	Número de agentes				Número de agentes relativo a indicadores económicos (año base: 2015)		
			Número de agentes IA (% sobre el total agentes IA UE-28)	Número de empresas IA (% sobre el total empresas IA UE-28)	Número de institutos de investigación IA (% sobre el total institutos de investigación IA UE-28)	Número de institutos de investigación IA (% sobre el total agentes IA)	Agentes IA / PIB (billones de € PPS)	Agentes IA / BERD (millones de € PPS)	Agentes IA / GERD (millones de € PPS)
1	Inner London - West	Reino Unido	15,4%	16,7%	4,1%	2,6%	448,7%	91,5%	27,3%
2	Île de France	Francia	7,3%	7,4%	6,1%	8,1%	68,1%	3,7%	2,5% **
3	Berlín	Alemania	4,2%	4,3%	2,9%	6,6%	200,2%	13,7%	5,7%
4	Noord-Holland	Países Bajos	2,8%	2,8%	2,1%	7,5%	119,4%	15,9% *	7,0%
5	Oberbayern	Alemania	2,2%	2,1%	3,0%	13,2%	54,9%	1,6%	1,3%
6	Cataluña	España	2,2%	2,0%	3,9%	17,6%	53,8%	6,2%	3,6%
7	Southern and Eastern	Irlanda	2,1%	2,2%	1,6%	7,3%	57,5%	7,2%	5,2%
8	Comunidad de Madrid	España	2,1%	2,1%	1,6%	7,4%	52,6%	5,4%	3,1%
9	Stockholm	Suecia	2,0%	2,1%	1,4%	6,9%	102,6%	3,6%	2,7%
47	País Vasco	España	0,5%	0,4%	0,9%	19,2%	34,6%	2,5%	1,8%
68	Comunitat Valenciana	España	0,3%	0,3%	0,2%	5,6%	15,8%	3,8%	1,6%
69	Andalucía	España	0,3%	0,3%	0,0%	0,0%	11,0%	3,1%	1,1%

Nota: * relativo al año 2014; ** relativo al año 2013. BERD: Business Expenditures in R&D; GERD: Government Expenditures in R&D.

Fuente: Comisión Europea (AI TES Dataset 2019).

```
# Prevent database truncation if the environment is production
5 abort("The Rails environment is running in production!")

6 require 'spec_helper'
7 require 'rspec/rails'

8
9 require 'capybara/rspec'
10 require 'capybara/rails'

11
12 Capybara.javascript_driver = :webkit
13 Category.delete_all; Category.create
14 Shoulda::Matchers.configure do |config|
15   config.integrate do |with|
16     with.test_framework :rspec
17     with.library :rails
18   end
19 end

20 # Add additional requires below this line. Make sure they're on top of their
21 # Requires supporting ruby files with require statements in
22 # spec/support/ and its subdirectories. These files will be
23 # run as spec files by default. This means you can use require
24 # in _spec.rb will both be required and run as spec files.
25 # run twice. It is recommended that you do not use require
26 # end with _spec.rb. You can configure this behavior by
27 # option on the command line.
28
29 results found for 'mongoid'
```

5. LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL SECTOR EMPRESARIAL

5.1. Aspectos metodológicos

Desde el punto de vista de la política económica, es importante conocer el grado de implantación de la IA y su avance. Sin embargo, no resulta sencillo valorar su desarrollo en una economía, pues, como se ha insistido, la IA es una tecnología de uso general que puede ser desarrollada o aplicada en cualquier sector de actividad, puede estar incluida con inputs intermedios, en outputs finales o en los bienes de capital. Por tanto, medir su implantación va más allá del seguimiento de un sector concreto, de las ventas de un tipo de producto, o de la inversión en algún tipo de activo. Como se describe en la sección 4, los instrumentos de medida de la IA desarrollados hasta ahora se basan en la identificación de agentes relacionados con la IA a través de su búsqueda en bases de datos de publicaciones científicas, en participaciones en congresos, repositorios de software, en bases de datos de patentes, directorios empresariales y de *start-ups*, etc. La idea es localizar a los agentes activos a partir de la evidencia de su uso o de su desarrollo.

Uno de los objetivos de este informe es conocer el grado de implantación de la IA en el sector empresarial de la Comunitat Valenciana y compararlo con el de otras regiones y con del conjunto de España. Para ello se desarrolla un procedimiento con la misma filosofía de los

estudios que habitualmente miden la implantación de la IA, pero circunscribiéndolo únicamente a un tipo de búsqueda. Para ello se utiliza la base de datos SABI (Bureau van Dijk) que contiene información económico-financiera de más de un millón de empresas españolas. Entre la información que ofrece SABI se encuentra la descripción de la actividad que la propia empresa hace cuando deposita sus estados contables en el Registro Mercantil, declaración contenida en la descripción del objeto social de la empresa. El procedimiento empleado es la búsqueda de términos relacionados con la IA en esta declaración de actividad. Una vez detectadas las empresas, se pueden segmentar geográficamente a partir de la ubicación de la sede social, por sectores de actividad, grupos de tamaño, según la edad, o analizar sus características económico-financieras.

La búsqueda se realiza por procedimientos semánticos y se utiliza el mismo diccionario de términos empleado por la Comisión Europea (Samoli *et al.* 2020b). Los términos de la IA de la Comisión Europea se complementan con aquellos adicionales que la OCDE (Baruffaldi *et al.* 2020) y otras instituciones incluyen también en sus procedimientos de identificación de la actividad de la IA. En total se incluyen 248 términos de las dimensiones de la IA. Es importante destacar que los listados de

términos utilizados hacen referencia a una definición ampliada de la IA, en la que se incluyen actividades como Internet de las cosas, casas inteligentes, domótica y otros descriptores adicionales. Todos los términos se incluyen en castellano y en inglés, y además se consideran sus equivalentes directos (por ejemplo, vehículo aéreo no tripulado / dron)⁷. El procedimiento de búsqueda se realiza para todos los años en los que se dispone de la información del objeto social (2012-2018). La base de empresas para la búsqueda son las incluidas en la base de datos SABI, siendo su número superior al millón de empresas. La identificación se realiza automáticamente mediante procedimientos de análisis de texto⁸. Los resultados de la búsqueda de algunas de las entradas del diccionario de términos fueron contrastados manualmente, por considerar que no eran precisas en la identificación de empresas dedicadas a la IA. En concreto, en empresas en las que en su descripción únicamente aparecía un término que podía no ser directamente indicativo de actividad IA, como software, tecnologías de la información, o sistemas informáticos, etc., se revisó manualmente la actividad de las empresas (unas 7.200) en su página web para valorar su vinculación efectiva a la IA.

El procedimiento de selección de empresas que utilizan la IA no captará en realidad todas las empresas que efectivamente la realizan. El procedimiento genera errores equivalentes a lo que en estadística se conoce como errores tipo I y tipo II. Los errores tipo I se corresponden con empresas que realizan actividades de IA, pero no se detectan porque en la descripción de actividad no se explicita que se dediquen a la IA. Por ejemplo, una empresa que se dedique a la fabricación de vehículos autónomos eléctricos pero que en la descripción de actividad simplemente figurase “fabricación de vehículos eléctricos”, no estaría

asignada a la categoría de empresas IA. Una empresa de distribución que utilice procedimientos de IA para la gestión de pedidos o *stocks* tampoco aparecería en nuestros datos si no lo recoge explícitamente en su objeto social. El error de tipo II implica que en el procedimiento se detectan empresas mal asignadas a la IA, y que en realidad se deberían descartar. Por ejemplo, en la domótica, es posible que se hayan incluido empresas de la construcción que simplemente instalen elementos domóticos y que no los desarrollen ellas mismas. En este sentido, para no incluir a empresas que no desarrollan la IA, se ha intentado minimizar este error de tipo II eliminando a aquellas que solamente se dedican a comercializar algún tipo de IA pero no la aplican, es decir, empresas que únicamente se dedican al sector *Comercio* (grupo G de la CNAE-09) o *Construcción* (grupo F) y que además no tienen como sectores secundarios las actividades *Información y comunicaciones* o *Actividades profesionales, científicas y técnicas* (grupos J y M de la CNAE-09).

¿Invalidan estos aspectos los resultados que se van a presentar? No necesariamente. Es cierto que el análisis es incompleto y que habrá que tomar los resultados con cautela, pero en la medida que los errores tipo I y tipo II cometidos se produzcan en la Comunitat Valenciana, en el resto de las regiones y en el total nacional en la misma proporción, las comparaciones entre áreas geográficas serán válidas. Además, hasta cierto punto esta crítica siempre puede estar presente en las metodologías desarrolladas por otras instituciones. Dependiendo de las bases de datos bibliográficas, o de patentes, o de software de código abierto, no está garantizado que realmente se esté identificando el verdadero número de agentes que realizan la IA. A falta de otras métricas más precisas, esta aproximación aporta información, aunque imprecisa, valiosa para valorar el impacto de la IA en la Comunitat Valenciana.

La asignación geográfica de la actividad se realiza en función de la sede social de la empresa, independientemente de dónde se reali-

⁷ En el apéndice 1 se muestra el listado de términos utilizados para la búsqueda.

⁸ Los procedimientos utilizados se basan fundamentalmente en funciones del paquete *tyditext* de R (Silge y Robinson 2017).

ce la actividad productiva o los desarrollos de IA. Esta es una limitación adicional de los resultados obtenidos, pues puede sesgar los resultados hacia determinados centros económicos que concentran mayor proporción de sedes sociales, aunque las plantas productivas o centros de investigación estén localizados en otros lugares.

5.2. IA en las empresas valencianas

El **cuadro 5.1** muestra que 182 empresas valencianas se dedicaban en 2018 a la IA de acuerdo con la definición que ellas mismas realizan de su actividad, lo que representa el 10,6% de las 1.721 empresas que lo hacían en el total nacional. Desde el año 2012 se observa un crecimiento continuo en el número de empresas en la Comunitat Valenciana, aunque en 2018 desciende con respecto a 2017. Salvo los dos primeros años en los que el crecimiento en la Comunitat Valenciana es muy elevado, desde 2014 a 2018 la evolución de la Comunitat Valenciana y España es similar, con un crecimiento en el entorno del 13-17% anual. El número de empresas españolas y valencianas detectado por el procedimiento empleado es elevado en comparación con las empresas que obtiene la Comisión Europea. Por ejemplo, la Comisión identifica 299 empresas en España, prácticamente seis veces menos. Las diferencias se deben a la distinta aproximación metodológica. En primer lugar, aunque en este informe se toma como punto de partida las palabras claves de la Comisión Europea, el diccionario se ha extendido con las utilizadas por otras instituciones. Segundo, la Comisión busca en fuentes bibliográficas, patentes, directorios de software, etc. Si empresas realizan actividades de IA pero no publican o no patentan sus desarrollos, no aparecerán entre sus datos. Eso sí, su procedimiento presenta evidencia clara de que esas empresas están activas en IA.

La mayoría de las empresas españolas y valencianas (**gráfico 5.1**) se ubican en los dominios de la integración e interacción (sistemas multi-agentes, robótica y automatización, y vehículos conectados y autónomos) y en servi-

cios IA (infraestructuras, software y plataformas proporcionadas como servicios o aplicaciones del tipo de *Big Data*, o servicios de soporte). En España, cada uno de estos dos dominios representan el 29,1% y el 63,0% del total de empresas IA en 2018, respectivamente, mientras que en la Comunitat Valenciana la integración e interacción tiene un peso relativo mayor (40,4%), aunque los servicios IA son también mayoritarios (53,2%). Se incluye un dominio *IA en general* que engloba a las empresas que en su objeto social se indica que se dedican de forma genérica a la IA, sin precisar más. El resto de los dominios IA tienen un peso muy reducido. El mayor peso de estas dos dimensiones en España, y en la Comunitat Valenciana, está en consonancia con los datos mostrados anteriormente, en los que los países europeos tenían ventajas competitivas en estas dos dimensiones.

El cuadro 4.1 anterior mostraba, con los datos de la Comisión Europea, que la Comunitat Valenciana era la cuarta región española en cuanto al desarrollo de la IA. Los datos obtenidos con la metodología aquí desarrollada confirman la posición avanzada de la Comunitat Valenciana dentro del conjunto nacional, con el 10,6% de las empresas ya comentado (**gráfico 5.2**). En concreto, la Comunitat Valenciana ocupa la tercera posición en España, aunque a una distancia considerable de Cataluña (26,4%) y Madrid (24,3%), que son las dos regiones que dominan la IA en España. Por provincias, detrás de Madrid (24,3%) y Barcelona (23,7%) figura València que concentra el 6,2% de las empresas. Alacant (2,8%) ocupa la sexta posición detrás de A Coruña y Málaga. Castelló ocupa la posición decimoquinta (1,6%). En cualquier caso, el mercado de la IA en España está muy concentrado geográficamente. Las dos primeras comunidades autónomas concentran el 50,7% de las empresas de IA, y si consideramos también a la Comunitat Valenciana las tres primeras comunidades autónomas acaparan el 61,3% del total, y las cinco provincias con más desarrollo de la IA concentran el 61% de las empresas de la IA nacional.

Cuadro 5.1. Empresas relacionadas con la IA. 2012-2018. España y Comunitat Valenciana (número de empresas y porcentaje)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
España	981	1.197	1.335	1.502	1.754	2.014	1.721
Comunitat Valenciana	50	114	144	164	191	220	182
Comunitat Valenciana / España (%)	5,1%	9,5%	10,8%	10,9%	10,9%	10,9%	10,6%

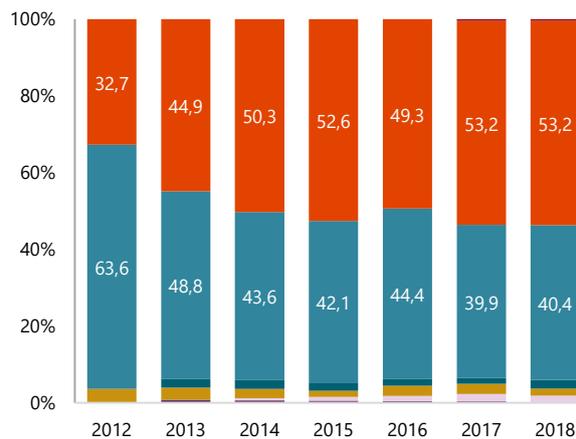
Fuente: SABI (Bureau Van Dijk) y elaboración propia.

Gráfico 5.1. Distribución porcentual de los términos relacionados con la IA por dominios. 2012-2018. España y Comunitat Valenciana

a) España



b) Comunitat Valenciana



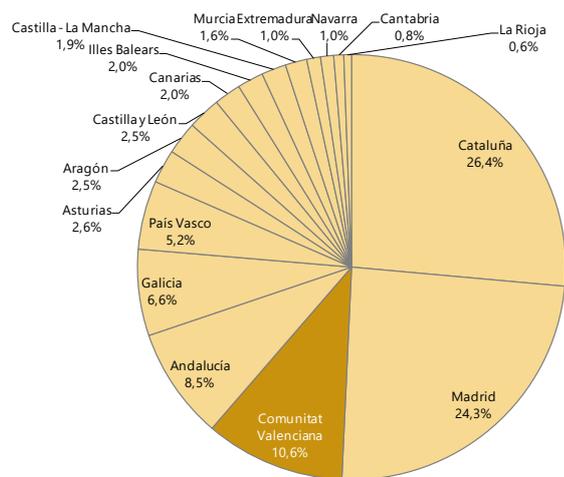
Razonamiento
 Planificación
 Machine learning
 Procesamiento del lenguaje natural

Percepción
 Integración e interacción
 Servicios IA
 IA en general

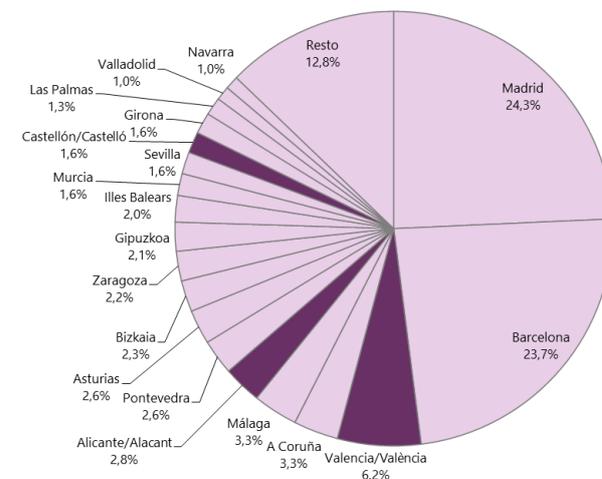
Fuente: SABI (Bureau Van Dijk) y elaboración propia.

Gráfico 5.2. Distribución de las empresas IA por CC. AA. y provincias. 2018 (porcentaje)

a) CC. AA.

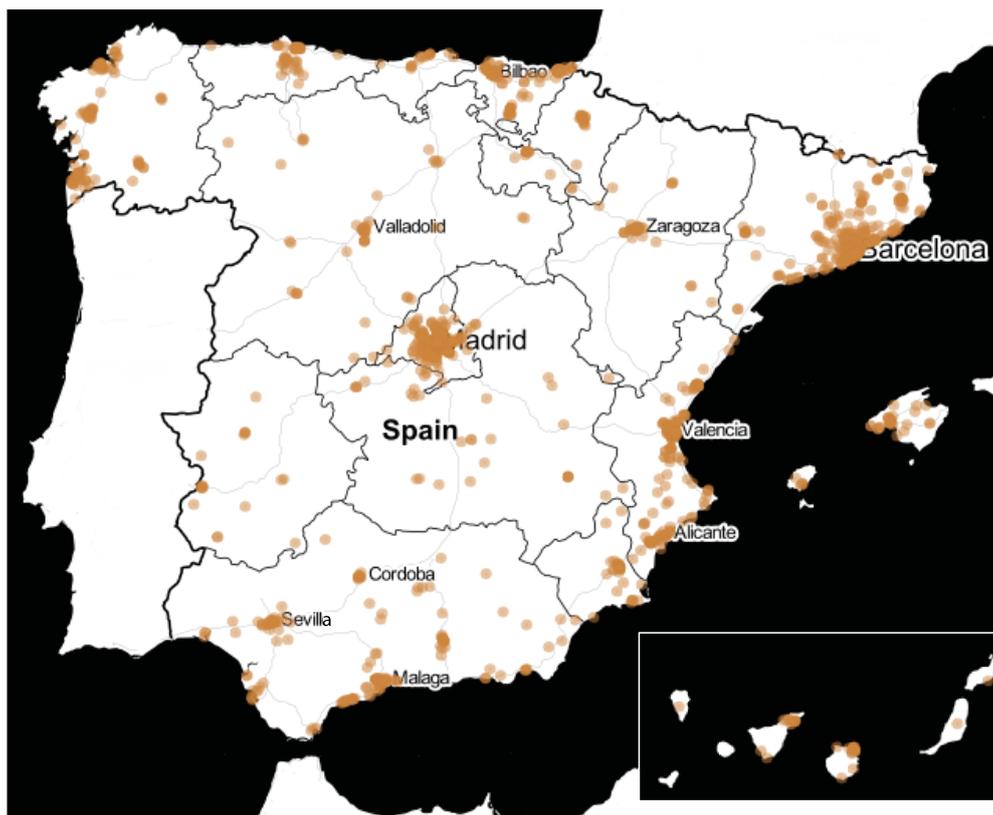


b) Provincias



Fuente: SABI (Bureau Van Dijk) y elaboración propia.

Mapa 5.1. Empresas IA en el territorio nacional. 2018



Fuente: SABI (Bureau Van Dijk) y elaboración propia.

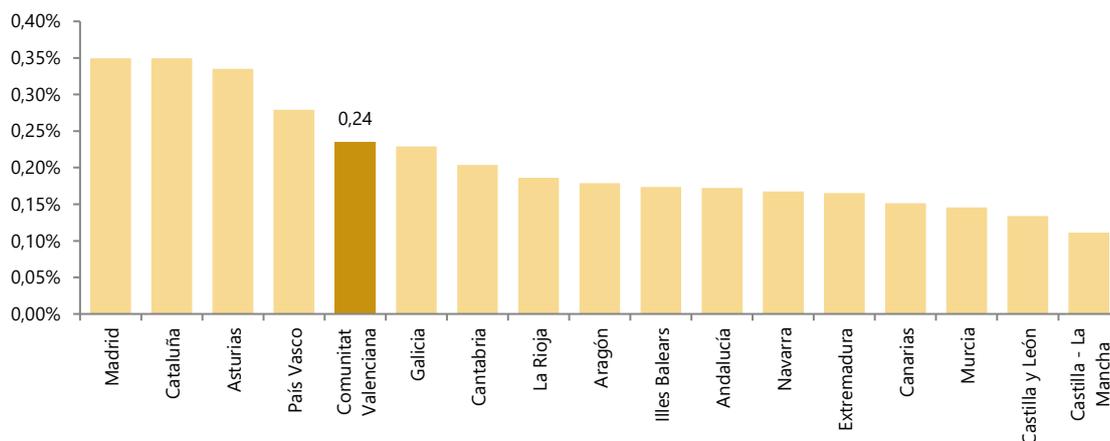
El **mapa 5.1** muestra la distribución de las empresas IA en todo el territorio nacional según las coordenadas de la sede social de la empresa. Visualmente se comprueba que la IA se despliega fundamentalmente en el centro, País Vasco y otras zonas de la cornisa cantábrica y en el litoral mediterráneo. La Comunitat Valenciana aglutina a un porcentaje importante de empresas de la IA, aunque a distancia de los dos centros nacionales que son Madrid y Cataluña (concentrado en Barcelona).

Estos resultados en términos de cuota de mercado de las empresas pueden estar condicionados por el propio tamaño del tejido empresarial de la región o de la provincia. Madrid y Barcelona, por ejemplo, pueden concentrar más empresas por el hecho de que tienen, en general, un parque empresarial mayor. Por ello, en el **gráfico 5.3** se muestra la penetración de la IA en las empresas de cada CC. AA. o en cada provincia. Se compara, por tanto, el número de empresas dedicadas a la IA sobre el

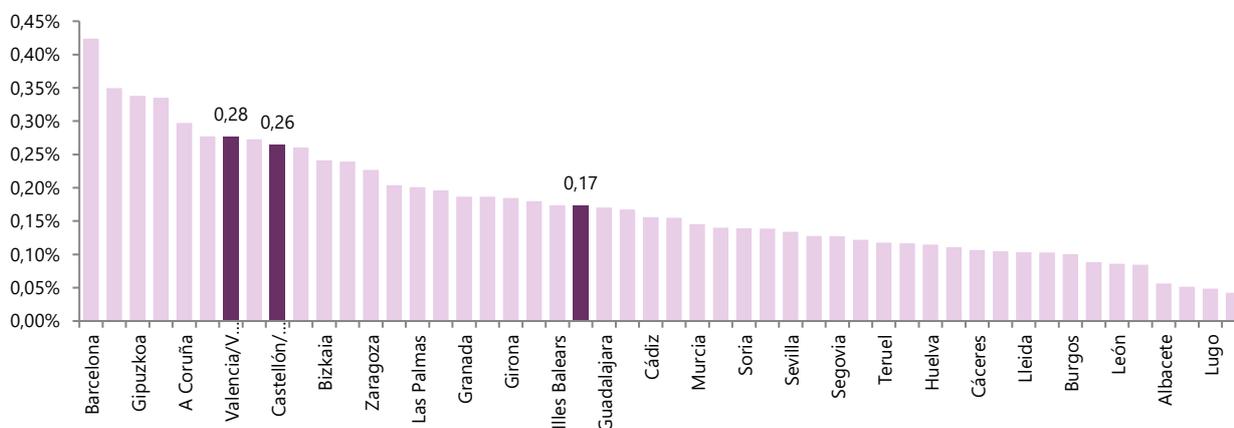
total de empresas de la región. En este caso, la Comunitat Valenciana desciende hasta la quinta posición de las CC. AA. dado que las empresas IA representan el 0,24% del total de empresas. Madrid y Cataluña encabezan de nuevo el ranking con 0,35 empresas de IA por cada 100 empresas, seguidas de Asturias (0,34%) y el País Vasco (0,28%). Por provincias lideran, sobre todo, Barcelona (0,42%) y Madrid (0,35%). València ocupa la séptima posición (0,28%) y Castelló la novena (0,26%), mientras que el elevado número de empresas en la provincia de Alacant hace que descienda hasta la posición 22 (0,17%).

Gráfico 5.3. Intensidad IA por CC. AA. y provincias. 2018 (porcentaje de empresas IA sobre el total de empresas de la CC. AA. o provincia)

a) CC. AA.



b) Provincias



Fuente: SABI (Bureau Van Dijk) y elaboración propia.

Es interesante también comparar la dimensión del ecosistema de IA de la Comunitat Valenciana en términos del empleo que generan. De esta forma, se tiene presente el tamaño relativo de las empresas que realizan la IA y se puede valorar la penetración de la IA en cada economía. En el **cuadro 5.2** se muestran los porcentajes de empleo en IA en la Comunitat Valenciana sobre el empleo en IA total en España (panel a). También se representa el peso del empleo IA en España o la Comunitat Valenciana en el total de empleo de cada una de las dos áreas geográficas (panel b), esto es, la penetración o la intensidad de la IA en la economía. En 2018, el empleo en IA de la Comunitat Valenciana representaba el 6,4% del total de empleo IA en España. El porcentaje es menor que en términos de número de empresas,

lo que indica que el tamaño medio de las empresas IA en la Comunitat Valenciana es menor que en el conjunto de España. El crecimiento del empleo absorbido por las empresas IA valencianas ha sido superior al del resto de España, y de ahí que su contribución al IA haya crecido continuamente desde el 0,5% que representaba en 2012. En la Comunitat Valenciana, el empleo IA representa el 0,3% del total de empleo en 2018, lo que indica que la penetración de la IA en la Comunitat Valenciana es menor a la media nacional, donde representa el 0,4%. Aunque el peso es inferior al de España, ha convergido rápidamente, ya que en 2012 era sensiblemente inferior.

Cuadro 5.2. Empleo en empresas IA. 2012-2018. España y Comunitat Valenciana (porcentaje)

a) Empleo IA en la Comunitat Valenciana sobre el empleo IA total en España

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Comunitat Valenciana / España	0,5%	3,0%	3,3%	3,4%	4,0%	4,5%	6,4%

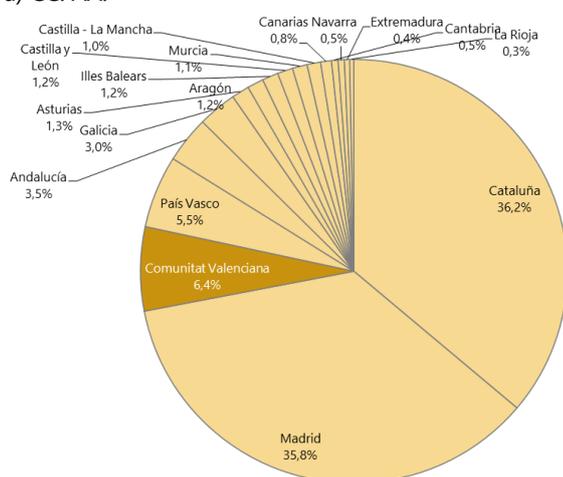
b) Empleo IA sobre el empleo total

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
España	0,3%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,5%	0,4%
Comunitat Valenciana	0,0%	0,1%	0,1%	0,2%	0,2%	0,2%	0,3%

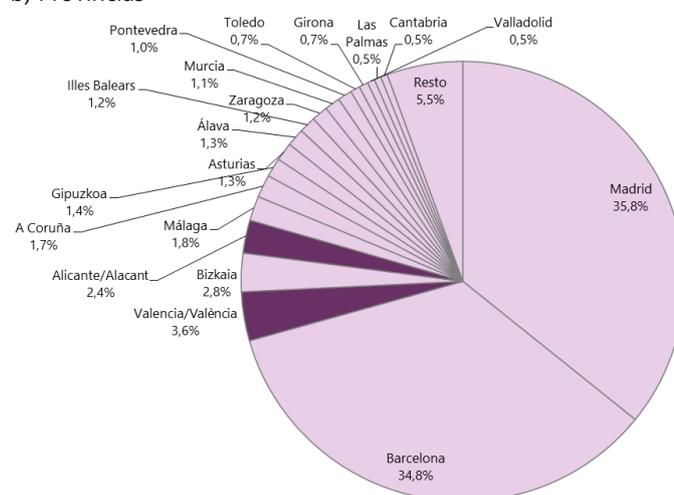
Fuente: SABI (Bureau Van Dijk) y elaboración propia.

Gráfico 5.4. Distribución del empleo IA por CC. AA. y provincias. 2018 (porcentaje)

a) CC. AA.



b) Provincias



Fuente: SABI (Bureau Van Dijk) y elaboración propia.

La concentración geográfica del empleo IA es todavía mayor que en empresas (**gráfico 5.4**). Madrid concentra el 35,8% del empleo IA y Cataluña el 36,2%, por lo que entre ambas regiones aglutinan el 72% del empleo en IA, porcentaje que alcanza el 78,4% si se considera a la Comunitat Valenciana (6,4%). De hecho, el índice de concentración de Herfindahl (suma de las cuotas al cuadrado de cada región) toma el valor de 2.693, que indica un grado de concentración muy elevado. Muchos supervisores de la competencia consideran un mercado como excesivamente concentrado y perjudicial para la competencia si dicho índice supera los 1.800 puntos. Por provincias se observa algo similar. Madrid lidera en térmi-

nos de empleo, seguida de Barcelona (34,8%). A gran distancia, la tercera provincia es València, con un 3,6% del empleo IA. Alacant ocupa la quinta posición (2,4%) y Castelló la vigésimo tercera (0,4%). Por provincias también se observa la elevada concentración del empleo en IA, pues el índice de concentración de Herfindahl toma un valor de 2.453.

Los resultados sugieren la polarización geográfica de estas actividades, en buena medida por el mayor tamaño de las empresas situadas en los dos centros económicos del país, lo que está en línea con las hipótesis que se plantean al comienzo del informe sobre los posibles riesgos de un desigual desarrollo geográfico de

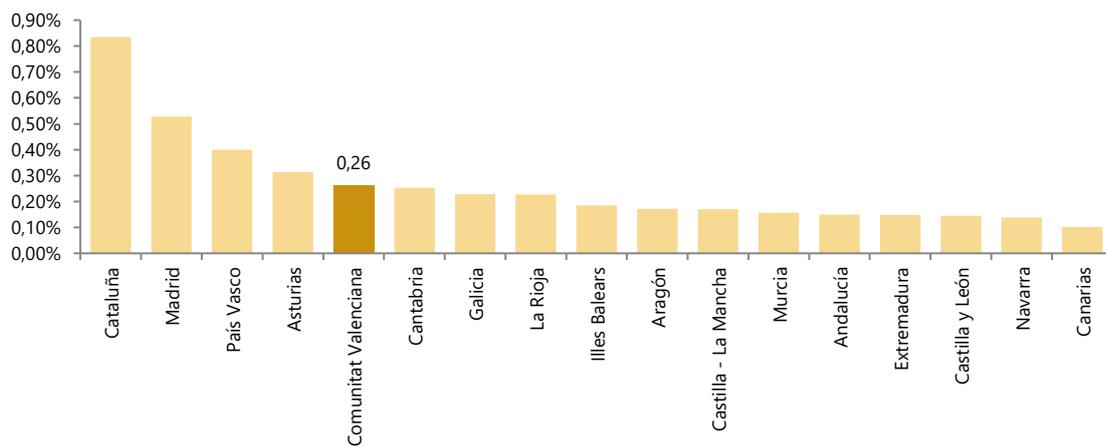
la IA. El hecho de que las empresas valencianas pesen menos en empleo que en número señala el menor tamaño de las empresas y, por ello, es conveniente conocer la distribución por tamaños y también por edades de las empresas IA, como se realiza más adelante. Si las empresas IA valencianas son jóvenes, habría que facilitar y potenciar su crecimiento para ganar terreno a los dos centros de la IA en España.

En términos de la penetración o intensidad de la IA en el empleo de cada territorio, se obser-

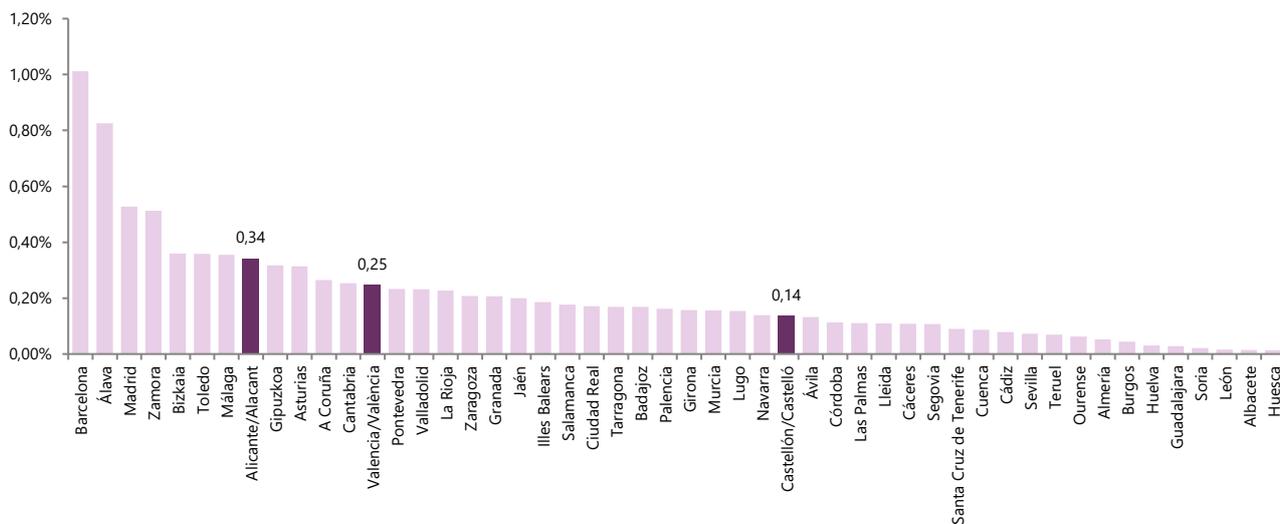
va algo similar a lo que sucedía en el número de empresas (**gráfico 5.5**). De nuevo, Madrid y Cataluña son las regiones donde el peso de la IA es más relevante. En Cataluña, el 0,83% del empleo total se debe a la IA, sobre todo por la provincia de Barcelona, donde llega a ser el 1,01% del empleo total. En Madrid el porcentaje es mucho más bajo, del 0,53%, mientras que la Comunitat Valenciana ocupa la quinta posición entre las regiones con el 0,26%. Alacant (0,34%) ocupa la octava posición entre las regiones, València (0,25%) la decimotercera, y Castelló (0,14%) la trigésima.

Gráfico 5.5. Intensidad del empleo IA por CC. AA. y provincias. 2018 (porcentaje de empleo IA sobre el total de empleo de la CC. AA. o provincia)

a) CC. AA.



b) Provincias



Fuente: SABI (Bureau Van Dijk) y elaboración propia.

5.3. Empresas IA por sectores, tamaños y edad

Sectores de actividad

Dado que en SABI se dispone del código de actividad al que pertenece la empresa, se puede conocer la distribución del número de empresas y empleo distinguiendo 37 sectores de actividad. Las empresas de la IA están también muy concentradas en unos pocos sectores (**gráfico 5.6**). Tanto en la Comunitat Valenciana como en España, prácticamente la mitad de las empresas dedicadas a la IA se encuentran en el sector de la *Programación, consultoría, otras actividades relacionadas con la informática y servicios de información* (47,8% del total de empresas en España, y 46,2% en la Comunitat Valenciana). El peso en términos de empleo es todavía mayor, pues el 71,3% del empleo en España y el 52,9% en la Comunitat Valenciana está en este sector. El sector de *Actividades profesionales, científicas y técnicas; actividades administrativas y servicios auxiliares* es el segundo sector más relevante en España y el tercero en la Comunitat Valenciana. Es llamativo que el segundo sector en importancia en la Comunitat Valenciana y tercero en España es el de la *Construcción*, determinado fundamentalmente por las actividades domóticas⁹. La penetración de la IA en el sector de la construcción ya se advirtió con los datos del INE para la Comunitat Valenciana. En el resto de los sectores la proporción de empresas es reducida. Eso sí, aunque con pequeño número de empresas, en la Comunitat Valenciana existen empresas IA en 16 sectores de actividad, incluyendo sectores como el mueble; fabricación de maquinaria y equipo; edición y actividades audiovisuales; telecomunicaciones, etc.

⁹ Dada la posibilidad de que el elevado porcentaje de empresas de la construcción entre las empresas IA viniese determinado por empresas que instalasen sistemas domóticos pero que no realizasen directamente las actividades de IA, se comprobó manualmente las páginas web de una muestra representativa de empresas de la construcción catalogadas como de IA, y no se pudo descartar que efectivamente sí que realizasen este tipo de actividades.

En algunos sectores en los que existe potencial de desarrollo de la IA, como en educación o sanidad, el número de empresas detectadas por nuestro procedimiento es muy bajo. ¿Quiere esto decir que no se realiza actividad de IA en estos sectores en la Comunitat? No necesariamente. Lo que no existe en estos sectores son empresas que en su *objeto social* declaren que se dediquen a la IA. Es posible que sí existan empresas en estos ámbitos que la desarrollen o que se realice en institutos, universidades o centros de investigación, o directamente empresas que se declaran en el sector de actividad de la programación o consultoría, pero que desarrollan la IA para otros sectores, como el sanitario. De hecho, cuando se repasan los sitios web de algunas de las empresas se comprueba directamente que este caso sucede en muchas ocasiones.

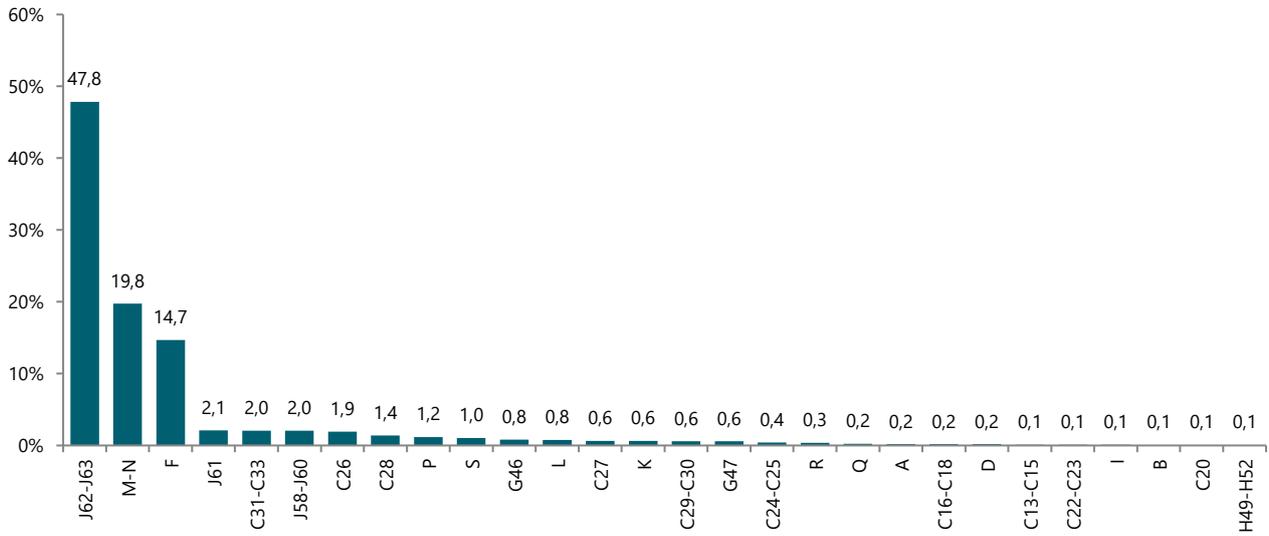
El sector de programación y consultoría informática es también en el que mayor penetración o intensidad se da la IA (peso de las empresas IA sobre el total de empresas del sector), pues estas representan el 7,7% de las empresas y el 11,8% del total de empleo del sector en la Comunitat Valenciana (**gráfico 5.7**). En el resto de los sectores la penetración es mucho más reducida, especialmente en términos de empleo. El sector de la construcción tiene reducida intensidad en términos del número de empresas (octavo sector, 0,3%), pero una posición más adelantada (segunda posición) en número de trabajadores (1,1%), lo que indica que las empresas IA en la construcción son de elevado tamaño. Pero en general sucede lo contrario, la penetración en términos del número de empresas es mayor que en empleados, lo que señala al reducido tamaño de las empresas de IA.

Tamaño empresarial

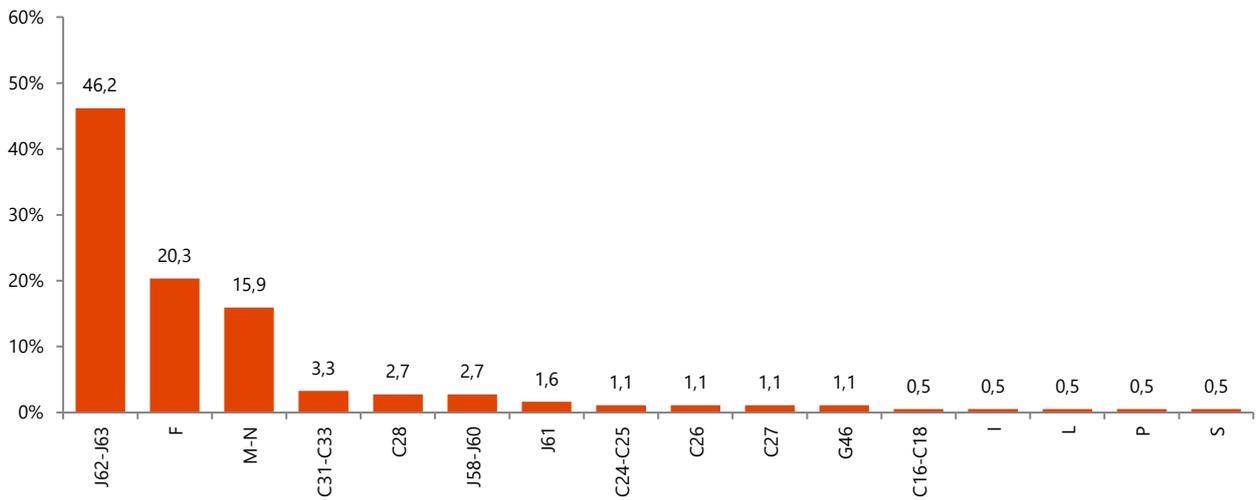
El tamaño medio de la empresa IA valenciana es de 12 trabajadores en 2018, mientras que en España es de 22 (**gráfico 5.8**). Desde 2012 se ha cerrado parte del diferencial que teníamos con España, aunque todavía es notable. En el gráfico se muestra el percentil 25 y el 75 de la distribución de tamaños de las empresas

Gráfico 5.6. Distribución de empresas y empleo IA por sectores. España y Comunitat Valenciana. 2018 (porcentaje)

a) España. Número de empresas



b) Comunitat Valenciana. Número de empresas



c) España. Empleo

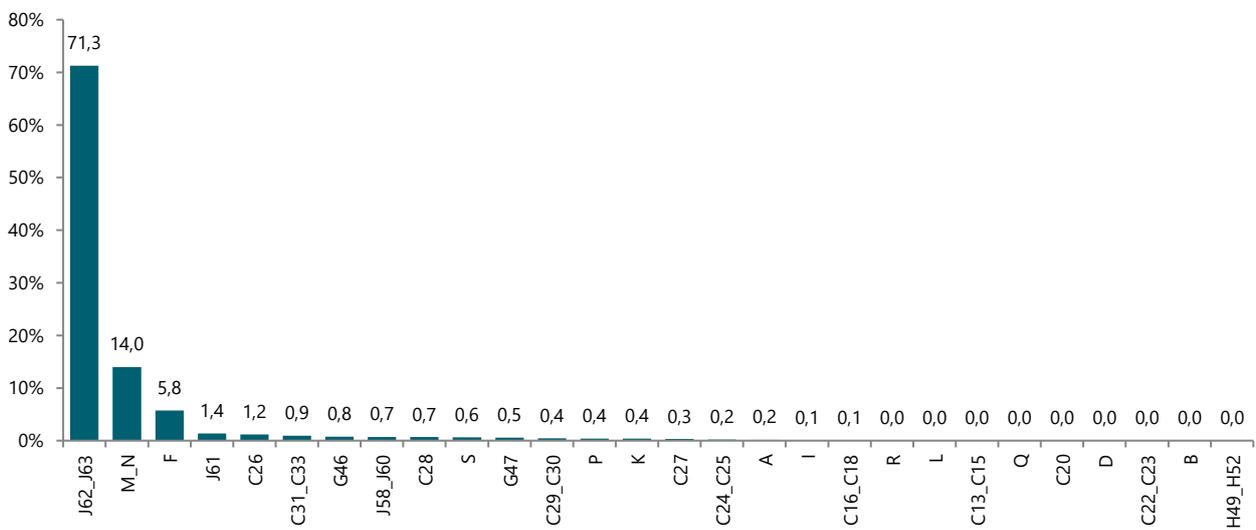
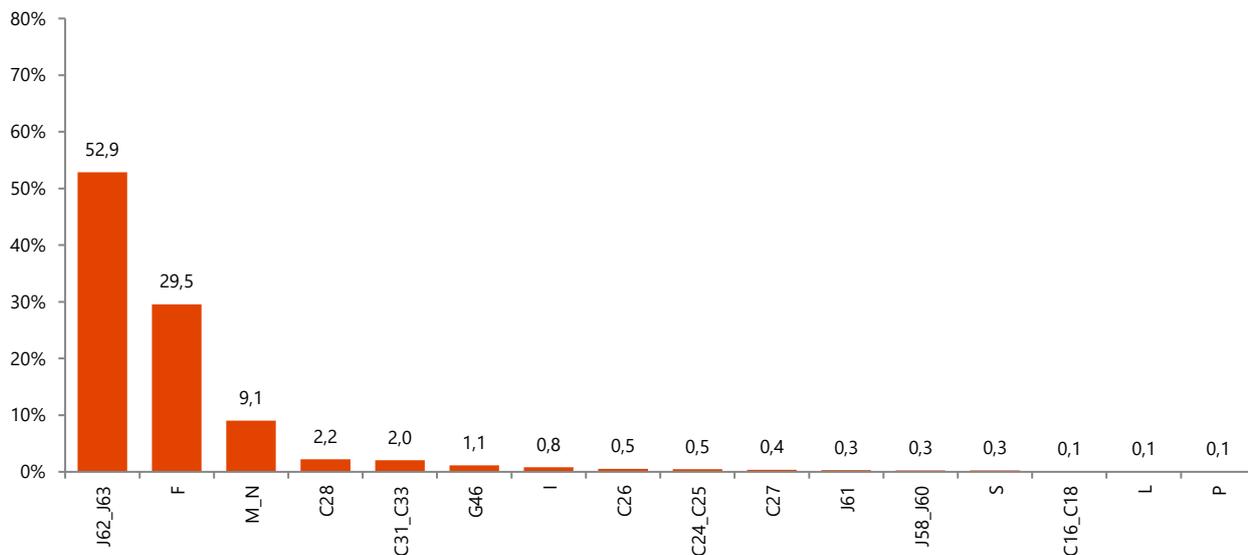


Gráfico 5.6 (cont.). Distribución de empresas y empleo IA por sectores. España y Comunitat Valenciana. 2018 (porcentaje)

d) Comunitat Valenciana. Empleo



Nota: A: Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca; B: Industrias extractivas; C10-C12: Industrias de la alimentación, fabricación de bebidas e industria del tabaco; C13-C15: Industria textil, confección de prendas de vestir e industria del cuero y del calzado; C16-C18: Industria de la madera y del corcho, industria del papel y artes gráficas; C19: Coquerías y refino de petróleo; C20: Industria química; C21: Fabricación de productos farmacéuticos; C22-C23: Fabricación de productos de caucho y plásticos, y de otros productos minerales no metálicos; C24-C25: Metalurgia y fabricación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipo; C26: Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos; C27: Fabricación de material y equipo eléctrico; C28: Fabricación de maquinaria y equipo n.c.o.p.; C29-C30: Fabricación de material de transporte; C31-C33: Fabricación de muebles; otras industrias manufactureras y reparación e instalación de maquinaria y equipo; D: Suministro de energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado; E: Suministro de agua, actividades de saneamiento, gestión de residuos y descontaminación; F: Construcción; G45: Venta y reparación de vehículos de motor y motocicletas; G46: Comercio al por mayor e intermediarios del comercio; G47: Comercio al por menor; H49-H52: Transporte y almacenamiento; H53: Actividades postales y de correos; I: Hostelería; J58-J60: Edición, actividades audiovisuales y de radiodifusión; J61: Telecomunicaciones; J62-J63: Programación, consultoría y otras actividades relacionadas con la informática; servicios de información; K: Actividades financieras y de seguros; L: Actividades inmobiliarias; M-N: Actividades profesionales, científicas y técnicas; actividades administrativas y servicios auxiliares; O: Administración pública y defensa; seguridad social obligatoria; P: Educación; Q: Actividades sanitarias y de servicios sociales; R: Actividades artísticas, recreativas y de entretenimiento; S: Otros servicios; T: Actividades de los hogares; U: Actividades extraterritoriales.

Fuente: SABI (Bureau Van Dijk) y elaboración propia.

Gráfico 5.7. Intensidad sectorial de la IA: empresas y empleo. España y Comunitat Valenciana. 2018 (porcentaje de empresas/empleo IA sobre el total de empresas/empleo)

a) España. Empresas

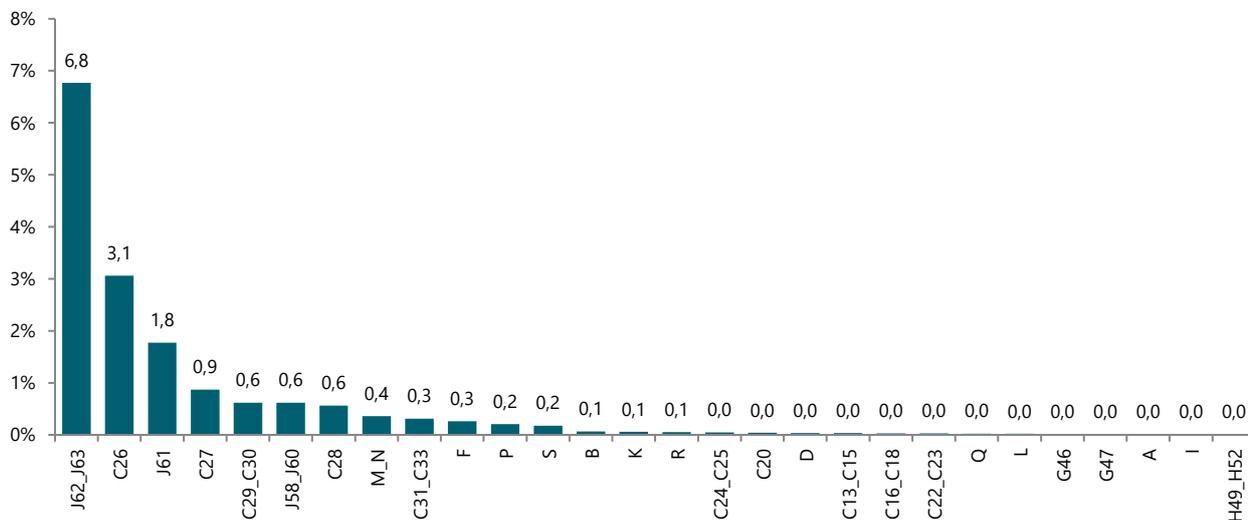
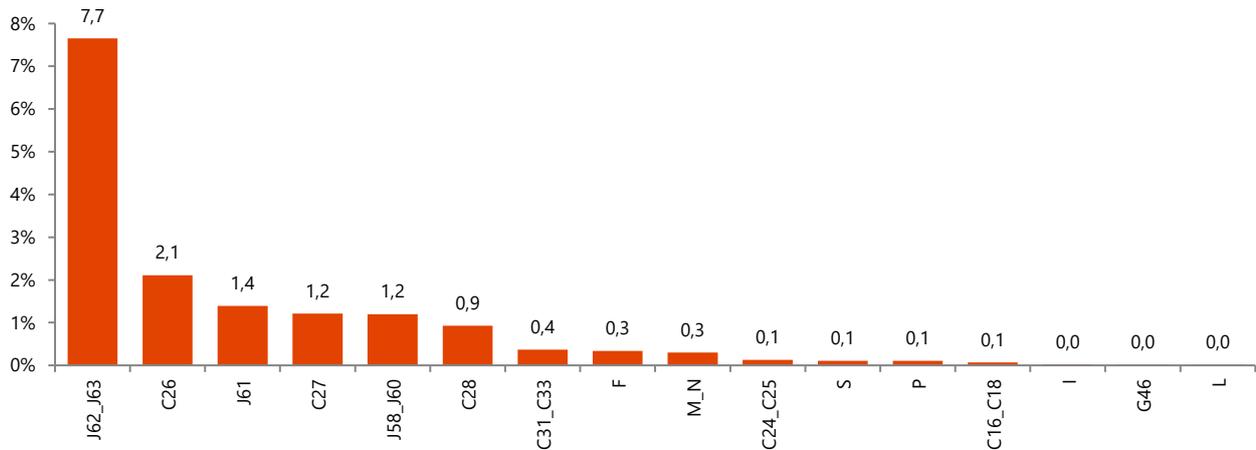
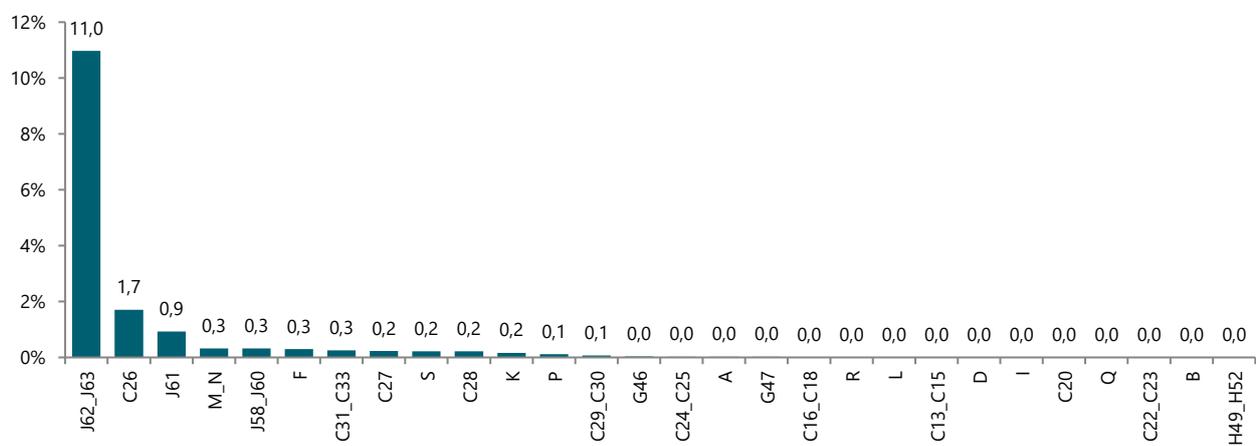


Gráfico 5.7(cont.). Intensidad sectorial de la IA: empresas y empleo. España y Comunitat Valenciana. 2018 (porcentaje de empresas/empleo IA sobre el total de empresas/empleo)

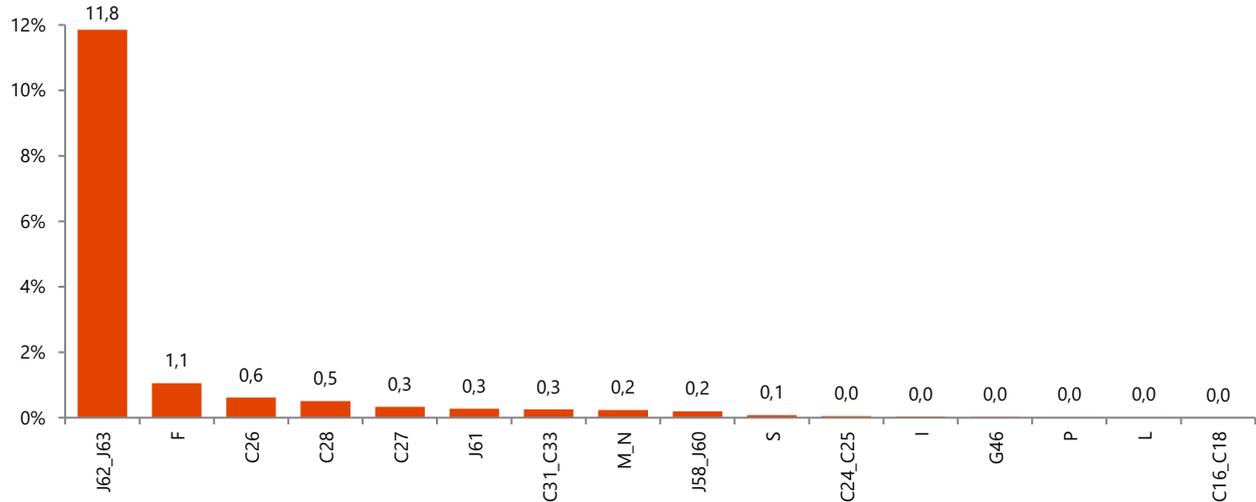
b) Comunitat Valenciana. Empresas



c) España. Empleo



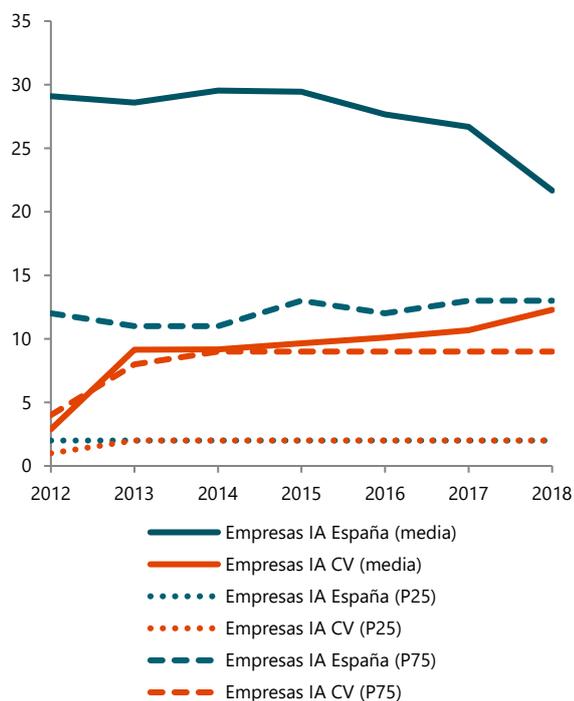
d) Comunitat Valenciana. Empleo



Nota: Véase el gráfico 5.6 para la descripción de los códigos de los sectores.

Fuente: SABI (Bureau Van Dijk) y elaboración propia.

Gráfico 5.8. Tamaño medio de las empresas IA. España y Comunitat Valenciana. 2012-2018 (número de trabajadores)



Fuente: SABI (Bureau Van Dijk) y elaboración propia.

IA. En la parte baja de la distribución de empresas según el tamaño (percentil 25) no hay diferencias entre las empresas valencianas y las del conjunto de España. Sin embargo, el percentil 75 es mayor en España, lo que supone la menor presencia de empresas de mayor dimensión en la Comunitat Valenciana. Como suele ser habitual en los análisis del tamaño empresarial, la distribución es muy asimétrica. La mayor parte de empresas son de reducido tamaño y un porcentaje pequeño son de gran dimensión. Esto genera que la media del tamaño empresarial se pueda situar en valores elevados, que, como se observa en el gráfico, llega incluso a superar el percentil 75 en el caso de las empresas de la IA. Lo llamativo es el hecho de que la Comunitat Valenciana tiene una distribución mucho menos asimétrica en comparación con el resto de España, ya que la media es solo ligeramente superior al percentil 75, mientras que en España llegó a doblarlo. Esto supone que, no solo el tamaño de las empresas IA valencianas es menor, sino también que hay menor proporción de empresas de

gran dimensión, esto es, el sector está más atomizado.

En el **gráfico 5.9** se constata el hecho de que en las empresas valencianas de IA dominan las empresas de menor tamaño y son menos frecuentes las grandes. Para ello, se muestra la distribución de empresas agrupándolas en cuatro grupos, de acuerdo con la Recomendación 2003/361/CE de la Comisión Europea: microempresas, pequeñas, medianas y grandes¹⁰. En 2018, las microempresas IA en la Comunitat Valenciana eran el 78,6% del total empresas IA, 6,1 puntos porcentuales (pp) más que en España. Las empresas IA pequeñas eran el 19,2% del total de empresas IA en la Comunitat Valenciana (22,1% en España). En cambio, la proporción de empresas de mayor tamaño (medianas y grandes) es menor en la Comunitat Valenciana, ya que representaban el 2,2% frente al 5,4% nacional en 2018. Esta distribución de empresas es similar a la que presentan tanto la economía española como la valenciana en su conjunto¹¹. Sin embargo, merece la pena remarcar que esta similitud en la estructura de tamaños en la Comunitat Valenciana se ha logrado recientemente, pues en los primeros años de la muestra dominaban claramente las microempresas. En términos de empleo se observa algo similar, pues en la Comunitat Valenciana en 2018 las empresas IA grandes tenían un peso ligeramente inferior al de España, y el peso de las microempresas dobla al de España.

¹⁰ La definición de los tamaños de empresa es la siguiente. Microempresas: empresas que emplean a menos de 10 personas y cuyo volumen de negocio y/o su balance anual no supera los 2 millones de euros; pequeñas empresas: aquellas que emplean a menos de 50 personas y cuyo volumen de negocio y/o total del balance anual no superan los 10 millones de euros; empresas medianas: empresas que emplean a menos de 250 trabajadores y tienen un volumen de negocio que no excede los 50 millones de euros y/o un total del balance anual que no excede los 43 millones de euros; y grandes empresas: aquellas que no se pueden clasificar en los anteriores grupos.

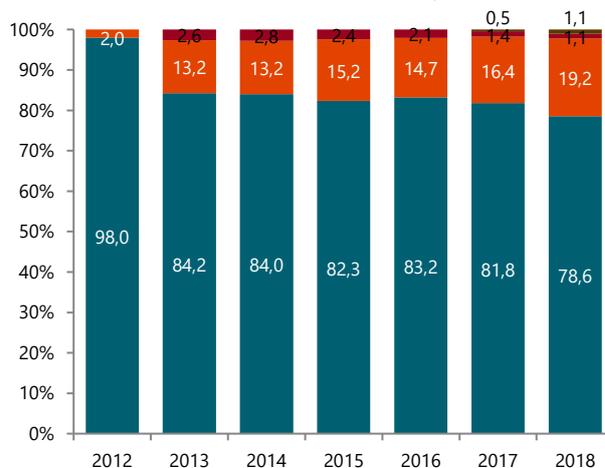
¹¹ En la muestra total de empresas de SABI, las microempresas valencianas (españolas) eran en 2018 el 80,0% (79,3%), las pequeñas el 16,9% (17,0%), las medianas el 2,7% (3%) y las grandes el 0,4% (0,7%).

Gráfico 5.9. Distribución de empresas y empleo IA por tamaños. España y Comunitat Valenciana. 2012-2018 (porcentaje)

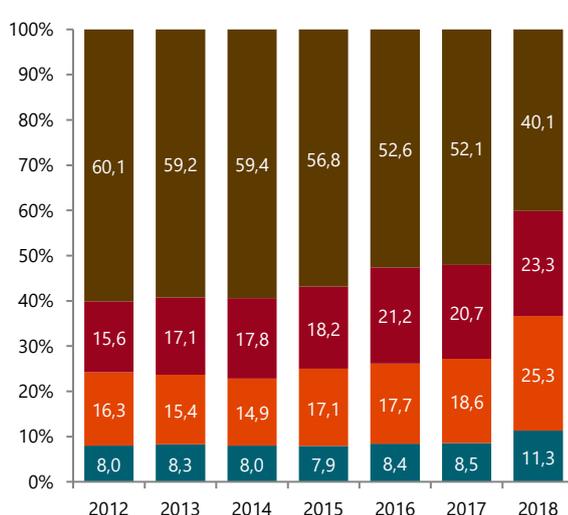
a) España. Número de empresas



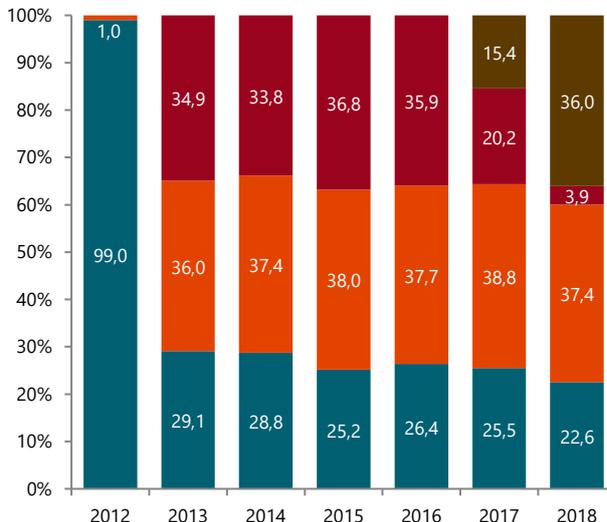
b) Comunitat Valenciana. Número de empresas



c) España. Empleo



d) Comunitat Valenciana. Empleo



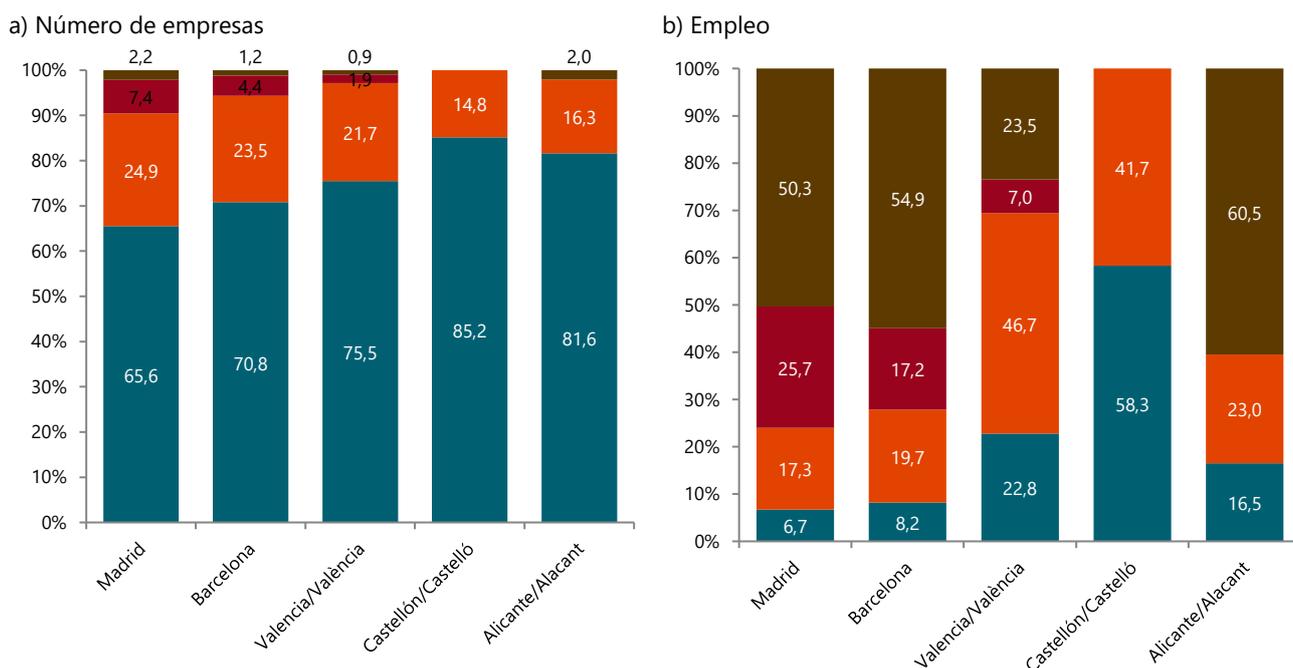
■ Micro ■ Pequeña ■ Mediana ■ Grande

Fuente: SABI (Bureau Van Dijk) y elaboración propia.

El reducido peso de las grandes empresas IA de la Comunitat Valenciana es más llamativo si se comparan las empresas IA de las provincias valencianas con las de los dos centros de empresas de IA españolas: Madrid y Barcelona (**gráfico 5.10**). En Madrid, las empresas medianas y grandes representaron el 9,6% de las empresas de IA en 2018, y en Barcelona el 5,6%, porcentajes superiores a los valencianos: 2,8% en València, 2,0% en Alacant y 0% en Castelló. Las diferencias con las microempresas son todavía mayores. Las microempresas madrileñas pesan 9,9 pp menos que en la provincia de València, 19,6 pp que en Castelló, y 16 pp que en Alacant. En términos de em-

pleo, solo Alacant tiene una estructura relativamente similar a la de Madrid y Barcelona por el elevado peso de las grandes empresas en esta provincia. Castelló es el caso contrario, en el que únicamente se observan microempresas y pequeñas, no detectándose grandes empresas. Posiblemente, Madrid y Barcelona gozan de ventajas derivadas de la mayor aglomeración empresarial, donde empresas de mayor dimensión se localizan en estas dos provincias.

Gráfico 5.10. Distribución de empresas y empleo IA por tamaños en las provincias de Madrid, Barcelona, Valencia, Castellón y Alicante. 2018 (porcentaje)



Fuente: SABI (Bureau Van Dijk) y elaboración propia.

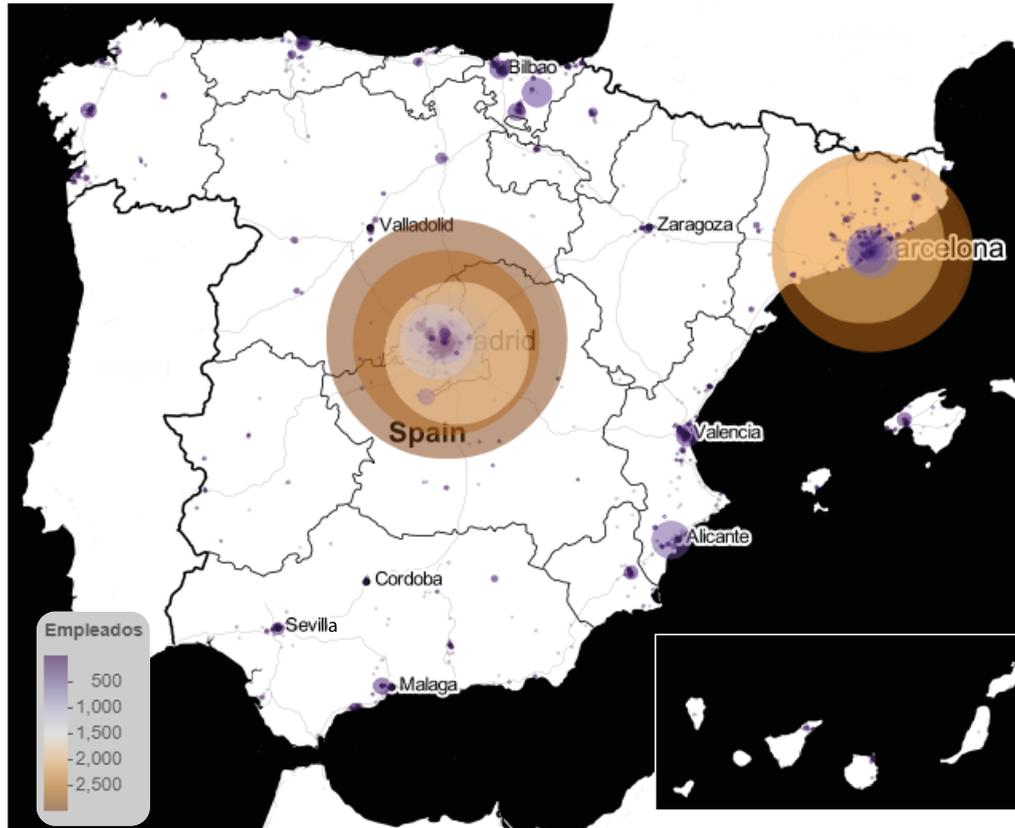
El **mapa 5.2** muestra la misma información que el mapa 5.1 anterior, pero en lugar de mostrar únicamente la ubicación geográfica de las empresas IA, el marcador de la empresa se hace proporcional a su empleo. Aunque geográficamente las empresas están situadas en los mismos lugares, la imagen cambia radicalmente, pues Madrid y Barcelona copan prácticamente todo el empleo en las empresas IA. Las medidas de atracción de empresas en los *hubs* de empresas tecnológicas puede ser una palanca para revertir esta situación. Estas medidas son esenciales si no se quiere que el desarrollo de la IA en la Comunitat Valenciana se dé únicamente mediante el crecimiento orgánico de las empresas que aparezcan.

Edad, Start-ups y crecimiento medio empresarial

El problema del reducido tamaño empresarial en la economía valenciana, característica compartida con España, se observa también en el mundo de la IA, incluso con mayor in-

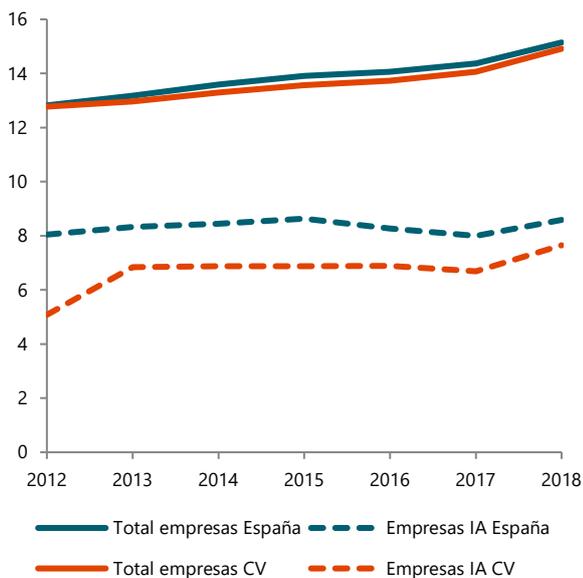
tensidad. La pregunta es si la menor dimensión se debe a que dominan las *start-ups* y no han podido escalar porque existen barreras al crecimiento o porque, como se comentaba, no se localizan empresas de mayor dimensión en la Comunitat Valenciana. Para profundizar en este aspecto se muestra la edad media de las empresas de IA (**gráfico 5.11**). En general, no existen diferencias entre la edad media de una empresa valenciana y española, que se sitúa en los 15 años. Sin embargo, la edad de las empresas IA es menor, particularmente en la Comunitat Valenciana. En 2018, una empresa IA valenciana tenía en promedio 7,6 años y en España 8,6. Mientras la edad media de la empresa IA española se ha mantenido estable, las valencianas han aumentado su edad, ya que en 2012 la edad media era de 5,1 años. La IA es una tecnología nueva y emergente, y en la que, por tanto, la proporción de empresas *start-ups* y jóvenes es mayor.

Mapa 5.2. Empleo IA en el territorio nacional. 2018



Fuente: SABI (Bureau Van Dijk) y elaboración propia.

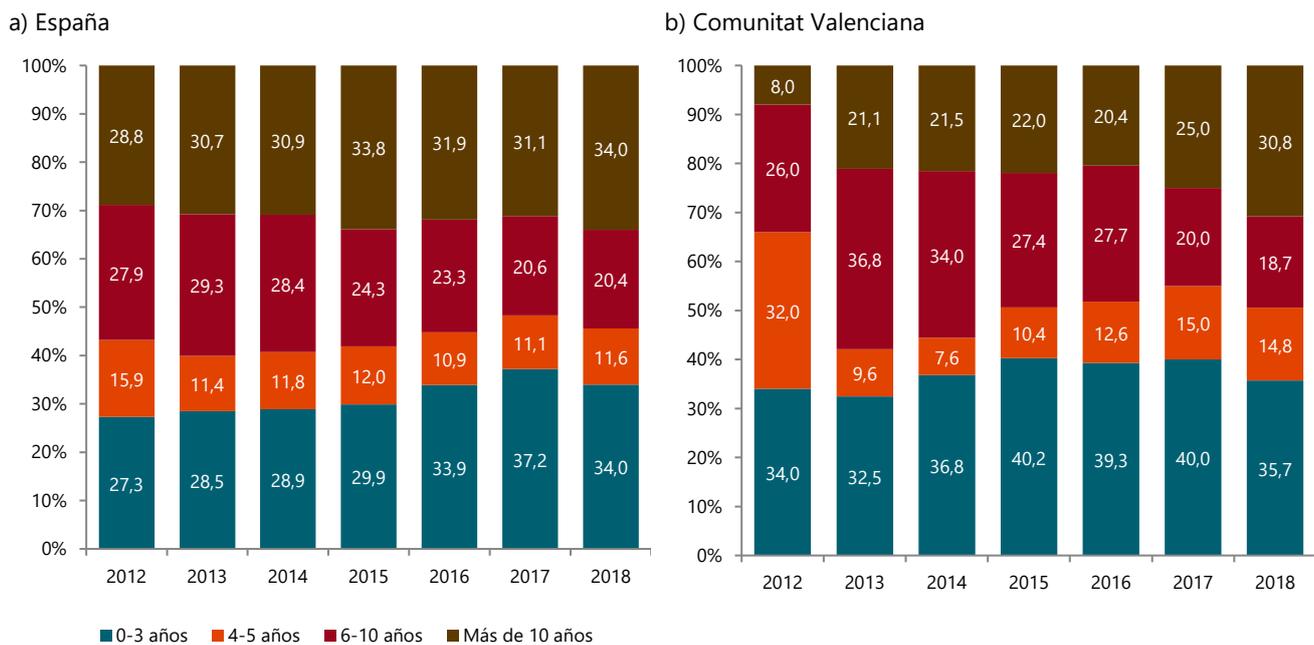
Gráfico 5.11. Edad media de las empresas IA. España y Comunitat Valenciana. 2012-2018 (años)



Fuente: SABI (Bureau Van Dijk) y elaboración propia.

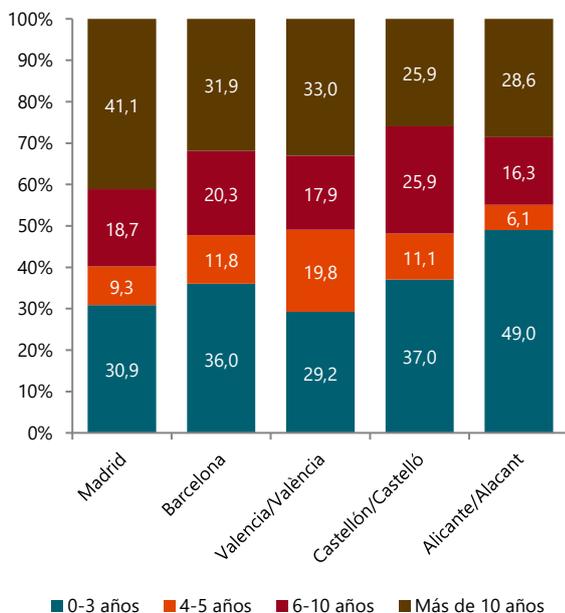
El **gráfico 5.12** muestra la distribución de empresas IA por grupos de edad. Efectivamente, en la Comunitat Valenciana pesan más las empresas de 0 a 5 años que en España, salvo en 2018 donde se han igualado los porcentajes, y pesan menos las empresas de mayor edad. En ambos casos, el porcentaje de empresas jóvenes ha aumentado con los años, salvo en 2018, lo que es señal del dinamismo del sector. El **gráfico 5.13** compara las tres provincias valencianas con Madrid y Barcelona en el peso de las empresas IA según la edad. El peso de las empresas jóvenes (0-5 años) en Castelló y en Alacant es significativamente mayor que en Madrid y Barcelona. En el caso de València, el porcentaje de empresas jóvenes es inferior al de Barcelona y similar al madrileño. Sin embargo, el porcentaje de empresas de entre 4 y 5 años es muy superior al del resto de provincias del gráfico. Como consecuencia de esto, las empresas de mayor edad pesan menos en las provincias valencianas.

Gráfico 5.12. Distribución de empresas IA según la edad. España y Comunitat Valenciana. 2012-2018 (porcentaje)



Fuente: SABI (Bureau Van Dijk) y elaboración propia.

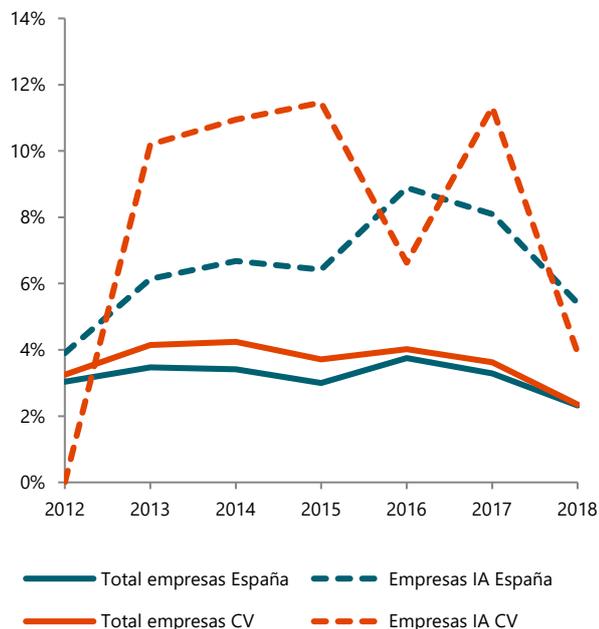
Gráfico 5.13. Distribución de empresas IA según la edad en las provincias de Madrid, Barcelona, Valencia, Castellón y Alicante. 2018 (porcentaje)



Fuente: SABI (Bureau Van Dijk) y elaboración propia.

Los datos sugieren que la dinámica de nuevas empresas es superior en las empresas IA de la Comunitat Valenciana que en España, al tener mayor proporción de empresas jóvenes. Esto se observa claramente en el **gráfico 5.14**, en el que se muestra el número de empresas nuevas (*start-ups*) tanto en las actividades IA como en el conjunto de la economía valenciana y española. Independientemente de que se trate de empresas IA como del conjunto de la economía, el dinamismo valenciano es sistemáticamente superior al del conjunto nacional. Eso sí, en el total de empresas los valores han convergido. Aunque los datos de empresas IA valencianas sufren oscilaciones por lo reducida que es la muestra, a lo largo del periodo el porcentaje de *start-ups* IA en la Comunitat Valenciana es superior al de la media nacional. En promedio, las *start-ups* IA valencianas eran el 8,5% del total de empresas IA, mientras que en España el porcentaje era casi 2 pp inferior.

Gráfico 5.14. Empresas nuevas (*start-ups*) relacionadas con la IA y total de empresas nuevas. España y Comunitat Valenciana. 2012-2018 (porcentaje de empresas nuevas sobre el total de empresas)



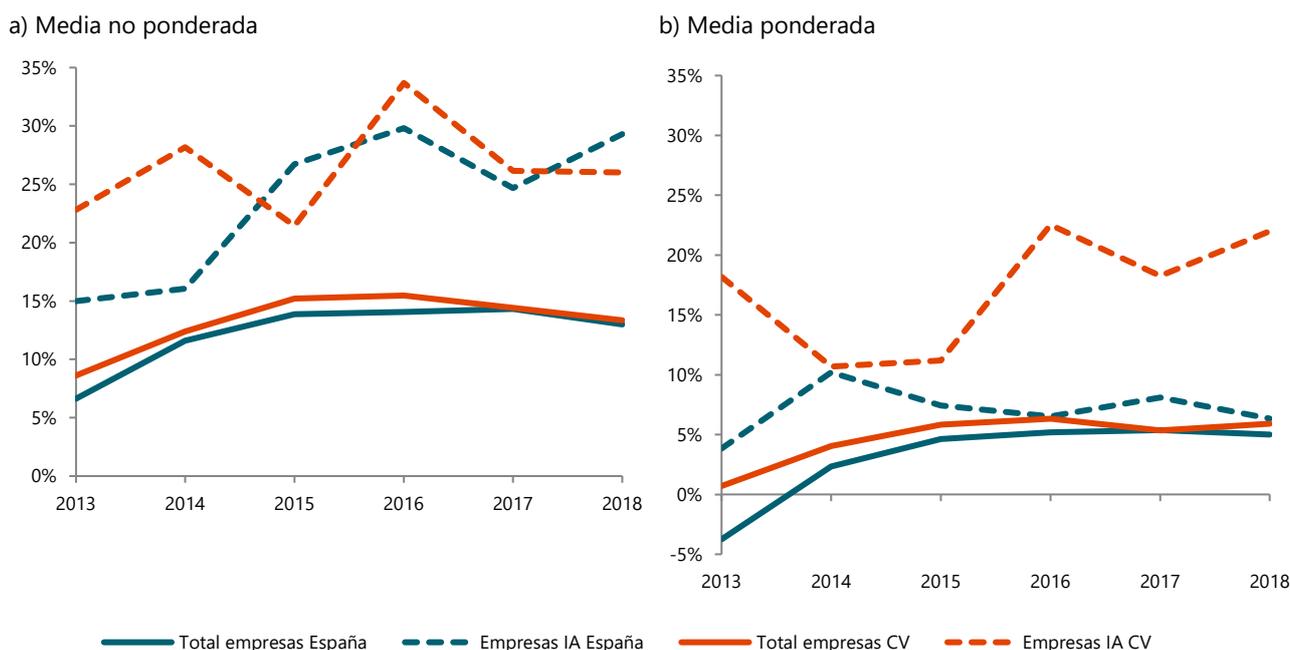
Fuente: SABI (Bureau Van Dijk) y elaboración propia.

Por tanto, el hecho de que en la Comunitat Valenciana pesen más las empresas de menor dimensión y más jóvenes implica que la dinámica de la IA está muy asociada a la creación de nuevas empresas. El reducido peso de las empresas IA grandes podría ser un síntoma de que las empresas de mayor dimensión dedicadas a la IA en Comunitat Valenciana no aparecen con la misma intensidad que en otras economías, como en Madrid o Barcelona. Con los datos de SABI y la metodología empleada no se puede conocer el grado de implantación de la IA en las grandes empresas del tejido empresarial valenciano ya establecidas, pues simplemente buscamos los términos de la IA en el objeto social. Sin embargo, una pregunta importante que surge a partir de los datos es si existen barreras y frenos para que escalen las empresas jóvenes y pequeñas, que abundan en mayor proporción que en otras economías, y que van a impedir que el mayor dinamismo en términos de *start-ups* se traduzca en empresas de mayor dimensión.

En relación con el potencial de crecimiento de las empresas IA, el **gráfico 5.15** muestra el crecimiento del empleo de las empresas IA valencianas en comparación con las IA españolas y el conjunto de empresas. Se muestran dos gráficos, uno con las medias no ponderadas y otro con las medias ponderadas. En general, suele observarse que el crecimiento medio no ponderado de las empresas suele ser muy elevado, pues las empresas pequeñas que aumentan su empleo en pocos trabajadores suponen grandes tasas de variación. Por ejemplo, una empresa que pasa de un trabajador a dos tiene un crecimiento del 100%. Para complementar la visión que ofrece la media no ponderada, se muestra también el crecimiento medio empresarial ponderado, donde el crecimiento del número de trabajadores es ponderado por su número. En ambos gráficos se constata el gran dinamismo de las empresas IA valencianas, que aumentan su empleo muy por encima de lo que lo hace el conjunto de empresas de la muestra. En términos ponderados muestran un crecimiento medio anual del 20%, mientras que en España las empresas IA crecieron a un ritmo similar al del resto de empresas.

La OCDE define que una empresa es de rápido crecimiento cuando crece a un ritmo de un 20% anual durante 3 años. Aunque en la definición de la OCDE la empresa debe tener al menos 10 empleados y tres años de vida, podríamos considerar que el sector IA de la Comunitat Valenciana en su conjunto entraría en una categoría que podríamos llamar sector de rápido crecimiento. Eso sí, como se comentaba, existen dudas de que este sector consiga consolidar este aumento del tamaño, escalando a un nivel suficiente el tamaño de las empresas.

Gráfico 5.15. Tasa de crecimiento del empleo IA. España y Comunitat Valenciana. 2012-2018 (porcentaje)



Fuente: SABI (Bureau Van Dijk) y elaboración propia.

5.4. Características económico-financieras de las empresas IA

La información disponible en SABI permite caracterizar las empresas IA en distintas dimensiones, como la rentabilidad, endeudamiento, liquidez, acceso a la financiación, etc. El **cuadro 5.3** resume la situación económico-financiera de las empresas IA valencianas comparándolas con el total de empresas de la Comunitat Valenciana, con las IA españolas, y con el conjunto de empresas españolas incluidas en SABI. Así como en la información presentada anteriormente relativa al número de empresas se ha utilizado el total de empresas incluidas en SABI, en el cuadro 5.3 se ha realizado un proceso de limpieza de la muestra para eliminar observaciones atípicas¹², exceptuando de la limpieza los datos del porcentaje de empresas que exportan y la tasa de crecimiento del empleo. Los datos del cuadro se refieren al último año disponible, 2018.

En general, la situación económico-financiera de las empresas de la IA es mejor que el resto de las empresas. Por ejemplo, el 12,2% de las empresas IA valencianas exportan, frente al 9,1% del conjunto de empresas de la región. Sin embargo, la proporción de empresas IA españolas que exporta (13,1%) es superior a las valencianas. Las empresas IA de la Comunitat Valenciana son prácticamente el doble de rentables (ROA) que las que no implementan estas tecnologías (10,3% frente a 5,4%), pero también más rentables que las empresas IA españolas (7,0%). El **gráfico 5.15** muestra la evolución de la rentabilidad sobre activos desde el año 2012, y se comprueba que prácticamente todos los años, salvo 2017¹³, se ha mantenido la mayor rentabilidad de las empresas IA valencianas. La tendencia en todos los grupos de empresas ha sido el aumento de la rentabilidad asociado a la etapa expansiva que se vivió esos años.

¹² Véase el apéndice 2 para la descripción de los criterios de limpieza de la muestra.

¹³ La variación brusca de la rentabilidad en 2017 se debe al efecto de una gran empresa valenciana que muestra grandes pérdidas ese año. El efecto de esta empresa se advierte también en el gráfico 5.18.

Cuadro 5.3. Características de las empresas IA. España y Comunitat Valenciana. 2018

	España		Comunitat Valenciana		
	Empresas IA	Total Empresas	Empresas IA	Total Empresas	
Empresas que exportan (%)	13,1	7,8	12,2	9,1	
ROA ((EBIT+Ingresos financieros)/Activo total medio) (%)	7,0%	4,9%	10,3%	5,4%	
Ratio de apalancamiento ((Activo total-Recursos propios) /Activo total) (%)	58,2%	47,2%	55,0%	43,5%	
Ratio de endeudamiento (Deuda con coste/Activo total) (%)	26,2%	32,6%	28,7%	26,5%	
Ratio de endeudamiento a largo (Deuda a largo plazo/Activo total) (%)	13,9%	20,3%	14,4%	14,4%	
Ratio de cobertura de intereses ((EBIT+Ingresos financieros)/Costes financieros)	9,6	5,1	12,8	7,0	
Liquidez (Tesorería/Activo total) (%)	13,9%	6,8%	14,4%	10,9%	
Liquidez a corto (Activo corriente/Pasivo corriente)	1,9	1,5	1,8	1,6	
Periodo medio de pago a proveedores (días)	75,8	71,9	69,8	68,0	
Grado de restricción financiera (% de empresas)					
	No restringidas	40,4%	34,4%	41,1%	34,4%
	Parcialmente restringidas	35,4%	35,7%	32,6%	35,8%
	Absolutamente restringidas	24,2%	29,9%	26,3%	29,9%
Empresas en riesgo de liquidez (%)	19,3%	27,6%	24,3%	26,8%	
Empresas en riesgo de fragilidad financiera (%)	16,4%	15,1%	15,0%	13,8%	
Tasa de crecimiento del empleo (%)	29,3%	13,0%	26,0%	13,4%	
Empresas de rápido crecimiento (%)					
	% sobre el total de empresas de 10 o más empleados	11,0%	5,9%	16,1%	6,5%
	% sobre el total de empresas	4,3%	1,6%	5,0%	1,7%

Nota: Grado de restricción financiera basado en el indicador propuesto por Pal y Ferrando (2010) y Ferrando y Ruggieri (2018).

El riesgo de liquidez es el porcentaje de empresas con una ratio de liquidez (ac/pc)<1. El riesgo de fragilidad financiera es el porcentaje de empresas con una ratio de endeudamiento por encima de la mediana del sector y con una RCI<1 o con rentabilidad (ROA) negativa.

Las empresas de rápido crecimiento son aquellas con al menos 10 empleados que presentan crecimientos medios anuales mayores al 20% durante un periodo de 3 años (o un crecimiento total entre t y t-3 del 72,8%), y que tienen más de tres años de antigüedad.

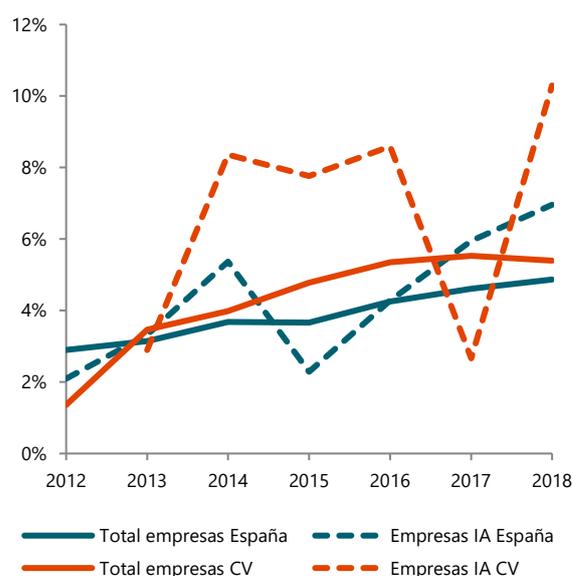
Fuente: SABI (Bureau Van Dijk) y elaboración propia.

Las empresas IA valencianas dependen de los recursos ajenos en mayor medida que las que no realizan estas actividades, independientemente de que se utilice como indicador la ratio de apalancamiento (recursos ajenos sobre activos totales) o la ratio de endeudamiento (deuda con coste sobre activo total), aunque las diferencias en esta última no son muy elevadas. En promedio, las empresas IA valencianas tenían una ratio de apalancamiento del 55% y de endeudamiento con coste del 28,7%, frente al 43,5% y el 26,5% del total de empresas. La deuda con coste de las empresas IA valencianas es también superior a las de IA españolas, aunque la diferencia es reducida.

El **gráfico 5.16** muestra la evolución del endeudamiento con coste en las empresas valencianas (IA y total) y en las españolas. En el total de empresas (valencianas y del total de España) y en las IA españolas hay una tendencia a reducir los niveles de endeudamiento. Sin duda, esto viene marcado por el proceso de desapalancamiento general de la economía española después de la burbuja inmobiliaria. Sin embargo, el endeudamiento de las IA valencianas no desciende, sino que se mantiene estable. Este hecho posiblemente esté influido

por la mayor proporción de empresas nuevas en la Comunitat, que suelen requerir financiación ajena en mayor proporción, al estar comenzando su actividad.

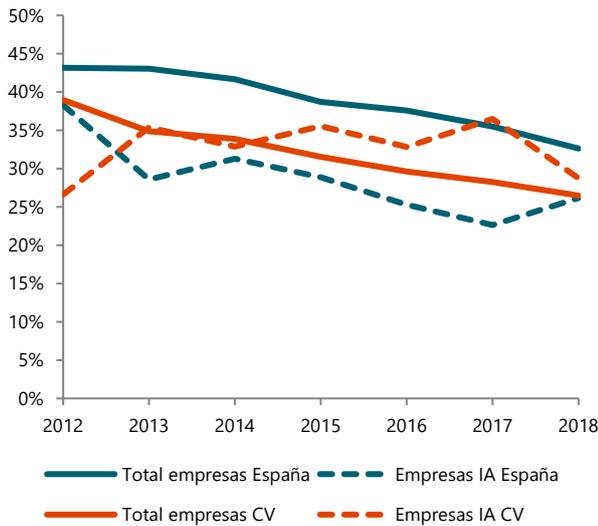
Gráfico 5.16. Rentabilidad (ROA) de las empresas IA. España y Comunitat Valenciana. 2012-2018 (porcentaje)



Nota: Rentabilidad (ROA) medida como el cociente entre el EBIT más los ingresos financieros y el activo total medio (entre t y t-1).

Fuente: SABI (Bureau Van Dijk) y elaboración propia.

Gráfico 5.17. Ratio de endeudamiento de las empresas IA. España y Comunitat Valenciana. 2012-2018 (porcentaje)



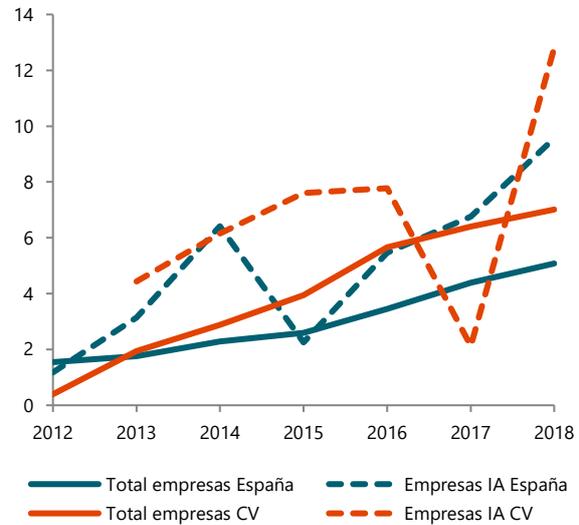
Nota: Ratio de endeudamiento medida como el cociente de la deuda con coste y el activo total.

Fuente: SABI (Bureau Van Dijk) y elaboración propia.

Pese al mayor endeudamiento de las empresas IA valencianas, la situación no es preocupante por varios motivos. En primer lugar, porque el endeudamiento no es excesivo. De hecho, como se muestra en el **gráfico 5.17**, la ratio de endeudamiento es similar a la de la media de empresas españolas. Además, la empresa IA valenciana tiene una ratio de endeudamiento con coste a largo plazo (14,4%) similar a las valencianas no IA e incluso inferior al conjunto de empresas españolas (20,3%).

Segundo, la situación financiera de las empresas IA valencianas es sólida de acuerdo con la ratio de cobertura de intereses. Esta ratio mide la capacidad de las empresas para generar recursos (beneficios operativos –EBIT– e ingresos financieros) para hacer frente a los costes financieros. Una ratio superior a uno indica que los recursos generados internamente por la empresa son superiores a los compromisos financieros asociados a la financiación ajena. En 2018, los ingresos de las empresas IA valencianas eran 12,8 veces superiores a los costes financieros, valor muy elevado comparado con el conjunto de empresas valencianas

Gráfico 5.18. Ratio de cobertura de intereses (RCI) de las empresas IA. España y Comunitat Valenciana. 2012-2018



Nota: Ratio de cobertura de intereses (RCI) medida como el cociente entre el EBIT más los ingresos financieros y los gastos financieros.

Fuente: SABI (Bureau Van Dijk) y elaboración propia.

(7,0) o españolas (5,1), e incluso mayor al de las empresas IA españolas (9,6). En el **gráfico 5.18** se constata que esta situación fue una constante en todos los años, salvo por 2017¹⁴, y que esta favorable situación financiera mejoró durante el periodo analizado en todas las categorías de empresas.

La situación ventajosa de la empresa IA valenciana se da también en términos de liquidez, independientemente de qué indicador se analice de entre los tres mostrados en el **cuadro 5.3**: ratio de liquidez (tesorería / activos totales), liquidez a corto (activo corriente / pasivo corriente) o periodo de pago medio a proveedores.

Los indicadores mostrados indican que la situación económico-financiera de las empresas IA, particularmente en la Comunitat Valenciana, es positiva en comparación al conjunto de la economía. Esto se refleja en que las condiciones de acceso a la financiación son lige-

¹⁴ Como ya se ha comentado, la oscilación de 2007 se debe a una única gran empresa que presentó pérdidas importantes ese ejercicio.

ramente mejores, aunque no hay gran diferencia. Es decir, aunque el perfil de las empresas IA valencianas, más jóvenes y pequeñas, podría hacer pensar que son más arriesgadas, también es cierto que su situación patrimonial y su rentabilidad es mejor, como se ha mostrado. El **cuadro 5.3** y el **gráfico 5.19** muestran la proporción de empresas que se encuentran absolutamente restringidas (no consiguen financiación ajena para llevar a cabo sus inversiones), parcialmente restringidas (consiguen financiación, pero a un coste superior al de mercado) o no restringidas (consiguen la financiación necesaria a un coste de mercado)¹⁵. La proporción de empresas IA valencianas que en 2018 no estaban financieramente restringidas era del 41,1% (40,4% en las españolas), frente al 34,4% del total de empresas valencianas. En sentido contrario, la proporción de empresas absolutamente restringidas es menor entre las empresas IA de la Comunitat Valenciana, aunque las diferencias no son muy sustanciales. Un 26,3% de las empresas IA valencianas están financieramente restringidas, tres puntos menos que el total de empresas valencianas. Por lo tanto, no existen grandes diferencias entre la proporción de empresas restringidas entre las empresas IA y las que no realizan estas actividades en la Comunitat Valenciana y en España. Sin embargo, llama la atención el elevado porcentaje de em-

¹⁵ La intensidad de la restricción financiera se mide utilizando la clasificación de Pál y Ferrando (2010). Estos autores clasifican a las empresas en tres niveles según el grado de restricción en el acceso a la financiación: absoluto, relativo o no restringidas. Para construir el indicador, se combina información de algunas variables clave: tasa de inversión, *gap* financiero (diferencia entre la inversión y el *cash-flow*), evolución del endeudamiento y comparación del coste medio de la financiación de la empresa en comparación con el de mercado. El indicador construido considera que una empresa no se encuentra financieramente restringida si es capaz de obtener financiación, incrementando su deuda a coste de mercado. En cambio, si puede financiarse incrementando su deuda, pero a coste superior al de mercado, es que está parcialmente restringida. Por último, si una empresa tiene un *gap* financiero positivo, pero no incrementa deuda o aumenta su capital, es porque está restringida financieramente. Solo podrá realizar esta inversión porque liquida activos o utiliza parte de sus reservas o los fondos aportados por sus accionistas.

presas en general, y en particular relacionadas con la IA, que se encuentran financieramente restringidas. Desde 2012, las condiciones de acceso a la financiación de las empresas IA de la Comunitat Valenciana ha mejorado, pues el porcentaje de empresas no restringidas ha aumentado en 7,8 pp., el de relativamente restringidas se ha reducido en 9,1 pp., y el de las absolutamente restringidas se ha mantenido estable.

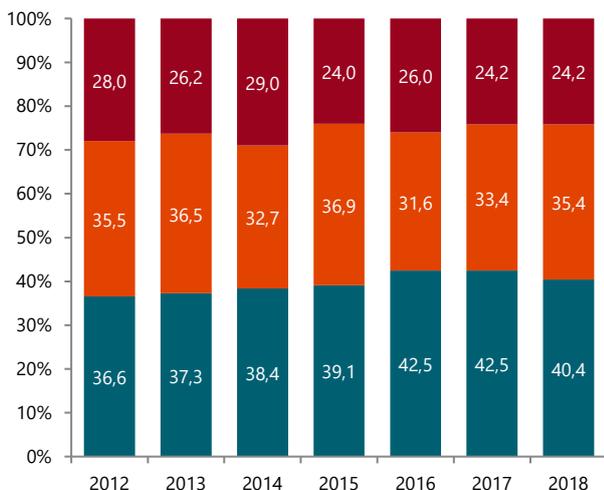
El hecho de que en 2018 prácticamente un 60% de las empresas IA valencianas se enfrenten a algún tipo de restricción financiera es significativo, como lo es también que el porcentaje de empresas IA valencianas absolutamente restringidas se haya mantenido estable a lo largo de todo el periodo, cuando en los demás grupos de empresas mostrados en el **gráfico 5.18** se ha reducido. Como se verá en la siguiente sección, el acceso a la financiación es uno de los factores que los expertos más destacan como relevantes para el desarrollo de la IA.

Dos razones pueden existir para que las empresas en general, y en particular las relacionadas con la IA se encuentren financieramente restringidas. Podría deberse, en primer lugar, a que estas empresas fuesen de reciente creación y todavía no tuviesen acceso a las fuentes tradicionales de financiación. En la Comunitat Valenciana el 27,5% de las empresas IA absolutamente restringidas son empresas de menos de 5 años. Por lo tanto, un porcentaje importante de las empresas financieramente restringidas lo son porque son nuevas.

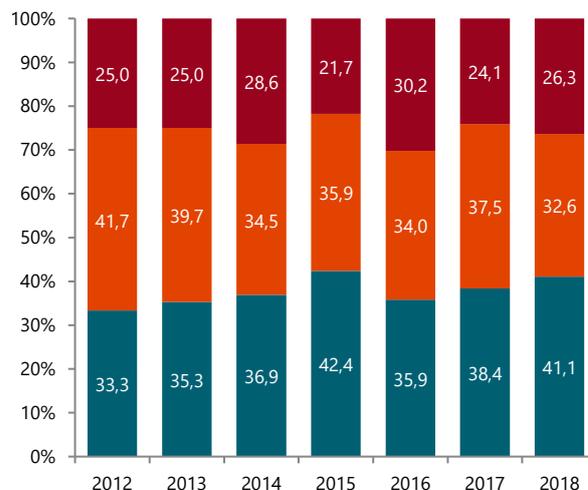
Adicionalmente, las empresas IA podrían estar restringidas en el acceso a la financiación por encontrarse en situación de fragilidad. Se ha comentado en los párrafos anteriores que en términos medios las empresas IA se encuentran con mejor salud financiera que el resto de las empresas. Sin embargo, esto no es óbice para que puedan existir empresas que tengan dificultades de liquidez o de solvencia. En el **cuadro 5.3** se muestra también la proporción de empresas que se encuentran en riesgo de

Gráfico 5.19. Distribución de las empresas IA según el grado de restricción financiera. España y Comunitat Valenciana. 2012-2018 (porcentaje)

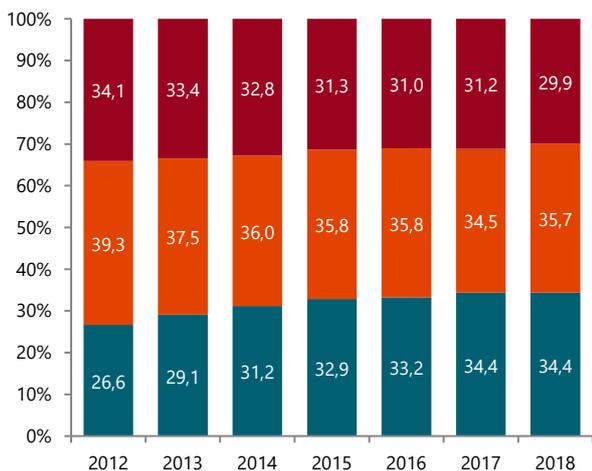
a) Empresas IA España



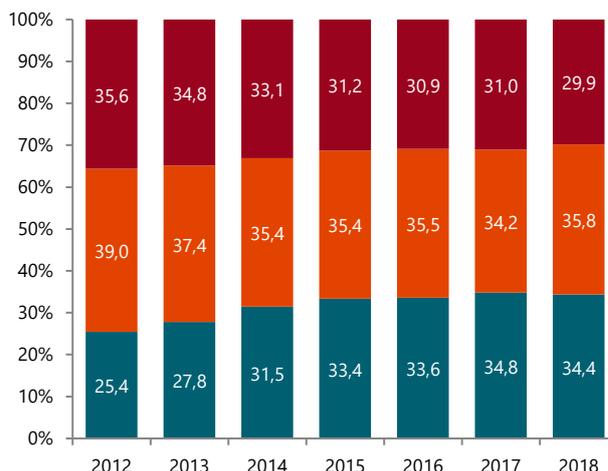
b) Empresas IA Comunitat Valenciana



c) Total empresas España



d) Total empresas Comunitat Valenciana



■ No restringidas ■ Parcialmente restringidas ■ Absolutamente restringidas

Nota: Grado de restricción financiera basado en el indicador propuesto por Pal y Ferrando (2010) y Ferrando y Ruggieri (2015).

Fuente: SABI (Bureau Van Dijk) y elaboración propia.

liquidez y de solvencia. Esta información es valiosa pues, aunque la base de datos utilizada para medir la implantación de la IA solo llega hasta 2018, sabemos que la crisis del COVID-19 ha cambiado drásticamente las condiciones a las que se enfrentan las empresas. La información relativa a las empresas en riesgo en 2018 permite tener una idea de la proporción del tejido empresarial IA que puede verse comprometido por la actual crisis. Se considera que una empresa está en riesgo de liquidez si la ratio de activos corrientes sobre pasivos corrientes es menor que uno, esto es, los pasi-

vos exigibles a corto plazo son mayores que los activos líquidos disponibles a corto plazo. Por otro lado, se considera que una empresa tiene dificultades de solvencia cuando tiene una deuda excesiva o cuando no genera beneficios suficientes con su actividad ordinaria para hacer frente a los compromisos financieros. En concreto, se define que una empresa es vulnerable cuando: a) está sobreendeudada, y b) la ratio de cobertura de intereses es inferior a 1 o su rentabilidad (EBIT + ingresos por intereses) es negativa. Los datos del **cuadro 5.3** muestran que, antes de la crisis del COVID-19,

un 24% de las empresas valencianas relacionadas con la IA se encontraban en riesgo de liquidez, 5 pp. más que las empresas IA españolas, y un 15% en riesgo de insolvencia por ser financieramente vulnerables, similar al de los otros grupos de empresas con los que se compara, tanto de la IA, como del resto de los sectores. En el promedio del periodo el 34,7% de las empresas en riesgo de liquidez tienen menos de cinco años, y el 26,1% de las empresas en riesgo de solvencia son también menores de cinco años.

En el extremo opuesto a las empresas en dificultad se encuentran las empresas de rápido crecimiento. Se ha constatado en diferentes estudios que las empresas de rápido crecimiento son las que mayor capacidad de creación de empleo tienen en la economía, y las que con mayor facilidad introducen las innovaciones y el cambio tecnológico. La OCDE define una empresa de rápido crecimiento como aquella de diez o más trabajadores y con al menos tres años de vida que es capaz de crecer un 20% medio anual durante tres años. La frecuencia de empresas IA de rápido crecimiento es muy superior que en el resto de la economía. En la Comunitat Valenciana, el 16,1% de las empresas IA de 10 o más trabajadores son de rápido crecimiento (el 11,0% del total de empresas IA), mientras en el conjunto de empresas valencianas el porcentaje es del 6,5% (5,9%). La presencia de empresas de rápido crecimiento en la Comunitat es, en general, superior que en el conjunto de España, particularmente en el contexto de la IA. De nuevo, se constata el mayor dinamismo de la IA en la Comunitat Valenciana, tanto por la mayor proporción de empresas jóvenes, como por la mayor frecuencia del fenómeno de rápido crecimiento.

En resumen, los resultados de esta sección indican que el ecosistema de las empresas IA valencianas representa el 10,6% y el 6,4% del número de empresas y del empleo de la Comunitat Valenciana, respectivamente. Las empresas IA representan el 0,24% del total de empresas en la Comunitat Valenciana y el

0,26% del empleo. Las empresas IA están concentradas en el sector de la *Programación, consultoría, otras actividades relacionadas con la informática y servicios de información*, en las *Actividades profesionales, científicas y técnicas; actividades administrativas y servicios auxiliares* y en la *Construcción*. Apenas se observan empresas IA valencianas en sectores en los que puede considerarse que tienen potencial para el desarrollo de la IA, como el sanitario o educativo. Además, en la Comunitat Valenciana hay mayor peso de las empresas de menor dimensión, jóvenes y de las *start-ups*. La salud económico-financiera de la empresa IA valenciana es mejor que las que no son IA, e incluso que las IA españolas. Sin embargo, no se observa que esto se traduzca en una mayor facilidad para el acceso a la financiación, pues los porcentajes de empresas financieramente restringidas son similares. En 2018, antes del comienzo de la crisis del COVID-19, existe un porcentaje de empresas IA que ya se situaban en riesgo de liquidez o de solvencia, por lo que pueden estar pasándolo mal en la coyuntura actual. Del mismo modo, existe un conjunto de empresas con gran potencial de crecimiento. Teniendo todo esto presente, sería necesario que se continuasen con las políticas que incentivasen el nacimiento de nuevas *start-ups* en IA en general, pero también en sectores en los que no hay mucha implantación y son estratégicos para el futuro, como el sanitario o el educativo. Además, el crecimiento de la base de empresas ya existentes es también fundamental, por lo que se han de detectar las barreras a su crecimiento. Se ha de incentivar la atracción de nuevas empresas de mayor dimensión a los *hubs* valencianos creados para potenciar la IA, pues las grandes empresas se concentran fundamentalmente en Madrid y Barcelona. El acceso a la financiación es un elemento que también requiere atención, pues un porcentaje importante de las empresas IA están sometidas a algún tipo de restricción financiera.

6. SITUACIÓN ACTUAL, BARRERAS Y MEDIDAS PARA SU IMPULSO. ANÁLISIS DE EXPERTOS

Esta sección cambia la perspectiva adoptada hasta ahora en el informe y, en lugar de utilizar información estadística para valorar el estado de la IA en la Comunitat Valenciana, se utiliza un enfoque distinto, más prospectivo. El objetivo es, por un lado, valorar el avance de la IA en la Comunitat Valenciana, pero desde la óptica de un grupo de expertos, aprovechando su conocimiento y experiencia. Pero, además, se busca identificar barreras y frenos potencialmente importantes, así como medidas que puedan facilitar el despliegue o la aceleración de estas tecnologías. Para ello se ha preparado un cuestionario en el que se identifican estas cuestiones. El cuestionario está organizado en cuatro bloques. El primero se refiere a preguntas genéricas sobre la implantación de la IA en la Comunitat Valenciana. El segundo se centra en la transferencia de la investigación, la innovación y los desarrollos en IA del sector científico-tecnológico a las empresas. A continuación, el cuestionario incluye un bloque dedicado a las medidas para impulsar la IA en el sector empresarial. Por último, se plantean algunas cuestiones sobre la importancia de los datos. En el apéndice 3 se reproduce el cuestionario enviado a los expertos.

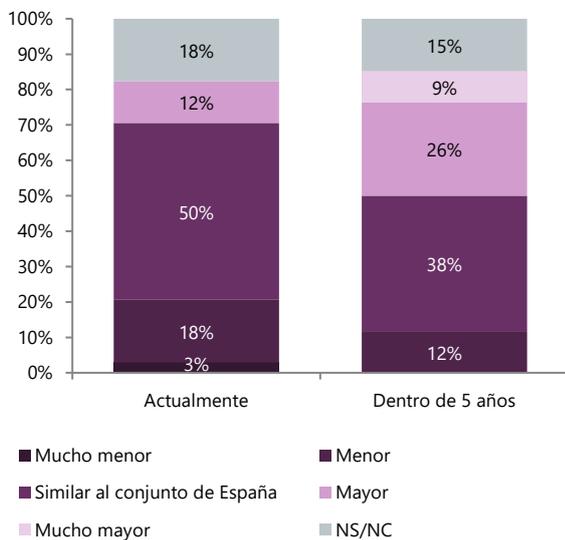
El cuestionario se envió a representantes del ecosistema valenciano de la IA. La selección de expertos incluía gestores de política rela-

cionados con la innovación y el apoyo a las nuevas tecnologías, asociaciones empresariales y tecnológicas, centros e institutos de investigación incluyendo grupos de investigación de las universidades valencianas relacionados con la IA, así como un subconjunto de empresas de la Comunitat Valenciana detectadas en la sección anterior. En total, el cuestionario se envió a 187 personas. Se recibieron 35 respuestas, lo que supone una tasa de respuesta del 19%. La encuesta se realizó entre el 10 y el 19 de noviembre de 2020. Se puso a disposición de los expertos consultados la definición de dominios de IA descrita en la sección 2 de este informe, e información relativa a la estructura productiva de la Comunitat Valenciana que podía ser útil para la respuesta de alguna pregunta.

Percepción de los expertos sobre la implantación de la IA en la Comunitat Valenciana

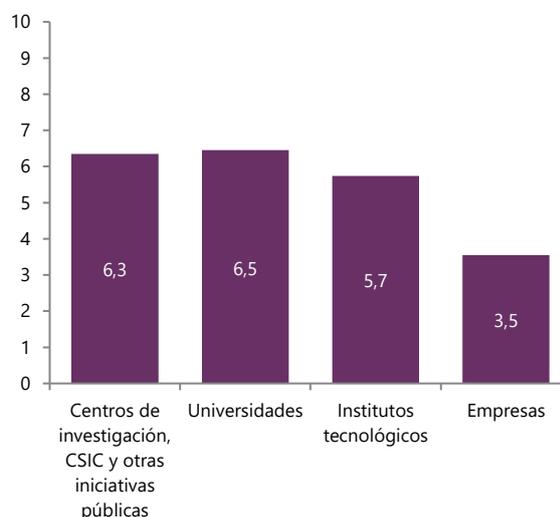
El 50% de los expertos que contestaron la encuesta opinaban que el desarrollo actual de la IA en la Comunitat Valenciana era similar al del conjunto de España (**gráfico 6.1**), aunque un 21% de ellos señaló que la situación era peor y solo un 12% la veía más positiva que en España. Más positiva es la percepción que los expertos tienen sobre el potencial de la IA en la Comunitat Valenciana con respecto a España.

Gráfico 6.1. Porcentaje de expertos según su opinión en relación al grado de implantación de la IA en la Comunitat Valenciana con respecto a España (porcentaje)



Fuente: elaboración propia.

Gráfico 6.2. Implantación de la IA en la Comunitat Valenciana según el tipo de institución que la implementa (media de puntuaciones de los expertos en una escala 0 (implantación muy baja) - 10 (gran implantación))



Nota: Universidades incluye grupos de investigación e institutos universitarios.

Fuente: elaboración propia.

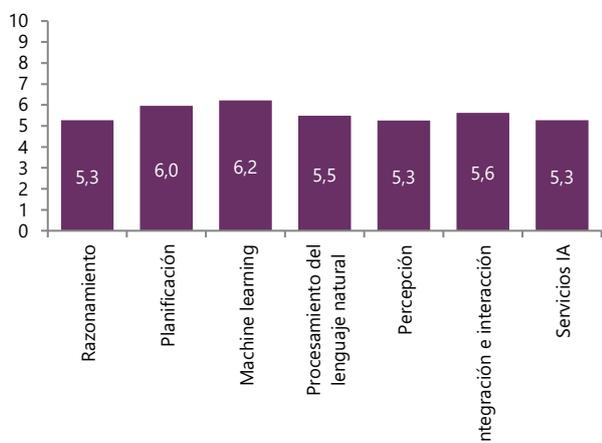
Las universidades valencianas (incluyendo sus grupos de investigación e institutos universitarios) y los centros de investigación (el CSIC y otras iniciativas públicas como el Centro ELLIS de Alicante, TECH4CV, etc.) son las instituciones donde mayor implantación se da en la IA (**gráfico 6.2**). En una escala de 0 a 10, las Universidades recibieron una nota promedio de 6,5 en cuanto a la implantación de la IA, mientras que los centros de investigación de 6,3. Los institutos tecnológicos recibieron una nota inferior, 5,7. En el caso de las empresas, el grado de implantación es mucho menor, con una valoración media de 3,5 sobre 10, de acuerdo con la opinión de los expertos. Este hecho está en consonancia con la información mostrada en la sección 4, en la que se mostraba que, en Europa en general, la IA se daba más en el entorno de centros de investigación y mucho menos en las empresas, en comparación con otras áreas geográficas.

En opinión de los expertos, las empresas son las que puntúan más bajo en todos los domi-

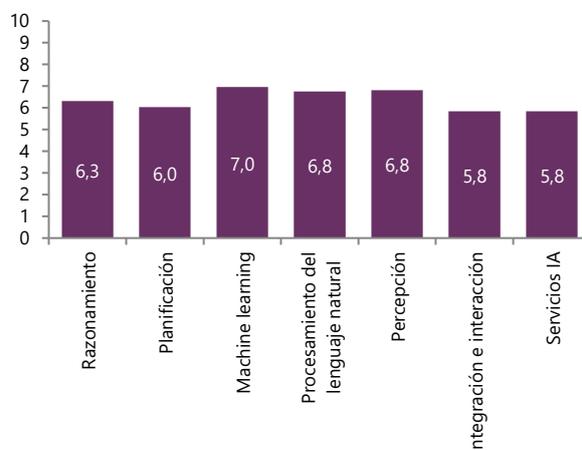
nios de la IA, y con escasas diferencias entre ellos (**gráfico 6.3**). La percepción de la implantación por parte de los expertos oscila entre el valor de 3,2 en una escala de 0 a 10 de los procedimientos de Razonamiento (razonamiento automatizado, automático o del sentido común), y los 3,9 del *Machine learning*. Esta última categoría es la que destaca también sobre el resto en los centros de investigación, universidades e institutos tecnológicos, aunque en las universidades con un valor más elevado. En el resto de los dominios de la IA, tan solo destaca el procesamiento del lenguaje natural y la percepción (visión computarizada y procesamiento de audio) en las universidades. El resto de las categorías (planificación, integración e interacción) se sitúan igualados entre sí, pero en torno a la puntuación intermedia de 5 puntos. Por tanto, por dominios sólo destaca el *Machine learning*, y en lo negativo la posición rezagada de las empresas respecto al resto de instituciones.

Gráfico 6.3. Implantación de la IA en la Comunitat Valenciana según el dominio por tipos de agentes (media de las puntuaciones de los expertos en una escala 0 (nada desarrollado) - 10 (altamente desarrollado))

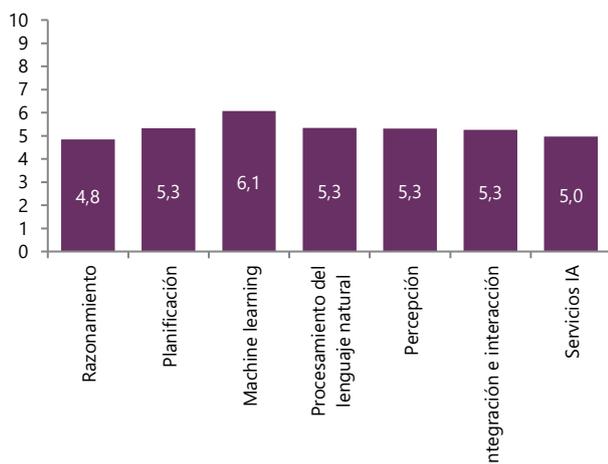
a) Centros de investigación, CSIC y otras iniciativas públicas



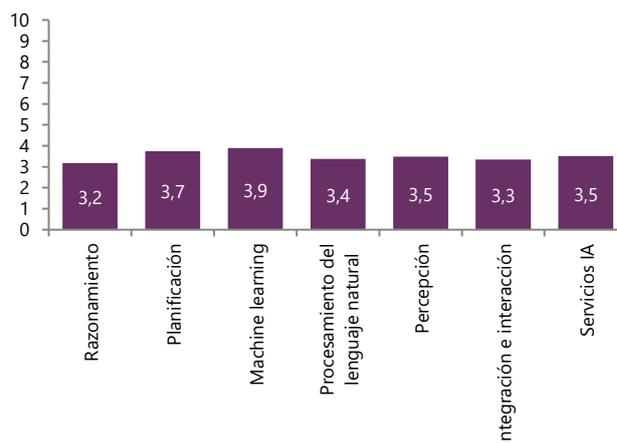
b) Universidades



c) Institutos tecnológicos



d) Empresas



Fuente: elaboración propia.

Transferencia

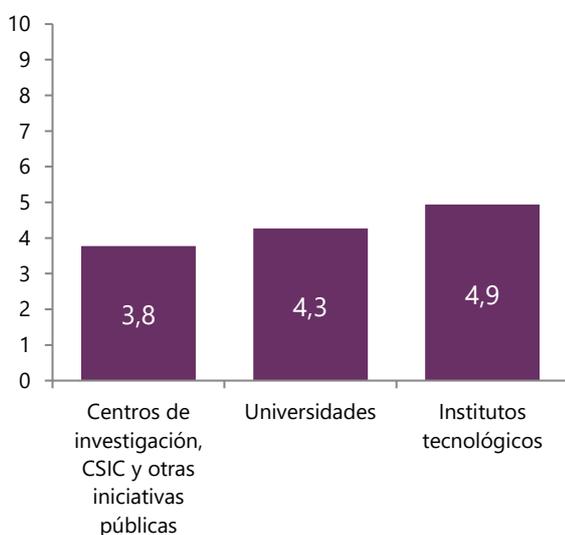
La transferencia, en sentido amplio, son todos aquellos mecanismos que permiten convertir el conocimiento en beneficios para la sociedad. En el caso que nos ocupa, la transferencia hace referencia a la capacidad de las organizaciones de investigación de difundir sus resultados de investigación y conocimiento acumulado, transformándolos en nuevos productos y servicios que puedan ser trasladados a otras empresas, o directamente a los mercados. La transferencia suele materializarse en diferentes procedimientos: la investigación realizada por los centros públicos de investigación, pero

financiada directamente por las empresas mediante contratos o acuerdos de colaboración; la concesión de licencias de explotación; o la creación de *spin-offs*.

La opinión de los expertos indicaba que la implantación de la IA en las empresas es reducida. Por tanto, cabe preguntarse por la eficiencia del sistema de transferencia de la investigación en las universidades, en los centros de investigación y en los institutos tecnológicos. De acuerdo con los expertos, en el sistema de transferencia valenciano existen deficiencias a la hora de canalizar el conocimiento hacia el sector empresarial. La percepción que se tiene es que en los centros de in-

vestigación (incluyendo el CSIC y otras iniciativas públicas) y en las universidades, la transferencia es baja, pues la puntuación que se otorga a esta en una escala 0-10 se sitúa en 3,8 y 4,3, respectivamente. Las instituciones tecnológicas casi logran el aprobado, con un 4,9 (**gráfico 6.4**).

Gráfico 6.4. Grado de transferencia de la IA a las empresas según el tipo de institución que la transfiere (media de las puntuaciones de los expertos en una escala 0 (no hay transferencia) - 10 (hay mucha transferencia))



Fuente: elaboración propia.

Dado este resultado, es interesante conocer por qué los expertos consideran que la transferencia es insuficiente. En el **gráfico 6.5** se muestra la media de las puntuaciones que otorgaron a quince barreras por las que se les preguntó en el cuestionario, ordenadas de mayor a menor importancia según el juicio de los expertos. Los expertos coinciden en otorgar mayor importancia a dos aspectos que señalan la importancia de la coordinación y comunicación entre las empresas y el mundo de la investigación: la falta de sincronía entre el ritmo de la investigación y el desarrollo de la aplicación empresarial, y la desconexión entre la investigación y las necesidades empresariales. Por lo tanto, desde esta perspectiva se necesitan establecer y fortalecer los vínculos entre el sector empresarial y las universidades, centros de investigación y centros

tecnológicos. Si se quiere potenciar la transferencia, la investigación debe tener presente las necesidades del tejido empresarial que les rodea, y las empresas conocer las oportunidades que les brinda el mundo de la investigación.

También se apunta que la falta de cultura de la transferencia por parte de las unidades de investigación es un freno para la transferencia. Las universidades y los centros de investigación deberían incluir entre sus esquemas de incentivos, no necesariamente retributivos sino también para las carreras profesionales, entre otros aspectos, la transferencia como un mérito. Por ejemplo, en la universidad, el sistema de acreditación para promocionar en las figuras laborales prima casi exclusivamente las publicaciones científicas y la docencia. La transferencia se considera un mérito complementario a estos dos. Sin los incentivos adecuados para la transferencia, los investigadores no se volcarán en transferir sus resultados al entorno empresarial.

Existen otras barreras que ocupan una posición intermedia, pero con una nota elevada por parte de los expertos. Entre estas barreras destacan la falta de incentivos fiscales que faciliten la inversión en estas tecnologías, la falta de continuidad de los investigadores en los proyectos una vez transferidos, la no cooperación y/o comunicación entre empresas e investigadores, o los procedimientos administrativos excesivos. Como se ha comentado anteriormente, la IA posibilita las mejoras en la productividad gracias a las mejoras en procesos y productos. Su capacidad disruptiva depende de la capacidad de adaptar la estructura de la empresa a las posibilidades que ofrece. En este sentido, los expertos señalan que no siempre las empresas tienen unas estructuras que les permiten adaptarse a los cambios que la IA requiere.

Gráfico 6.5. Barreras que impiden la transferencia de la IA hacia el sector empresarial en la Comunitat Valenciana (media de las puntuaciones de los expertos en una escala 0 (nada importante) - 10 (muy importante))



Fuente: elaboración propia.

Destaca que, aunque las barreras sobre las que se preguntó reciben puntuaciones elevadas, todas menos una por encima de los seis puntos sobre diez, en la parte baja de las puntuaciones figuran lo sofisticado de la tecnología de la IA, los aspectos administrativos, la confidencialidad de los datos, la participación de los investigadores en los beneficios de la investigación o la cobertura legal de la cesión de los derechos de los resultados de la actividad de investigación.

Los expertos señalaron barreras adicionales a las propuestas en el cuestionario que versan sobre tres aspectos: la escasez de personal de investigación, las deficiencias de los procesos de transferencia y el marco jurídico, y el papel de las empresas en el proceso de transferencia. En cuanto al personal de investigación, se co-

mentó que era necesario más personal de investigación, principalmente en formación, en las áreas de IA. En segundo lugar, se consideran que las oficinas de transferencia de la investigación deberían ser puertas de enlace entre las empresas y las universidades y centros de investigación, y no meramente una oficina de trámites administrativos. En muchos casos, particularmente las pequeñas y nuevas, las empresas no tienen ni los recursos, ni el conocimiento para dirigir la transferencia. En palabras de un experto, *es necesario que las OTRI empaticen más con las compañías*. También se insiste en que son necesarios más incentivos para que los investigadores transfieran, y que hace falta mejorar el marco jurídico relativo a la propiedad intelectual, pero también a los derechos de explotación de las innovaciones.

Gráfico 6.6. Valoración de los expertos sobre posibles medidas para mejorar la transferencia de la investigación en IA hacia el sector empresarial en la Comunitat Valenciana (media de las puntuaciones de los expertos en una escala 0 (nada importante) - 10 (muy importante))



Fuente: elaboración propia.

Los expertos también mencionan que en muchas ocasiones las empresas no están preparadas para trabajar con proyectos de IA realizados por los centros de investigación, al carecer de personal con los conocimientos y habilidades necesarios para recibirlos. Entre estos conocimientos se encuentran aquellos relativos a los nuevos modelos de negocio que la IA posibilitan. Es necesario, por tanto, mejorar las competencias digitales y la cultura de investigación de las empresas.

En relación con las medidas potenciales para mejorar la transferencia de la innovación en IA con las empresas los expertos asignan puntuaciones superiores a ocho puntos a cuatro medidas que van en la línea de facilitar el marco en el que se desenvuelve la transferencia (**gráfico 6.6**). La medida que recibe mayor puntuación es precisamente el estableci-

miento de un marco normativo flexible para los acuerdos de colaboración entre los centros de investigación y las empresas. Se deberían incentivar las estructuras de diálogo entre los agentes relacionados con la IA y facilitar la creación de *hubs* de IA donde interactúen empresas e institutos relacionados con la IA.

El papel de las unidades de transferencia en las universidades y centros de investigación también está entre las cuatro medidas más valoradas por los expertos. En primer lugar, se debería facilitar y apoyar la creación de *spin-offs* (apoyo de asesoría legal, financiero, marco de colaboración entre el centro de investigación/Universidad y el *spin-off*, etc.). Esta medida se debería conjugar con el mayor papel que deberían asumir las unidades de transferencia. Deberían tener un rol más activo, no siendo fundamentalmente un departamento

administrativo donde se realiza el trabajo burocrático de la transferencia. Deberían asesorar en todo tipo de aspectos (legales, financieros, sobre la protección a los derechos de propiedad, etc.) a los investigadores. Incluso llevando este papel más allá, podrían ser incluso el brazo comercial de la investigación de sus respectivas instituciones.

En cuanto al resto de medidas, dos de ellas están relacionadas con aspectos mencionados en el párrafo anterior relativo a las unidades de transferencia: apoyo a los investigadores en el proceso de transferencia y protección de la innovación (desde la evaluación de la necesidad de protección, ayuda en el proceso de solicitud, y el seguimiento de la patente a lo largo de la vida de esta).

Algunos expertos también sugirieron medidas adicionales en torno a tres ejes. En primer lugar, se hicieron propuestas sobre modalidades adicionales de transferencia. Una de las propuestas sugería aplicar la *Interim Innovation*, donde el proyecto de IA se lleva a cabo por investigadores capacitados *cedidos* a las empresas, de forma que la investigación se genera ya directamente en la empresa, es decir, ya nace transferida y perfectamente adaptada a las necesidades de los clientes. Eso sí, esta modalidad de transferencia requiere que se definan muy bien el marco contractual de la cesión, y los acuerdos y licencias de la propiedad de la innovación y de los rendimientos de esta.

Una modalidad adicional para facilitar la transferencia se basa en programas de prácticas subvencionadas por la administración de alumnos en titulaciones tecnológicas. La necesidad de la subvención se basa en la consideración de que los alumnos de programas de IA suelen encontrar trabajos bien remunerados y no tienen incentivos en colaborar con empresas que están desarrollando sus primeros casos de negocio con la IA, o que simplemente están explorando las posibilidades y utilidad de esta tecnología.

Los expertos también señalan la importancia de la formación, pero fundamentalmente para las que las empresas puedan conocer las ventajas de la IA y en tecnologías habilitadoras de la IA a los jóvenes recién egresados.

Por último, los expertos proponen tareas que atañen tanto a los investigadores como a los empresarios. Los primeros deberían mejorar su conocimiento de la realidad empresarial y sacarlos de sus áreas de trabajo habituales. De hecho, lo que se plantea es que la financiación que reciben de proyectos debería ir alineada con la transferencia porque, de no ser así, mientras que tengan financiación para continuar con su trabajo no harán una verdadera transferencia. La transferencia debería ser un fin en sí mismo para los investigadores. Se sugiere también que debería mejorar la formación en economía digital y en IA de los empresarios, los emprendedores y los propietarios de las empresas. Debería mejorar el conocimiento del potencial disruptivo de estas tecnologías en sus propios negocios. Esta cuestión vuelve a aparecer en la siguiente subsección.

Medidas para el impulso de la IA en el sector empresarial

El tercer bloque de preguntas de la encuesta se dedica a la implantación de la IA en el tejido empresarial. La estructura de las preguntas es similar al punto anterior destinado a la transferencia, analizándose las barreras o impedimentos para su implantación, y posteriormente las medidas que pueden ayudar a acelerarla.

Como se ha comentado en distintos puntos del informe, la IA es una tecnología de uso general que puede afectar transversalmente a todos los sectores de actividad, cambiando procesos, productos e incluso la estructura organizativa de las empresas. Por ello, es interesante plantear qué sectores de actividad deberían ser el objeto de mayor apoyo, por ser los que más potencial de desarrollo tengan en la Comunitat Valenciana dado el avance observado hasta ahora, por la capacidad de disruptiva de la IA

en cada sector, y por la importancia que tienen estos sectores en la economía valenciana. El **cuadro 6.1** muestra los sectores que, a juicio de los expertos, deberían ser prioritarios para el desarrollo de la IA. Junto a cada sector se muestra el porcentaje de expertos que han citado dicho sector. El sector de la administración pública, educación y sanidad es, con diferencia, el más citado por los expertos (16,7% de ellos lo citan como prioritario), seguido de las actividades profesionales, científicas y técnicas (11,8%) y la energía (9,8%). Otros sectores también citados son los del transporte y almacenamiento; la información y comunicaciones; el comercio; la industria química; la fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos; y la hostelería, todos ellos con porcentajes entre el 7,8% y el 3,9%.

Cuadro 6.1. Listado de sectores prioritarios para la implementación de la IA en la Comunitat Valenciana en los próximos 5 años de acuerdo con la opinión de los expertos

CNAE-09	Sector de actividad	%
O-Q	Administración pública, sanidad y educación	16,7
M	Actividades profesionales, científicas y técnicas	11,8
B-D-E	Energía	9,8
H	Transporte y almacenamiento	7,8
J	Información y comunicaciones	6,9
G	Comercio	5,9
C20	Industria química	4,9
C26	Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos	4,9
I	Hostelería	3,9
	Resto de sectores	27,5

Fuente: elaboración propia.

Dos cuestiones son interesantes con relación a los sectores citados por los expertos. En la categoría de resto de sectores se han agrupado aquellos que son citados pero que no llegan a un umbral suficiente de respuestas. Lo llamativo es que esta categoría agrupa sectores distintos que conjuntamente representan el 27,5% de las citas de sectores por los expertos. Es decir, la visión que se desprende es que los efectos pueden ser, efectivamente, muy transversales por sectores, pues son muchos los sectores en los que la IA puede tener efectos importantes. Segundo, los sectores señalados como prioritarios por los expertos coinciden o bien con los que en España ya se detectaban

que ya se estaba implantando la IA, como las actividades profesionales, científicas y técnicas, o los que en algún informe de alguna consultora a nivel internacional (PWC, 2018) se señalaba como de los de mayor proyección futura a nivel mundial.

El **gráfico 6.7** muestra la valoración de los expertos a distintas dificultades con las que se encuentran las empresas para la aplicación de la IA en un horizonte de 5 años. La IA incluye tecnologías innovadoras y disruptivas, que se basan en el desarrollo de algoritmos. A priori, el aprovechamiento de la IA requiere tres condiciones para que puedan ser aprovechados en el seno de una empresa. En primer lugar, que exista una voluntad decidida por parte de la dirección de la empresa para que, efectivamente, estas tecnologías tengan el efecto disruptivo esperado. En segundo lugar, disponer de los recursos humanos con la formación necesaria para su aplicación, y en tercer lugar que se dispongan de los datos para el aprendizaje de los algoritmos. Precisamente estas son las tres barreras que los expertos sitúan a la cabeza de los impedimentos para la adopción de la IA: atracción, adquisición y desarrollo del talento de IA correcto dentro de la empresa, la falta de liderazgo a las acciones de IA por parte de la dirección de la empresa, y las limitaciones en la disponibilidad de datos.

Un segundo escalón de barreras que también preocupan a los expertos son las relativas a los aspectos de ciberseguridad, a las resistencias culturales y las derivadas de la responsabilidad por los resultados de estas tecnologías, tanto por la utilización de datos sin consentimiento como por la responsabilidad por las decisiones tomadas autónomamente por la IA. También son consideradas barreras derivadas de la falta de infraestructuras para aplicar la IA, o los aspectos regulatorios.

Gráfico 6.7. Factores que pueden dificultar la implementación de la IA en el sector empresarial de la Comunitat Valenciana en los próximos 5 años (media de las puntuaciones de los expertos en una escala 0 (no es un problema en absoluto) - 10 (es un gran problema))



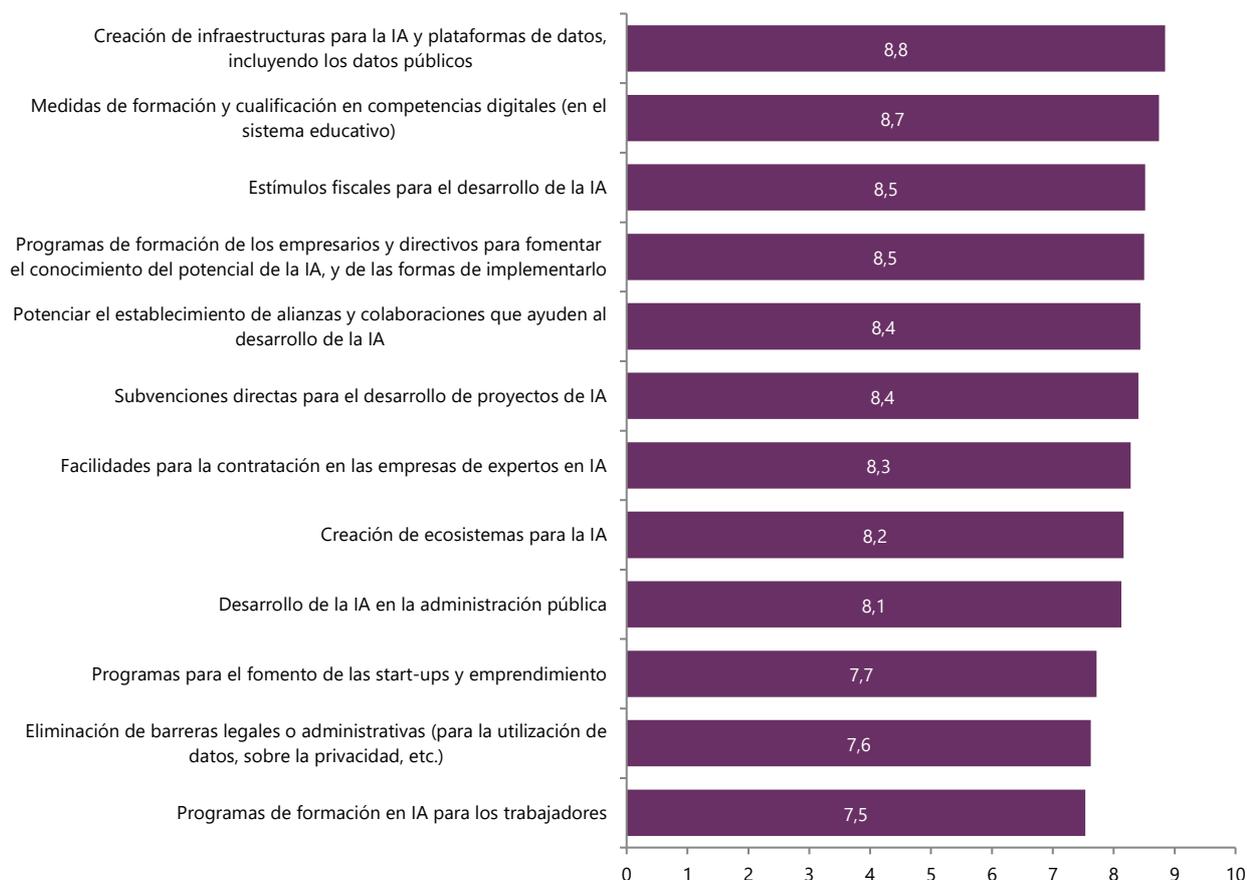
Fuente: elaboración propia.

Dadas estas barreras, se pregunta a los expertos por una serie de medidas para impulsar la adopción de la IA por las empresas en un horizonte de 5 años (**gráfico 6.8**). En general, todas las medidas propuestas son valoradas con puntuaciones elevadas, por encima del 7,5 en una escala sobre 10 puntos. Además de los estímulos fiscales y subvenciones para las inversiones en IA, los expertos destacan tres aspectos relacionados precisamente con tres de las barreras comentadas anteriormente. En concreto, la primera medida es la creación de infraestructuras para la aplicación de la IA, incluyendo plataformas de datos que engloben también datos públicos. En segundo lugar, se citan las mejoras de las competencias digitales en el sistema educativo y la formación a empresarios para concienciarlos de las posibilidades y las formas de implementar estas tecnologías. La aplicación de la inteligencia artifi-

cial requiere, por un lado, tener las competencias y conocimiento para poder aplicarlas, pero es fundamental que exista una voluntad firme por parte de la dirección. Sin este convencimiento por parte de la dirección, probablemente la IA no se llegará a aplicar, o si se aplica no se aprovechará todo su potencial disruptivo.

También se proponen el establecimiento de alianzas y colaboraciones, las cuales suelen ser particularmente útiles en los primeros estadios de aplicación de la IA cuando las empresas están aprendiendo, y la creación de ecosistemas para el desarrollo de la IA. Se reclama también el apoyo de las administraciones para la contratación en las empresas de personal experto en IA, y programas para el fomento de *start-ups* y el emprendimiento.

Gráfico 6.8. Medidas para impulsar la IA en el sector empresarial de la Comunitat Valenciana en los próximos 5 años (media de las puntuaciones de los expertos en una escala 0 (nada importante) - 10 (muy importante))



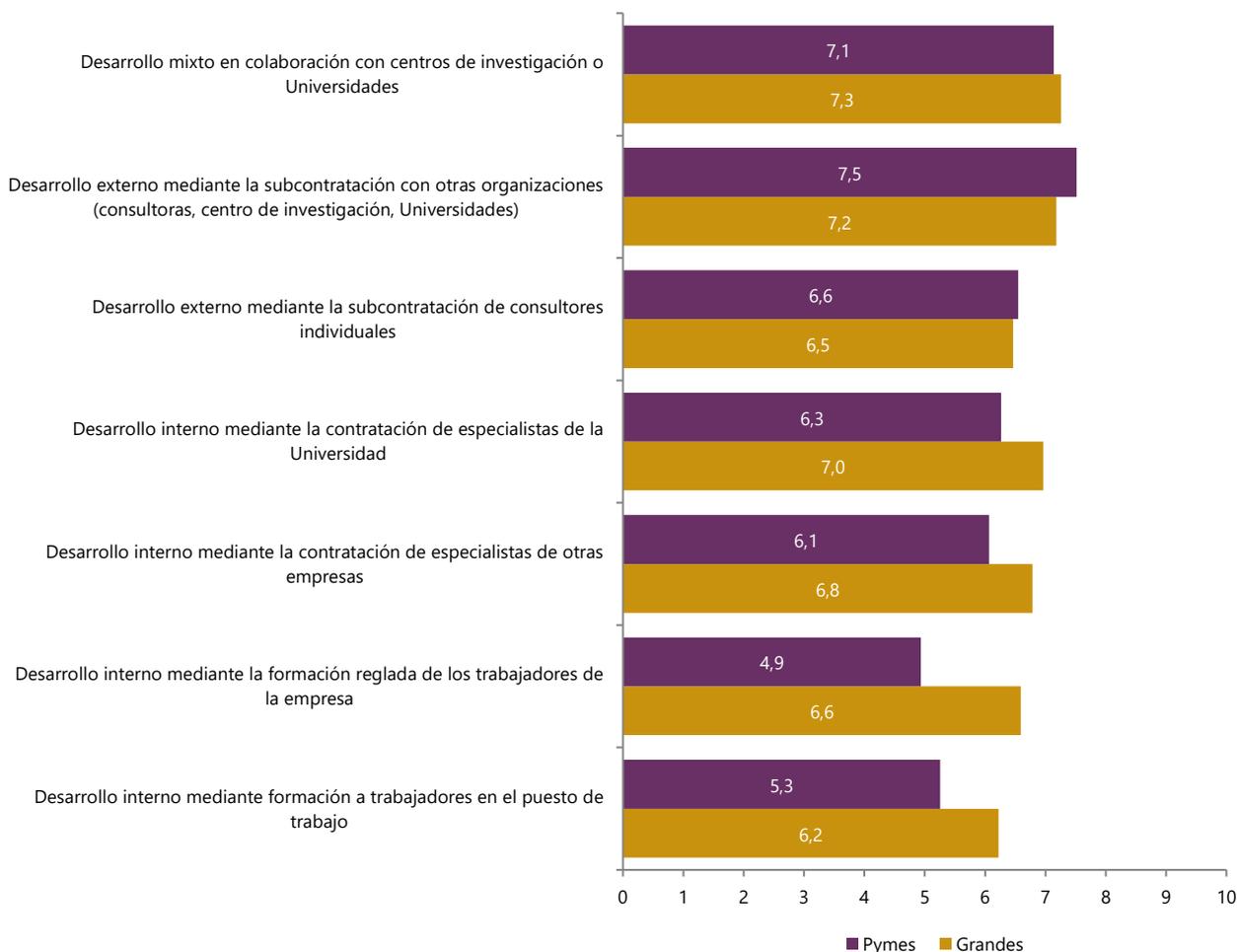
Fuente: elaboración propia.

Los expertos también sugirieron algunas medidas adicionales como la formación específica en las universidades, tanto al personal docente como a estudiantes, del potencial de la IA, y de las herramientas a utilizar. También se propone mejorar la información y el acceso a fuentes de financiación para este tipo de proyectos, así como un mejor conocimiento del marco regulatorio.

Entre las medidas valoradas por los expertos puntúan más las relacionadas con la colaboración entre empresas o la contratación de empleados con los conocimientos en IA, por encima de la formación interna de los trabajadores. En el cuestionario se profundiza más en este aspecto (**gráfico 6.9**). En principio, una empresa que planeé la realización de un proyecto relacionado con la IA *ex novo* se puede

plantear la disyuntiva de desarrollarlo internamente o externalizarlo. Si se realiza internamente y no se disponen de los recursos humanos necesarios, se puede optar por formar a sus empleados en el puesto de trabajo, ofrecerles formación reglada, o contratar especialistas en la IA, bien de otras empresas o de la Universidad. La segunda alternativa, la externalización, también ofrece distintas posibilidades. Por un lado, se puede contratar consultores individuales que desarrollen proyectos, se puede subcontratar a otras organizaciones o empresas, o, por último, se puede realizar un proyecto mixto de colaboración con una empresa o centro de investigación. La opción de internalizar la actividad depende de la disponibilidad de los recursos y el conocimiento interno para llevarla a cabo, siendo más exigente en este sentido que la externalización,

Gráfico 6.9. Estrategias para la implantación de la IA según el tamaño de la empresa en la Comunitat Valenciana (media de las puntuaciones de los expertos en una escala 0 (nada adecuada) - 10 (totalmente adecuada))



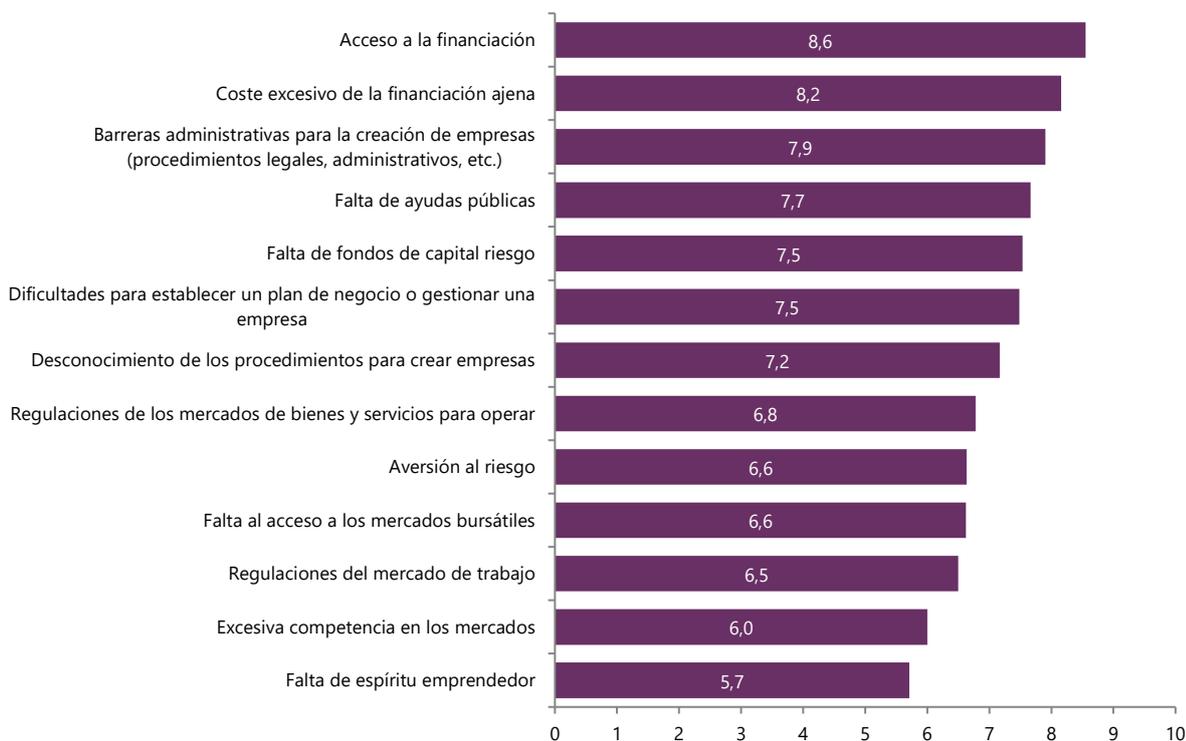
Fuente: elaboración propia.

pero aumenta, en cambio, el conocimiento interno o *know-how*. La externalización permite ahorrar costes y desarrollar estas tecnologías sin necesidad de tener todos los recursos y conocimientos necesarios para su aplicación internamente. Eso sí, la apropiabilidad del conocimiento y el aprendizaje de su aplicación es más reducido. Existe una última alternativa que es el desarrollo mixto en colaboración, generalmente con universidades y centros de investigación, que combina los beneficios y costes de la internacionalización/externalización.

La opinión de los expertos indica que las estrategias ganadoras son las del desarrollo mixto en colaboración, o la externalización a con-

sultoras, centros de investigación o universidades, independientemente de que la empresa sea una pyme o una gran empresa (salvo en la externalización a consultores individuales en el caso de las grandes empresas, que no es especialmente bien valorada). En sentido contrario, las estrategias internas son las menos preferidas por los expertos, especialmente en el caso de las que se basen en la formación en el puesto de trabajo. Una cuestión adicional es que, en general, las puntuaciones a todas las alternativas en el caso de las grandes empresas son superiores a las recibidas por las pymes, lo que indica que implícitamente los expertos opinan que el tamaño es una característica importante para el desarrollo de la IA.

Gráfico 6.10. Barreras que dificultan la creación de *start-ups* relacionadas con la IA en la Comunitat Valenciana (media de las puntuaciones de los expertos en una escala 0 (nada importante) - 10 (muy importante))



Fuente: elaboración propia.

En las nuevas tecnologías en general, y en especial en la IA, es particularmente relevante el papel de las nuevas empresas. Las *start-ups* nacen como plasmación de una nueva idea de negocio, generalmente innovadora, con estructuras empresariales más flexibles y con mayor potencial de crecimiento. Es cierto también que muchas de ellas no sobreviven o no logran escalar, pero en su desarrollo está el germen del dinamismo empresarial. En el **gráfico 6.10** se muestra la opinión de los expertos en cuanto a las barreras existentes en la Comunitat Valenciana para la creación de *start-ups*. La financiación es la más relevante de todas, pues tres dimensiones de relacionadas con ésta están entre las barreras con puntuaciones más elevadas a juicio de los expertos: acceso a la financiación (barrera a la que otorgan una puntuación más alta), su coste (segunda) y la falta de fondos de capital riesgo (quinta). A las condiciones de financiación

habría que añadir la falta de ayudas públicas (cuarta). El procedimiento y los trámites para la creación de empresas es otra de las características que también puntúan alto en las consideraciones de los expertos (tercera), tanto por las barreras administrativas, por las dificultades de los emprendedores para elaborar un plan de negocio, como por el desconocimiento de los procedimientos para crear una empresa. Resulta sorprendente que la falta de espíritu emprendedor es la última de las barreras a para la creación de *start-ups* según lo que aseveran los expertos.

De las barreras para la creación de *start-ups* se deriva claramente que la mejora en el acceso y condiciones a la financiación es la mejor estrategia para potenciar el emprendimiento en este tipo de nuevas empresas, particularmente en términos del capital riesgo, *business angels*, *crowdfunding finance*, aceleradoras, etc., puesto que la financiación tradicional,

Gráfico 6.11. Medidas para mejorar la calidad y accesibilidad de datos y facilitar el desarrollo de la IA en la Comunitat Valenciana en los próximos 5 años (media de las puntuaciones de los expertos en una escala 0 (medida con pequeño impacto) - 10 (medida con gran impacto))



Fuente: elaboración propia.

especialmente la bancaria, no suele ser la más adecuada para este tipo de empresas. En España, estos mercados son reducidos, por lo que sería importante potenciarlos y desarrollarlos. También sería importante reducir las trabas burocráticas y administrativas, y establecer mecanismos para ayudar a los emprendedores en sus primeras etapas, mediante programas de mentorías, incubadoras, etc. También es importante programas para incentivar la cultura emprendedora en general, y en particular en las disciplinas académicas más afines a las tecnologías de la IA.

Datos

El cuestionario incluye una pregunta adicional para valorar las posibles iniciativas para mejorar la calidad y la accesibilidad a los datos y facilitar de este modo el desarrollo de la IA al estar disponible un banco de entrenamiento

para los algoritmos (**gráfico 6.11**). El primer aspecto que llama la atención de las contestaciones a los ítems planteados en la encuesta son las elevadas puntuaciones otorgadas por los expertos y las pocas diferencias entre ellos. El ítem con menor puntuación recibe un 8,3 y el valor más elevado alcanza los nueve puntos. Esto es un indicio de la importancia que los expertos otorgan a la estrategia de datos. A tenor de las contestaciones de los expertos, la formación es fundamental para mejorar la calidad y accesibilidad de los datos. Las propuestas incluyen el fomento de los programas de postgrados especializados en datos, la formación tanto de especialistas dentro de las empresas como a los directivos, gestores o propietarios de las empresas para la sensibilización de la importancia de estos. También se considera relevante la adaptación de los itinerarios curriculares en los grados para aumen-

tar las destrezas en el manejo de datos. Las pymes deberían recibir formación para el desarrollo de estructuras de datos que permitan la implementación de la IA. Además de estas medidas, también reciben elevada puntuación la creación de infraestructuras de datos que contengan la información de las AA. PP. valencianas, la participación de instituciones públicas y privadas valencianas en los espacios europeos de datos previstos en la Estrategia Europea de Datos según se vayan creando, y subvenciones y/o incentivos fiscales para la creación y adaptación de las estructuras de datos por parte de las empresas.

Síntesis de las medidas de política económica

Esta sección utiliza una selección de expertos del ecosistema de la IA valenciano para analizar, en primer lugar, las barreras más significativas que pueden estar impidiendo el desarrollo de la IA, así como medidas para impulsarla en cuatro dimensiones: la transferencia al sector empresarial del conocimiento desarrollado en institutos, centros de investigación y universidades; el desarrollo de la IA empresarial; el fomento de las *start-ups* tecnológicas; y las medidas relacionadas con los datos. El **cuadro 6.1** sintetiza las principales barreras y medidas propuestas. Todas ellas ya han sido descritas en detalle en el resto de la sección 6, por lo que ahora simplemente se agrupan los principales rasgos de las propuestas más valoradas por los expertos.

En términos de la transferencia es fundamental la colaboración entre los centros de investigación y las empresas, siendo necesario estructuras colaborativas que permitan la interacción y el trabajo conjunto, así como un marco normativo flexible. Se proponen dos medidas adicionales de colaboración que parte de cesión temporal de investigadores a las empresas para realizar proyectos, o la integración de becarios pagados recién egresados en empresas. También se considera importante potenciar las unidades de transferencia de los centros de investigación para que tengan un rol más proactivo. El objetivo es que no sólo

sean meros gestores administrativos, sino que tengan un papel más relevante como asesores para aspectos de creación de *spin-offs*, de ayuda con los procesos de protección de la innovación y con la concesión de licencias. Por último, hay que conseguir que la transferencia sea una prioridad para los investigadores, al mismo nivel que otros aspectos de su actividad como la investigación o la docencia.

En el impulso a la IA empresarial, destacan las propuestas de mejora de la formación en distintos niveles, tanto de las competencias digitales en el sistema educativo y a los trabajadores en las empresas. También se propone apoyar la contratación de especialistas y las alianzas entre empresas con centros de investigación. Pero las mejoras en la formación deben tener un énfasis especial en los empresarios/directivos/propietarios, pues son en última instancia los que tienen valorar las enormes ventajas que la IA puede suponer para sus negocios. Son los empresarios los que deben ser conscientes de la necesidad de la transformación de las estructuras productivas para aprovecharlas. Sin el impulso decidido por parte de la cabeza de la empresa, será difícil que puedan prosperar las iniciativas de desarrollo de la IA. Es necesaria también la creación de infraestructuras de datos dentro de las empresas para que puedan ser entrenados los algoritmos.

El acceso a la financiación es fundamental para el apoyo a la creación de *start-ups*, de acuerdo con las conclusiones del análisis de los expertos. Se han de desarrollar y potenciar mecanismos de financiación alternativos a los tradicionales bancarios. En el contexto de las *start-ups* la clave es el capital riesgo, los *business angels*, el *crowdfunding finance*, las aceleradoras, etc. También se han de reducir los trámites y procedimientos burocráticos para la creación y crecimiento de estas empresas, así como establecer mecanismos de apoyo a los emprendedores como los programas de mentoría e incubadoras.

Es también imprescindible el establecimiento de una política que permita desarrollar las

bases de datos necesarias para el desarrollo de la IA. Deberían potenciarse las mejoras educativas, en distintos ámbitos, en especial a las pymes, para potenciar y estructurar los datos generados en la propia empresa. Es también importante la participación en los Espacios Europeos de Datos que se prevé que se desarrollen en los próximos años. Pero, sin duda, donde hay margen para las políticas públicas es en la creación de infraestructuras de datos, particularmente que contengan los datos de las administraciones regionales y locales. Aunque este aspecto plantea problemas jurídi-

cos relativos a la privacidad de este tipo de información, el potencial de los datos en posesión de las administraciones públicas es incalculable para potenciar estas tecnologías. La reorganización de los sistemas informáticos, por ejemplo, de la Generalitat Valenciana, tanto en términos de la administración general, como en educación y en sanidad, para que conformen un corpus de datos integrado y analizable sería fundamental, máxime cuando los expertos indican que en este sector es uno donde mayor potencial de desarrollo de la IA existe.

Cuadro 6.2. Síntesis de las medidas para el apoyo a la IA obtenidas a partir de la opinión de los expertos

Transferencia	
Barreras	Medidas
<ul style="list-style-type: none"> Falta de comunicación y coordinación entre el mundo empresarial y las instituciones de investigación Falta de cultura emprendedora por los investigadores y las oficinas de transferencia Falta de cultura empresarial favorable a la investigación 	<ul style="list-style-type: none"> Fortalecer los vínculos entre los investigadores y las empresas: creación de estructuras de diálogo y <i>hubs</i> donde puedan interactuar Marco normativo flexible para los acuerdos de colaboración entre centros de investigación y empresas Unidades de transferencia de las instituciones de investigación: 1) facilitar la creación de spin-offs; 2) apoyos a los procesos de protección de la investigación (evaluación, solicitud y seguimiento) y en los procesos de licencia; 3) políticas más activas: brazo comercial de la investigación Interim innovation y Prácticas subvencionadas
<ul style="list-style-type: none"> Dificultades de adaptación de las estructuras empresariales a los requerimientos de la IA Marco jurídico de la transferencia no adecuado 	<ul style="list-style-type: none"> Potenciación de la transferencia como objetivo de los investigadores
Impulso de la IA empresarial	
Barreras	Medidas
<ul style="list-style-type: none"> Falta de liderazgo de la dirección/gerencia/propiedad para impulsar iniciativas de IA Adquisición y desarrollo del talento necesario 	<ul style="list-style-type: none"> Subvenciones y estímulos fiscales
<ul style="list-style-type: none"> Limitaciones a la disponibilidad de datos 	<ul style="list-style-type: none"> Creación de infraestructuras para la aplicación de la IA, incluyendo plataformas de datos. Creación de bases de datos con la información de los datos disponibles por las AA. PP. Mejoras en competencias digitales en el sistema educativo Formación a empresarios/directivos/propietarios de empresas para mostrar el potencial de la IA, y las formas de adaptar su negocio Alianzas y colaboración con investigadores y ecosistemas de IA Apoyo a la contratación de especialistas
Start-ups	
Barreras	Medidas
<ul style="list-style-type: none"> Financiación (acceso, coste, falta de capital riesgo, falta de ayudas públicas) Procedimiento y trámites para la creación de empresas 	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollo de mecanismos alternativos de financiación: capital riesgo, <i>business angels</i>, <i>crowdfunding finance</i>, aceleradoras, etc. Reducción de los trámites y procedimientos burocráticos Mecanismos de apoyo a los emprendedores: programas de apoyo, mentoría e incubadoras Potenciación de la vocación emprendedora
Datos (Medidas)	
<ul style="list-style-type: none"> Mejoras en la formación: postgrados en especialización de datos, formación de especialistas en empresas, sensibilización de la importancia de los datos, inclusión en los itinerarios curriculares materias relativas al manejo de datos Medidas de formación a las pymes para sensibilizarlas en la creación de estructuras de datos Creación de infraestructuras de datos Creación de bancos de datos con la información de la administración regional Participación en los Espacios Europeos de datos según se desarrollen Subvenciones y/o desgravaciones 	

Fuente: elaboración propia.



CONCLUSIONES

El impacto de la IA en la economía se espera que sea de gran magnitud, que tenga gran alcance –afectando a muchos sectores y población– y que se produzca a gran velocidad. Estas nuevas tecnologías deberían acelerar el crecimiento de la productividad al permitir ganancias de eficiencia y reducción de costes. La IA tiene un enorme potencial para automatizar tareas que requieren predicción y/o toma de decisiones. Y en este aspecto es en el que estriba la principal ventaja disruptiva de la IA, a diferencia de otras tecnologías. Además, el potencial de la IA mejora y se incrementa conforme se usa, dado que el aprendizaje de los algoritmos es mayor. El elemento clave para que esto ocurra es que dispongan de suficientes datos para poder entrenarse. Además, la IA cuenta con la ventaja de que en el mundo digital es frecuente observar tecnologías con coste marginal cero. Es decir, una vez desarrollada la tecnología, su uso no necesariamente incrementa los costes, sino que incluso pueden reducirse, gracias al mayor entrenamiento de los algoritmos y de la mejora en su capacidad predictiva.

Sin embargo, la IA también supone amenazas. Desde las implicaciones éticas y jurídicas, particularmente en términos de quién asume la responsabilidad de las acciones tomadas por la IA, por la privacidad, por la posible expulsión de trabajadores de sus ocupaciones, y por el aumento de las desigualdades,

tanto entre distintos tipos de trabajadores, entre países, o por el aumento de la concentración en sectores de actividad.

Desde el punto de vista de la política económica regional se necesita disponer de información de la evolución de la implantación de la IA en un territorio para adoptar las medidas de política oportunas y vertebrar una estrategia para su desarrollo. Sin embargo, la medición de la IA no es una tarea sencilla. La IA es una tecnología de uso general que se puede aplicar en cualquier sector y que puede formar parte de los productos finales, de los consumos intermedios o de un bien de capital. Además, en muchas ocasiones con el término IA se engloba un conjunto amplio de actividades que van desde el *machine learning*, el razonamiento automatizado, el procesamiento del lenguaje natural, vehículos autónomos, robótica, etc. No existen estadísticas oficiales que permitan su medición, ni siquiera un acuerdo de cómo hacerlo. Hasta ahora, distintas instituciones, como la OCDE, la Comisión Europea, etc. han desarrollado metodologías para su aproximación. Pero ni existe consenso, ni los resultados son completamente comparables entre ellos.

Este informe ofrece, en primer lugar, una visión general de la evolución de la IA en el mundo en los años recientes, identificando las principales tendencias, situando a España

en el contexto internacional, y a la Comunitat Valenciana en España. Pero la principal aportación del trabajo es el análisis de dos aspectos de la situación de la IA en la Comunitat Valenciana. En primer lugar, se desarrolla una metodología que permite identificar las empresas valencianas y españolas dedicadas a la IA. El procedimiento se basa en realizar una búsqueda semántica en el objeto social de más de un millón de empresas para localizar aquellas que se dedican a alguna de las actividades de la IA. Aunque es un procedimiento que no detectará a todas las empresas que realmente implementan IA, sí que permite comparar la presencia relativa de empresas que la realizan en la Comunitat Valenciana con el total nacional. En base a esta identificación de las empresas IA, se cuantifica su importancia o tamaño en términos económicos y se analizan sus características económico-financieras, comparando la Comunitat Valenciana con España y con el resto de las regiones.

En segundo lugar, mediante un cuestionario a expertos del ecosistema de la IA valenciano se valora la percepción que se tiene del grado de implantación de la IA, de las barreras y frenos para su desarrollo en la Comunitat Valenciana, así como la identificación de posibles medidas de política económica que la impulsen. Los principales resultados obtenidos son los siguientes.

Tendencias mundiales en la IA

Independientemente de los indicadores utilizados, desde 2012-2013 el desarrollo de la IA en el mundo se ha acelerado, presentando un crecimiento exponencial en cualquiera de las dimensiones que suelen analizarse: publicaciones científicas, participaciones en congresos, código de software compartido, patentes, o la inversión privada en IA. Las tres grandes áreas mundiales de la IA son Estados Unidos, China y Europa. Europa, aunque ya ha sido superada por China, tenía ventaja en la investigación científica (publicaciones), mientras que Estados Unidos domina en los aspectos relacionados con el mundo empresarial: pro-

ducción científica en empresas, desarrollos tecnológicos (patentes) e inversión en *start-ups*. Europa ha perdido posiciones frente a las otras dos potencias, especialmente en los desarrollos tecnológicos, mientras China avanza muy rápido en todas las dimensiones.

España en el contexto internacional

España ocupa una posición rezagada en comparación a los líderes mundiales, destacando únicamente en el número de publicaciones científicas (novena en el ranking de países). En el resto de las dimensiones (patentes, instalación de robots y en inversión privada en *start-ups*) se encuentra lejos de los líderes, y por detrás de otros países de nuestro entorno: posición 22 del mundo en patentes, décima de 16 países en robots y decimosexta en inversión privada en *start-ups*. La posición avanzada en investigación científica, pero retrasada en el resto de los aspectos, indica que existen dificultades para desarrollar estas tecnologías en el sector empresarial y posiblemente haya margen de mejora en los mecanismos de transferencia. La comparación internacional también revela que España tiene un déficit en cuanto la formación en habilidades digitales, así como en el emprendimiento.

La Comunitat Valenciana en el contexto nacional

La Comunitat Valenciana es la cuarta comunidad autónoma con mayor uso en las empresas del *Big Data*, pues el 9,2% de las empresas de 10 o más trabajadores la utilizaron en el primer trimestre de 2020 frente al 8,5% del conjunto nacional. Las empresas valencianas se encuentran en valores cercanos a la media nacional en el uso de dispositivos de IoT (17,3% de las empresas valencianas los utilizaron frente al 16,8% de la media nacional), de la impresión 3D (4,9% de las empresas, frente al 5,0% nacional), de robots (10,1% vs 8,9%).

De acuerdo con el ranking de regiones de la Comisión Europea en función del número de

actores de la IA, la Comunitat Valenciana se sitúa el puesto 68 en toda Europa. De las CC. AA. españolas solo se sitúan mejor posicionadas Cataluña, Madrid y el País Vasco. La Comunitat Valenciana representa el 0,3% de los agentes IA de la UE, 0,3% de las empresas IA y el 0,2% de los institutos de investigación.

La IA en el sector empresarial valenciano

Penetración y distribución geográfica de la IA

El informe propone una metodología para medir la implantación de la IA en las empresas de la Comunitat Valenciana a partir de la búsqueda semántica de los términos que designan las tecnologías de la IA en el objeto social de las empresas españolas. Para ello se utiliza información de más del millón de empresas disponibles en SABI observadas a lo largo de los años 2012-2018, último año disponible. El procedimiento tiene sus limitaciones, pues únicamente cataloga como empresas de IA aquellas que explícitamente mencionan algún término de los seleccionados en su objeto social. Por tanto, quedan fuera aquellas que, realizando IA, no sea su objeto social. Pese a esta limitación, la metodología es novedosa, pues permite evaluar, aunque sea de forma parcial, el avance de la IA.

La metodología permite detectar que 182 empresas valencianas y 1.721 españolas se dedicaban en 2018 a la IA. Esto implica que la Comunitat Valenciana representa el 10,6% del total nacional en número de empresas y el 6,4% del empleo. El crecimiento del número de empresas y el empleo que absorben ha sido continuo desde 2012, y ha sido mayor al español, puesto que en 2012 el empleo en las empresas AI valencianas representaba el 0,5% del total nacional.

Las empresas IA representan el 0,24% del total de empresas valencianas, peso similar la observado en España, 0,25%. Sin embargo, en términos de empleo tan solo son el 0,26%

del empleo de las empresas de la Comunitat Valenciana se genera en la IA, por debajo de la penetración en España (0,41%). La mayor penetración en términos del número de empresas que en empleo indica que las empresas IA en la Comunitat Valenciana son de menor dimensión que en el conjunto nacional.

La IA en España está muy concentrada, siendo Cataluña (la provincia de Barcelona más en concreto) y Madrid los centros de la IA más importantes de España. Cataluña concentra el 36,2% del empleo en IA (26,4% en empresas), y Madrid el 35,8% (24,3%). La brecha con el resto de las regiones es importante. La Comunitat Valenciana es la tercera región en términos del empleo, y el número de empresas (6,4% del total en empleo y 10,6% en empresas).

En la penetración o intensidad de la IA en cada territorio también hay una gran diferencia entre Madrid y Cataluña y el resto de CC. AA. En Cataluña, el 0,83% del empleo total se debe a la IA, sobre todo por la provincia de Barcelona, donde llega a ser el 1,01%, mientras que Madrid el porcentaje es más bajo, el 0,53%. La Comunitat Valenciana pierde posiciones en términos de la penetración de la IA en su territorio, pues ocupa la quinta posición entre las regiones con el 0,26% del total de empleo. Alacant (0,34%) ocupa la octava posición entre las provincias, València (0,25%) la decimotercera, y Castelló (0,14%) la trigésima.

La polarización geográfica de estas actividades, en buena medida debida al mayor tamaño de las empresas situadas en los dos centros económicos del país, es un riesgo de un desigual desarrollo geográfico de la IA en España, quedando regiones excluidas o marginadas del avance de estas tecnologías. De ahí que sea necesario evaluar los planes implementados y desarrollar estrategias adicionales para reducir las diferencias con Madrid y Barcelona.

IA por sectores

Las empresas de la IA están también muy concentradas sectorialmente. Domina el sector de la *Programación, consultoría, otras actividades relacionadas con la informática y servicios de información* (46,2% y 52,9% del total de empresas y empleo en la Comunitat Valenciana, respectivamente, y 47,8% y 71,3%, en España). Este sector también domina en términos de la penetración o intensidad de IA, pues las empresas IA representan el 7,7% de las empresas y el 11,8% del total de empleo de este sector en la Comunitat Valenciana. El sector de *Actividades profesionales, científicas y técnicas; actividades administrativas y servicios auxiliares* es el segundo sector más relevante en España y el tercero en la Comunitat Valenciana. En la Comunitat Valenciana también destaca el sector de la *Construcción*, fundamentalmente por grandes empresas relacionadas con la domótica. Aunque con pequeño número de empresas, en la Comunitat Valenciana existen empresas IA en 16 sectores de actividad, incluyendo sectores como el mueble; fabricación de maquinaria y equipo; edición y actividades audiovisuales; telecomunicaciones, etc. En algunos sectores en los que existe potencial de desarrollo de la IA, como en educación o sanidad, el número de empresas detectadas por nuestro procedimiento es muy bajo.

IA y tamaño empresarial

La empresa IA valenciana es de menor dimensión que la española y, aunque se ha cerrado parte del diferencial que había en 2012 con España, todavía es notable. El tamaño medio de la empresa IA valenciana es de 12 trabajadores en 2018, mientras que en España es de 22. La Comunitat Valenciana tiene una distribución mucho menos asimétrica del tamaño empresarial en comparación con el resto de España, indicando que el sector está mucho más atomizado: la presencia de pequeñas empresas es mayor, y existe mucha menor proporción de empresas de elevada dimensión. De hecho, en 2018 las microempresas IA en la Comunitat Valenciana eran el

78,6% del total empresas IA, 6,1 pp más que en España; las pequeñas el 19,2% (22,1% en España); mientras que las medianas y grandes tan solo eran el 2,2% frente al 5,4% nacional. Este patrón del mayor peso de las empresas de menor dimensión se repite también en las tres provincias valencianas. De nuevo Madrid y Barcelona gozan de ventajas derivadas de aglomeración que generan que empresas de mayor dimensión se localizan en estas dos provincias, pues las grandes representan el 9,6% y 5,6% del total de empresas IA, respectivamente.

En relación con el tamaño empresarial, dos retos son importantes. En primer lugar, potenciar y eliminar barreras para el crecimiento empresarial. Las pequeñas empresas, particularmente las *start-ups* y el resto de las jóvenes deberían desarrollar todo su potencial de crecimiento. Pero también se deberían implementar medidas de atracción de empresas en los *hubs* tecnológicos, que pueden ser una palanca para revertir esta situación. Estas medidas son esenciales si no se quiere que el desarrollo de la IA en la Comunitat Valenciana se desarrolle únicamente mediante el crecimiento orgánico.

IA y edad

Las empresas IA valencianas son en promedio más jóvenes que las españolas: 7,6 años frente a 8,6. Mientras la edad media de la empresa IA española se ha mantenido estable, las valencianas han aumentado su edad, ya que en 2012 la edad media era de 5,1 años. La IA es una tecnología nueva y emergente, y en la que, por tanto, la proporción de *start-ups* y jóvenes empresas es mayor. En la Comunitat Valenciana pesan más las empresas de 0 a 5 años que en España, salvo en 2018, donde se han igualado los porcentajes, y menos las empresas de mayor edad. En ambos casos, el porcentaje de empresas jóvenes ha aumentado con los años, salvo en 2018, lo que es señal del dinamismo del sector. En la Comunitat Valenciana también pesan más las *start-ups* que en el resto de España. En promedio a lo largo de todo el periodo, las *start-*

ups IA valencianas eran el 8,5% del total de empresas IA, mientras que en España el porcentaje era casi 2 pp inferior.

Una prueba más del dinamismo valenciano es el ritmo de crecimiento medio de las empresas IA valencianas ha sido del 20% anual. El sector IA valenciano podría ser catalogado como de rápido crecimiento en su conjunto. Eso sí, como se comentaba, la clave es si este crecimiento se consolida y permite a las empresas IA valencianas escalar a un tamaño suficiente para operar en el mercado global de la IA. La clave, por tanto, es eliminar las barreras y frenos para lograrlo.

Situación económico-financiera de las empresas IA

En general, la situación económico-financiera de las empresas IA valenciana es mejor que el resto de las empresas. Las empresas IA de la Comunitat Valenciana eran en 2018 prácticamente el doble de rentables (ROA) que las que no implementan estas tecnologías (10,3% frente a 5,4%), pero también más rentables que las empresas IA españolas (7,0%). Las empresas IA valencianas dependen de los recursos ajenos en mayor medida que las que no realizan estas actividades. Su ratio de apalancamiento era del 55% en 2018, frente al 43,5% del total de empresas valencianas y el 58,3% de las empresas IA españolas.

Pese al mayor endeudamiento de las empresas IA, la situación no es preocupante por varios motivos. En primer lugar, porque la ratio de endeudamiento con coste a largo plazo es similar a las valencianas no IA (14,4%) e incluso inferior al conjunto de empresas españolas (20,3%). Segundo, la capacidad de las empresas para generar beneficios operativos para hacer frente a los costes financieros (ratio de cobertura de intereses) es superior a la de las empresas IA españolas y al resto de empresas. Así, en 2018 los ingresos de las empresas IA valencianas eran 12,8 veces los costes financieros, valor muy elevado comparado con el conjunto de empresas valencianas (7,0) o españolas (5,1), e incluso mayor al de

las empresas IA españolas (9,6). La situación ventajosa de la empresa IA valenciana se da también en términos de liquidez.

Los indicadores mostrados indican que la situación económico-financiera de las empresas IA, particularmente en la Comunitat Valenciana, es positiva en comparación al conjunto de la economía y también a sus homólogas en España. Esto se refleja en que las condiciones de acceso a la financiación son ligeramente mejores, aunque sin grandes diferencias. Eso sí, el hecho de que en 2018 prácticamente un 60% de las empresas IA valencianas y un 66% de las españolas se enfrenten a algún tipo de restricción financiera es significativo, como lo es también que el porcentaje de empresas IA valencianas absolutamente restringidas se haya mantenido estable a lo largo de todo el periodo. Esto es particularmente importante si se tiene presente que un porcentaje importante de las empresas IA que se encuentran financieramente restringidas son empresas jóvenes, de menos de cinco años. Dado que el acceso a la financiación es uno de los elementos más importantes para el crecimiento empresarial, este dato es preocupante. Si se quiere que estas empresas escalen, deberían arbitrarse fuentes alternativas de financiación.

En 2018, antes del comienzo de la crisis del COVID-19 existía un porcentaje de empresas IA que ya se situaban en riesgo de liquidez o de solvencia, por lo que pueden estar pasándolo mal en la coyuntura actual. Deberían articularse medidas para que reciban financiación y puedan sobrevivir en un entorno tan complicado como el actual, particularmente si se trata de empresas pequeñas y que llevan pocos años en el mercado. Del mismo modo, existe un conjunto de empresas con gran potencial de crecimiento. Teniendo todo esto presente, sería necesario que se continuase con las políticas que incentiven el nacimiento de nuevas *start-ups* en IA en general, pero también en sectores en los que no hay mucha implantación y son estratégicos para el futuro, como el sanitario o el educativo. Además,

el aumento del tamaño de la base de empresas ya existentes es también fundamental, por lo que se han de detectar las barreras a su crecimiento. Se ha de incentivar la atracción de nuevas empresas de mayor dimensión a los *hubs* valencianos, pues las grandes empresas se concentran fundamentalmente en Madrid y Barcelona. El acceso a la financiación es un elemento que también requiere atención, ya que un porcentaje importante de las empresas IA están sometidas a algún tipo de restricción financiera.

Barreras y medidas para su impulso. Análisis de expertos

A partir del cuestionario distribuido a expertos del ecosistema de la IA valenciano, se detectan una serie de barreras que impiden el desarrollo de la IA en la Comunitat Valenciana y se proponen medidas para impulsarla, dando respuesta a alguna de las cuestiones planteadas en la sección anterior. El análisis se articula en cuatro dimensiones: la transferencia al sector empresarial del conocimiento desarrollado en centros de investigación y universidades; el desarrollo de la IA empresarial; el fomento de las *start-ups* tecnológicas; y las medidas relacionadas con los datos.

Transferencia

En términos de la transferencia es fundamental la colaboración entre los centros de investigación y las empresas, siendo necesario estructuras colaborativas que permitan la interacción y el trabajo conjunto, así como un marco normativo flexible para la transferencia. Se proponen dos medidas adicionales de colaboración: la cesión temporal de investigadores a las empresas para realizar proyectos de IA, y la integración de becarios pagados recién egresados en empresas. También se considera importante potenciar las unidades de transferencia de los centros de investigación para que tengan un rol más proactivo, incluso comercial, y no únicamente administrativo. Por último, hay que conseguir que la transferencia sea una prioridad para los investigadores, al mismo nivel que otros aspectos

de su actividad, como la investigación o la docencia.

Fomento de la IA empresarial

En el impulso a la IA empresarial, destacan las propuestas de mejora de la formación en distintos niveles, tanto de las competencias digitales en el sistema educativo y a los trabajadores en las empresas. También se propone apoyar la contratación de especialistas y las alianzas entre empresas con centros de investigación. Pero las mejoras en la formación deben tener un énfasis especial en los empresarios/directivos/propietarios, pues son en última instancia los que tienen valorar las enormes ventajas que la IA puede suponer para sus negocios y los que toman las decisiones estratégicas. Sin el impulso decidido por parte de la dirección de la empresa será difícil que puedan prosperar las inversiones en IA. Es necesario también la creación de infraestructuras de datos dentro de las empresas para que puedan ser entrenados los algoritmos.

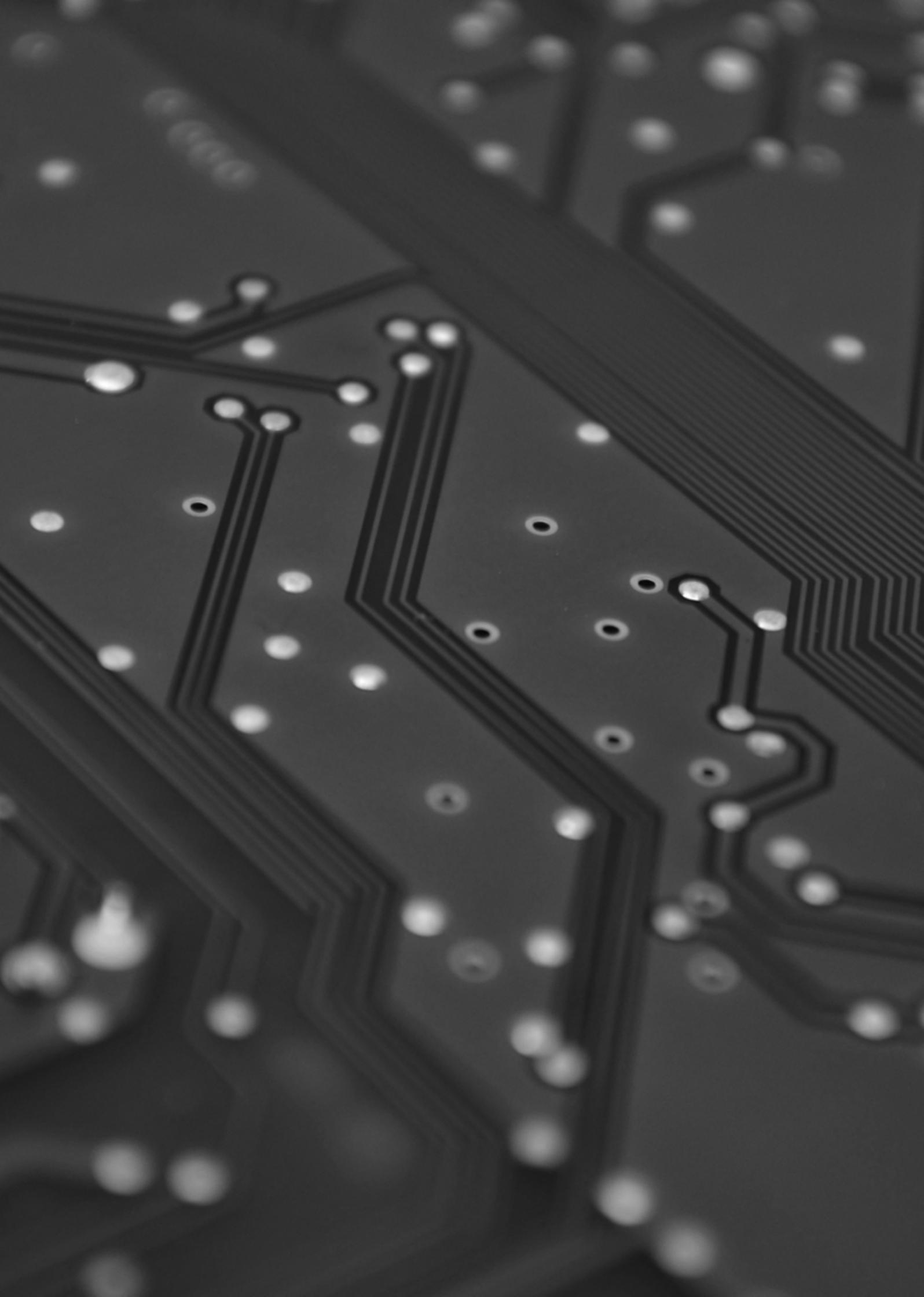
Start-ups

El acceso a la financiación es fundamental para el apoyo a la creación de *start-ups*, de acuerdo con las conclusiones del análisis de los expertos. Se han de desarrollar y potenciar mecanismos de financiación alternativos a los tradicionales bancarios: capital riesgo, *business angels*, *crowdfunding finance*, las aceleradoras, etc. También se han de reducir los trámites y procedimientos burocráticos para la creación y crecimiento de estas empresas, así como establecer mecanismos de apoyo a los emprendedores como los programas de mentoría e incubadoras.

Importancia de los datos

Es también ineludible el establecimiento de una política que permita desarrollar las bases de datos necesarias para el desarrollo de la IA. Deberían potenciarse las mejoras educativas, en distintos ámbitos, en especial a las pymes, para potenciar y estructurar los datos generados en la propia empresa. Es también

importante la participación en los Espacios Europeos de Datos que se prevé que se desarrollen en los próximos años. Pero, sin duda, donde hay margen para las políticas públicas es en la creación de infraestructuras de datos, particularmente que contengan los datos de las administraciones regionales y locales. Aunque este aspecto plantea problemas jurídicos relativos a la privacidad de este tipo de información, el potencial de los datos en posesión de las administraciones públicas es incalculable para potenciar estas tecnologías. La reorganización de los sistemas informáticos, por ejemplo, de la Generalitat Valenciana, tanto en términos de la administración general, como en educación y en sanidad, para que conformen un *corpus* de datos integrado y analizable sería fundamental, máxime cuando los expertos indican que en este sector es uno donde mayor potencial de desarrollo de la IA existe.



APÉNDICE 1. TÉRMINOS IA

Cuadro A1.1. Términos IA utilizados en la búsqueda semántica

a) Términos CE y propios por dominios

Dominio	Término	
Razonamiento	Fuzzy logit	Razonamiento basado en casos
	Graphical model	Representación del conocimiento
	Inferencia causal	Sistema experto
	Ingeniería del conocimiento	Teoría de la información
	Modelos de variable latente	Web semántica
Planificación	Programación inductiva	
	Algoritmos	Optimización bayesiana
Machine learning	Descenso de gradiente	Optimización estocástica
	Metaheuristic optimisation	Satisfacción de restricciones
	Aprendizaje multitarea	Boosting
	Aprendizaje adaptativo	Ciencia de datos
	Aprendizaje automático (Machine learning)	Clasificación automática
	Aprendizaje de transferencia	Data mining
	Aprendizaje estadístico	Filtración colaborativa
	Aprendizaje no supervisado	Modelo bayesiano
	Aprendizaje probabilístico	Procesamiento de datos
	Aprendizaje profundo (Deep learning)	Razonamiento cualitativo
	Aprendizaje reforzado	Reconocimiento automático
	Aprendizaje relacional estadístico	Reconocimiento de patrones
	Aprendizaje relacional	Red generativa antagónica
	Aprendizaje semisupervisado	Red neuronal
	Aprendizaje supervisado	Sistema de recomendación
	Bagging / Bootstrap	Support vector machine
	Análisis de sentimientos	Generación del lenguaje natural
	Búsqueda de respuestas	Information extraction
	Chatbot	Information retrieval
Procesamiento del lenguaje natural	Comprensión del lenguaje natural	Lingüística computacional
	Computación inteligente	Procesamiento del lenguaje natural
	Cómputo cognitivo	Text classification
	Coreference resolution	Text mining
	Detección de emociones	Traducción automática
	Procesamiento de audio	Reconocimiento de voz
	Procesamiento de voz	
	Búsqueda visual	Reconocimiento de objetos
	Detección de objetos	Reconocimiento facial
	Image retrieval	Red de sensores
Percepción	Procesamiento de imagen	Sistema de control adaptativo
	Radar	Tecnologías de reconocimiento
	Reconocimiento de acciones	Visión artificial
	Reconocimiento de gestos	Visión computarizada
	Reconocimiento de imagen	
	Automatización inteligente	Máquina inteligente
	Ciudad inteligente	Robótica
Integración e interacción	Domótica	Robots
	Edificio inteligente	Sistema oprtrónico
	Hogar digital	Teoría del control
	Hogar inteligente	
	Agente inteligente	Inteligencia de red
	Agreement technologies	Modelo basado en agente
	Economía computacional	Q-learning
	Inteligencia de enjambre	Sistema multiagente
	Conducción autónoma	Vehículo autónomo
	Sistema autónomo	Vehículo no tripulado
Servicios IA	Vehículo aéreo no tripulado	
	Análisis de datos	Inteligencia computacional
	Análisis de decisiones	Interfaz de usuario inteligente
	Business analytics	Internet de las cosas (IoT)
	Analítica predictiva	Neurociencia computacional
	Asistente digital	Plataforma analítica
	Asistente virtual	Plataforma como servicio
	Big Data	Realidad virtual
	Bioinformática	Sistema informático
	Business intelligence	Sistema inteligente
	Ciberinteligencia	Software / Software inteligente
	Cibernética	Soporte a decisiones
	Ciberseguridad	Tecnología de la información (TIC)
	Control inteligente	Unidad central de procesamiento (CPU)
	Creatividad computacional	Unidad de procesamiento gráfico (GPU)
	Entorno virtual	Unidad de procesamiento tensorial (TPU)
	Geomarketing	Vigilancia inteligente
	Hardware inteligente	
	IA en general	Inteligencia artificial

b) Términos OCDE

Adaboost	Inteligencia de máquina
Agrupación de enlaces individuales	Interfaz cerebro-computadora
Agrupamiento espectral	K-means
Agrupamiento jerárquico	Kernel learning
Amplificación de la inteligencia	Layered control system
Análisis de componentes independientes	Logitboost
Análisis semántico latente	Long short term memory
Ant colony	Localización y modelado simultáneos
Aprendizaje basado en instancias	Lpboost
Aprendizaje conjunto	Madaboost
Aprendizaje de características	Mapa autoorganizado
Aprendizaje de similitud	MapReduce
Aprendizaje por diferencia temporal	Metaaprendizaje
Aproximación dispersa	Modelado cognitivo
Árboles de decisión	Modelado de temas
Arma autónoma	Modelo oculto de Markov
Asignación latente de dirichlet	Multi-label classification
Autoencoder	Naive Bayes
Autómata de aprendizaje	Natural gradient
Automatización cognitiva	Optimización multiobjetivo
Bayesian learning	Patología computacional
Bee colony	Perceptrón multicapa
Blind signal separation	Planificación de movimiento
Brownboost	Policy gradient methods
Campo aleatorio	Predicción de enlaces
Clasificador inteligente	Prevención de colisiones
Classification tree	Proceso de Gauss
Cluster analysis	Programación genética
Computación evolutiva	Random forest
Computación geométrica inteligente	Rankboost
Cómputo neuromórfico	Reconocimiento de actividades
Conjunto aproximado	Reconocimiento de emociones
Detección de peatones	Red bayesiana
Dictionary learning	Reducción de dimensionalidad
Dynamic time wraping	Reglas de asociación
Estructura autoorganizada	Regression tree
Evitación de obstáculos	Retropropagación
Extracción de características	Rule learning
Factorisation machine	Segmentación de imagen
Factorización matricial no negativa	Selección de característica
Fusión de sensores	Servo visual
Gaussian mixture model	Sistema ciberfísico
Gradiente estocástico	Sistema de percepción cognitiva
Hebbian learning	Speech to text
High-dimensional data	Stacked generalisation
high-dimensional feature	Support vector regression
High-dimensional model	Swarm optimisation
High-dimensional space	Text to speech
High-dimensional system	Totalboost
Image classification	Trajectory planning
Inductive monitoring	Trajectory tracking
Inferencia bayesiana	Trust region policy optimisation
Informática autónoma	Turing neuronal
Infraestructura inteligente	Visión de máquina
Ingeniería de características	Xgboost
Inteligencia ambiental	

Nota: Todos los términos se han incluido en castellano y en inglés, sus formas singulares y plurales, y sus siglas. Además, se ha obviado en las tablas incluir los términos directamente equivalentes a los presentados.

Del apartado b) solo se encuentra en SABI el término "inteligencia ambiental" que se ha optado por incluirlo en el dominio *IA en general*.

Fuente: Samoili *et al.* (2020a), Baruffaldi *et al.* (2020) y elaboración propia.

APÉNDICE 2. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LA MUESTRA A PARTIR DE SABI (BUREAU VAN DIJK)

La base de datos principal que se utiliza para el análisis de las variables económico-financieras del apartado 5.4 es SABI (*Sistema de Análisis de Datos Ibéricos*) elaborada por Informa y Bureau van Dijk. Para completar la base de datos se han utilizado diversas ediciones de SABI. Específicamente, utilizamos los DVD de diciembre 2001, marzo y julio de 2009, junio y octubre de 2010, enero de 2012, junio de 2016, febrero y julio de 2017, febrero y octubre de 2018, febrero y agosto de 2019 y febrero de 2020. En general, las empresas en SABI tienen como fecha de cierre el 31 de diciembre del año correspondiente. En este caso se considera que las cuentas anuales se corresponden con dicho año. Cuando la fecha de cierre es distinta al 31 de diciembre, se considera que las cuentas anuales van referidas al ejercicio t-1 si la fecha de cierre es anterior o igual a 31/06/t o que van referidas al año t si la fecha de cierre es posterior a 31/06/t.

Los criterios de depuración de la muestra aplicados son los siguientes:

-Se seleccionan únicamente empresas con estados financieros no consolidados. El uso de estados financieros consolidados haría que la definición de la industria sea menos precisa, ya que la consolidación puede generar que se agreguen empresas que operan en diferentes sectores.

-Se excluyen las empresas que no tenían información de la actividad de la CNAE-09 (4 dígitos).

-Se incluyen únicamente sociedades mercantiles o sociedades de derecho civil. Se excluyen entes públicos.

-Se descartan las empresas que no están económicamente activas (incluidas aquellas en concurso de acreedores).

-Solo se incluyen empresas que están disponibles en la muestra durante al menos tres años consecutivos.

Además, se imponen los siguientes criterios de consistencia de la información contable:

-Los activos totales deben ser mayores que cero.

-Se descartan las empresas con ingresos o gastos financieros negativos.

-El resultado del ejercicio que figura en la cuenta de resultados debe ser igual al que consta en los recursos propios.

-Excluimos a las empresas en las que la suma de capital, reservas, prima de emisión, dividendos y otros instrumentos de patrimonio es cero o negativo.

-La suma de los pasivos corrientes y los pasivos no corrientes debe ser igual a los pasivos totales (se establece un criterio de tolerancia del 2% por el redondeo).

-Descartamos empresas en las que la suma de los ingresos de explotación, los ingresos financieros netos y otros resultados financieros es diferente al resultado antes de impuestos (se establece un criterio de tolerancia del 3% por el redondeo).

-Se eliminan las empresas cuya deuda o deuda con coste sea negativa y cuya ratio de endeudamiento (deuda con coste/activo) esté por encima del percentil 99.

-Se descartan las empresas con coste medio de la deuda (gastos financieros/deuda con

coste) por encima del percentil 99 y que presentan una ratio de endeudamiento mayor al percentil 5.

APÉNDICE 3. CUESTIONARIO SOBRE LA IMPLANTACIÓN, BARRERAS Y MEDIDAS PARA EL DESARROLLO DE LA IA

SITUACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA COMUNITAT VALENCIANA. CUESTIONARIO SOBRE SU IMPLANTACIÓN Y BARRERAS AL CRECIMIENTO

El Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas (Ivie) está llevando a cabo un estudio sobre la implantación de la Inteligencia Artificial (IA) en la Comunitat Valenciana para Presidencia de la Generalitat Valenciana. En el estudio se analizan también la existencia de barreras para su desarrollo y medidas potenciales para su impulso de estas tecnologías.

Para analizar estas cuestiones se ha diseñado un cuestionario que se distribuye a un grupo de expertos sobre la IA. El cuestionario está organizado en cinco bloques (A a E). El primero se refiere a preguntas genéricas sobre la implantación de la IA en la Comunitat Valenciana, el segundo sobre la transferencia de la investigación, la innovación y los desarrollos en IA por parte del sector científico tecnológico, seguido de un bloque dedicado a las medidas para impulsar la IA en el sector empresarial. Por último, se plantean algunas cuestiones sobre la importancia de los datos.

Muchas gracias por su interés y colaboración.

A. IMPLANTACIÓN DE LA IA EN LA COMUNITAT VALENCIANA

1. En **relación con el resto de España**, actualmente, ¿cuál cree que es el nivel de **implantación de la IA** en la Comunitat Valenciana?
 - a) Mucho menor
 - b) Menor
 - c) Similar al del conjunto de España
 - d) Mayor
 - e) Mucho mayor
 - f) No lo sé

2. En **relación con el resto de España**, en los próximos 5 años, ¿cómo cree que será el nivel de **implantación de la IA** en la Comunitat Valenciana?
 - a) Mucho menor
 - b) Menor
 - c) Similar al del conjunto de España
 - d) Mayor
 - e) Mucho mayor
 - f) No lo sé

3. ¿Cómo calificaría la **implantación actual de la IA** en la Comunitat Valenciana **en función del tipo de institución** que lo implementa? Utilice para ello una escala de 0 (implantación muy baja) a 10 (gran implantación)

	Implantación muy baja										Gran implantación	No sabe
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
3.1 Centros de investigación, CSIC y otras iniciativas públicas (Centro ELLIS de Alicante, TECH4CV, etc.)												
3.2 Universidades (incluyendo grupos de investigación e institutos universitarios)												
3.2 Institutos tecnológicos												
3.3 Empresas												

4. A continuación, se presentan una **serie de dominios** (*véase el link para la descripción de los dominios IA*) **de la IA**. Por favor, indique cuál cree que es el **nivel de implantación** en la Comunitat Valenciana de cada uno de ellos **según el tipo de institución**. Utilice una escala de 0 (nada desarrollado) a 10 (altamente desarrollado)

- a) **Centros de investigación, CSIC y otras iniciativas públicas** (Centro ELLIS de Alicante, TECH4CV...)

	Nada desarrollado										Altamente desarrollado	No sabe
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
4.a.1 Razonamiento												
4.a.2 Planificación												
4.a.3 <i>Machine learning</i>												
4.a.4 Procesamiento del lenguaje natural												
4.a.5 Percepción												
4.a.6 Integración e interacción												
4.a.7 Servicios IA												

b) Universidades (incluyendo grupos de investigación e institutos universitarios)

	Nada desarrollado									Altamente desarrollado	No sabe	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
4.b.1 Razonamiento												
4.b.2 Planificación												
4.b.3 <i>Machine learning</i>												
4.b.4 Procesamiento del lenguaje natural												
4.b.5 Percepción												
4.b.6 Integración e interacción												
4.b.7 Servicios IA												

c) Institutos tecnológicos

	Nada desarrollado									Altamente desarrollado	No sabe	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
4.c.1 Razonamiento												
4.c.2 Planificación												
4.c.3 <i>Machine learning</i>												
4.c.4 Procesamiento del lenguaje natural												
4.c.5 Percepción												
4.c.6 Integración e interacción												
4.c.7 Servicios IA												

d) Empresas

	Nada desarrollado									Altamente desarrollado	No sabe	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
4.d.1 Razonamiento												
4.d.2 Planificación												
4.d.3 <i>Machine learning</i>												
4.d.4 Procesamiento del lenguaje natural												
4.d.5 Percepción												
4.d.6 Integración e interacción												
4.d.7 Servicios IA												

B. TRANSFERENCIA DE LA IA A LAS EMPRESAS

5. ¿En qué media cree que **la IA realizada por el sector científico-tecnológico valenciano (las universidades, institutos tecnológicos y centros de investigación) se transfiere** al tejido empresarial? Utilice para ello una escala de 0 (no hay transferencia) a 10 (hay mucha transferencia)

No hay transferencia											Hay mucha transferencia	No sabe
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
5.1 Centros de investigación, CSIC y otras iniciativas públicas (Centro ELLIS de Alicante, TECH4CV)												
5.2 Universidades (incluyendo grupos de investigación e institutos universitarios)												
5.2 Institutos tecnológicos												

6. ¿Qué **barreras** piensa que impiden que haya **transferencia hacia el sector empresarial** en la Comunitat Valenciana? Utilice para evaluar cada barrera una escala de 0 (nada importante) a 10 (muy importante)

	Nada importante										Muy importante	No sabe
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
6.1 Procedimientos administrativos excesivos												
6.2 Falta de cobertura legal para la cesión de los derechos de los resultados de la actividad												
6.3 Desconocimiento de los procedimientos para la transferencia												
6.4 Pérdida del control de la innovación												
6.5 No participación (o participación insuficiente) en los beneficios de la transferencia por parte de los investigadores												
6.6 Problemas derivados de la confidencialidad de los datos												
6.7 Falta de incentivos fiscales												
6.8 Falta de cultura emprendedora o de transferencia en las unidades de investigación												
6.9 Falta de oportunidades para realizar la transferencia (no existe contacto con el mundo empresarial)												
6.10 Falta de sincronía entre el ritmo de la investigación y el desarrollo y la aplicación empresarial												
6.11 Falta de cooperación y/o comunicación entre los investigadores y las empresas interesadas												
6.12 Falta de continuidad de los investigadores en el proyecto una vez transferido												
6.13 Aplicaciones IA demasiado sofisticadas para ser transferidas												
6.14 Falta de adaptación de las empresas a los cambios requeridos por el proyecto de IA												
6.15 Desconexión entre la investigación y las necesidades empresariales												

¿Cree que existen **otras** barreras que no hayan sido recogidas en la pregunta anterior? En caso afirmativo, por favor indique cuáles. *Pregunta abierta, no obligatoria*

7. A continuación, se presentan una serie de **medidas que podrían mejorar la transferencia a las empresas de la actividad de la IA realizada por el sector científico-tecnológico valenciano** (universidades, institutos tecnológicos y centros de investigación). Por favor, indique en su opinión, **cuál es la importancia de cada una de ellas**. Utilice para ello una escala de 0 (nada importante) a 10 (muy importante)

	Nada importante										Muy importante	No sabe
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
7.1 Potenciando el papel de las unidades de transferencia en los centros de investigación (aspectos legales, financieros, comerciales, de protección a los derechos de propiedad intelectual, etc.)												
7.2 Apoyando a los investigadores en el proceso de protección de la innovación –patentes, etc.– (evaluación de la necesidad de protección, proceso de solicitud y seguimiento de la patente)												
7.3 Apoyando a los investigadores en la transferencia a terceras partes mediante acuerdos de licencias (apoyo legal, comercial, etc.)												
7.4 Estableciendo un marco normativo flexible para los acuerdos de colaboración entre los centros de investigación y las empresas												
7.5 Facilitando la creación de spin-offs (apoyo de asesoría legal, financiero, marco de colaboración entre el centro de investigación/Universidad y el spin-off, etc.)												
7.6 Política de incentivos: primando la participación de los investigadores en los resultados (participación en los rendimientos de las licencias, en las spin-offs, etc.)												
7.7 Incentivando el papel de las estructuras de diálogo entre los agentes relacionados con la IA o facilitando la creación de hubs de IA donde interactúen empresas e institutos relacionados con la IA												

8. ¿Cree que existen **otras medidas** que podrían incrementar la transferencia de IA del sector científico-tecnológico hacia las empresas? En caso afirmativo, indique cuáles. *Pregunta abierta, no obligatoria*

C. MEDIDAS PARA POTENCIAR LA IA

9. Dada la **estructura productiva de la Comunitat Valenciana** (véase el link para la *especialización productiva por sectores de la Comunitat Valenciana*) y el potencial disruptivo de la IA en cada sector, seleccione los **tres sectores de actividad** en los que deberían centrarse los **esfuerzos** en los próximos cinco años **para el desarrollo de la IA**

- 1.
- 2.
- 3.

10. El cuadro siguiente recoge una serie de **factores que pueden dificultar la implementación de la IA en el actual tejido empresarial de la Comunitat Valenciana** en los próximos cinco años. Por favor, indique en qué medida estos factores suponen un problema, siendo 0 (no es un problema en absoluto) y 10 (es un gran problema)

	No dificulta en absoluto la implementación										Dificulta en gran medida la implementación										No sabe	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
10.1 Competencia de alternativas de inversión dentro de la empresa																						
10.2 Resistencia cultural a las aproximaciones de IA																						
10.3 Atracción, adquisición y desarrollo del talento de IA correcto dentro de la empresa																						
10.4 Limitaciones en la capacidad tecnológica: infraestructuras																						
10.5 Limitaciones en la disponibilidad de datos																						
10.6 Problemas derivados de la utilización de datos sin consentimiento																						
10.7 Falta de liderazgo a las acciones de IA por parte de la dirección de la empresa																						
10.8 Falta de caso de negocio utilizando la IA																						
10.9 Barreras regulatorias derivadas de la privacidad																						
10.10 Barreras regulatorias derivadas del acceso a datos																						
10.11 Preocupación por aspectos relacionados con la seguridad (ciberseguridad)																						
10.12 Falta de emprendimiento																						
10.13 Fallos en la IA que afecten a las operaciones comerciales																						
10.14 Responsabilidad por decisiones y acciones realizadas por la IA																						
10.15 Falta de transparencia																						
10.16 Reacción/respuesta de los clientes																						

11. ¿Cree que existen **otros** factores que dificultan la implementación de la IA en las empresas de la Comunitat Valenciana? En caso afirmativo, indíquelos.

Pregunta abierta, no obligatoria

12. Evalúe el **nivel de adecuación de las estrategias** mostradas a continuación **para el desarrollo de la IA en las GRANDES empresas**. Utilice para ello una escala de 0 (nada adecuada) a 10 (totalmente adecuada)

	Nada adecuada										Totalmente adecuada	No sabe
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
12.1 Desarrollo interno mediante formación a trabajadores en el puesto de trabajo												
12.2 Desarrollo interno mediante la formación reglada de los trabajadores de la empresa												
12.3 Desarrollo interno mediante la contratación de especialistas de otras empresas												
12.4 Desarrollo interno mediante la contratación de especialistas de la Universidad												
12.5 Desarrollo externo mediante la subcontratación de consultores individuales												
12.6 Desarrollo externo mediante la subcontratación con otras organizaciones (consultoras, centro de investigación, Universidades)												
12.7 Desarrollo mixto en colaboración con centros de investigación o Universidades												

13. Evalúe el **nivel de adecuación de las estrategias** mostradas a continuación **para el desarrollo de la IA en las PYMES**. Utilice para ello una escala de 0 (nada adecuada) a 10 (totalmente adecuada)

	Nada adecuada										Totalmente adecuada	No sabe
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
13.1 Desarrollo interno mediante formación a trabajadores en el puesto de trabajo												
13.2 Desarrollo interno mediante la formación reglada de los trabajadores de la empresa												
13.3 Desarrollo interno mediante la contratación de especialistas de otras empresas												
13.4 Desarrollo interno mediante la contratación de especialistas de la Universidad												
13.5 Desarrollo externo mediante la subcontratación de consultores individuales												
13.6 Desarrollo externo mediante la subcontratación con otras organizaciones (consultoras, centro de investigación, Universidades)												
13.7 Desarrollo mixto en colaboración con centros de investigación o Universidades												

14. ¿Cómo de importante **para el impulso de la IA** en las empresas valencianas a lo largo de los cinco próximos años considera que es cada una de las siguientes **medidas**? Utilice una escala de 0 (nada importante) a 10 (muy importante)

	Nada importante										Muy importante	No sabe
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
14.1 Programas de formación de los empresarios y directivos para fomentar el conocimiento del potencial de la IA, y de las formas de implementarlo												
14.2 Programas de formación en IA para los trabajadores												
14.3 Facilidades para la contratación en las empresas de expertos en IA												
14.4 Estímulos fiscales para el desarrollo de la IA												
14.5 Subvenciones directas para el desarrollo de proyectos de IA												
14.6 Programas para el fomento de las start-ups y emprendimiento												
14.7 Creación de ecosistemas para la IA												
14.8 Potenciar el establecimiento de alianzas y colaboraciones que ayuden al desarrollo de la IA												
14.9 Creación de infraestructuras para la IA y plataformas de datos, incluyendo los datos públicos												
14.10 Desarrollo de la IA en la administración pública												
14.11 Eliminación de barreras legales o administrativas (para la utilización de datos, sobre la privacidad, etc.)												
14.12 Medidas de formación y cualificación en competencias digitales (en el sistema educativo)												

15. Pongamos ahora la atención en las **start-ups**, que son consideradas una pieza fundamental para el desarrollo de la IA. Por favor, **valore el grado de importancia que las siguientes barreras pueden tener para la creación de start-ups relacionadas con la IA**. Utilice una escala de 0 (nada importante) a 10 (muy importante)

	Barrera nada importante										Barrera Muy importante	No sabe
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
15.1 Barreras administrativas para la creación de empresas (procedimientos legales, administrativos, etc.)												
15.2 Regulaciones de los mercados de bienes y servicios para operar												
15.3 Regulaciones del mercado de trabajo												
15.4 Excesiva competencia en los mercados												
15.5 Acceso a la financiación												
15.6 Coste excesivo de la financiación ajena												
15.7 Falta de ayudas públicas												
15.8 Falta de fondos de capital riesgo												
15.9 Falta al acceso a los mercados bursátiles												
15.10 Falta de espíritu emprendedor												
15.11 Aversión al riesgo												
15.12 Desconocimiento de los procedimientos para crear empresas												
15.13 Dificultades para establecer un plan de negocio o gestionar una empresa												

D. DATOS

16. Valore el impacto que las siguientes medidas podrían tener para aumentar la calidad y la accesibilidad de datos y facilitar **el desarrollo de la IA** en la Comunitat Valenciana en un horizonte de 5 años. Utilice para ello una escala de 0 (medida con pequeño impacto) a 10 (medida con gran impacto)

	Medida con pequeño impacto										Medida con gran impacto	No sabe
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
16.1 Incentivar la participación de la Comunitat Valenciana (empresas, asociaciones empresariales, administraciones públicas, etc.) en los Espacios Comunes europeos de Datos según vayan desarrollándose												
16.2 Creación de infraestructuras y bases de datos con la información de la AA.PP. valenciana y su puesta a disposición de los investigadores en IA												
16.3 Subvenciones o incentivos fiscales a las empresas para la adaptación de sus estructuras de datos por las empresas												
16.4 Programas de formación para PYMES para el desarrollo de estructuras de datos internas que faciliten el desarrollo de la IA												
16.5 Programas de formación para directivos para la estrategia de datos a nivel de empresa												
16.6 Adaptación de los itinerarios curriculares en formación profesional y grados universitarios para aumentar la formación en el manejo de datos												
16.7 Fomento de los programas de postgrado especializados en el manejo de datos												
16.8 Fomento de la formación de especialistas en datos dentro de las empresas												

17. ¿Cree que existen **otras** medidas que permitan aumentar la calidad y la accesibilidad de datos para el desarrollo de la IA por parte de las empresas de la Comunitat Valenciana? En caso afirmativo, indíquelos. *Pregunta abierta, no obligatoria*

E. PREGUNTAS DE CLASIFICACIÓN:

18. Por favor, indique a qué **tipo de institución** pertenece (en caso de pertenecer a más de una institución marque aquella con la que tiene mayor vinculación/desarrolla mayor parte de su actividad). **Respuesta única obligatoria**

- a. Institutos tecnológicos**
- b. Universidades y grupos de investigación**
- c. Centros de investigación**
- d. Empresas**
- e. Administración Pública**
- f. Otros (pase a la pregunta 18A)**

18 A. Por favor, especifique el tipo de institución (*pregunta abierta*):

19. ¿Es usted el encargado de **desarrollar / implementar / supervisar** directamente **acciones de IA** en su institución?

- Si
- No

20. Indique su correo electrónico:



BIBLIOGRAFIA

ACEMOGLU, D. y P. RESTREPO (2018). «The Race between Man and Machine: Implications of Technology for Growth, Factor Shares, and Employment». *American Economic Review* 108, n.º 6 (junio): 1488-1542.

AGRAWAL, A., J. GANS y A. GOLDFARB (eds.) (2019). *The economics of artificial intelligence: An agenda*. Chicago: The University of Chicago Press.

AUTOR, D. H. (2015). «Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation». *Journal of Economic Perspectives* 29, n.º 3 (Summer): 3-30.

— (2019). «Work of the Past, Work of the Future». *AEA Papers and Proceedings* 109 (mayo): 1-32.

AUTOR, D. H. y D. DORN (2013). «The Growth of Low-Skill Service Jobs and the Polarization of the US Labor Market» *American Economic Review* 103, n.º 5 (agosto): 1553-1597.

AUTOR, D. H., D. DORN, L. F. KATZ, C. PATTERSON y J. VAN REENEN (2020). «The Fall of the Labor Share and the Rise of Superstar Firms». *The Quarterly Journal of Economics* 135, n.º 2 (mayo): 645-709.

BARUFFALDI, S., B. VAN BEUZEKOM, H. DERNIS, D. HARHOFFI, N. RAO, D. ROSENFELD y M. SQUICCIARINI (2020). «Identifying and measuring developments in artificial intelligence: Making the impossible possible». OECD Sci-

ence, Technology and Industry Working Papers n.º 2020/05. París: OECD Publishing.

BRESCHI, S., J. LASSÉBIE y C. MENON (2018). «A portrait of innovative startups across countries». OECD Science, Technology and Industry Working Papers n.º 2018/02. París: OECD Publishing.

BRYNJOLFSOSON, E. y A. MCACFEE (2011). *Race against the machine: How the digital revolution is accelerating innovation, driving productivity, and irreversibly transforming employment and the economy*. Lexington, Massachusetts: Digital Frontier Press.

BRYNJOLFSOSON, E., D. ROCK y C. SYVERSON (2008). «The Productivity J-Curve: How Intangibles Complement General Purpose Technologies». NBER Working Paper n.º 25148. Cambridge (EE. UU.): National Bureau of Economic Research.

BUGHIN, J., J. SEONG, J. MANYIKA, M. CHUI y R. JOSHI (2018). «Notes from the AI frontier: Modeling the impact of AI on the World economy». Discussion Paper September. Nueva York: McKinsey Global Institute.

BUREAU VAN DIJK. SABI (Sistema de Análisis de Datos Ibéricos). Base de datos distribuida por Bureau van Dijk (Electronic Publishing). Disponible en DVD (febrero de 2020).

CALLIGARIS, S., C. CRISCUOLO y L. MARCOLIN (2018). «Mark-ups in the digital era». OECD

Science, Technology and Industry Working Papers n.º 2018/10. París: OECD Publishing.

COMISIÓN EUROPEA (2018). *Artificial intelligence for Europe. Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee of the Regions*. Bruselas (COM [2018] 237 final).

___ (2020a). *A European Strategy for data. Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee of the Regions*. Bruselas (COM[2020] 66 final).

___ (2020b). *White paper on Artificial Intelligence: a European approach to excellence and trust*. Bruselas (COM[2020] 65 final).

___ . AI TES Dataset 2019. Bruselas: Comisión Europea, Joint Research Centre (JRC). Disponible en: <https://data.jrc.ec.europa.eu/dataset/ocb8ba74-097c-4197-ac50-cfbba5099a5> [consulta: noviembre de 2020]

Craglia, M. (ed.), A. ANNONI, P. BENCZUR, P. BERTOLDI, P. DELIPETREV, G. DE PRATO, C. FELJOO et al. (2018). *Artificial Intelligence: A European Perspective*. Luxemburgo: Publications Office of the European Union.

DALLE, J. M., M. DEN BESTEN y C. MENON (2017). «Using Crunchbase for economic and managerial research». OECD Science, Technology and Industry Working Papers n.º 2017/08. París: OECD Publishing.

DE LOECKER, J. y J. EECKHOUT (2018). «Global market power». NBER Working Paper n.º w24768. Cambridge (EE. UU.): National Bureau of Economic Research.

FERRANDO, A. y A. RUGGIERI (2018). «Financial constraints and productivity: evidence from euro area companies». *International Journal of Finance & Economics* 23, n.º 3 (julio): 257-282.

GENERALITAT VALENCIANA (2019). *Estrategia de Inteligencia Artificial de la Comunitat Valenciana*. València. Disponible en: http://www.presidencia.gva.es/documents/80279719/169117420/Dossier_cas.pdf/88361b83-0e33-4b49-99c0-ad894ffcof75

GOOS, M., A. MANNING y A. SALOMONS (2010). «Explaining job polarization in Europe: The roles of technology, globalization and institutions». CEP Discussion Papers n.º 1026. Londres: Centre for Economic Performance, LSE.

___ (2014). «Explaining job polarization: Routine biased technological change and offshoring». *American Economic Review* 104, n.º 8 (agosto): 2509-2526.

HAI (Human-Centered AI Institute). Global AI Vibrancy Tool. Stanford (EE. UU.): Stanford University. Disponible en: <http://vibrancy.aiindex.org/> [consulta: noviembre de 2020]

INE (Instituto Nacional de Estadística). Encuesta sobre el uso de TIC y comercio electrónico en las empresas. Madrid. Disponible en: <http://ow.ly/gN9F5oxnDyU> [consulta: noviembre de 2020]

JIN, G. Z. (2019). «Artificial intelligence and consumer privacy». En A. Agrawal, J. Gans y A. Goldfarb (eds.). *The economics of artificial intelligence. An agenda*. Chicago: The University of Chicago Press.

KORINEK, A. y D. X. NG (2018). «Digitization and the Macro-Economics of Superstars». Working paper n.º 2018/12. Baltimore (EE. UU.): Johns Hopkins University; Charlottesville (EE. UU.): University of Virginia.

MINISTERIO DE ASUNTOS ECONÓMICOS Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL (2020a). *España Digital 2025*. Madrid. Disponible en: https://www.lamoncloa.gob.es/presidente/actividades/Documents/2020/230720-Espa%C3%B1aDigital_2025.pdf

___ (2020b). *ENIA: Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial*. Madrid. Disponible en:

<https://www.lamoncloa.gob.es/presidente/actividades/Documents/2020/021220-ENIA.pdf>

MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES (2019). *Estrategia Española de I+D+I en Inteligencia Artificial*. Madrid. Disponible en:

https://www.ciencia.gob.es/stfls/MICINN/Ciencia/Ficheros/Estrategia_Inteligencia_Artificial_IDI.pdf

OECD.AI. STIP Compass database. Bruselas: Comisión Europea; París: OCDE. Disponible en:

<https://oecd.ai/dashboards?selectedTab=policyInstruments> [consulta: noviembre de 2020]

PÁL, R. y A. FERRANDO (2010). «Financing constraints and firms' cash policy in the euro area». *The European Journal of Finance* 16, n.º 2: 153-171.

PERRAULT, R. (coord.), Y. SHOHAM, E. BRYNJOLFSSON, J. CLARK, J. ETCHEMENDY, B. GROSZ, T. LYONS et al. (2019). *Artificial Intelligence Index: 2019 annual report*. Stanford (EE. UU.): Stanford University, HAI (Human-Centered AI Institute). Disponible en: https://hai.stanford.edu/sites/default/files/ai_index_2019_report.pdf

PURDY, M. y P. DAUGHERTY (2016). *Why artificial Intelligence is the future of growth*. Dublín (Irlanda): Accenture. Disponible en: https://www.accenture.com/t20170524T055435_w/ca-en/_acnmedia/PDF-52/Accenture-Why-AI-is-the-Future-of-Growth.pdf

PwC (PriceWaterhouseCoopers) (2018). *The macroeconomic impact of artificial intelligence*. Londres; Nueva York. Disponible en: <https://www.pwc.co.uk/economic-services/assets/macroeconomic-impact-of-ai-technical-report-feb-18.pdf>

SAMOILI, S., M. LOPEZ, E. GOMEZ, G. DE PRATO, E. MARTINEZ-PLUMED y B. DELIPETREV

(2020a). *AI WATCH. Defining Artificial Intelligence Intelligence: Towards an operational definition and taxonomy of artificial intelligence*. Luxemburgo: Publications Office of the European Union (EUR 30117 EN).

SAMOILI, S., R. RIGHI, M. CARDONA, M. LOPEZ, M. VAZQUEZ-PRADA y G. DE PRATO (2020b). *TES analysis of AI Worldwide Ecosystem in 2009-2018*. Luxemburgo: Publications Office of the European Union (EUR 30109 EN).

SCHWAB, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. Nueva York: Crown Business.

SEBASTIÁN, R. (2018). «Explaining job polarisation in Spain from a task perspective». *SE-RIEs* 9, n.º 2 (junio): 215-248.

SILGE, J. y D. ROBINSON (2017). *Text Mining with R: A Tidy Approach*. Pekín (China); Boston (EE. UU.): O'Reilly.

SOLOW, R. M. (1987). «We'd better watch out». *New York Times Book Review* (12 de julio): 36. Nueva York: New York Times.

SZCZEPAŃSKI, M. (2019). «Economic Impacts of artificial intelligence (AI)». Briefing n.º PE 637.967 (julio). Bruselas: EPRS (European Parliamentary Research Service). Disponible en:

[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2019/637967/EPRS_BRI\(2019\)637967_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2019/637967/EPRS_BRI(2019)637967_EN.pdf)

TUCKER, C. (2019). «Privacy, algorithms and artificial intelligence». En Agrawal, A., J. Gans y A. Goldfarb (eds.). *The economics of artificial intelligence: An agenda*. Chicago: The University of Chicago Press: 423-437.

VAN ROY, V. (2020). *AI Watch. National strategies on Artificial Intelligence: A European perspective in 2019*. Luxemburgo: Publications Office of the European Union (EUR 30102 EN).



Ivie



GENERALITAT
VALENCIANA

pepper