

Facultad de Economía y Empresa



VNIVERSIDAD
D SALAMANCA

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

Universidad de Salamanca
Facultad de Economía y Empresa

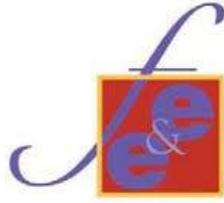
Grado en Economía
Curso 2019/2020

Economía de la inteligencia artificial: Distribución territorial y dinamismo empresarial en España.

Realizado por el estudiante: Ángel Sánchez Daniel

Tutelado por el Profesor: Miguel Ángel Malo Ocaña

Salamanca, 1 de julio de 2020



Facultad de Economía y Empresa



VNIVERSIDAD
D SALAMANCA

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

Universidad de Salamanca
Facultad de Economía y Empresa

Grado en Economía
Curso 2019/2020

Economía de la inteligencia artificial: Distribución territorial y dinamismo empresarial en España.

Realizado por el estudiante: Ángel Sánchez Daniel

Tutelado por el Profesor: Miguel Ángel Malo Ocaña

Autorizan la presentación de siguiente Trabajo de Fin de Grado:

(Tutor)

(Alumno)

Salamanca, 1 de julio de 2020

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Página
RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	2
3. ANÁLISIS EMPÍRICO	6
3.1. Descripción de la base de datos	6
3.2. Implantación territorial y sectorial de la IA en España	7
3.3. IA y dinámica empresarial	10
4. IMPLICACIONES DE POLÍTICA	16
5. CONCLUSIÓN	17
6. BIBLIOGRAFÍA	19

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y TABLAS.

	Página
GRÁFICOS	
Gráfico 3.1. Organizaciones dedicadas a la IA en España según su tipo.	7
Gráfico 3.2. Distribución de organizaciones dedicadas a la IA en España por Comunidad Autónoma.	9
Gráfico 3.3. Distribución de empresas y Administraciones Públicas dedicadas a la IA en España por Comunidad Autónoma.	10
Gráfico 3.4. Relación entre el número de organizaciones dedicadas a la IA en España y el saldo de empresas por Comunidad Autónoma en 2017.	11
Gráfico 3.5. Relación entre el número de empresas dedicadas a la IA en España y el saldo de empresas por Comunidad Autónoma en 2017.	12
Gráfico 3.6. Relación entre el número de organizaciones dedicadas a la IA en España y el saldo de empresas por Comunidad Autónoma en 2017, excluyendo la Comunidad de Madrid.	12
Gráfico 3.7. Relación entre el número de empresas dedicadas a la IA en España y el saldo de empresas por Comunidad Autónoma en 2017, excluyendo la Comunidad de Madrid.	13
Gráfico 3.8. Relación entre el número de organizaciones dedicadas a la IA en España y el saldo de empresas, inferior o superior a 2000, por Comunidad Autónoma en 2017.	14
TABLAS	
Tabla 3.1. Organizaciones dedicadas a la IA en España y total de empresas por número de trabajadores.	7
Tabla 3.2. Principales sectores a los que se dedica la IA en España.	8
Tabla 3.3. Principales sectores a los que se dedica la IA en España.	14
Tabla 3.4. Principales sectores a los que se dedica la IA en la Comunidad de Madrid.	15

RESUMEN.

La Inteligencia Artificial (IA) se está introduciendo en los procesos productivos. Tendrá implicaciones en ámbitos como los tipos de puestos de trabajo el crecimiento económico, el empleo, la productividad o el crecimiento económico. El objetivo del trabajo se centra en analizar la distribución territorial y sectorial de las organizaciones que usan IA en España. Se utilizan bases de datos elaboradas por el Gobierno de España sobre las entidades que utilizan IA, que proporcionan una imagen de la situación en España. Se compara con el dinamismo empresarial de cada comunidad. Los resultados muestran una distribución territorial muy desigual y existe una relación positiva entre la cantidad de organizaciones que trabajan con IA y el crecimiento de empresas. La IA se localiza en las zonas con mayor crecimiento de empresas, y en un grupo limitado de sectores. Para terminar, se muestran una serie de políticas para los distintos niveles de la administración. En las conclusiones se muestran las implicaciones del gran tamaño de las organizaciones que trabajan con IA sobre la competencia. También se explican las diferencias que aparecen en los sectores a los que se dedican las entidades públicas y las empresas privadas. La especialización sectorial determina la desigualdad en la distribución de la IA entre CCAA.

1. INTRODUCCIÓN.

El objetivo de este trabajo es estudiar la situación de la IA en España, con especial atención en su distribución territorial y su relación con la creación y destrucción de empresas. Durante las últimas dos décadas se ha producido un incremento en la tecnología reprogramable en los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), y, en concreto España multiplicó este tipo de tecnología por cinco (OCDE, 2019). Este tema es de especial interés en el momento actual, en el que la IA se está introduciendo en los procesos productivos y está comenzando a generar cambios dentro del mercado laboral (Hidalgo, 2018). Cabe destacar también el lugar importante que ocupa esta cuestión en el debate social y político, dado el temor sobre la posible sustitución y la pérdida de puestos de empleo, junto con las modificaciones en las relaciones laborales. La reducción de costes de esta tecnología puede suponer sustituciones de empleo, que llevarán a cambios en los tipos de tareas o rutinas de los puestos o a complementación de empleo. (Ernst et al., 2019)

Los responsables económicos también discuten hoy en día ampliamente sobre las implicaciones que puede llegar a tener la IA en la productividad, la competencia o la desigualdad en la distribución de los ingresos. Esta discusión tendrá impacto en las medidas de política que se puedan adoptar. La Unión Europea (UE) plantea la Estrategia Europea de Datos (EED), con el objetivo principal de crear un mercado único de datos que beneficie a empresas, investigadores y administraciones públicas (European Commission, 2020). A nivel nacional, en España, el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades planteó la Estrategia en I+D+i en IA, donde, a través de planes estatales desarrolla iniciativas y actividades. La implicación de los estados en este ámbito muestra la importancia de abordar las consecuencias de la IA en el mercado de trabajo.

Los datos que utilizaremos para realizar el estudio proceden de información recopilada dentro de la mencionada Estrategia en I+D+i en IA. Proviene del mapa de capacidades tecnológicas de IA. Es el primero de estas características en España y pretende ser actualizado periódicamente. Aporta la información necesaria para tener una imagen certera del estado actual de la distribución territorial y sectorial de la IA en España. Se analizarán dichos datos con el objetivo de entender las particularidades de este tipo de organizaciones dentro del tejido productivo español. Para ello se comparará esta información con datos elaborados por el Instituto Nacional de Estadística (INE) sobre mercado laboral y la dinámica empresarial, como las muertes y nacimientos de empresas, o el stock de empresas por Comunidad Autónoma. También se expondrán algunas recomendaciones de política y, finalmente, en la sección de conclusiones se discutirán las implicaciones del análisis.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA.

La IA es un concepto sobre el que no existe un acuerdo general en cuanto a cómo definirlo. No obstante, en general, suele referirse a las máquinas que actúan de manera inteligente y pueden tomar decisiones correctas en circunstancias inciertas. (Naudé, 2019). En este sentido, la IA desarrolla procesos que hasta hace pocos años solo podían realizar los humanos, como las tareas de emparejamiento (matching), de clasificación y de gestión (management).

Las tareas de emparejamiento consisten en juntar la oferta y la demanda de un mercado, las tareas de clasificación consisten en extraer conclusiones de una determinada

información, y las tareas de gestión, se definen como la toma de decisiones combinando los dos tipos de tareas anteriores. Ernst et al. (2019), explica que las tareas de emparejamiento sustituirán al empleo, las de clasificación lo complementarán y las de gestión serían un componente novedoso hasta ahora, que involucra los otros dos tipos de tareas, es decir, una innovación.

Como otros avances tecnológicos generales previos producidos a lo largo de la historia, la introducción de la IA tendrá consecuencias positivas sobre la productividad total de los factores (DeCanio, 2016), aunque dentro del mercado de trabajo podrá tener distintos tipos de resultados a corto, medio y largo plazo (Baldwin, 2020).

La IA tendrá implicaciones sobre los empleos y las tareas que se ejecutan en ellos. A pesar de las diferencias en la literatura sobre la magnitud de los cambios, todos están de acuerdo en que modificará las tareas que se realizan en cada puesto de trabajo, y puede afectar de manera diferente en función del nivel de estudios y del tipo de habilidades que se requieren en el puesto, donde encontramos una diferenciación entre los de alta y baja cualificación.

Esto lleva a una polarización de los ingresos entre distintos tipos de trabajadores. (OCDE, 2017). Los empleados más habilidosos se convertirán en un factor más escaso, por lo que recibirán una mayor remuneración (Benzell et al., 2019). Sin embargo, los trabajadores con menor nivel educativo, podrán ser desplazados fácilmente por la IA, por lo que el aumento en la demanda de empleo llevará a remuneraciones menores a este grupo de trabajadores.

En definitiva, los cambios afectan a las dos colas de la distribución de ingresos, por lo que se producirá un aumento de la desigualdad. Los que actualmente tienen mayores ingresos verán mejorada su situación, y los que tienen menos ingresos la verán empeorada. (Ernst et al., 2019).

No hay una respuesta clara de cómo reaccionará el empleo, ya que puede hacerlo en distintas direcciones, por lo que dependerá de en qué grado actúan los anteriores factores sobre el mercado. Los puestos de trabajo cuyas tareas asociadas hayan quedado obsoletas podrán desaparecer, pero también pueden aparecer nuevos puestos de trabajo por el aumento de la productividad, o por ser intensivos en otro tipo de tareas nuevas o distintas. (Autor, 2013; DeCanio, 2016).

Por tanto, hay tareas que pueden ser mecanizadas fácilmente. Esto producirá movilidad laboral entre sectores. Los trabajadores de sectores cuyos empleos están formados por tareas más rutinarias, que son las más fáciles de mecanizar, deberán aprender nuevos tipos de habilidades, que en mayor medida serán sociales, en sus nuevos empleos. Incluso los empleos existentes pueden verse afectados por la mecanización de esas tareas. Tendrá lugar también una polarización de las tareas, puesto que las más complejas serán también más demandadas (Autor, 2019). Esto también tendrá implicaciones en la movilidad geográfica de los trabajadores, ante el impacto asimétrico de la IA en el empleo.

La IA afectará también a la competitividad. En primer lugar, existen economías de escala, que pueden ser explotadas mejor por las grandes empresas. Después, estas grandes empresas tienen una ventaja comparativa en cuanto a los datos que pueden estar a su disposición o que pueden obtener por sí mismos, que son una de las bases para el buen funcionamiento de la IA. Las desigualdades anteriores se darán también entre las empresas, donde la falta de competencia y el poder de mercado puede llevar a ineficiencias (Ernst et al., 2019). Es un problema de información asimétrica que la legislación aún no ha abordado de forma completa al ser novedoso, pero abre la puerta a la intervención pública desde un punto de vista de mejora de la eficiencia económica.

La intervención (Ernst et al., 2019) se puede llevar a cabo a través de inversiones públicas, o de mecanismos que permitan la accesibilidad a la IA a toda la población, facilitando el acceso a la información y a las bases de datos, o creando incentivos a los individuos a compartir la información de otra manera. También se puede diseñar regulación antitrust que evite a las grandes empresas la utilización anticompetitiva de su posición dominante. Esto puede solucionar el problema anterior de la falta de competencia, por lo que el sector privado se vería beneficiado. Además, se pueden acompañar estas medidas de políticas públicas con protección social que eviten el aumento de la desigualdad.

Dentro de la literatura se hace hincapié no solo en cuestiones económicas, sino también en cuestiones éticas, como la protección de la privacidad, o sociales, como puede ser la pérdida de derechos laborales entre los trabajadores, o los riesgos de los avances tecnológicos. Se menciona la necesidad de legislación para que los datos utilizados sean veraces puesto que los errores de computación pueden tener consecuencias catastróficas (Aida Ponce, 2018).

A pesar de todas estas implicaciones que pueden ser disruptivas para el mercado de trabajo y generar cambios estructurales, existen autores como Naudé (2019) que son conscientes de la importancia de la IA, pero considera que los problemas dependerán en gran medida de la fase del ciclo económico en la que aparezcan, de la formación de los trabajadores o de las políticas públicas que se lleven a cabo para afrontarlo. Hay visiones pesimistas que pronostican a la vez que la IA reemplazará la mayor parte de los puestos de trabajo, pero que no tendrá tanta influencia como otros avances tecnológicos. Sin embargo, ambas afirmaciones no pueden ser ciertas simultáneamente, si la IA reemplaza los empleos, tendrá que ser transformadora, mientras que si no es transformadora no podrá tener tanto impacto en el mercado laboral (Agrawal et al., 2019)

El auge de la IA en los últimos años tiene su base, en primer lugar, en un aumento del poder de computación y la capacidad de almacenamiento, después, la disminución en los costes de comunicación que produce un crecimiento exponencial de la cantidad de información disponible (big-data), y, por último, la disminución de los precios y de los costes tecnológicos elimina las barreras de entrada como explican Ernst et al. (2019) y Naudé (2019).

Históricamente, los cambios tecnológicos no han llevado a menores niveles de empleo, sin embargo, la ola de la IA puede no tener los mismos resultados, las tareas que son capaces de sustituir no habían sido mecanizadas antes (Ernst et al., 2019). El resultado dependerá en gran medida del grado en que la nueva tecnología sustituye o complementa al empleo. Otros autores consideran que el momento actual se puede equiparar a los cambios tecnológicos que vemos en el pasado, y que los efectos dependerán en gran medida del ciclo económico y de las medidas económicas para contrarrestar las implicaciones negativas (Naudé, 2019). El impacto de la automatización cambiará la naturaleza sin que necesariamente se vea desplazado el empleo (OCDE, 2019)

En los últimos años vemos un aumento del número de robots en todos los países, y se concentran en muy pocos sectores (OCDE, 2019). Para realizar el análisis de las características propias de España, la base de datos que se utiliza se encuentra dentro de la Estrategia Española en I+D+i en IA. Esta estrategia impulsada por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades en el año 2019 se divide en 6 prioridades. El mapa de capacidades de tecnologías en IA pertenece a la primera: Estructura organizativa. Está abierta a todas las organizaciones que están en contacto con la IA, de distintas formas, y se prevé que se vaya actualizando en función de las organizaciones que vayan

incorporando IA a sus procesos productivos. (Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, 2019)

El mapa recoge las entidades que trabajan con IA dentro de España, y a partir de aquí podemos tener una imagen clara de cómo se encuentra el país en cuanto a nuevas tecnologías, qué tipo de organizaciones predominan, cómo se distribuye por el territorio o cuáles son los principales sectores donde tiene presencia.

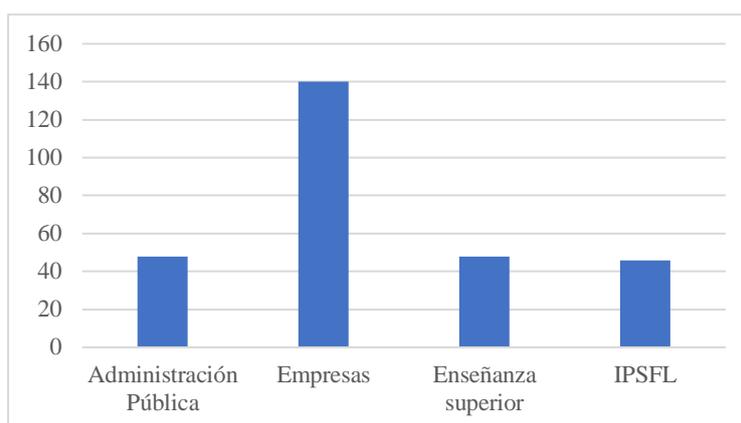
3. ANÁLISIS EMPÍRICO

3.1. Descripción de la base de datos.

El mapa de capacidades actuales de la IA tiene por objetivo fomentar y mantener una comunidad científico-tecnológica activa, e impulsar las actividades en I+D+i en IA. Presenta datos sobre las organizaciones que están trabajando o en contacto directo con la IA en España. Cuenta con 282 observaciones, divididas entre empresas, administración pública, Instituciones Privadas sin Fines de Lucro (IPSFL), y centros de enseñanza superior. La base de datos utilizada también contiene información sobre el tamaño de las organizaciones, con el número de trabajadores que dedica a tareas de IA, el tipo de operaciones relacionadas con la IA que realiza y el sector productivo al que dedica su actividad, lo cual servirá para completar el análisis del trabajo.

Dentro de los datos, como se muestra en el gráfico 3.1, 140 de las organizaciones son empresas, que son prácticamente la mitad de las observaciones. Las entidades de administración pública, de enseñanza superior y las IPSFL tienen un peso dentro de la base de datos bastante similar, con 48, 48 y 46 observaciones respectivamente. La aparición de la iniciativa pública en este contexto puede ser beneficiosa. Aportará nuevos conocimientos, y ayudará a que aparezca competencia, además de lograr que las empresas no acumulen demasiado poder de mercado. Esto puede mejorar la eficiencia y evitar la aparición de desigualdades según Ernst (2019). También puede prevenir la aparición de efectos perniciosos sobre la población que fomenten la desigualdad.

Gráfico 3.1. Organizaciones dedicadas a la IA en España según su tipo.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del mapa de capacidades de tecnológicas en IA en España.

Entre este tipo de organizaciones que trabajan con IA, destaca que, como menciona Ernst (2019), las grandes empresas consiguen gran poder de mercado, lo que dificulta la aparición de empresas más pequeñas que exploten esta tecnología. Esto se ve reflejado en el porcentaje de grandes organizaciones que trabajan con IA en España, donde encontramos que tan solo el 47,16% de ellas tiene menos de 11 trabajadores, lo que contrasta de manera clara con el porcentaje de empresas que existen a nivel nacional de este tipo, que es del 95%. En nuestro país, las empresas que trabajan con más de 200 trabajadores, en el año 2019, con los datos del INE, apenas suman el 0,17%, mientras que, si tomamos solo aquellas que trabajan con IA, este porcentaje aumenta hasta el 7,8%.

Tabla 3.1. Organizaciones dedicadas a la IA en España y total de empresas por número de trabajadores.

Nº de empleados	Organizaciones IA	Porcentaje	Total de empresas	Porcentaje
Menos de 11	133	47,16%	3.213.557	95,55%
Entre 11 y 50	87	30,85%	124.475	3,70%
Entre 51 y 200	40	14,18%	19.283	0,57%
Más de 200	22	7,80%	5.882	0,17%

Fuente: Elaboración propia a partir del mapa de capacidades de tecnología en IA en España y de INE.

3.2 Implantación territorial y sectorial de la IA en España.

El análisis se centrará, como se muestra en el gráfico 3.2 en observar como las organizaciones se distribuyen de manera diferente por el territorio español. Esta será una de las bases para las desigualdades regionales. Además, definiremos el reducido grupo de

sectores en los que se enfoca la IA, que se muestra en la tabla 3.2, con resultados similares a los que ya muestran el estudio de la OCDE (2019), con información de varios países.

Tabla 3.2. Principales sectores a los que se dedica la IA en España. Fuente:

Sector	Total organizaciones	Tipo de organización	Total por tipo
Programación, consultoría, y otras actividades relacionadas con la informática	76	Empresas	72
		IPSFL	4
Investigación y desarrollo	65	Administración Pública	30
		Empresas	4
		Enseñanza superior	2
		IPSFL	28
Educación	48	Empresas	1
		Enseñanza superior	45
		IPSFL	2
Servicios técnicos de arquitectura e ingeniería; ensayos y análisis técnicos	19	Empresas	17
		IPSFL	2
Administración Pública y defensa; Seguridad Social obligatoria	9	Administración Pública	7
		Empresas	2
Actividades de seguridad e investigación	9	Administración Pública	5
		Enseñanza superior	1
		IPSFL	3
Otras actividades profesionales, científicas y técnicas	9	Empresas	6
		IPSFL	3

Fuente: Elaboración propia a partir del mapa de capacidades de tecnología en IA en España.

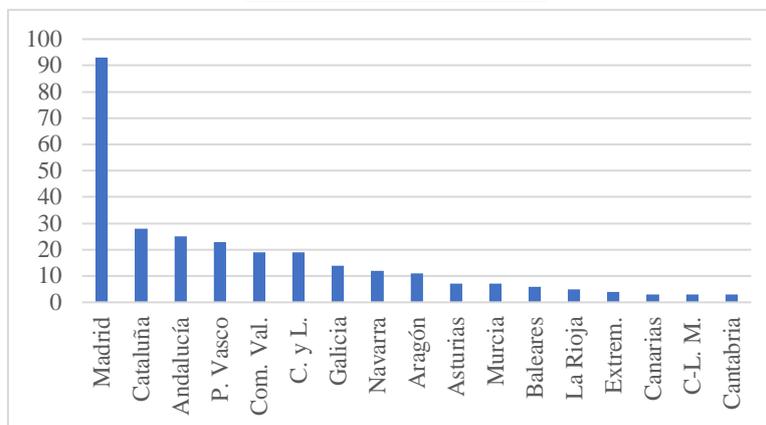
El principal sector al que se dedica la IA en España es la programación, consultoría, y otras actividades relacionadas con la informática, como aparece en la tabla 3.2. Después le siguen la investigación y desarrollo, y la educación. Además, aparecen otros 20 sectores (que tan solo agrupan el 15% de los datos) con cinco o menos observaciones.

Otros análisis de distintos datos muestran conclusiones muy parecidas, que la mecanización a través de la IA solo se está dando en un grupo muy reducido de sectores productivos, que son más fáciles de mecanizar. (OCDE, 2019)

En la tabla 3.2 también observamos que el sector público y el sector privado enfocan la introducción de la IA a ámbitos distintos. En el sector de la programación, la iniciativa pública no tiene peso, el 95% de las observaciones son empresas, y el resto son IPSFL. Esto contrasta con el sector de la investigación, donde el 43% son administraciones públicas, y las empresas apenas suman el 5%. En la educación, la importancia de la administración pública es aún mayor, con el 93% de las organizaciones.

En cuanto a la distribución por CCAA, tiene gran importancia la Comunidad de Madrid, que triplica a Cataluña, situada en segunda posición, como se ve en el gráfico 3.2. Después le siguen Andalucía, País Vasco y la Comunidad Valenciana.

Gráfico 3.2. Distribución de organizaciones dedicadas a la IA en España por Comunidad Autónoma.



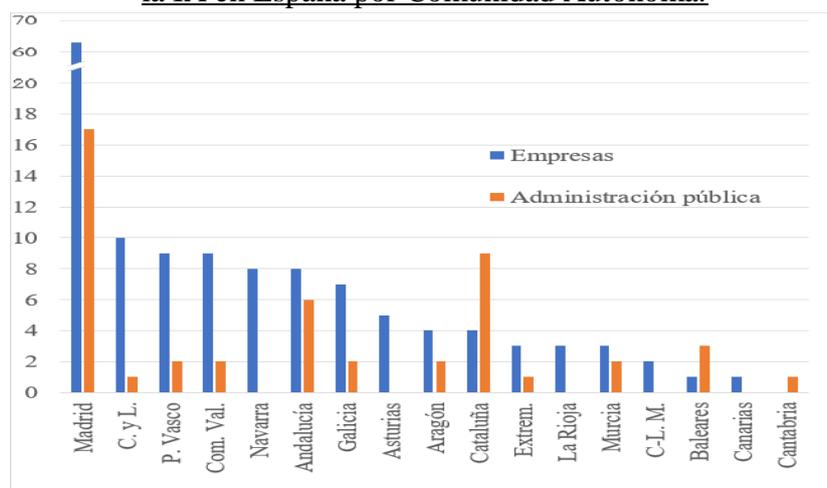
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del mapa de capacidades de tecnología en IA en España.

Si observamos como se reparten en función del tipo de entidad, destaca que las empresas se acumulan en gran medida en la Comunidad de Madrid, representado en el gráfico 3.3, donde se encuentran el 45% de las empresas, y que el resto de las organizaciones están más distribuidas, como es el caso de las administraciones públicas. En el caso de las empresas la diferencia con las demás comunidades autónomas es aún más amplia. La iniciativa pública en este contexto consigue una distribución más equitativa de las organizaciones.

Esto muestra, que, para la Comunidad de Madrid, pueden ser otros factores además del nivel de actividad económica lo que le lleven a tener tanta importancia en IA, además que plantea la existencia de un problema de distribución de la IA por el territorio español. Esta distribución deja fuera a gran parte de las CCAA de las innovaciones tecnológicas. Existe un problema de concentración en torno a la capital, dejando al resto del país fuera de estos avances en tecnología. Destaca la importancia de Castilla y León, como segunda comunidad con más empresas, y el bajo número en Cataluña, a pesar de ser la cuarta comunidad con un mayor Producto Interior Bruto (PIB) per cápita y la segunda, después de la Comunidad de Madrid, en cantidad total de organizaciones que trabajan con IA.

En el caso de las administraciones públicas, como también se ve en el gráfico 3.3, están más repartidas y las diferencias son menores, a pesar de que la Comunidad de Madrid sigue teniendo el liderazgo. Aun así, Cataluña, que es la única CCAA con un mayor número de entidades públicas que privadas, y Andalucía también superan el 10% en este tipo de organización. La comunidad de Cantabria no tendría presencia de IA si no fuera por estas organizaciones públicas.

Gráfico 3.3. Distribución de empresas y Administraciones Públicas dedicadas a la IA en España por Comunidad Autónoma.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del mapa de capacidades de tecnología en IA en España.

En el caso de las IPSFL y los centros de enseñanza la distribución es más equitativa, destacando el caso del País Vasco que lidera en el ámbito de las IPSFL, y la Comunidad de Madrid se encuentra en tercer lugar después de Cataluña.

3.3. IA y dinámica empresarial.

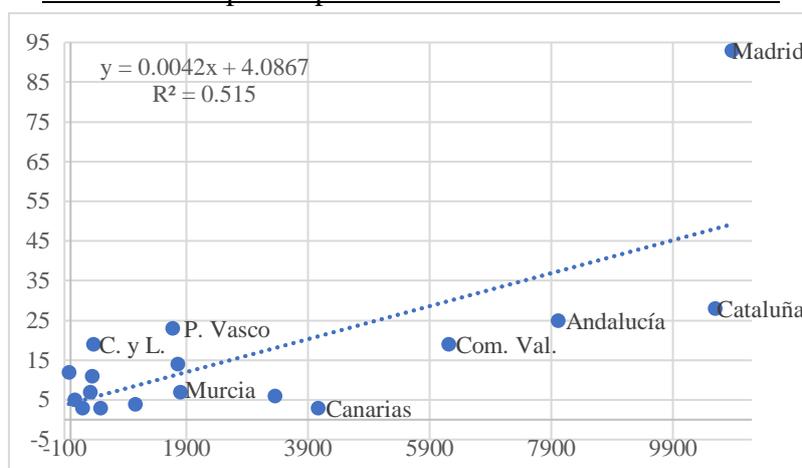
Para hacer la comparación utilizamos los datos del INE sobre nacimientos y muertes de empresas por comunidad autónoma, cuya última publicación fue en el año 2017, y calculamos el saldo de empresas, que nos sirve como una variable que mide el nivel de crecimiento de las CCAA. En este momento ya no tenemos en cuenta la cantidad de muertes o nacimientos de empresa, sino que tenemos como variable independiente el sentido en el que crecen dichas comunidades. El trabajo busca explicar la aparición de este tipo de organizaciones que trabajan con IA, con el crecimiento económico de cada comunidad autónoma, medido con el saldo total de empresas. Esta nueva variable nos permitirá medir de manera correcta el crecimiento de cada CCAA, ya que “la creación y

la desaparición de empresas es algo inherente a la dinámica de la economía de mercado en cualquier circunstancia” (Yserte, R. G. et al., 2016, p.168).

La única comunidad con un crecimiento negativo es Navarra, que perdió 29 empresas. Existen diferencias entre las comunidades que crecen menos, en concreto, entre las que aumentan sus empresas en menos de 2000 y las que lo hacen en un número superior. Las CCAA que más crecen, con un valor superior a 6000 son Cataluña, Andalucía, la Comunidad Valenciana y la Comunidad de Madrid.

Considerando la totalidad de los datos, en el gráfico 3.4, se puede observar una correlación positiva entre las organizaciones que trabajan con IA y el saldo de empresas, es decir, este tipo de organizaciones se sitúa en los lugares donde se está produciendo un mayor crecimiento de la actividad económica. La regresión acumula un mayor número de CCAA en los valores más bajos, con saldo de empresas menor a 2000. Con un mayor saldo positivo, se encuentran Madrid, con un valor muy extremo, que la aleja de la recta de regresión, Cataluña, Andalucía y la Comunidad Valenciana.

Gráfico 3.4. Relación entre el número de organizaciones dedicadas a la IA en España y el saldo de empresas por Comunidad Autónoma en 2017.

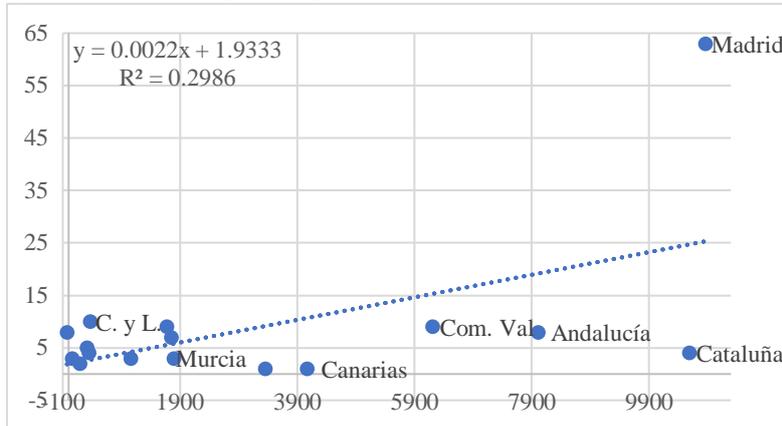


Fuente: Elaboración propia a partir del mapa de capacidades de tecnología en IA en España y de INE.

La relación con las muertes y nacimientos de empresas es similar, y se pueden extraer las mismas conclusiones. El gráfico 3.5 compara solo en función del número de empresas, dejando fuera los demás tipos de entidades. La base de datos se queda con 140 observaciones. Encontramos la misma tendencia, aunque con un R^2 menor, que se puede explicar por el valor tan extremo de Madrid, fruto de la mayor diferencia con las demás CCAA en este tipo de organizaciones. Estos factores llevan a concluir que puede que el

número empresas que trabajan con IA instaladas en la comunidad de Madrid esté explicado por otros factores, además del crecimiento de las empresas, como las propias características de la CCAA o la especialización sectorial. (Yserte, R. G. et al., 2016).

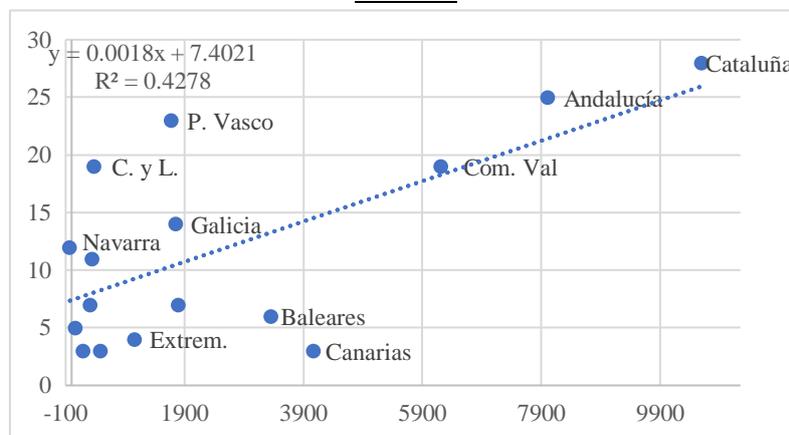
Gráfico 3.5. Relación entre el número de empresas dedicadas a la IA en España y el saldo de empresas por Comunidad Autónoma en 2017.



Fuente: Elaboración propia a partir del mapa de capacidades de tecnología en IA en España y de INE.

Para ver la correlación sin que haya elementos que la puedan distorsionar, como es el caso de Madrid, sacamos ese dato de la regresión para realizar el gráfico 3.6. Tomamos de nuevo el total de organizaciones, y, aun así, la regresión es positiva, cuanto más crecen las CCAA, más empresas con IA se instalan en ellas. Sin embargo, la regresión se ajusta peor a los datos comparado con la situación donde se incluye Madrid, puesto que el R^2 es menor.

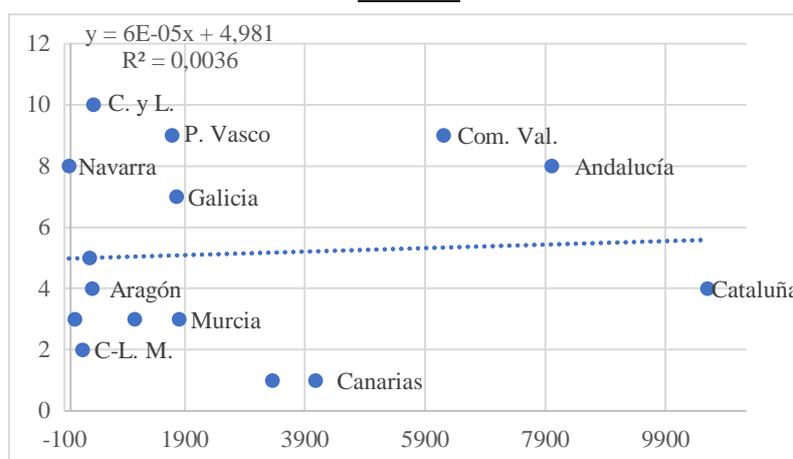
Gráfico 3.6. Relación entre el número de organizaciones dedicadas a la IA en España y el saldo de empresas por Comunidad Autónoma en 2017, excluyendo la Comunidad de Madrid.



Fuente: Elaboración propia a partir del mapa de capacidades de tecnología en IA en España y de INE.

Tomando los datos sin Madrid, y seleccionando solo las empresas, nos quedamos con 77 observaciones, y podemos ver como desaparece la relación. La nube de puntos deja de tener una tendencia clara, algo que se confirma al hacer la línea regresión y el R^2 . Esto muestra que una de las razones para que la regresión en los demás casos sea positiva es el hecho de que la Comunidad de Madrid tenga más organizaciones de IA de lo que se espera atendiendo a la recta de regresión.

Gráfico 3.7. Relación entre el número de empresas dedicadas a la IA en España y el saldo de empresas por Comunidad Autónoma en 2017, excluyendo la Comunidad de Madrid.

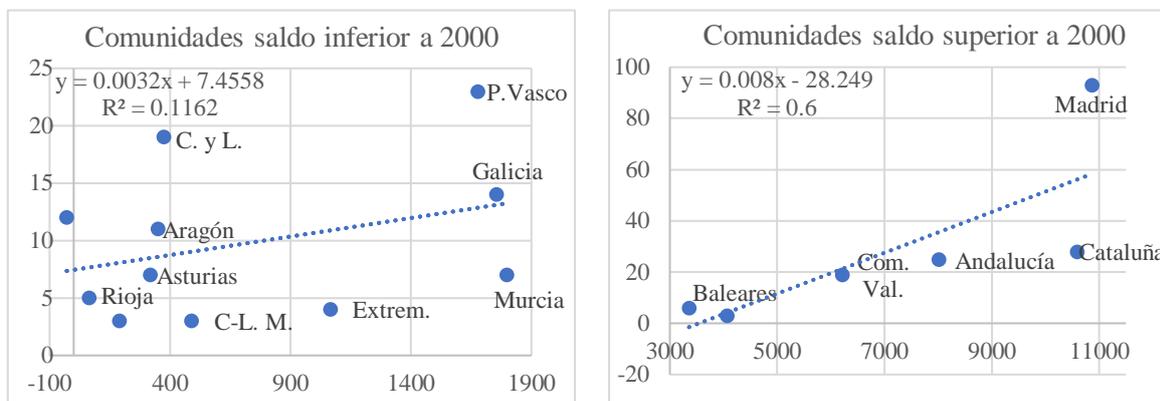


Fuente: Elaboración propia a partir del mapa de capacidades de tecnología en IA en España y de INE.

Existen diferencias entre los sistemas productivos y los sectores predominantes en cada Comunidad Autónoma, por lo que la comparación conjunta puede llevar a errores o pérdida de resultados. Para abordarlo, dividimos las comunidades entre las que crecen en más de 2000 empresas, y las que lo hacen en menor medida, además, esta división coincide con las comunidades con un mayor PIB per cápita en el primer grupo, y las que tienen un menor PIB per cápita en el segundo. Vemos que la relación de las que más crecen es más sólida, incluso incluyendo Madrid, que daba problemas en los anteriores análisis. Es en este grupo de CCAA es donde encontramos el mejor ajuste, con un R^2 de 0,6 (el coeficiente alcanza el valor de 0,89 si dejamos de tomar a la Comunidad de Madrid, -que sigue tomando valores muy extremos, aunque en menor medida que en los anteriores casos-, pero sería una regresión de solo cinco CCAA, que dejaría fuera gran parte de la información). Esto sugiere diferencias entre las CCAA, con una mayor heterogeneidad entre las que menos crecen, donde nos encontramos comunidades con un crecimiento de los más bajos que tienen un gran número de organizaciones trabajando con IA en su

territorio, y viceversa, sobre todo si comparamos con otras CCAA con niveles de crecimiento parecido. Las diferencias son evidentes en el gráfico 3.8, las CCAA que más crecen coinciden con las que tienen un mayor PIB per cápita.

Gráfico 3.8. Relación entre el número de organizaciones dedicadas a la IA en España y el saldo de empresas, inferior o superior a 2000, por Comunidad Autónoma en 2017.



Fuente: Elaboración propia a partir del mapa de capacidades de tecnología en IA en España y de INE.

Esto determina que aparecen más organizaciones que trabajan con IA cuanto más crecen las comunidades en cuanto a empresas, pero solo lo hacen de manera clara cuando las CCAA tienen un gran crecimiento. También, como explica Autor (2019), la introducción de la IA en los puestos de trabajo llevara a cambios sobre todo en las tareas que se llevan a cabo. Estos cambios serán más intensos, y se producirán de forma más temprana en las zonas con mayor actividad económica.

Todo esto muestra una dinámica empresarial a escala regional heterogénea (Yserte, R. G. et al., 2016) también en el ámbito de la IA, con diferencias entre las CCAA según si nivel de PIB per cápita y de especialización sectorial. Además de este análisis, hemos podido contrastar en que sectores está creciendo el ámbito de la IA en nuestro país.

Tabla 3.3. Principales sectores a los que se dedica la IA en España.

Sector	Total organizaciones	Stock de empresas	Saldo de empresas	Crecimiento del sector
Programación, consultoría, y otras actividades relacionadas con la informática	76	37229	1226	3,29%
Investigación y desarrollo	64	7501	270	3,60%
Educación	48	112647	4138	3,67%
Servicios técnicos de arquitectura e ingeniería; ensayos y análisis técnicos	19	116797	1894	1,62%
Otras actividades profesionales, científicas y técnicas	9	66686	3916	5,87%
Administración Pública y defensa; Seguridad Social obligatoria	9	110705	2508	2,27%
Actividades de seguridad e investigación	9	3755	41	1,09%
Seguros, reaseguros y fondos de pensiones, excepto Seguridad Social Obligatoria	9	1174	3	0,26%

Fuente: Elaboración propia a partir del mapa de capacidades de tecnología en IA en España y de INE.

El crecimiento de los sectores muestra el saldo de empresas de cada sector sobre el stock de empresas. Esto nos sirve para ver la tendencia del sector. Un crecimiento positivo nos informa que se están creando muchas empresas en el último año en comparación con las ya existentes, el sector estaría creciendo, mientras que, si el crecimiento es bajo o negativo, el sector está en declive, se están creando pocas empresas en ese ámbito o incluso están desapareciendo.

Los sectores con más de cinco organizaciones que trabajan con IA son las anteriores, que se muestran en la tabla 3.3, y suman más del 85% de la muestra. Comparando el saldo de empresas en cada sector con el stock que acumulan obtenemos el crecimiento del sector, y nos permite analizar donde se encuentran las organizaciones que estamos analizando. Vemos que los tres primeros sectores donde más importancia tiene la IA estaban creciendo por encima del 3%, lo que es más del doble de la media nacional de crecimiento de los sectores, que se sitúa en el 1,25%. Destaca también la importancia en el sector correspondiente a otras actividades profesionales, científicas y técnicas, que es uno de los sectores que más crece en España, al 5,87%. En definitiva, la IA aparece en sectores que están creciendo por encima de la media, con la excepción de los seguros, que decrece, aunque sea de forma leve, y las nuevas tecnologías pueden ayudar a evitar la pérdida de empresas en este sector.

El caso singular de la Comunidad de Madrid se explicaría por la concentración de las organizaciones de IA en sectores con un crecimiento muy positivo, como se muestra en la tabla 3.4.

Tabla 3.4. Principales sectores a los que se dedica la IA en la Comunidad de Madrid.

Sector	Total organizaciones	Porcentaje en la comunidad
Programación, consultoría, y otras actividades relacionadas con la informática	35	37,63%
Investigación y desarrollo	12	12,90%
Educación	8	8,60%
Seguros, reaseguros y fondos de pensiones, excepto Seguridad Social Obligatoria	6	6,45%
Administración Pública y defensa; Seguridad Social obligatoria	6	6,45%

Fuente: Elaboración propia a partir del mapa de capacidades de tecnología en IA en España.

Los cinco ámbitos mayoritarios en los que trabajan organizaciones de IA en esta comunidad también se encuentran entre los más utilizados a nivel nacional. El número de organizaciones en estos cinco sectores en Madrid supera el 70% de toda la comunidad.

A pesar de ello, como se menciona en el trabajo, otras variables como un PIB per cápita superior, o la mayor concentración de empresas puede afectar positivamente.

Con toda esta información, vemos que la IA, aunque con una distribución muy desigual por el territorio, tiene una relación positiva con el dinamismo empresarial en la mayor parte de los casos. Las organizaciones que trabajan con IA se establecen en mayor proporción en las CCAA que presentan un mayor crecimiento de empresas. Tan solo obtenemos una relación nula para el caso de empresas eliminando Madrid y para el caso de las CCAA que crean menos de 2000 empresas. La especialización sectorial de las CCAA tiene una gran importancia en la distribución de la IA, puesto que solo se enfoca en un grupo concreto de sectores productivos. Esto explica que las CCAA que basan su producción en estos sectores, como Madrid, tienen mayor presencia de IA.

Además, estas organizaciones también se encuentran en sectores en auge, con una tasa de crecimiento alta, superior al 3% en muchos casos, son los que más crecen a nivel nacional. Esto, además de generar diferencias pueden agravarlas si los sectores predominantes en el resto de las CCAA no tienen las mismas perspectivas.

El tamaño de las organizaciones de IA es muy superior a la media nacional, y se debe a las características propias de la utilización de la IA, que llevan a una gran concentración de la información y los datos. Esto a medio plazo puede dañar la competencia si las características de estas organizaciones no cambian o no se llevan a cabo las políticas adecuadas que aborden el problema. La relación positiva entre la cantidad de entidades que utilizan IA y variables relacionadas con el dinamismo empresarial (nacimientos y muertes, el saldo o el stock de empresas), tiene implicaciones. Por ejemplo, para fomentar el uso de la IA en una comunidad puede servir la adopción de esta tecnología por la administración pública, o la inversión en proyectos de desarrollo. Pero también, impulsar los sectores en auge, facilitando la movilidad de los trabajadores entre los sectores con un crecimiento negativo y perspectivas de desaparecer hacia ámbitos más productivos.

4. IMPLICACIONES DE POLÍTICA.

Los resultados del estudio sugieren alguna implicación de política, y afectan tanto al ámbito del Gobierno Central como al de las CCAA. Las diferencias encontradas en la importancia de la IA por sectores abren la puerta a políticas de ámbito nacional. La

especialización sectorial de las CCAA lleva a que la IA se pueda implementar de forma más eficiente en las CCAA con mayor PIB per cápita. Esta especialización sectorial deriva en que, si no se llevan a cabo medidas de política que impulsen los sectores emergentes en las CCAA que menos IA presentan, las diferencias que hemos encontrado se pueden agravar. En este caso, el sector público actúa reduciendo las desigualdades en la distribución, como se veía en el gráfico 3.3. Las entidades dependientes de alguna administración pública están más repartidas por el territorio que las empresas privadas, por lo que la iniciativa pública también sirve para reducir las desigualdades.

Las políticas también deberían centrarse en asegurar la competencia en los mercados cuyas empresas utilicen IA, y evitar un uso abusivo del poder de mercado por parte de las grandes empresas. Las empresas que trabajan con IA tienen un tamaño muy superior a la media nacional, lo que puede afectar a la competencia. Podría ser necesario controlar que no se aproveche la posición dominante de las grandes empresas o el uso de acciones en contra de los competidores más pequeños para aumentar la cuota de mercado.

En cuanto a las CCAA deberían impulsar políticas de innovación, centrándose en el apoyo a las pequeñas empresas y a fomentar los sectores más productivos (Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, 2019). La mayor cercanía a los ciudadanos y el mejor conocimiento de las características especiales de cada territorio servirá para focalizar las políticas en objetivos propios. Las CCAA tienen la capacidad para ser relevantes identificando y visualizando las características propias de la IA en sus regiones.

En otra medida, la UE también debería tomar parte a través, por ejemplo, de fondos para el desarrollo regional centrándose en el caso español en fomentar el empleo y apoyar a las pequeñas empresas en las CCAA con menor acceso a la IA. En el 2018 la comisión europea presentó una serie de propuestas como la inversión en investigación, laboratorios y empresas, además de un mercado digital único que facilite el acceso a los datos (European Commission, 2018). Las acciones que se enmarcan en este contexto se plasmaron en el libro blanco sobre la IA, y en la EED en pasado mes de febrero.

5. CONCLUSIÓN.

Los resultados del presente estudio son consistentes con otros análisis empíricos previos, en especial el realizado por la OCDE (2019) sobre la implantación de la automatización en los países que componen esta organización.

Para comenzar, encontramos que las empresas grandes, aquellas con un gran número de trabajadores predominan dentro del mapa de capacidades tecnológicas de IA, mientras que el porcentaje de empresas grandes en la economía española en conjunto es ínfimo. Esto conduce a que las políticas que se lleven a cabo deben dirigirse a mantener la competencia entre este tipo de organizaciones, que puede verse dañada.

Después, debido a la especialización sectorial de las CCAA, vemos diferencias en la distribución de estas organizaciones y en los sectores a los que se enfocan. El número de sectores productivos que están adoptando tecnologías de IA en España es muy pequeño, y además centrados en aquellos que más están creciendo. También, dentro de estos sectores encontramos diferencias entre los tipos de entidad que la componen, con una dicotomía clara entre las empresas, enfocadas a la programación, y las administraciones públicas, centradas en la investigación y la educación.

Es muy llamativa la extremada desigualdad territorial de la distribución de la IA entre CCAA. Se observa una gran importancia de la Comunidad de Madrid que cuenta con el 32% del total de organizaciones estudiadas. Esta Comunidad concentra su producción en los sectores más relevantes para la introducción de IA. La diferenciación sectorial abre la puerta a políticas nacionales, que deben ser apoyadas por las CCAA.

Existen diferencias en la distribución territorial en cuanto al tipo de entidad. En Madrid predominan las empresas, las administraciones públicas se distribuyen de manera más uniforme, y en cuanto a las IPSFL se concentran en gran medida en el País Vasco. El saldo total de empresas en cada CCAA, además de su PIB per cápita determinan la cantidad de organizaciones que trabajan con IA que se sitúan en las CCAA.

La relación más clara se muestra entre las CCAA con un saldo de empresas mayor a 2000, donde se aprecia una gran pendiente positiva de la recta de regresión, pero, para las CCAA con un saldo menor la relación es inexistente. Esta relación desaparece si eliminamos a la Comunidad de Madrid, y tomamos solo las empresas. En otras situaciones también existe relación, pero es más débil. En definitiva, existen una relación entre el mapa de capacidades tecnológicas de IA y el saldo de empresas de cada Comunidad Autónoma, sin embargo, no siempre es positiva, y puede verse afectada por otros factores.

Las grandes diferencias en la distribución de la IA en España y la especialización sectorial de las CCAA abren la puerta a políticas de ámbito regional y nacional. El

impulso de los sectores más propensos a introducir IA podría llevarse a cabo por el gobierno central, y podría lograr una reducción de las desigualdades regionales. Las CCAA podrían centrarse en impulsar los sectores más estratégicos de cada territorio, haciendo hincapié en las necesidades especiales de cada comunidad.

Sin embargo, el mapa de capacidades tecnológicas en IA ha sido generado muy recientemente, y es el primero de estas características que se elabora en España. Si se actualizan los datos de manera continua y se incorporan variables los análisis sobre IA en España serán más ricos. Además, la incorporación de información sobre periodos de tiempo distintos permitiría estudiar la evolución a lo largo de los años.

6. BIBLIOGRAFÍA.

- Agrawal, A., Goldfarb, A. & Gans, J. (2019). Economic Policy for Artificial Intelligence. *Innovation Policy and the Economy* 19, 139-159.
- Autor, D. (2013). The ‘Task Approach’ to Labor Markets: An Overview. *Journal of Labour Market Research* 46(3), 185-199.
- Autor, D. (2019). Work of the Past, Work of the Future. *American Economic Association Papers and Proceedings* 109, 1-32.
- Baldwin, R. (2019). The Globotics Upheaval. *Oxford University Press*.
- Benzell, S. G., & Brynjolfsson, E. (2019). Digital abundance and scarce genius: Implications for wages, interest rates, and growth. *NBER Working Papers* 25585.
- DeCanio, S. J. (2016). Robots and humans—complements or substitutes? *Journal of Macroeconomics* 49, 280-291.
- del Castillo, A. M. P. (2018). *Artificial Intelligence: A Game Changer for the World of Work*. Etui.
- Ernst, E., Merola, R., & Samaan, D. (2019). Economics of Artificial Intelligence: Implications for the Future of Work. *IZA Journal of Labor Policy* 9(4).
- European Commission. (2018). Communication from the Commission. Artificial Intelligence for Europe. *European Commission COM (2018) 237 final*. Recuperado de: <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2018/EN/COM-2018-237-F1-EN-MAIN-PART-1.PDF>

- European Commission. (2020). White Paper on Artificial Intelligence: A European approach to excellence and trust. *European Commission COM (2020) 65 final*. Recuperado de: https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020_en.pdf
- Hidalgo, M.A. (2018). El empleo del futuro. Un análisis del impacto de las nuevas tecnologías en el mercado laboral. *Editorial Deusto*.
- INE (2017). Base de datos Demografía armonizada de empresas. Recuperado de: https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736161927&menu=ultiDatos&idp=1254735576550
- Mapa de Capacidades Tecnológicas de IA. (2019). Gobierno de España. Recuperado de: <https://mapa.estrategiaia.es/>
- Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (2019). Estrategia Española de I+D+I en Tecnología Artificial. *Secretaría General Técnica del Ministerio de Ciencia, innovación y Universidades*.
- Naudé, W. (2019). The race against the robots and the fallacy of the giant cheesecake: Immediate and imagined impacts of artificial intelligence. *IZA Institute of Labor Economics Discussion Papers Series*, 12218.
- OECD (2019). Determinants and Impact of Automation. An Analysis of Robots' Adoption in OECD Countries. *OECD Digital Economy Papers*, 227.
- OECD (2018). AI: Intelligent Machines, Smart Policies. Conference Summary. *OECD Digital Economy Papers*, 270.
- Ponce, A. (2018). Artificial Intelligence: A Game Changer for the World of Work. *ETUI Research Paper-Foresight Brief*.
- Yserte, R. G., Rivera, M. T. G., & Gautier, D. M. (2016). La crisis económica y la geografía del tejido empresarial español: 2000-2013. *Revista de Estudios Regionales*, 106, 165-195.