

Impacto socioeconómico de las matemáticas en Andalucía y España

Abril 2021



INSTITUTO ANDALUZ DE MATEMÁTICAS





Impacto socioeconómico de las matemáticas en Andalucía y España



Edita

IAMAT · INSTITUTO ANDALUZ DE MATEMÁTICAS
www.iamat.es

Dirección técnica

María Romero Paniagua (AFI)
Diego Vizcaíno Delgado (AFI)

Equipo de trabajo

Cristina García Círia (AFI)
Javier Serrano Martínez (AFI)
Juan Sosa Aparicio (AFI)

Diseño y maquetación

Juan Antonio Cabezas Garrido
DR9 ARQUITECTOS



Impacto socioeconómico de las matemáticas en Andalucía y España

Abril 2021



Analistas Financieros Internacionales
c/ Marqués de Villamejor, 5
28006 Madrid



Instituto Andaluz de Matemáticas
www.iamat.es

Teléfono · (+34) 915 200 100
Fax · (+34) 915 200 120
e-mail · afi@afi.es
www.afi.es

Organismos financiadores:



Unión Europea
Fondo Europeo
de Desarrollo Regional
"Una manera de hacer Europa"



RED2018-102350-E



ÍNDICE

1. PREFACIO	7
2. RESUMEN EJECUTIVO	11
3. INTRODUCCIÓN	15
4. EL PESO SOCIOECONÓMICO DE LAS MATEMÁTICAS EN ANDALUCÍA Y ESPAÑA	17
4.1. ESTIMACIÓN DEL IMPACTO DIRECTO A TRAVÉS DEL ENFOQUE DE LAS OCUPACIONES.....	18
4.2. ESTIMACIÓN DEL IMPACTO DIRECTO A TRAVÉS DEL ENFOQUE COMBINADO DE OCUPACIONES Y PRODUCTOS	27
4.3. ESTIMACIÓN DEL IMPACTO INDIRECTO E INDUCIDO: EFECTOS DE ARRASTRE SOBRE OTROS SECTORES ECONÓMICOS.....	33
5. IMPACTO DE LA CRISIS DE LA COVID-19 SOBRE EL EMPLEO Y PERSPECTIVAS DE RECUPERACIÓN: LAS HABILIDADES MATEMÁTICAS EN LA RESILIENCIA E IMPULSO DEL EMPLEO	39
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
7. ANEXO METODOLÓGICO	49
7.1. ENFOQUE DE OCUPACIONES: APROXIMACIÓN METODOLÓGICA.....	49
7.2. ENFOQUE DE OCUPACIONES: MICRODATOS EPA	55
7.3. ENFOQUE DE PRODUCTOS	62
7.4. IMPACTO INDIRECTO E INDUCIDO.....	62
7.5. MODELO AFI DE IMPACTO COVID-19 POR SECTORES Y PROVINCIAS	64
8. EXPERTOS CONSULTADOS	69
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
10. GLOSARIO DE TÉRMINOS	73
11. RELACIÓN DE FIGURAS	77



1. PREFACIO

El presente estudio aborda el papel de las matemáticas como elemento estratégico generador de valor económico y desarrollo social en Andalucía.

El progreso de las sociedades humanas, la reducción de su impacto en el medio ambiente, la mejora de la calidad y la esperanza de vida, están ampliamente basados en los avances científicos y tecnológicos. A su vez, éstos se fundamentan en los avances de las ciencias básicas, entre las que las matemáticas juegan un papel fundamental. Sin investigación, formación y transferencia matemáticas, no existirían la ingeniería o la economía en la forma que las conocemos actualmente, no existiría la informática, no habría teléfonos inteligentes, ni ordenadores, ni cuentas bancarias online, ni números PIN...

Las matemáticas no solo sostienen el conocimiento científico y los avances tecnológicos, proporcionando una visión profunda de procesos y sistemas, sino que también contribuyen a generar valor añadido en prácticamente todos los sectores económicos. En los últimos años se ha producido un cambio de paradigma en las aplicaciones de las matemáticas, que ahora también proporcionan un valor añadido directo a sectores emergentes relacionados con el análisis de datos y la inteligencia artificial.

Los poderes públicos son muy conscientes del papel estratégico de las matemáticas en el desarrollo económico y social. En 2016, la Comisión Europea lanzó una consulta pública sobre las matemáticas en el programa MARCO H2020, como base para el futuro programa de trabajo HORIZON2020 (2018-20) con contenido matemático innovador. Entre otras cosas afirma: *‘Two facts motivated this request: today’s digital society depends on mathematics and algorithms; there is a vast pool of mathematical talent in Europe. The conclusion is that Europe can be first in mathematical applications for big data, computing and especially HPC, to be first in modern science and innovation’.*

La Estrategia Española para Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2017 considera la modelización, el análisis matemático y las nuevas soluciones matemáticas para ciencia y tecnología como estratégicos «para la resolución de problemas científicos y tecnológicos e investigación de frontera».

Las Estrategias de Especialización Inteligente de todas las regiones europeas, promovidas por la Unión Europea, tienen como fin promover un crecimiento económico «inteligente, sostenible e integrado», basado en aprovechar los puntos fuertes de cada región. La Estrategia de Innovación de Andalucía 2014-2020 (RIS3 Andalucía, actualmente en período de reformulación para el período 2021-2027) plantea una serie prioridades de especialización por su interés estratégico: movilidad y logística, industria avanzada vinculada al transporte, recursos endógenos de base territorial, turismo, cultura y ocio, salud y bienestar social, agroindustria y alimentación saludable, energías renovables, eficiencia energética y construcción sostenible, TIC y economía digital. Para el desarrollo avanzado de todos ellos las matemáticas juegan un papel básico irremplazable.

Por otra parte, la Junta de Andalucía fomenta el desarrollo de la investigación y la transferencia matemáticas en Andalucía a través de la financiación de diferentes proyectos recogida en los sucesivos planes andaluces de Innovación, Desarrollo e Innovación (PAIDI). Desde los institutos de investigación matemática de las universidades de Granada y Sevilla se ha promovido la creación del Instituto Andaluz de Matemáticas (IAMAT), con vocación de integración de todas las universidades públicas de Andalucía, actualmente en curso. El presente informe sobre el impacto de la matemática en el desarrollo socioeconómico de la sociedad andaluza es fruto de la acción del IAMAT y se ha financiado mediante una ayuda del PAIDI.

Este informe independiente, realizado por la consultora Analistas Financieros Internacionales y referido al año 2019, proporciona conclusiones muy relevantes de cómo las matemáticas impulsan la economía andaluza. El impacto de éstas en términos de valor económico y empleo alcanza valores muy notables, mostrando la alta capacidad de proporcionar valor añadido que tienen las matemáticas en una amplia variedad de sectores económicos. Por supuesto la matemática es fundamental en los modernos servicios digitales, comunicaciones e internet, pero también en sectores más tradicionales como banca, seguros, electricidad y gas, entre otros, en las que su uso está experimentando un rápido desarrollo. El informe muestra igualmente la alta productividad de las ramas económicas con alta intensidad de uso de las matemáticas en Andalucía.

El informe incluye asimismo un estudio del impacto socioeconómico de las matemáticas en España en 2019. La comparación con el estudio similar realizado en 2016, también por AFI, muestra que las conclusiones entonces obtenidas sobre el impacto de la matemática en la economía española se confirman.

Por último, el informe efectúa un análisis del impacto de la pandemia de COVID-19 en los sectores económicos con amplia implantación de las matemáticas. Estos sectores muestran una fuerte resiliencia, con muy escasas pérdidas, o incluso ganancias, en empleo y valor añadido, frente a descensos muy intensos en la economía en general, tanto en Andalucía como en España.

Es para el naciente IAMAT una gran satisfacción poner este informe al servicio de la sociedad andaluza y española, especialmente de sus sectores productivos y de su administración. Esperamos que ayude a incrementar la capacidad de las matemáticas para proporcionar valor añadido a la economía andaluza y mejorar el empleo y, en definitiva, a contribuir a la mejora de la calidad de vida de sus ciudadanos.

Sevilla, 10 de abril de 2021

Tomás Chacón Rebollo
 Director Técnico de la Ayuda
 de Fortalecimiento
 al Instituto Andaluz de Matemáticas

Guillermo Curbera Costello
 Coordinador del Estudio de Impacto
 Económico de las Matemáticas
 en Andalucía

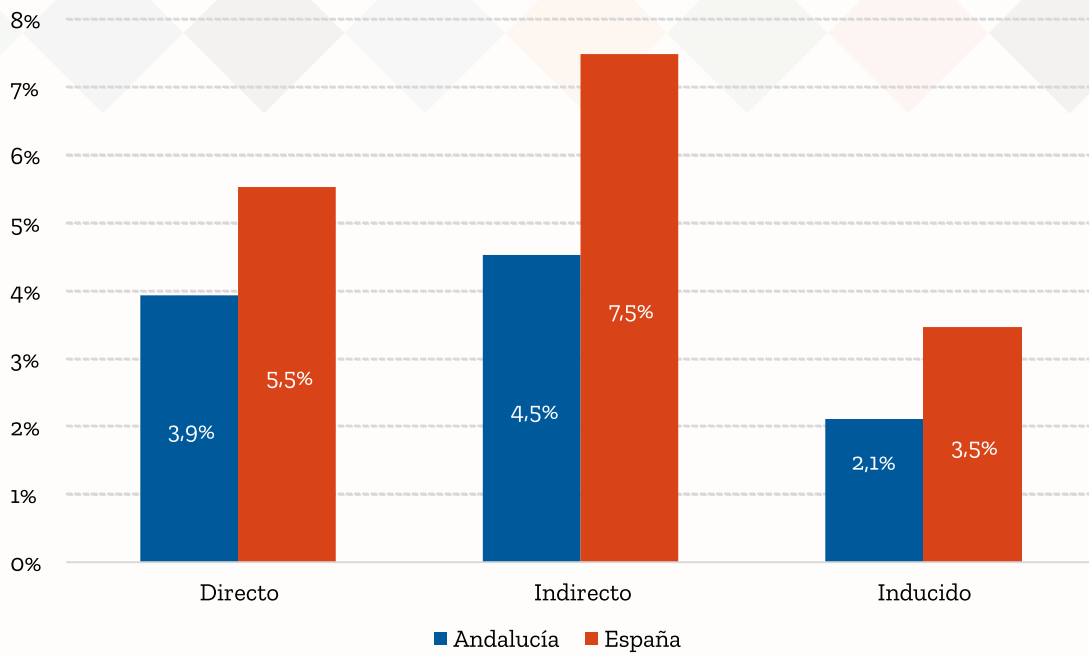
2. RESUMEN EJECUTIVO

El peso de las matemáticas en la economía andaluza

Desde el punto de vista del análisis económico, las matemáticas tienen una naturaleza dual. En la medida en que las matemáticas forman parte del stock de capital humano (los profesionales matemáticos o aquellos que usan las matemáticas en su puesto de trabajo, por ejemplo) y también está incorporada en el stock de capital físico (un ordenador, por ejemplo), puede considerarse como un *Input* (oferta). No obstante, existen bienes o servicios cuya naturaleza es matemática (una prima de seguro, por ejemplo), por lo que también pueden considerarse como un *Output* (demanda).

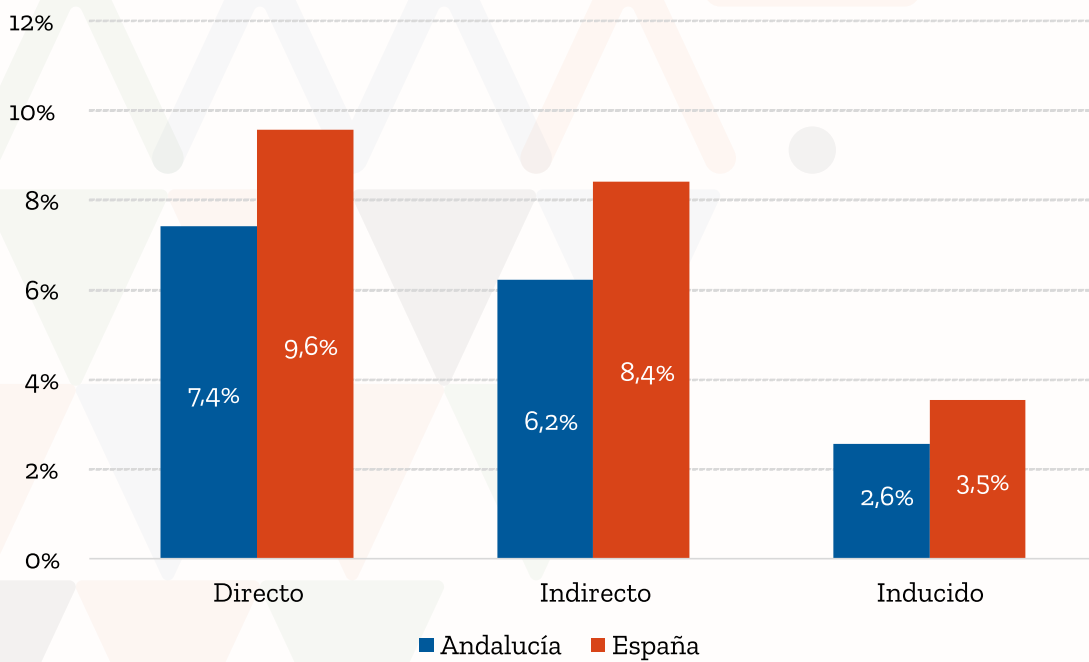
Un enfoque combinado de ocupaciones y productos revela que las matemáticas generaron casi 123.000 puestos de trabajo Equivalentes a Jornada Completa (EJC) en Andalucía en 2019, representando un 3,9% de los ocupados de la región, una cantidad notable, pero inferior a lo que representarían en el conjunto de España (5,5% del total). Al añadirse los empleos indirectos e inducidos, el impacto de las matemáticas en el mercado de trabajo andaluz se eleva hasta el 10,6% del total de los ocupados en 2019 de la región.

Estimación de impacto directo, indirecto e inducido de las actividades intensivas en matemáticas sobre el empleo en Andalucía y España (% total ocupados en región y país), 2019



Fuentes: Afí, INE (microdatos EPA, Tablas Input-Output)

Estimación de impacto directo, indirecto e inducido de las actividades intensivas en matemáticas sobre el VAB en Andalucía y en España (% VAB regional y nacional), 2019



Fuentes: Afí, INE (microdatos EPA, Tablas Input-Output)

En términos de Valor Añadido Bruto (VAB), las actividades intensivas en matemáticas generarían el 7,4% del VAB de Andalucía en 2019, casi el doble del porcentaje observado en términos de empleo, pero que sigue siendo inferior a la media nacional, que se situaría en el 9,6%. Si se añadiesen los efectos indirectos e inducidos, las matemáticas generarían el 16,2% del VAB total de la economía andaluza en 2019, una cifra inferior a la estimada para el conjunto de la economía española (21,6% del total).

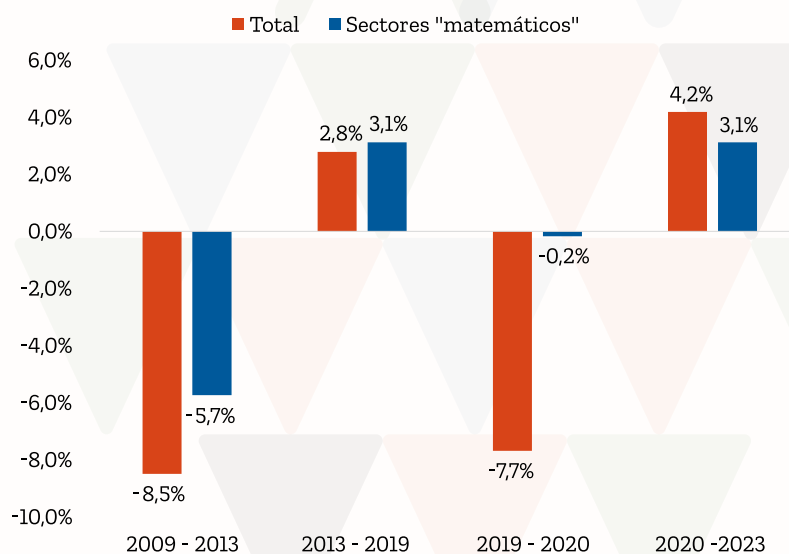
La diferencia entre Andalucía y el conjunto de España se explica por el grado de especialización productiva y por la penetración de las matemáticas en cada uno de los sectores económicos.

Al igual que ocurre en el conjunto de España, es destacable la magnitud del impacto indirecto e inducido que generan las matemáticas en Andalucía, lo que pone de manifiesto el importante efecto de arrastre que ejerce el uso de estas herramientas sobre el tejido productivo. Los multiplicadores de valor añadido serían menores en Andalucía que en España (1,84 y 1,88 euros por cada euro invertido, respectivamente); mientras que los de empleo serían mayores en

Andalucía (9,5 o 8,9 empleos por cada millón de euros invertido, respectivamente). Esto se debe a una disparidad en la productividad media de los sectores arrastrados a nivel regional y nacional. Las actividades relacionadas con las matemáticas en Andalucía tendrían una productividad de casi 91.000 euros por trabajador, una cifra un 8% inferior a la del conjunto de España (casi 99.000 euros por trabajador). Sin embargo, atendiendo únicamente al tipo de empleo generado por arrastres, los efectos tractores de las actividades matemáticas en Andalucía tenderían a generar empleos más productivos que los del sector a nivel nacional (66.300 y 64.100 euros, respectivamente). Esta diferencia en las productividades se explica por la composición sectorial del efecto indirecto.

El hipotético sector matemático, creado sintéticamente a partir de los segmentos intensivos en matemáticas del resto de sectores, se posiciona como un sector «clave» en el entramado productivo. Se denominan así, ya que ejercen tanto una labor de arrastre sobre otras actividades, como de soporte para el crecimiento de otros sectores, por lo que revisten un carácter estratégico.

Tasa de crecimiento medio anual del empleo en Andalucía



Fuentes: Afi, INE (microdatos EPA, Tablas Input-Output)

Impacto de la crisis de la COVID-19 sobre el empleo y perspectivas de recuperación: las habilidades matemáticas en la resiliencia e impulso del empleo

El empleo en los sectores intensivos en matemáticas es más resiliente ante shocks económicos: durante 2020 apenas se destruyó un 0,2% del empleo en los sectores intensivos en matemáticas, frente a la destrucción del 7,7% del conjunto de Andalucía.

Según el Modelo Afi de sectores y provincias, el peso de los sectores con alta intensidad matemática en el conjunto del mercado laboral crecerá en los próximos tres años, tanto en Andalucía como en el conjunto de España, pudiéndose situar en 2023 un 9% y un 11% respectivamente, por encima de su nivel pre-pandemia (2019).

El impulso de los sectores más resilientes a esta crisis y a otras de naturaleza diferente, como las sufridas con anterioridad, debe estar en el centro de la agenda de política económica y de empleo de cualquier país avanzado. La apuesta por la digitalización que hacen los Fondos para la Recuperación y Resiliencia aprobados recientemente en la Unión Europea y que tienen su trasposición española en el Plan «España Puede» debe materializarse en un impulso decidido de las matemáticas como vector de resistencia del empleo y de impulso de la recuperación.

Para que todo esto sea posible, sería recomendable, entre otras cuestiones, (i) que las matemáticas adopten un papel protagonista en el modelo educativo, (ii) se mejore el engarce entre el mundo académico y el empresarial, (iii) se potencie la investigación y las matemáticas aplicadas, (iv) y se visibilice en el entorno empresarial la utilidad que reportan las matemáticas en las diversas fases del proceso productivo, entre otros aspectos.

3. INTRODUCCIÓN

No se equivocaba Galileo Galilei cuando dijo que las matemáticas son el lenguaje que usó Dios para escribir el mundo. Las matemáticas están presentes en todos los aspectos de la vida, tal y como la percibimos las personas; tanto en aquellas materias que deseamos conocer y son el centro de nuestra atención y estudio, como en otros aspectos que damos por sentados, y que sin embargo conforman la realidad que nos rodea. De este modo, el uso del lenguaje matemático es indispensable en los métodos de estudio e investigación de diferentes campos, en temáticas tan dispares como las ciencias naturales, las humanidades o la música.

Además de su aportación al estudio de la realidad, el lenguaje y el conocimiento matemáticos han servido como una herramienta imprescindible para el desarrollo de nuestra sociedad, ya que estos componen la solución fundamental a problemas básicos de organización y administración. Concretamente, nuestro sistema productivo hace uso de las matemáticas de manera constante. Baste imaginar la imposibilidad de llevar la contabilidad empresarial sin este lenguaje, o la dificultad de producir vehículos modernos con sistemas de navegación incorporados, o de construir edificios residenciales para satisfacer una demanda variable. Es indudable, ciertamente, la indispensabilidad de las matemáticas en nuestro tejido productivo, y es objetivo de este estudio el medir cuál es su valor socioeconómico en Andalucía y en España.

Precisamente, este análisis da continuidad al estudio publicado en 2018, bajo el mismo nombre, por la Red Estratégica en Matemáticas, y tiene como objetivo proseguir visibilizando el valor de las matemáticas en nuestra sociedad. Al igual que en aquella publicación, es importante enfatizar que el ejercicio de delimitar y estimar, de manera precisa, la aportación de las matemáticas a la economía es una tarea de alta dificultad, debido a que las matemáticas per se no circulan por el mercado y que, por lo tanto, no computan en términos de Producto Interior Bruto (PIB) de manera directa. A pesar de ello, el estudio utiliza una metodología que ha sido contrastada con expertos del sector y que, además, ha constituido el fundamento técnico de análisis similares en el Reino Unido, los Países Bajos y en Francia, además de en la publicación española ya citada.

A pesar de la naturaleza estructural del estudio, sería irreflexivo el ignorar la coyuntura económica que sufre la sociedad actual con la llegada de la crisis sanitaria de la COVID-19. Más aún cuando las consecuencias económicas de la pandemia traen consigo una conclusión sobre la composición de los sistemas productivos, y es que los sectores más intensivos en conocimiento matemático han aguantado mejor el

impacto económico del coronavirus que aquellas actividades que no requieren de un uso tan intensivo de este lenguaje y de esta herramienta. En este aspecto, el estudio enfatiza la necesidad de apostar por el uso, investigación y transferencia de conocimiento matemático para impulsar la recuperación económica, y para asegurar una prosperidad mejor distribuida en la sociedad y más estable.

Así, el estudio aquí desarrollado se estructura de la siguiente manera. En el capítulo 2 se aproxima el peso económico de las matemáticas en términos de PIB, y de empleo en Andalucía, manteniendo siempre una comparación con el dato a nivel nacional actualizado. Más adelante, en el capítulo 3, se realiza un análisis del impacto regional y nacional de la crisis de la COVID-19 y del valor de las matemáticas como vector de resiliencia económica ante un shock de semejantes características. Finalmente, el estudio sugiere algunas recomendaciones que podrían ayudar al diseño de políticas de apoyo al desarrollo y aplicabilidad de las matemáticas en Andalucía y en España, a la luz de la evidencia aportada en el estudio y las conclusiones de varias rondas de entrevistas con agentes concedores del ecosistema matemático en la economía andaluza.

4. EL PESO SOCIOECONÓMICO DE LAS MATEMÁTICAS EN ANDALUCÍA Y ESPAÑA

Las matemáticas no tienen un valor de mercado, como pueda ser el de otro sector de actividad, lo que dificulta conocer el peso socioeconómico de las matemáticas en la economía andaluza y española. No obstante, la dificultad de medición no imposibilita conocer el peso de las mismas. De hecho, varios han sido los estudios que han tratado de estimar el impacto que las matemáticas tienen en la economía. Uno de esos trabajos fue realizado para la economía española y fue el antecesor de este proyecto¹. La aproximación metodológica que se empleará en este trabajo será la misma que la realizada en el anterior y que consiste en la consideración de los beneficios apropiables para los agentes que ostentan el conocimiento matemático y perciben sus frutos en sus actividades correspondientes. Asimismo, este estudio se centrará en estimar el impacto socioeconómico de las matemáticas en Andalucía para el año 2019 (último año para el que se dispone de la información estadística necesaria para esta estimación), tratando de comparar los resultados obtenidos con la media española a esta misma fecha. Por lo tanto, en la medida de lo posible, se tratará de

¹ Para más información, visitar el siguiente enlace: <https://institucionales.us.es/remimus/resumen-y-conclusiones-del-acto-de-presentacion-del-informe-de-la-rem/>

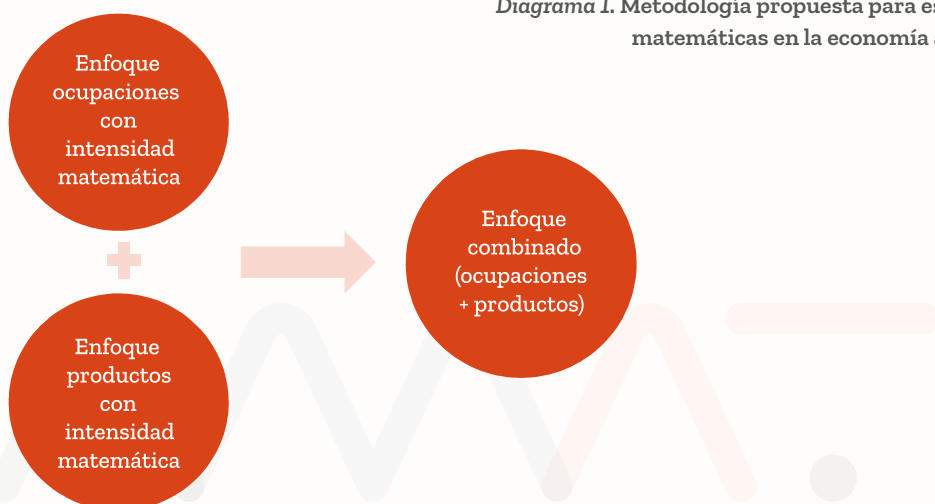
realizar una comparativa de los resultados de España para el año 2019 con los obtenidos en el año del estudio anterior, 2016, con objeto de identificar si se ha producido un progreso o estancamiento de la penetración de las matemáticas en el tejido empresarial de nuestro país.

En la medida en que las matemáticas forman parte del stock de capital humano (los profesionales matemáticos o aquellos que usan las matemáticas en su puesto de trabajo, por ejemplo) y también está incorporada en el stock de capital físico (un ordenador, por ejemplo), puede considerarse como un Input (oferta). No obstante, existen bienes o servicios cuya naturaleza es matemática (una prima de seguro, por

ejemplo), por lo que también pueden considerarse como un *Output* (demanda). Por ello, la manera de aproximar su contribución será mediante ambas lógicas, realizando un enfoque combinado.

El análisis desarrollado se basa (ver Diagrama 1) en el enfoque de ocupaciones (oferta), donde se obtendrá el nivel de penetración de las matemáticas en el tejido productivo. No obstante, también se explorará el enfoque productos (demanda), con objetivo de conocer el nivel de producción con base matemática en la demanda de las empresas y hogares. Estos dos enfoques son complementarios y de la unión de ambos resultará el enfoque combinado.

Diagrama 1. Metodología propuesta para estimar el peso de las matemáticas en la economía andaluza y española



Fuente: Afi

4. 1. ESTIMACIÓN DEL IMPACTO DIRECTO A TRAVÉS DEL ENFOQUE DE LAS OCUPACIONES

A partir de la metodología del enfoque de ocupaciones (ver Anexo metodológico), se obtiene que en Andalucía habría hasta 585.000 ocupados con intensidad matemática Equivalentes a Jornada Competa (EJC, en adelante) en el año 2019, teniendo en cuen-

ta todos los niveles de estudios. Si nos centramos en aquellos que han completado un nivel superior, estaríamos hablando de, al menos, 350.000 ocupados EJC. La primera magnitud representa un 18,0% del total de ocupados de la economía andaluza en ese mismo año, mientras que la segunda magnitud representa un 10,7% del total (ver Tabla 1).

En el caso de España, se observa que habría 4,2 millones de ocupados EJC con intensidad matemática en

2019, representando un 21,1% del total de ocupados de la economía española en ese mismo año. Si atendemos solo a aquellos que han completado un nivel superior, entonces la cifra se reduciría a 2,7 millones de ocupados (13,2% del total). En comparación con los datos obtenidos para el año 2016, se observa que el porcentaje de ocupados EJC con intensidad matemática ha aumentado su peso, sobre todo aquellos que han completado un nivel de educación superior.

Por su parte, en comparación con Andalucía, el peso de los ocupados EJC con intensidad matemática es menor en la región (3,1 puntos porcentuales menos). Sin embargo, esta diferencia de pesos se debe únicamente al porcentaje de ocupados que cuentan con, como mínimo, un título de educación superior, ya que no hay diferencia entre aquellos ocupados EJC con intensidad matemática que tengan título de grado medio o ESO.

Tabla 1. Ocupados totales y EJC con intensidad matemática según nivel educativo completado (personas y % total), 2019 y 2016

Número de ocupados		Alto	Alto + FPsuperior	Alto + FPsuperior + FPmedio	Alto + FPsuperior + FPmedio + ESO
Andalucía (2019)	Total				
	Por nivel educ.	339.135	96.941	0	135.981
	<u>Acumulado</u>	339.135	436.075	436.075	572.057
	EJC				
	Por nivel educ.	349.027	92.287	0	144.130
	<u>Acumulado</u>	349.027	441.314	441.314	585.443
España (2019)	Total				
	Por nivel educ.	2.588.154	697.949	2.846	872.929
	<u>Acumulado</u>	2.588.154	3.286.102	3.288.948	4.161.877
	EJC				
	Por nivel educ.	2.656.818	692.278	3.583	888.301
	<u>Acumulado</u>	2.656.818	3.349.096	3.352.679	4.240.980
España (2016)	Total				
	Por nivel educ.	2.350.916	568.165	1.261	801.724
	<u>Acumulado</u>	2.350.916	2.919.080	2.920.341	3.722.065
	EJC				
	Por nivel educ.	2.450.880	582.801	1.401	805.940
	<u>Acumulado</u>	2.450.880	3.033.681	3.035.083	3.841.022

% total		Alto	Alto + FPsuperior	Alto + FPsuperior + FPmedio	Alto + FPsuperior + FPmedio + ESO
Andalucía (2019)	Total				
	Por nivel educ.	10,4%	3,0%	0,0%	4,2%
	<u>Acumulado</u>	10,4%	13,4%	13,4%	17,5%
	EJC				
	Por nivel educ.	10,7%	2,8%	0,0%	4,4%
	<u>Acumulado</u>	10,7%	13,5%	13,5%	18,0%
España (2019)	Total				
	Por nivel educ.	12,8%	3,5%	0,01%	4,3%
	<u>Acumulado</u>	12,8%	16,3%	16,3%	20,7%
	EJC				
	Por nivel educ.	13,2%	3,4%	0,02%	4,4%
	<u>Acumulado</u>	13,2%	16,6%	16,6%	21,1%
España (2016)	Total				
	Por nivel educ.	12,5%	3,0%	0,01%	4,3%
	<u>Acumulado</u>	12,5%	15,5%	15,5%	19,8%
	EJC				
	Por nivel educ.	13,0%	3,1%	0,01%	4,3%
	<u>Acumulado</u>	13,0%	16,1%	16,1%	20,4%

Fuentes: Afi, INE (microdatos EPA)

Este análisis se trata de una estimación de máximos, ya que considera que estos ocupados dedican la totalidad de su tiempo de trabajo a la realización de tareas con intensidad matemática. No obstante, esto no siempre es así, ya que ciertas tareas, relevantes en el ejercicio de cualquier profesión, no precisan de conocimientos matemáticos avanzados por parte de los trabajadores. También puede darse el caso de que, para la ejecución de dichas tareas, los trabajadores no se apoyen sobre las herramientas con alto contenido matemático. Un ejemplo de ello son las relaciones comerciales e institucionales que se celebran de forma presencial, las reuniones de coordinación de equipos, etc.

Por ello, resulta conveniente atribuir una proporción de tiempo a cada una de las ocupaciones identificadas con intensidad matemática. Cabe mencionar que, la no disponibilidad estadística de este tipo de información dificulta el análisis, pero no lo imposibilita. Así, el porcentaje de horas dedicadas a cada ocupación se ha apoyado en el conocimiento de diferentes expertos² conocedores de la transferencia matemática (ver «*expertos consultados*») y de las tareas que desempeñan este tipo de profesiones en su día a día. A efectos de la estimación que nos atañe en esta ocasión, se considera que las respuestas a las consultas realizadas en el año 2016 a esta relación de expertos siguen hoy vigentes, ya que la intensidad matemática de las tareas de cada una de las profesiones apenas ha variado en los últimos 3 años. Por lo tanto, las diferencias que se observen en la estimación cuantitativa responderán, más bien, a la variación que se haya producido

2 Los resultados expuestos a continuación se han calculado mediante las medias aritméticas de la proporción de tiempo de cada una de las ocupaciones con intensidad matemática que han trasladado los expertos consultados. Para evitar la disparidad de opiniones, se han eliminado las respuestas que se consideran outliers, es decir, aquellas que superen la media aritmética en dos veces la desviación típica, tanto en el extremo inferior, como en el superior. En general, a las ocupaciones de carácter técnico se les ha otorgado una proporción de tiempo dedicado a las matemáticas superior a la de aquellas otras donde el componente administrativo y/o directivo es relevante.

en la cantidad de profesionales y la jornada laboral contemplada en su contrato laboral.

Teniendo en cuenta lo anterior, los resultados muestran que las actividades intensivas en matemáticas contribuirían a la generación de cerca de 86.000 ocupados EJC en Andalucía de forma directa si se abarcase a todo el colectivo, con independencia de su nivel formativo, lo que equivaldría al 2,7% del total de los ocupados de la economía andaluza. Si el impacto únicamente se circunscribe a los ocupados que han completado un nivel educativo alto, entonces las actividades intensivas en matemáticas contribuirían a la generación de 66.000 empleos en Andalucía, un 2,1% del total de ocupados de Andalucía (ver Tabla 2).

De la misma forma, las actividades de intensidad matemática son responsables del 3,5% del empleo en España, lo que equivale a casi 700.000 empleos EJC, independientemente del nivel formativo del trabajador. En comparación con el estudio anterior, supone un incremento de 70.000 empleos, lo que demuestra que la importancia de las matemáticas en el empleo ha aumentado en los últimos tres años.

Adicionalmente, si se comparan los resultados obtenidos para Andalucía con los de la media española, se pone de manifiesto que el impacto directo de las matemáticas en la economía andaluza es menor que en España. Asimismo, se observa que el total del empleo andaluz en la economía española representa un 15,8%, mientras que el total del empleo de intensidad matemática representa un 12,2%. Este hecho pone de manifiesto que el colectivo de trabajadores con intensidad matemática tiene menor representatividad en la región de lo que le correspondería por su tamaño, lo que puede ser un indicativo de que los profesionales con intensidad matemática no han penetrado lo que deberían en las diferentes ramas de actividad económica y/o que la especialización de la economía andaluza no está orientada hacia aquellos sectores que más emplean las matemáticas en su día a día.

Tabla 2. Estimación de impacto directo de las actividades intensivas en matemáticas sobre el empleo en Andalucía y España (trabajadores EJC ajustados por tiempo dedicado a las matemáticas y % total de ocupados), según nivel educativo completado por el trabajador, 2019. Comparativa con los resultados del ejercicio previo (2016). Enfoque ocupaciones.

		España 2016	España 2019	Andalucía 2019	Proporción entre el empleo en Andalucía y en España
Alto	Personas	507.641	556.825	66.289	11,9%
	% total	2,9%	2,8%	2,1%	
Alto + FPsuperior	Personas	581.257	646.615	77.560	12,0%
	% total	3,3%	3,3%	2,5%	
Alto + FPsuperior + FPmedio	Personas	581.597	646.615	77.560	12,0%
	% total	3,3%	3,3%	2,5%	
Alto + FPsuperior + FPmedio + ESO	Personas	629.239	698.959	85.519	12,2%
	% total	3,6%	3,5%	2,7%	
Total	Personas	17.417.710	19.779.313	3.119.737	15,8%
	% total	100%	100%	100%	

Fuentes: Afi, INE (microdatos EPA)

A continuación, se analiza el impacto de las matemáticas en la economía. Para ello, resulta indispensable conocer la productividad por hora trabajada de cada uno de los 63 sectores económicos, información proporcionada por el marco *Input-Output* (ver *Anexo metodológico*). Usando la productividad por hora trabajada junto con la estimación del número de ocupados EJC adaptados por tiempo que dedican a las matemáticas, se obtiene el VAB (Valor Añadido Bruto)³, que es una medida similar al PIB (Producto Interior Bruto), instrumento básico que mide la actividad económica.

³ El VAB es el valor de mercado de los bienes y servicios finales producidos por una economía en un determinado periodo de tiempo, sin tener en cuenta los impuestos indirectos sobre los productos, ni el valor de las subvenciones. La suma del VAB y los de los impuestos indirectos sobre los productos restando el valor de las subvenciones identifica el PIB.

Cabe destacar que se está asumiendo que cada ocupado intensivo en matemáticas tiene la misma productividad que la del resto de ocupados del sector económico en el que trabajan. Pese a que puede parecer una hipótesis controvertida, lo cierto es que podría estar infraestimando la contribución de las matemáticas a la economía andaluza y española, ya que probablemente los ocupados con intensidad matemática tienen productividades mayores a la media sectorial. El conocimiento de los salarios de estos profesionales para cada sector económico podría cuantificar la diferencia, si es que existe. Sin embargo, la no disponibilidad estadística de la variable de salarios en los microdatos de la EPA, dificulta esta constatación.

Según el enfoque de ocupaciones, las matemáticas serían responsables de más de 85.500 puestos de trabajo en Andalucía (2,7% del total de ocupados) y de casi 700.000 puestos de trabajo en España (3,5% del total). Esto equivaldría a unos 7.700 millones de euros en Andalucía y 72.000 millones de euros en España (5,1% y 6,4% del total del VAB de la economía andaluza y española de 2019, respectivamente).

De esta manera, se obtiene que las actividades intensivas en matemáticas contribuirían a la generación de más de 7.700 millones de euros de forma directa en la economía andaluza, si se tuviese en cuenta a todos los profesionales matemáticos, lo que equivaldría al 5,1% del total del VAB de Andalucía de 2019. Si solo se considerasen aquellos individuos que han completado los estudios universitarios, el impacto directo en VAB se situaría por encima de los 5.800 millones de euros, un 3,9% del total (ver Tabla 3).

En comparación con la media española, se corrobora lo observado en el análisis del empleo, que el peso de las matemáticas en Andalucía es inferior al de la media española. Así, el 6,4% del VAB español se debe al impacto directo de las matemáticas en 2019, lo que equivale a 71.800 millones de euros, independiente-

mente del nivel de estudios de los ocupados. Si solo se tiene en cuenta a aquellos trabajadores con nivel educativo universitario, el peso de las matemáticas representa el 5,1% del total de la economía. Asimismo, en comparación con los niveles de 2016, las matemáticas han ganado en importancia en España, ya que, en ese año, el peso alcanzó el 6,1% para todos los ocupados, independientemente del nivel educativo y el 5% del VAB para aquellos ocupados con nivel educativo alto.

Por último, cabe destacar que las matemáticas en Andalucía tienen una menor representatividad que la que les correspondería por su tamaño. Es decir, Andalucía representa el 13,3% de la economía española, sin embargo, el sector de las matemáticas en Andalucía representa el 10,8% (-2,5 puntos porcentuales de diferencia).

Tabla 3. Impacto directo de las matemáticas en el VAB en Andalucía y España (millones de euros y % sobre el total del VAB), según enfoque ocupaciones. Comparativa con los resultados del estudio de 2016.

		España 2016	España 2019	Andalucía 2019	Proporción entre el empleo en Andalucía y en España
Alto	Mill. Eur.	50.324	57.871	5.870	10,1%
	% total	5,0%	5,1%	3,9%	
Alto + FPsuperior	Mill. Eur.	57.406	66.600	7.092	10,6%
	% total	5,7%	5,9%	4,7%	
Alto + FPsuperior + FPmedio	Mill. Eur.	57.466	66.600	7.092	10,6%
	% total	5,7%	5,9%	4,7%	
Alto + FPsuperior + FPmedio + ESO	Mill. Eur.	61.747	71.840	7.732	10,8%
	% total	6,1%	6,4%	5,1%	
Total	Personas	1.014.911	1.129.010	150.440	13,3%
	% total	6%	6%	5%	

Fuentes: Añ, INE (microdatos EPA)

La productividad de los ocupados con intensidad matemática se sitúa en los 43,5 euros por hora trabajada en Andalucía y 49,7 euros por hora trabajada en España, mientras que la media sectorial se ubica en los 29,2 y 33,0 euros por hora trabajada en Andalucía y España, respectivamente.

Nótese que el impacto en términos de PIB supera al estimado para el caso del empleo, tanto en Andalucía como en España. Este hecho debe su explicación a que este tipo de profesionales predominan en los sectores con la productividad laboral más alta. En Andalucía, la productividad promedio de las ramas económicas en las que trabajan estos profesionales se sitúa en 43,5 euros por hora trabajada, mientras que la media de todos los sectores económicos andaluces se ubica en los 29,2 euros por hora trabajada. Para el caso del conjunto de España, ocurre algo similar: la productividad promedio en las ramas de intensidad matemática es de 49,4 euros por hora trabajada,

mientras que la media de todos los sectores se sitúa en los 33,0 euros por hora trabajada en 2019.

En conclusión, la contribución económica de las actividades intensivas en matemáticas es mayor que la que se deduce en del resto de sectores, tanto para España como para Andalucía. Apostar por este tipo de actividades contribuiría a mejorar la productividad laboral en la economía, una de las debilidades del mercado laboral. Asimismo, mejorar la productividad laboral permitiría mejorar la competitividad de las economías andaluza y española.

Tanto en términos de empleo como de VAB, la economía andaluza está más especializada en sectores económicos que hacen un uso menos intensivo de las matemáticas. Los sectores que hacen un uso intensivo de las matemáticas tienen un menor peso que en la economía española.

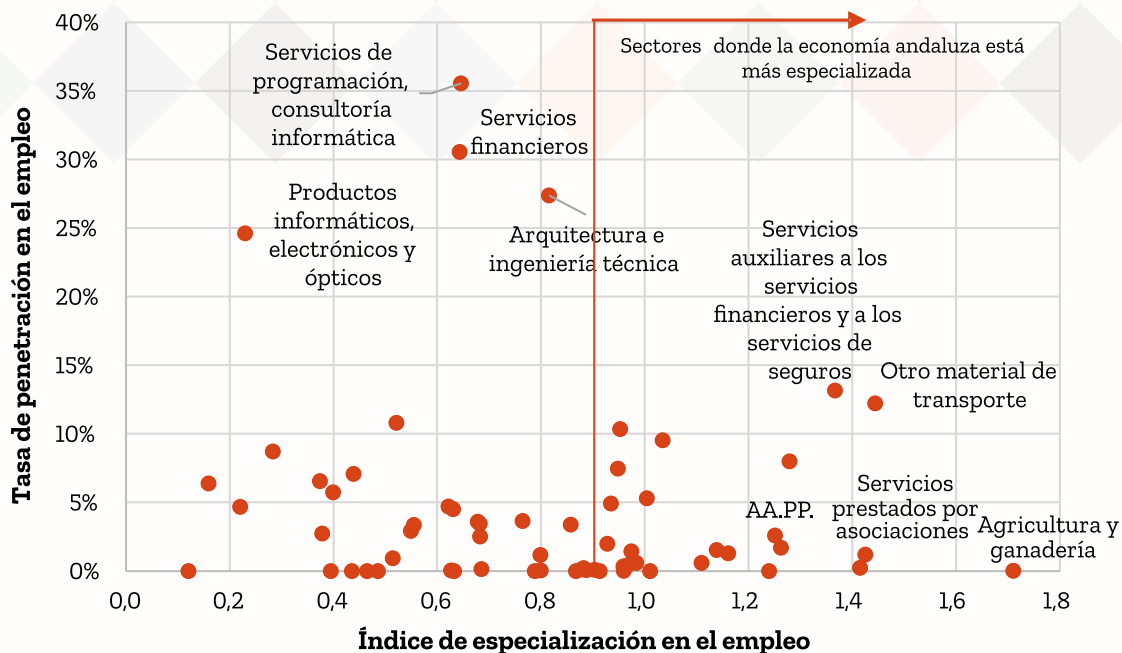
La razón por la que las matemáticas en Andalucía tienen menor importancia que en el conjunto de España, tanto en términos de empleo como de VAB, es debido a que la comunidad autónoma está especializada en sectores económicos que hacen un uso menos intensivo de las matemáticas y, aquellos que lo hacen, tienen una escasa representación en la economía y mercado laboral andaluces.

En términos de empleo, la especialización matemática es escasa en contraposición con otros sectores. De hecho, el empleo en Andalucía está más especializado en sectores como agricultura y ganadería, servicios prestados por asociaciones, administraciones públicas (AA.PP.), otro material de transporte o

servicios auxiliares a los servicios financieros y a los servicios de seguros (ver Gráfico 1).

En relación con el VAB, se observa un comportamiento muy similar al observado en el empleo. Así, el tejido productivo está especializado en sectores como agricultura y ganadería, servicios de agua y su tratamiento u otro material de transporte. Estas actividades económicas son poco intensivas en tecnología y transferencia matemática, a juzgar por la penetración que se detecta también en el conjunto de la economía española (ver Gráfico 1), lo que no quiere decir que puedan ir adaptándose poco a poco a estas tecnologías y sofisticando cada vez más sus procesos productivos. De hecho, el panel de expertos

Gráfico 1. Especialización sectorial en Andalucía y penetración de las matemáticas en el empleo



Fuentes: Afi, INE (microdatos EPA)

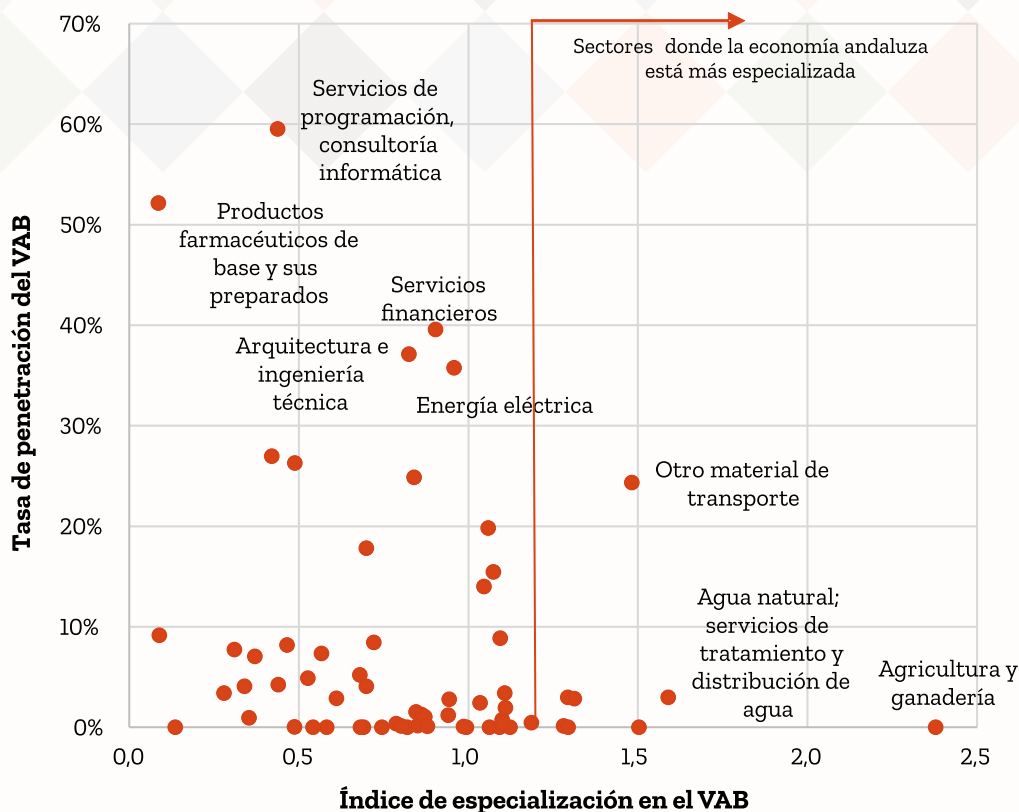
consultados durante la elaboración de este estudio (ver «*expertos consultados*») ha puesto de manifiesto la transferencia matemática a estos sectores económicos en los que Andalucía presenta ventaja competitiva. Aunque se trata de penetración modesta todavía, constituyen experiencias y buenas prácticas que podrían extenderse por toda la comunidad autónoma, mejorando los procesos productivos y generando valor de forma más eficiente.

En conclusión, si Andalucía quisiera mejorar la importancia de las matemáticas en la economía y especializar su empleo, debería orientar sus apoyos hacia

sectores de mayor uso de las matemáticas como son los relacionados con la informática, óptica y electrónica, los servicios de programación y consultoría informática, los servicios financieros, las arquitecturas e ingenierías técnicas o las empresas de productos farmacéuticos (ver Gráfico 1 y Gráfico 2). Y, por otro lado, impulsar la intensidad matemática en aquellos sectores con mayor peso relativo en la estructura económica andaluza que hasta ahora no la han empleado, concienciando a los agentes de esos sectores de que el uso de las matemáticas generar valor y eficiencia en los procesos productivos.

Si Andalucía quisiera mejorar el impacto de las matemáticas debería apostar por las actividades relacionadas con la informática, óptica, electrónica e informática, aunque también puede apoyarse en los sectores en los que está especializada (agroalimentario y turismo), aprovechando su ventaja competitiva, haciendo que calen cada vez más las matemáticas.

Gráfico 2. Especialización sectorial en Andalucía y penetración de las matemáticas en el VAB



Fuentes: Afi, INE (microdatos EPA)

Caso de éxito 1. Las matemáticas en el sector agroalimentario

El sector agroalimentario, en su más amplia concepción (desde el sector primario, hasta el proceso industrial y su distribución comercial), se caracteriza, a diferencia de la percepción generalizada del mismo, por una sofisticación de sus procesos productivos, tras la incorporación de la tecnología y las matemáticas.

Los últimos avances realizados en el sector van desde el empleo de sensores para detectar la humedad del terreno o la detección y control de plagas, hasta el control remoto de las fincas o la implantación de sistemas inteligentes para el desarrollo de nuevas plantas o variedades. Así, por ejemplo, los modelos matemáticos son capaces de maximizar la probabilidad de que las plantas tengan unas determinadas características (forma, textura, color, enfermedades, etc.) que optimizan su producción y posterior comercialización, maximizando el valor generado por el sector y minimizando las pérdidas que puedan derivarse a lo largo de toda la cadena productiva.

Caso de éxito 2. Las matemáticas en el sector turístico y patrimonio cultural

El sector turístico es uno de los más representativos de la economía andaluza, gracias al enorme y variado patrimonio cultural que caracteriza a esta región española. Se trata también de uno de los sectores económicos más castigados por la actual crisis derivada de la pandemia de la COVID-19, lo que ha entorpecido el buen desempeño de este sector estratégico para Andalucía.

La inteligencia artificial puede contribuir a la recuperación de este sector, anticipando el comportamiento de los flujos turísticos, su origen y destino, sus inquietudes y preferencias para que la oferta pueda adaptarse a las mismas y aprovechar al máximo el potencial de la recuperación. Además, existen otras tecnologías, basadas eminentemente en las matemáticas, que ponen en valor el patrimonio cultural y artístico de la región, como puede ser el flamenco. El análisis computacional de audios y la identificación del cante flamenco o del cantaor, ambas tecnologías matemáticas desarrolladas en Andalucía, son unas herramientas poderosas para la exportación de este patrimonio cultural andaluz y español. Igualmente, las experiencias multimedia de los espectadores de los museos pueden ser otro ejemplo claro de un ámbito con un enorme potencial.

Caso de éxito 3. Las matemáticas en el sector de tratamiento y distribución de agua

Las matemáticas se han mostrado muy útiles en el análisis y gestión de la pandemia provocada por la COVID-19. Así, por ejemplo, para detectar la incidencia del virus en una población determinada se han llegado a analizar las aguas residuales. La sensorización, el *big data* y las diversas técnicas de estimación y predicción son capaces de mejorar la toma de decisiones de tanta relevancia como el buen diagnóstico y control del virus.

Estas técnicas matemáticas también se emplean, habitualmente, para detectar y controlar el grado de salinidad de la cuenca del Guadalquivir, por ejemplo. Un estudio de inteligencia artificial que ha logrado mejorar el análisis del agua, su tratamiento y distribución. Un aspecto relevante, no solo para los usos agroalimentarios e industriales, sino también para el uso que hace de la misma la población de la región.

Además de la diferente especialización productiva, existen otros factores que, según los expertos consultados, también explican el menor peso de las matemáticas en Andalucía frente al conjunto de España. Algunos de estos factores, ya anticipados en el estudio realizado para el conjunto de la economía española (REM, 2019), son:

- **El tamaño de la empresa:** Andalucía, al igual que la media española, se caracteriza por tener un tejido productivo donde predominan las empresas de pequeño tamaño. Cuanto más pequeña es la empresa, menor cantidad de recursos para destinar a estos propósitos, como puede ser la I+D+i, donde las matemáticas desempeñan un papel fundamental. Las grandes empresas tienen más capacidad (financiera, de medios físicos y humanos), un horizonte mayor para recuperar la inversión realizada y una mayor productividad laboral, además de presentar una mayor probabilidad de supervivencia (too big to fall).
- **El desconocimiento empresarial del valor de las matemáticas:** las empresas desconocen la capacidad de las matemáticas para resolver problemas organizacionales, mejorar la eficiencia y desarrollo de negocio. La visibilización de los casos de éxito en la región, especialmente ante los órganos directivos, contribuiría a transitar hacia una economía basada en el conocimiento, donde la I+D+i se sitúe en el centro de la toma de decisiones de la empresa, ya que es la garante de su crecimiento y competitividad.
- **La educación matemática orientada a la academia y no a la transferencia:** la formación universitaria en matemática aplicada en Andalucía es muy escasa, lo que dificulta, junto con otros factores, la transferencia de las matemáticas a la empresa.

4. 2. ESTIMACIÓN DEL IMPACTO DIRECTO A TRAVÉS DEL ENFOQUE COMBINADO DE OCUPACIONES Y PRODUCTOS

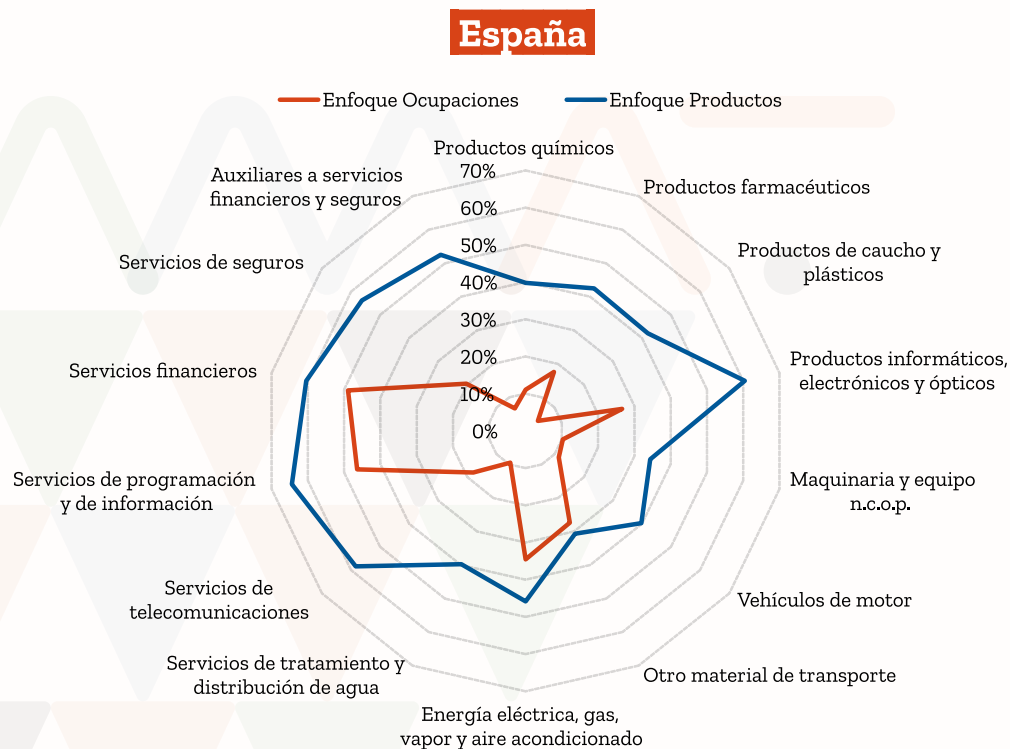
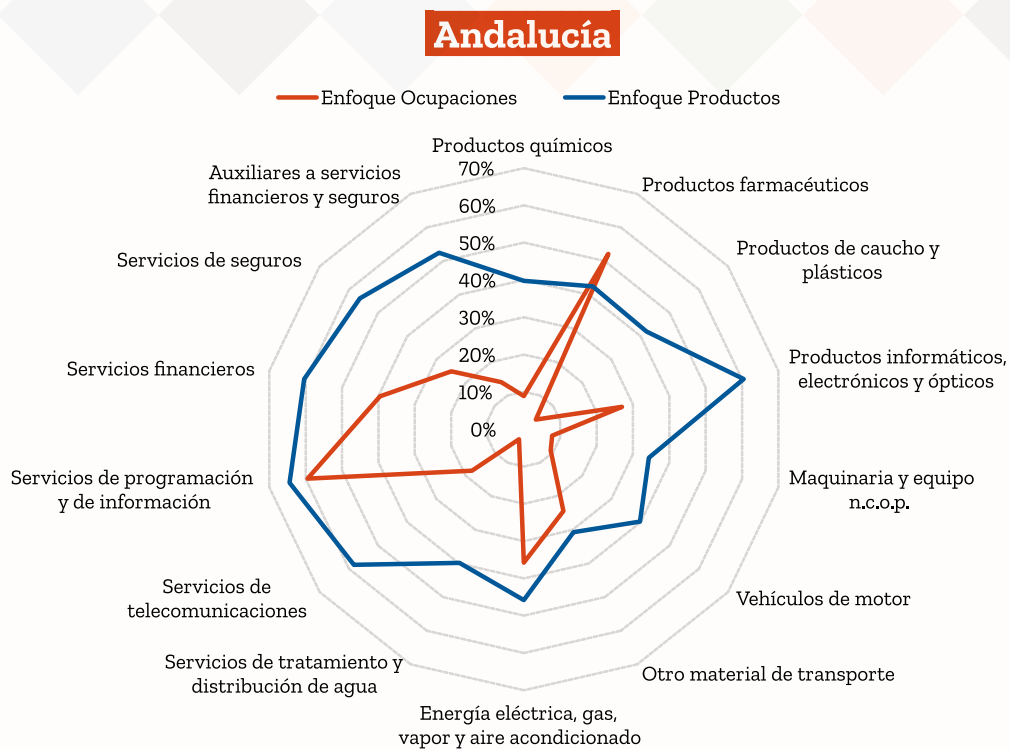
Tal y como se procedió en el estudio del impacto de la tecnología y transferencia matemáticas en la economía española, es preciso completar el enfoque de ocupaciones con el de productos y hablar de un impacto de las matemáticas teniendo en cuenta ambos enfoques.

El enfoque de ocupaciones se basa en el nivel de inclusión de los profesionales matemáticos dentro del tejido productivo, teniendo en cuenta así el peso de las matemáticas en los procesos de producción de los sectores de actividad económica. En cambio, el enfoque combinado amplía el espectro del análisis para contabilizar también la producción matemática como bien de consumo, ya sea final o intermedio para otras ramas productivas. Así, mediante la unión de ambas metodologías, el estudio consigue incorporar efectivamente todo el potencial de las matemáticas para generar valor.

Sin embargo, a pesar de la complementariedad en los enfoques de ocupaciones y de productos, ambos procedimientos no resultan directamente agregables, ya que se podría incurrir en duplicidades en los agregados calculados. Por ello, con el objetivo de integrar ambos métodos, es preciso tener en cuenta que:

- i. En las ramas de gran especialización en productos matemáticos se utilizará el enfoque de productos, y no el de ocupaciones.
- ii. En aquellas de menor especialización tecnológica, el enfoque de ocupaciones será el que se emplee para la estimación de impacto de las matemáticas.

Gráfico 3. Ramas de actividad económica en las que se produce complemento del enfoque de ocupaciones con el enfoque de productos: impacto directo en VAB, 2019



Fuentes: Afi, INE

Concretamente, los sectores donde prima el enfoque de productos son eminentemente industriales (entre los que se encuentran la industria farmacéutica, la informática y la de automoción), aunque también es destacable la presencia de ramas de servicios donde el contenido tecnológico es especialmente relevante. Es el caso, además, de los servicios de programación e informáticos, de los servicios de telecomunicaciones o los financieros y de seguros, que cada vez incorporan mayor cantidad de contenido matemático.

En todos estos sectores el peso del VAB matemático a través del enfoque de productos es mayor que el que se deduce del enfoque de las ocupaciones, ya que la intensidad matemática de los productos y servicios que se comercializan es mayor que la penetración de los profesionales y el uso que hacen de las matemáticas para desempeñar las tareas que requieren sus puestos de trabajo (ver Gráfico 3).

Este enfoque de productos con detalle sectorial realizado para el caso español se ha trasladado a la realidad de la comunidad autónoma de Andalucía. Todos los sectores identificados con anterioridad revelan una infraestimación del valor que aportan las matemáticas si nos quedamos solo con el enfoque de ocupaciones, por lo que resulta pertinente realizar el complemento del enfoque de productos. Es de señalar, no obstante, como caso singular que el enfoque de ocupaciones en el sector de producción farmacéutica de Andalucía ya traslada un valor superior al que se desprende del enfoque de productos. El hecho de que haya una mayor cantidad de profesionales intensivos en matemáticas en Andalucía que en el resto de España en este mismo sector podría justificar este comportamiento diferencial. Por ello, este es el único sector cuya estimación del valor de las matemáticas no se completará con el enfoque de productos, como si ocurrió en el ejercicio realizado para el caso español.

Las actividades intensivas en matemáticas generarían casi 123.000 puestos de trabajo EJC en Andalucía en 2019, representando un 3,9% de los ocupados de la región, una cantidad notable, pero inferior a lo que representarían en el conjunto de España (5,5% del total).

Teniendo en cuenta, por tanto, tanto el enfoque de ocupaciones como el de productos, los resultados revelan que en Andalucía las actividades intensivas en matemáticas ocuparían a cerca de 123.000 trabajadores en jornada equivalente a tiempo completo en 2019, lo que supondría un 11,2% del total nacional (que ascendería a 1,1 millones de ocupados). En términos relativos al tamaño de sus respectivos mercados de trabajo, las actividades intensivas en matemáticas representarían el 3,9% de la ocupación total, menos que lo que suponen en el conjunto de España, cuyo porcentaje se elevaría hasta el 5,5% del total del empleo EJC en 2019 (ver Tabla 4).

En lo que respecta al impacto directo en VAB, el enfoque combinado apuntaría a un volumen de unos 11.000 millones de euros en 2019 y un 7,4% del VAB total de la región. Si se relativiza sobre el VAB directo en España de las actividades intensivas en matemáticas, el VAB generado en Andalucía representaría un 10,3% del total nacional (que se estima en unos 108.000 millones de euros). Al igual que sucede con el empleo directo, el peso de las matemáticas sobre la economía andaluza también sería inferior a la media nacional, ya que se estima que las matemáticas generaron el 9,6% del VAB total de España en 2019 (ver Tabla 5).

Tabla 4. Estimación de impacto directo de las actividades intensivas en matemáticas sobre el empleo en Andalucía y en España (personas equivalentes a jornada completa y % sobre el total de los ocupados), 2019

	Andalucía	España
Empleos EJC	122.893	1.094.273
% Total	3,9%	5,5%

Fuente: Afi, INE (microdatos EPA)

Tabla 5. Estimación de impacto directo de las actividades intensivas en matemáticas sobre el VAB en Andalucía y en España (millones de euros y % sobre el total del VAB), 2019

	Andalucía	España
VAB (mill. de €)	11.174	108.146
% Total	7,4%	9,6%

Fuente: Afi, INE

En términos de valor añadido, las actividades intensivas en matemáticas generarían el 7,4% del VAB de Andalucía en 2019, casi el doble del porcentaje observado en términos de empleo, pero que sigue siendo inferior a la media nacional, que se situaría en el 9,6%.

En cuanto a la distribución del VAB de las actividades intensivas en matemáticas dentro del tejido productivo cabe destacar que, en el caso andaluz, los principales sectores generadores de VAB matemático serían los servicios financieros (ya que pesarían un 19% del total del VAB matemático producido) y el sector del suministro de energía eléctrica y gas (15%). En España, los principales sectores serían los mismos, si bien sus pesos serían de menor entidad (17% y 12%, respectivamente); además, hay que sumarle al sector de la informática, el cual generaría el 11% del VAB matemático total a escala nacional (ver Gráfico 4).

Las diferentes magnitudes en el peso de las actividades intensivas en matemáticas entre Andalucía y España podrían estar causadas por dos razones. La primera sería una menor especialización regional en aquellos sectores más intensivos en matemáticas; y la segunda, un posible menor grado de penetración de las matemáticas en el tejido productivo de la comunidad autónoma.

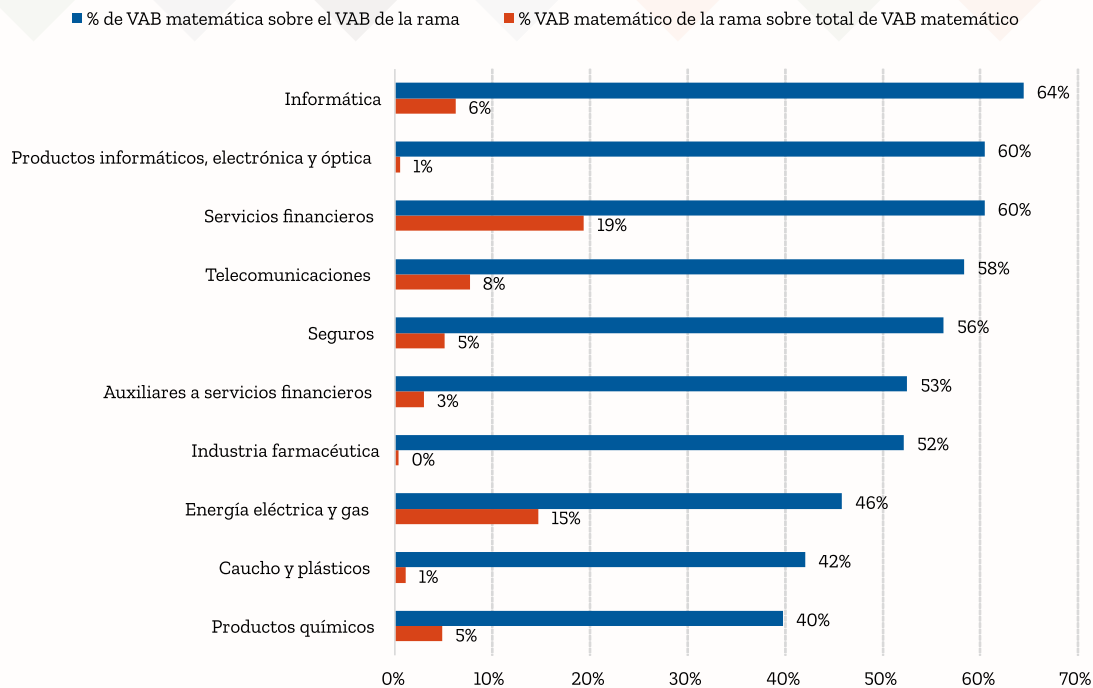
Con respecto a la primera razón, los datos sugieren que existe una intensidad matemática todavía no

desarrollada en la economía andaluza. Como se ha mencionado en secciones anteriores, la composición de la estructura productiva de la comunidad autónoma se centra en sectores que requieren una intensidad matemática menor; consecuentemente, la región andaluza genera un menor valor añadido en términos relativos a su tamaño. De entre los sectores donde Andalucía tiene un margen de crecimiento más importante destacan: la fabricación de vehículos de motor, la informática, la investigación y el desarrollo científicos, y los productos farmacéuticos. De ahí que el peso que tienen las actividades intensivas en matemáticas, tanto en términos económicos como laborales, sea menor en Andalucía que en el conjunto de España. La especialización productiva es, por tanto, uno de los principales aspectos que explica la diferente envergadura de las matemáticas en una y otra geografía, como ya ocurría con la comparación de España con otros países europeos más avanzados en esta materia, como Reino Unido o Francia⁴.

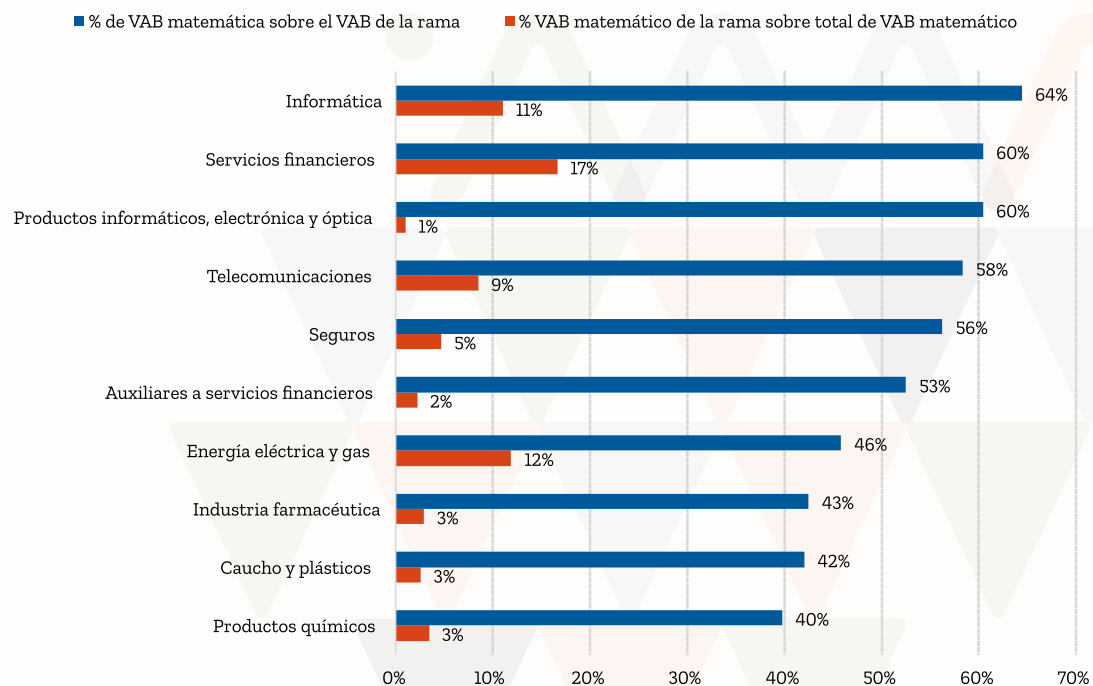
4 Los trabajos que han sido de referencia para el desarrollo de este estudio han sido el informe elaborado por Deloitte para el caso de Reino Unido (2012), y del CMI en el caso de Francia (2015).

Gráfico 4. Ramas de actividad económica más intensivas en matemáticas en Andalucía y España (% sobre VAB matemático y total de cada rama), 2019

Andalucía



España



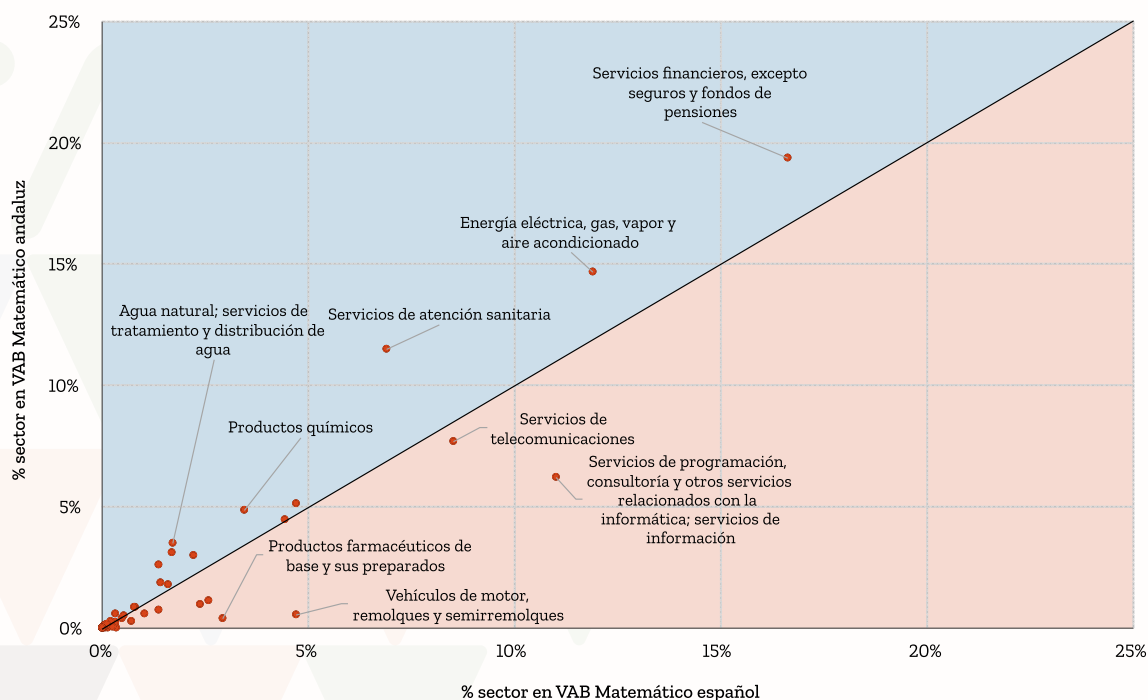
Fuentes: Afi, INE (microdatos EPA)

Los sectores donde el conocimiento, uso y transferencia matemática tienen un mayor peso serían la informática, los productos informáticos, electrónica y óptica, y los servicios financieros, mientras que, atendiendo al peso del sector sobre el VAB matemático, los sectores principales serían los servicios financieros y el de energía eléctrica y gas.

La segunda razón para explicar las diferencias territoriales es el nivel de penetración del uso de las matemáticas en cada sector productivo. En este punto, si bien la gran mayoría de los sectores presentan una penetración de las matemáticas inferior en Andalucía que en la media nacional, hay otros – en particular, los sectores de mayor intensidad matemática- donde la penetración de estos profesionales en la región andaluza es superior a la media nacional. De este modo,

el conocimiento matemático en Andalucía sería particularmente relevante en las ramas de servicios financieros, energía eléctrica y gas, o en los servicios de atención sanitaria (ver Gráfico 5). Ahora bien, como se decía con anterioridad, el menor peso de estos sectores económicos en la estructura productiva andaluza hace que las matemáticas no lleguen a representar todo lo que serían capaces.

Gráfico 5. Diferencias en la intensidad matemática por rama de actividad en Andalucía y España, 2019



Fuentes: Afí, INE (microdatos EPA y TIO 2015)

4. 3. ESTIMACIÓN DEL IMPACTO INDIRECTO E INDUCIDO: EFECTOS DE ARRASTRE SOBRE OTROS SECTORES ECONÓMICOS

Las actividades intensivas en matemáticas ejercen además otro tipo de impactos económicos que van más allá de los generados directamente por el enfoque combinado de ocupaciones-producto. Este otro tipo de impactos tienen que ver:

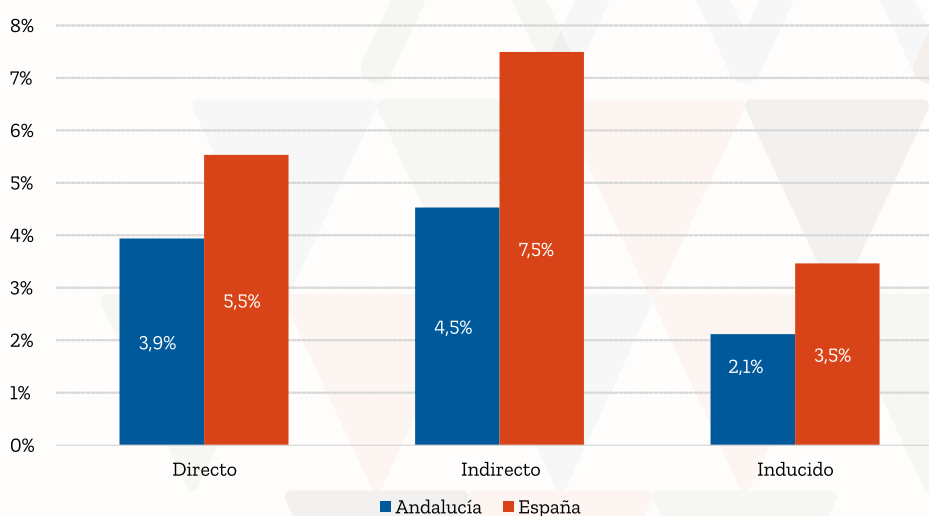
- i. Con los que se derivan de la propia pertenencia de un sector a una cadena de valor (la relación con proveedores de bienes y servicios, por ejemplo), que serían los efectos indirectos; y
- ii. Con aquellos otros que se generan por el uso de las rentas derivadas de las actividades intensivas en matemáticas (gasto e inversión de las rentas del trabajo que realizan en bienes y servicios los profesionales con intensidad matemática), que serían los efectos inducidos.

En términos de impacto total, el sector de las matemáticas generaría 330.000 puestos de trabajo en Andalucía, lo que representaría 1 de cada 10 ocupados EJC del total de España. Así, el 10,6% del total de la fuerza laboral andaluza estaría, de un modo u otro, relacionado con el conocimiento y uso de las matemáticas.

Para estimar estos impactos indirectos e inducidos se emplean los multiplicadores que se desprenden de la Tabla Input-Output de 2015 de la economía española que proporciona el INE. Al tener en cuenta estos efectos de arrastre en la estimación de impacto directo,

las actividades intensivas en matemáticas contribuirían a generar o mantener cerca de 330.000 puestos de trabajo en Andalucía, mientras que en el conjunto de España esta cifra se elevaría por encima de los tres millones de ocupados (ver Gráfico 6).

Gráfico 6. Estimación de impacto directo, indirecto e inducido de las actividades intensivas en matemáticas sobre el empleo en Andalucía y España (% total ocupados en región y país), 2019



	Andalucía	España
Empleos EJC	330.299	3.262.450
% Total	10,6%	16,5%

Fuentes: Afi, INE (microdatos EPA, TIO)

En términos relativos, las actividades intensivas en matemáticas y los consiguientes efectos de arrastre que generarían sobre otros sectores económicos darían empleo a alrededor del 10,6% de los empleos totales de la región; sus impactos indirecto e inducido darían empleo a casi 210.000 personas EJC, lo que representaría el 6,6% del total de ocupados de la región en 2019. Este porcentaje es sensiblemente inferior al

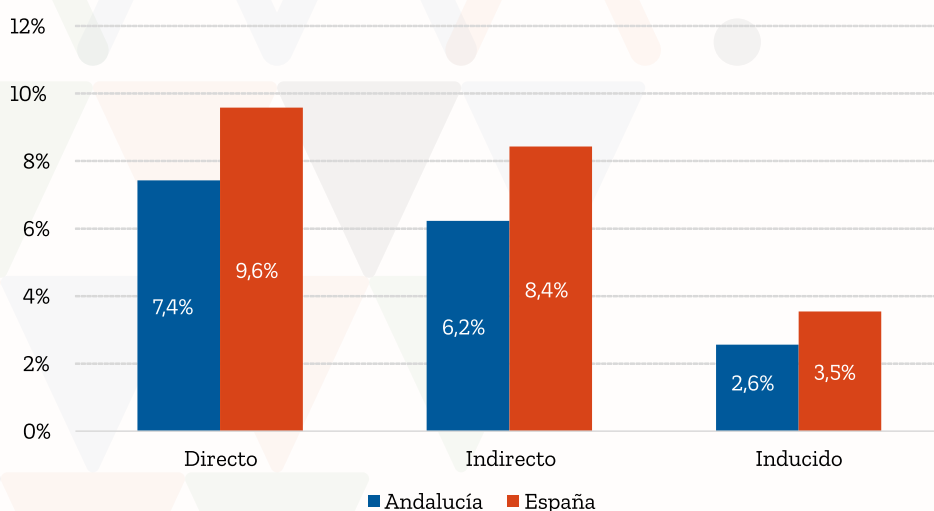
estimado para la economía española, que en el mismo ejercicio de 2019, generaría el 16,5% del empleo total (ver Gráfico 6). La parte atribuible al impacto indirecto e inducido, por tanto, arrojaría 2,2 millones de ocupados EJC más a nivel nacional, distribuidos por todas las actividades económicas, que representarían un 11% del total de ocupados de 2019.

En términos de VAB, el 16,2% % del VAB de Andalucía se generaría gracias al conocimiento, uso y transferencia de las matemáticas, una cifra inferior a la estimada para el conjunto de la economía española (21,6% del total).

En cuanto al VAB, si se añadiesen los impactos indirectos e inducidos de las actividades intensivas en matemáticas, el impacto total del ejercicio productivo de las matemáticas equivaldría a casi 24.400 millones de euros o, equivalentemente, a un 16,2% del VAB regional de 2019. En términos de impacto indirecto e inducido únicamente, la región generaría cerca de 13.000 millones de euros, un 8,8% del VAB regional en 2019. En el caso de la economía español-

la, la cifra sería superior, ya que el impacto global ascendería hasta los 243.300 millones de euros, lo que representaría el 21,6% del total del VAB generado por la economía española en 2019 (ver Gráfico 7). En este caso, el impacto indirecto e inducido generaría unos 135.000 millones de euros en otras actividades económicas, que vendrían a representar el 12% del VAB total de la economía española en 2019.

Gráfico 7. Estimación de impacto directo, indirecto e inducido de las actividades intensivas en matemáticas sobre el VAB en Andalucía y en España (% VAB regional y nacional), 2019



	Andalucía	España
VAB (mill. de €)	24.400	243.316
% Total	16,2%	21,6%

Fuentes: Afi, INE (microdatos EPA,TIO)

La magnitud de estos impactos pone de manifiesto el importante efecto de arrastre que ejercen las actividades intensivas en matemáticas sobre el tejido productivo de Andalucía y el conjunto de España.

En términos relativos al efecto de arrastre generado, las actividades intensivas en matemáticas a nivel regional incrementan la producción del resto de áreas productivas en una magnitud menor que en el caso

Tabla 6. Multiplicadores Tipo I y II de las actividades intensivas en matemáticas para VAB y empleo en Andalucía y España, 2019

Multiplicadores	Andalucía		España	
	VAB	Empleo	VAB	Empleo
Tipo I	1,84	9,5	1,88	8,9
Tipo II	2,18	11,8	2,25	11,3

Fuentes: Afi, INE (Tabla Input-Output, 2015)

nacional. Concretamente, el multiplicador Tipo I, que mide los efectos directos e indirectos en el VAB de un incremento de un euro en la demanda final sobre los sectores intensivos en matemáticas, alcanzaría los 1,84€ en el caso andaluz y un 1,88€ en el caso español. Además, en términos de impacto total (Tipo II, que mide los efectos directos, indirectos e inducidos en el VAB de un incremento de un euro en la demanda final sobre los sectores intensivos en matemáticas),

los multiplicadores aumentarían hasta los 2,18€ en Andalucía, y hasta los 2,25€ en el caso de España.

En términos de empleo, por cada millón de euros de inversión en los sectores intensivos en matemáticas, se generarían 9,5 empleos directos e indirectos en Andalucía, y 8,9 empleos del mismo tipo en España; unas cifras que aumentarían hasta 11,8 y 11,3 respectivamente, si se tienen en cuenta los efectos inducidos.

Los multiplicadores de valor añadido serían menores en Andalucía que en España (1,84 y 1,88 para el Tipo I, respectivamente); mientras que los de empleo serían mayores en Andalucía (9,5 o 8,9 empleos por cada millón de euros invertido, respectivamente). Esto se debe a una disparidad en la productividad media de los sectores arrastrados a nivel regional y nacional.

La disparidad entre los arrastres en VAB y en empleo vienen explicados por el tipo de empleo que se genera de manera indirecta gracias al conocimiento matemático en Andalucía y en España. Dentro del propio sector, las actividades relacionadas con las matemáticas en Andalucía tendrían una productividad de casi 91.000 euros por trabajador, una cifra un 8% inferior

a la del conjunto de España (casi 99.000 euros por trabajador). Sin embargo, atendiendo únicamente al tipo de empleo generado por arrastres, los efectos tractors de las actividades matemáticas en Andalucía tenderían a generar empleos más productivos que los del sector a nivel nacional (ver Tabla 7).

Tabla 7. Productividad de las actividades intensivas en matemáticas y de sus arrastres en Andalucía y en España, 2019

	Actividades Intensivas en Matemáticas	Arrastre hacia atrás
Andalucía	90.922 € por trabajador	66.286€ por trabajador
España	98.829€ por trabajador	64.171€ por trabajador
Diferencia	8% superior en España	3,3% inferior en España

Fuentes: Afi, INE (Tabla Input-Output, 2015)

Esta diferencia en las productividades puede ser explicada por la composición sectorial del efecto indirecto. A nivel regional (ver Tabla 8), los sectores que se ven más beneficiados de las actividades matemáticas serían los sectores de energía eléctrica y gas, los servicios inmobiliarios, y los servicios administrativos, quienes representarían un 14,4%, un 7,5% y un 7,5% del VAB indirecto generado, respectivamente. Destaca además la presencia de las actividades relacionadas con el comercio, las finanzas, los servicios de consultoría empresarial, la informática y el transporte.

Mientras que, en el caso de España, a pesar de que los primeros tres sectores en términos de arrastre indirecto serían los mismos, sus pesos son ligeramente diferentes, ya que el sector de la energía eléctrica y el gas aumentarían su impacto indirecto hasta abarcar el 12,4% del VAB arrastrado; en el caso de los servicios inmobiliarios y de los administrativos de oficinas, los pesos en VAB cambiarían hasta un 7,6% y un 7,1%,

respectivamente. Esta diferencia tiene repercusiones importantes a nivel absoluto.

De hecho, si se compara el efecto de arrastre sobre los sectores económicos en Andalucía y en España se puede concluir que, a nivel regional, las actividades intensivas en matemáticas tienden a centrar sus impactos indirectos en menos sectores, pero con un peso mayor sobre el total; mientras que el arrastre a nivel nacional es más homogéneo entre sectores. Así, Andalucía tendría un efecto de arrastre diferencialmente superior al de la media nacional en los sectores de la Energía Eléctrica y Gas, en Servicios de Administración para oficinas, los servicios auxiliares a los financieros y seguros, y a los de consultoría empresarial (jurídicos y contables). En el caso nacional, se generarían más arrastres indirectos en los sectores de comercio mayorista y minorista, en los servicios financieros, y en los de consultoría informática.

Tabla 8. Principales sectores por generación de VAB a partir de la producción de las actividades intensivas en matemáticas en Andalucía (% de VAB y empleos indirectos), 2019

	VAB % efecto indirecto	Empleo % efecto indirecto
Energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado	14,40%	1,70%
Servicios inmobiliarios	7,50%	0,80%
Servicios administrativos y de oficina	7,50%	15,80%
Servicios auxiliares a los servicios financieros y a los servicios de seguros	5,70%	3,70%
Servicios financieros	5,30%	2,90%
Comercio mayorista	4,90%	6,70%
Servicios jurídicos y contables; y de consultoría de gestión empresarial	4,70%	7,20%
Comercio minorista	4,40%	10,50%
Servicios de transporte terrestre	3,00%	3,50%
Servicios de programación, y consultoría informática	3,00%	3,00%
Resto de sectores	39,50%	44,10%

Fuentes: Afi, INE (Tabla Input-Output, 2015)

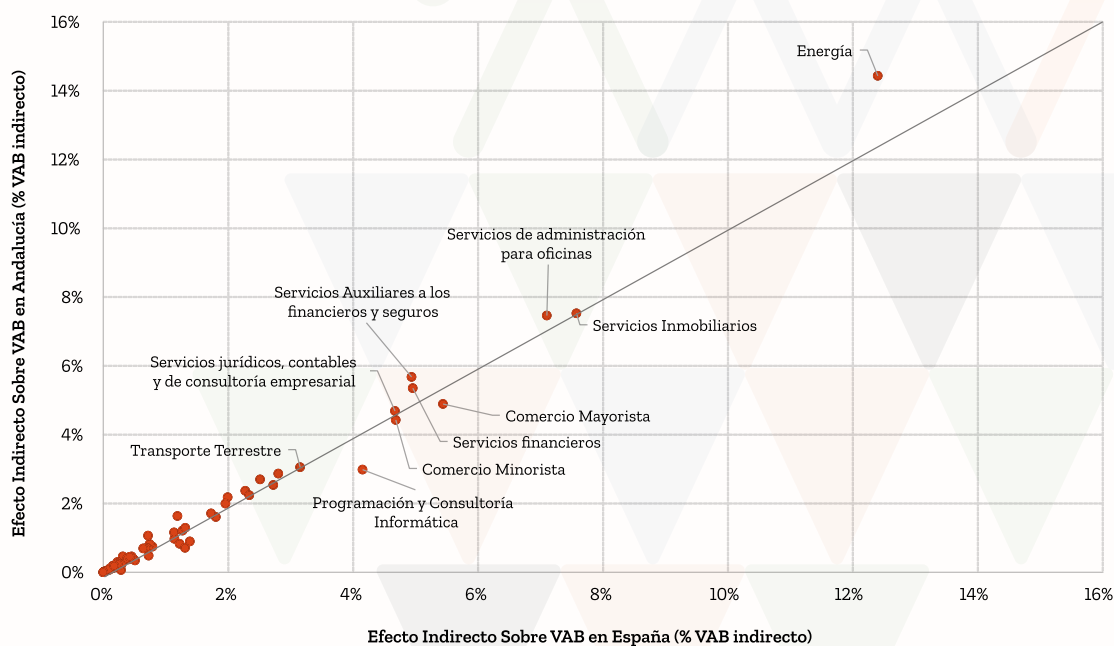
Tabla 9. Principales sectores por generación de VAB a partir de la producción de las actividades intensivas en España (% de VAB y empleos indirectos), 2019

	VAB	Empleo
	% efecto indirecto	% efecto indirecto
Energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado	12,40%	1,40%
Servicios inmobiliarios	7,60%	0,80%
Servicios administrativos y de oficina	7,10%	14,50%
Comercio mayorista	5,40%	7,20%
Servicios financieros	5,00%	2,60%
Servicios auxiliares a los servicios financieros y a los servicios de seguros	4,90%	3,10%
Comercio minorista	4,70%	10,70%
Servicios jurídicos y contables; y de consultoría de gestión empresarial	4,70%	7,00%
Servicios de programación, y consultoría informática	4,20%	4,10%
Servicios de transporte terrestre	3,20%	3,50%
Resto de sectores	40,90%	45%

Fuentes: Afi, INE (Tabla Input-Output, 2015)

Los arrastres sectoriales en Andalucía se concentran en menos sectores que pesan más sobre el total, mientras que en España, el arrastre es más homogéneo.

Gráfico 8. Comparación del efecto arrastre por sectores del hipotético sector matemático en España y en Andalucía (% total), 2019

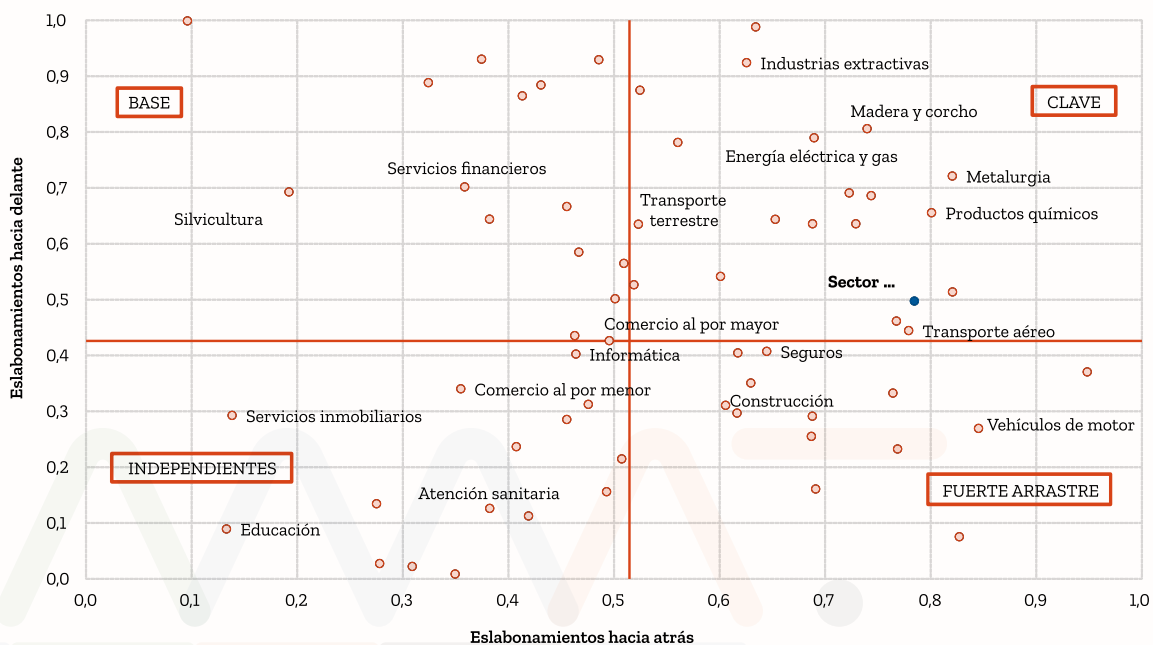


Fuentes: Afi, INE (microdatos EPA, TIO)

Finalmente, si se atiende a la descomposición de dicho efecto de arrastre hacia delante y hacia atrás, un hipotético sector matemático andaluz que acapare todas las actividades intensivas en matemáticas -de acuerdo a los pesos definidos en los enfoques de ocupación o producción- se podría clasificar según la tipología de estos «efectos tractores» o eslabonamientos (del inglés *linkages*).

En el cuadrante II (superior derecho) del Gráfico 9 se concentran las actividades con fuertes eslabonamientos hacia delante y hacia atrás, los considerados como sectores «clave». Se denominan así, ya que ejercen tanto una labor de arrastre sobre otras actividades, como de soporte para el crecimiento de otros sectores, por lo que revisten un carácter estratégico. En este cuadrante se encontraría el hipotético sector matemático, creado a partir de la parte asignable a las matemáticas de cada actividad económica.

Gráfico 9. Clasificación de las ramas productivas de intensidad matemática según su efecto tractor hacia atrás y hacia delante, 2019



Fuentes: Afi, INE (microdatos EPA, TIO)

El hipotético sector matemático, creado sintéticamente a partir de los segmentos intensivos en matemáticas del resto de sectores, se posiciona como un sector «Clave» en el entramado productivo.

5. IMPACTO DE LA CRISIS DE LA COVID-19 SOBRE EL EMPLEO Y PERSPECTIVAS DE RECUPERACIÓN: LAS HABILIDADES MATEMÁTICAS EN LA RESILIENCIA E IMPULSO DEL EMPLEO

A la hora de determinar el impacto de la crisis de la COVID-19 en el mercado laboral andaluz en general, y en el empleo intensivo en matemáticas en particular, se ha optado por identificar a los sectores económicos que emplean más intensamente estas habilidades, ya que estas han podido ser claves en los peores momentos de la crisis, demostrando su capacidad de resiliencia a la misma. Por ello, el análisis que se presenta a continuación se basa exclusivamente en el enfoque de ocupaciones, obteniendo de esta forma el nivel de penetración de las matemáticas en cada sector de actividad.

Para hacer el análisis de la estimación de impacto de la COVID-19 sobre el empleo en 2020 es necesario basarnos en los datos de Afiliación a la Seguridad Social (régimen general y autónomos) que el Ministerio de Inclusión, Seguridad Social y Migraciones publica con frecuencia mensual y con detalle territorial y sectorial (con un nivel de desagregación provincial y con hasta 88 ramas diferentes de actividad económica, según la CNAE-09). La no disponibilidad de los microdatos anuales de la EPA de 2020 dificulta la réplica de la metodología expuesta con anterioridad, que permitiría estimar con mayor finura el impacto de la crisis sobre el empleo con intensidad matemática.

Los resultados que se exponen a continuación hacen una aproximación al impacto de la COVID-19 sobre el empleo matemático mediante la intensidad que revelan los diferentes sectores económicos en Andalucía. Así, los sectores más intensivos en matemáticas congregan al 18% de los ocupados andaluces en 2020, un resultado mayor que el estimado con anterioridad, ya que en este caso no se tiene en cuenta el tiempo que dedican a las matemáticas en su puesto de trabajo, ni tampoco se hace la conversión en términos de equivalencia a jornada completa (EJC).

Como se decía con anterioridad, los datos de afiliados a la Seguridad Social limitan la capacidad de replicar este análisis. En estos sectores económicos, se estima que alrededor del 82% de los trabajadores emplean las matemáticas de manera intensiva (ver Tabla 10).

Los sectores intensivos en matemáticas se concentran en la industria (electrónica, farmacéutica), los servicios profesionales avanzados (arquitectura, ingeniería, informática, finanzas), los servicios sanitarios y las actividades audiovisuales (cine, TV, edición, información).

Tabla 10. Evolución del empleo en los sectores con alta intensidad matemática en Andalucía

	Tasa de crecimiento medio anual del empleo				Tasa de penetración de las matemáticas
	2009	2013	2019	2020	
	-	-	-	-	
	2013	2019	2020	2023	
Actividades sanitarias	-0,8%	3,1%	1,6%	3,3%	84,4%
Servicios técnicos de arquitectura e ingeniería	-22,6%	4,6%	-3,5%	3,4%	74,9%
Programación, consultoría y actividades informáticas	18,6%	12,9%	2,7%	8,5%	92,1%
Servicios financieros	-15,5%	-3,3%	-3,5%	-4,0%	83,0%
Actividades auxiliares a los servicios financieros y a los seguros	6,2%	2,9%	-1,8%	1,8%	56,9%
Actividades cinematográficas, video, televisión y música	-21,2%	2,7%	-13,5%	6,2%	58,1%
Edición	-26,8%	-2,2%	-11,5%	-1,7%	64,6%
Servicios de información	3,8%	6,7%	-8,0%	3,9%	92,1%
Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos	-28,5%	-2,0%	-5,2%	-5,3%	86,3%
Actividades de programación y emisión de radio y televisión	-11,6%	-1,8%	-12,2%	-1,2%	58,1%
Fabricación de productos farmacéuticos	-23,2%	-0,8%	-2,2%	-4,8%	50,2%
Total Sectores matemáticos	-5,7%	3,1%	-0,2%	3,1%	81,6%
Total Andalucía	-8,5%	2,8%	-7,7%	4,2%	18,0%

* La tasa de penetración de las matemáticas para cada uno de los sectores económicos se ha realizado a partir del enfoque de ocupaciones, descrito en el Anexo I.

Fuente: Afi, INE y Ministerio de Inclusión, Seguridad Social y Migraciones

Tabla 11. Evolución del empleo en los sectores con alta intensidad matemática en España

	Tasa de crecimiento medio anual del empleo				Tasa de penetración de las matemáticas
	2009	2013	2019	2020	
	-	-	-	-	
	2013	2019	2020	2023	
Actividades sanitarias	0,1%	2,9%	1,5%	3,2%	81,2%
Programación, consultoría y otras actividades relacionadas con la informática	19,2%	9,8%	1,7%	7,4%	90,8%
Servicios técnicos de arquitectura e ingeniería; ensayos y análisis técnicos	-16,5%	4,1%	-3,2%	3,8%	83,2%
Servicios financieros, excepto seguros y fondos de pensiones	-15,5%	-2,5%	-2,5%	-3,4%	83,4%
Investigación y desarrollo	13,0%	3,8%	0,1%	2,9%	64,2%
Servicios de información	26,3%	5,5%	-7,2%	5,8%	90,8%
Total Sectores matemáticos	-2,3%	3,4%	0,3%	3,4%	82,6%
Total España	-9,6%	2,8%	-7,9%	4,0%	21,1%

* La tasa de penetración de las matemáticas para cada uno de los sectores económicos se ha realizado a partir del enfoque de ocupaciones, descrito en el Anexo I.

Fuente: Afi, INE y Ministerio de Inclusión, Seguridad Social y Migraciones

En el conjunto de España, los resultados muestran que los sectores más intensivos en matemáticas congregan al 21,1% de los ocupados, lo que coloca a la comunidad andaluza por debajo de la media nacional respecto a este indicador (ver Tabla 11).

No obstante, se observa que hay más sectores intensivos en matemáticas en Andalucía que en el conjunto de España, lo que pone de manifiesto que esos sectores (algunas industrias y actividades audiovisuales) emplean en esta comunidad un mayor peso de profesionales matemáticos que en el conjunto de España. Sin embargo, la relativamente poca importancia de estas actividades no permite a Andalucía situarse por

encima de la media española en cuanto a intensidad matemática total.

A su vez, se observa que el empleo en los sectores intensivos en matemáticas es más resiliente ante shocks económicos. Este fue el caso durante la crisis anterior (que tuvo lugar entre el año 2008 y el 2013), cuando la destrucción de empleo en estos sectores fue menor en comparación con la media de la comunidad autónoma andaluza. Dicha situación se ha reproducido durante 2020, cuando apenas se destruyó un 0,2% del empleo en los sectores intensivos en matemáticas, frente a la destrucción del 7,7% del conjunto de Andalucía.

Las actividades intensivas en matemáticas se concentran en la industria, los servicios profesionales avanzados, los servicios sanitarios y las actividades audiovisuales.

El empleo en los sectores intensivos en matemáticas es más resiliente ante shocks económicos: durante 2020 apenas se destruyó un 0,2% del empleo en los sectores intensivos en matemáticas, frente a la destrucción del 7,7% del conjunto de Andalucía.

Cabe destacar que si bien durante la etapa expansiva 2014-2019 los sectores intensivos en matemáticas crecieron a un mayor ritmo (+3,1% de media anual) que la media andaluza (+2,8%), se espera que en los próximos tres años 2020-2023, el empleo matemático se recupere menos rápido (+3,1%) que en el conjunto de sectores (4,2%). El principal motivo detrás de estas tendencias radica en la naturaleza diferente de las dos últimas crisis.

En efecto, se puede considerar a la crisis de 2008 como de naturaleza estructural, motivada por el final de los factores potenciadores del crecimiento durante la década anterior (boom inmobiliario, endeudamiento), lo que tuvo consecuencias a medio plazo sobre numerosos sectores (construcción e industria de arrastre, sector financiero) y colectivos de trabajadores (jóvenes, poco cualificados). Estos factores propiciaron que el ritmo de recuperación del empleo durante los años posteriores en los sectores más ligados a las matemáticas, y por tanto menos afectados por la crisis, fuese más rápido que el del conjunto de Andalucía, todavía mermeado por las consecuencias de esta (ver Gráfico 10 y Gráfico 11).

Por el contrario, se puede considerar que el desplome económico de 2020 es de naturaleza coyuntural, fruto de un abrupto parón de la actividad durante el segundo trimestre, y de las restricciones durante el tercer y cuarto trimestre provocadas por la pandemia de la COVID-19. Sin embargo, todas las previsiones apuntan a que a partir de 2021 los indicadores económicos volverán a arrojar resultados positivos, lo que debería trasladarse también al mercado laboral.

En este sentido, la fuerte contracción del empleo en 2020 implica que este tenga un gran margen para recuperarse, lo que, unido a las buenas perspectivas generales de la economía (las previsiones de Afi apuntan a un incremento del PIB de Andalucía del

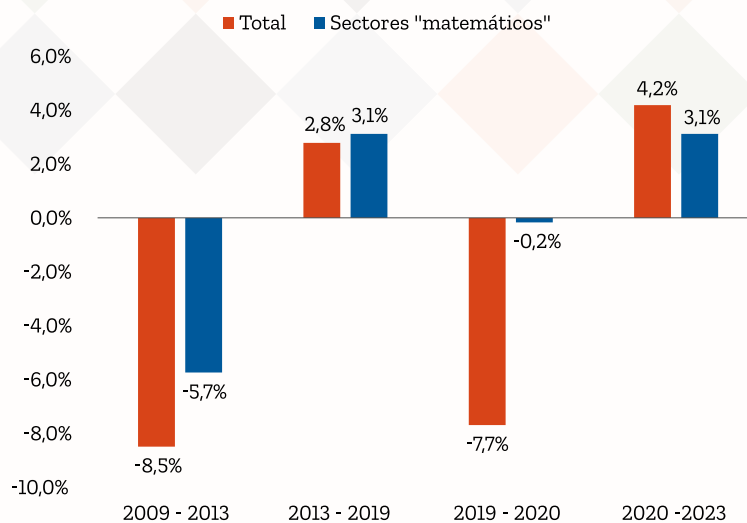
orden del 9,3% anual en 2021), propiciaría un rápido crecimiento del empleo en el conjunto de Andalucía, mayor que el de los sectores intensivos en matemáticas, dado el «menor» margen de mejora para estos al no haberse visto tan afectados por la crisis. El efecto base negativo de 2020 marcará, en buena parte, el comportamiento esperado para 2021, esto es, los sectores más castigados por la crisis en 2020 serán muy probablemente los que más crezcan en 2021, aunque dicho crecimiento no les permita recuperar los niveles previos a la pandemia.

El impulso de los sectores más resilientes a esta crisis y a otras de naturaleza diferente, como las sufridas con anterioridad, debe estar en el centro de la agenda de política económica y de empleo de cualquier país avanzado. La apuesta por la digitalización que hacen los Fondos para la Recuperación y Resiliencia aprobados recientemente en la Unión Europea y que tienen su trasposición española en el Plan España Puede debe materializarse en un impulso decidido de las matemáticas como vector de resistencia del empleo y de impulso de la recuperación.

El comportamiento histórico de estos sectores frente a los cambios en la coyuntura económica muestra la misma tendencia en el conjunto de España que la descrita para Andalucía. Es más, en el caso de la actual crisis de la COVID-19, se observa que en 2020 el empleo logró incluso crecer en los sectores con alta intensidad matemática en el conjunto de España, prueba de la fortaleza de las actividades ligadas a las matemáticas.

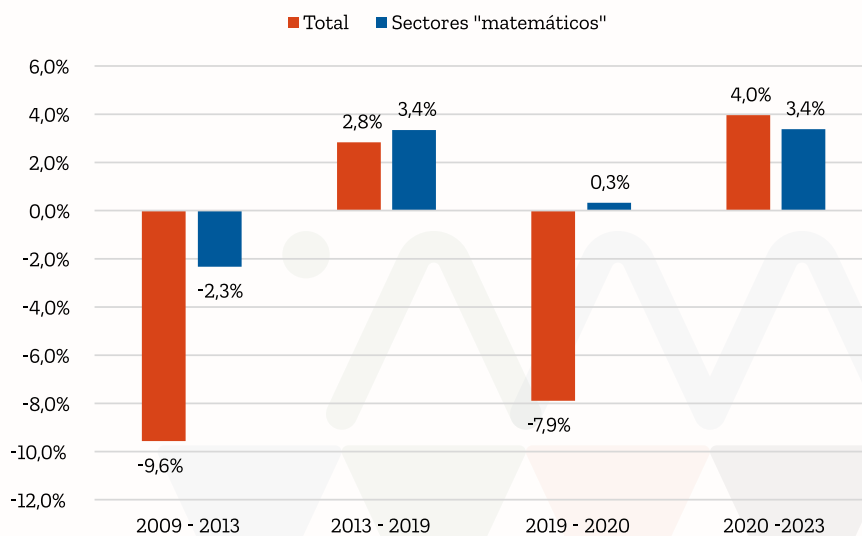
Como consecuencia de estos factores, se espera que el peso de los sectores con alta intensidad matemática en el conjunto del mercado laboral crezca en los próximos tres años, tanto en Andalucía como en el resto de España, siendo en 2023 un 9% y un 11% respectivamente respecto a su nivel pre-pandemia (ver Gráfico 12).

Gráfico 10. Tasa de crecimiento medio anual del empleo en Andalucía



Fuentes: Afi, INE y Ministerio de Inclusión, Seguridad Social y Migraciones

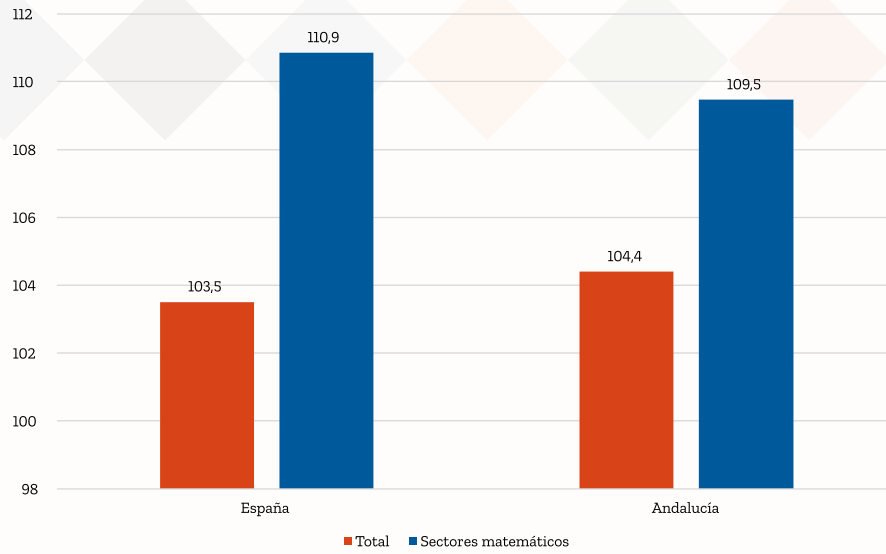
Gráfico 11. Tasa de crecimiento medio anual del empleo en España



Fuentes: Afi, INE y Ministerio de Inclusión, Seguridad Social y Migraciones

Se espera que el peso de los sectores con alta intensidad matemática en el conjunto del mercado laboral crezca en los próximos tres años, tanto en Andalucía como en el conjunto de España, siendo en 2023 un 9% y un 11% respectivamente, si se compara con su nivel pre-pandemia (2019).

Gráfico 12. Tasa de crecimiento medio anual del empleo en España



Fuentes: Afi, INE y Ministerio de Inclusión, Seguridad Social y Migraciones

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Entre las conclusiones de este estudio, destacan las siguientes:

- Las actividades económicas con intensidad matemática generaron 123.000 ocupados en Andalucía en 2019, lo que representó el 3,9% del empleo total de la economía andaluza. Si se sumasen los efectos indirectos e inducidos, el impacto en empleo en Andalucía se elevaría hasta el 10,6% del total.
- En términos de VAB, el impacto de las actividades con intensidad matemática en Andalucía se situó en el 7,4% del total en 2019. Si se añadiesen los efectos indirecto e inducido dicho porcentaje ascendería hasta el 16,2%.
- A nivel nacional, el impacto de las actividades con intensidad matemática es superior que en Andalucía. Así, el 5,5% del empleo del conjunto de España eran profesionales de estas ramas (9,6% si se sumasen los efectos indirectos e inducidos). Por su parte, el conjunto de actividades matemáticas en España alcanza el 16,5%

- del VAB nacional (21,6% si se tienen en cuenta los efectos de arrastre sobre el tejido productivo).
 - La diferencia en los pesos de ambas economías se encuentra en la especialización productiva de cada región. Así, la producción en Andalucía está centrada en sectores que requieren de menos intensidad matemática que el agregado nacional.
 - Las actividades económicas con mayor impacto de las matemáticas son la informática, los productos informáticos, electrónica y óptica, los servicios financieros y el sector de energía eléctrica y gas. Andalucía no está especializada en estos sectores, cuyo peso en el entramado productivo es también más modesto.
 - Un hipotético sector matemático andaluz, creado de manera sintética a partir del nivel de penetración de las matemáticas en cada sector de la economía, se posiciona como un sector «clave» en el entramado productivo de nuestro país.
 - Los sectores intensivos en matemáticas se concentran en la industria (electrónica, farmacéutica), los servicios profesionales avanzados (arquitectura, ingeniería, informática, finanzas), los servicios sanitarios y las actividades audiovisuales (cine, TV, edición, información).
 - El empleo en los sectores intensivos en matemáticas es más resiliente ante shocks económicos: durante 2020 apenas se destruyó un 0,2% del empleo en los sectores intensivos en matemáticas, frente a la destrucción del 7,7% del conjunto de Andalucía.
 - Se espera que el peso de los sectores con alta intensidad matemática en el conjunto del mercado laboral crezca en los próximos tres años, tanto en Andalucía como en el conjunto de España, siendo en 2023 un 9% y un 11% superiores, respectivamente, a su nivel pre-pandemia.
- Por todo ello, sería recomendable:
- **Repensar el modelo educativo** para lograr que:
 - i. las matemáticas estén más presentes en los programas educativos (nivel básico y Formación Profesional),
 - ii. los matemáticos tengan una mayor comprensión de la capacidad de aplicación al mundo real de las herramientas y habilidades adquiridas en su proceso de formación (formación especializada en transferencia matemática),
 - iii. se desarrollen iniciativas de divulgación general de las matemáticas (por ejemplo, mediante el uso de los medios de comunicación –programas de televisión– o las redes sociales).
 - **Mejorar el engarce entre el modelo de formación en matemáticas y las necesidades del tejido productivo**, aproximando la Universidad y los Centros de Investigación a las empresas mediante la celebración de reuniones, convenios de colaboración, prácticas profesionales de estudiantes, tesis doctorales industriales, formación de equipos multidisciplinares, etc. En este sentido, sería deseable establecer un procedimiento para que el sector productivo participara en la elaboración de planes de estudio y orientación general de la formación superior en matemáticas, así como se formalizase la re-

lación de prácticas empresariales o doctorados industriales. Todo ello, sin que suponga un aumento de la carga burocrática del profesorado y el empresario.

- **Impulsar el gasto en I+D+i en las ciencias matemáticas**, puesto que derivan claras externalidades tanto al conjunto de disciplinas STEM, como en sus vectores de aplicación tecnológica al tejido productivo, redundando en ganancias de bienestar para el conjunto de la sociedad. Es especialmente relevante que sean las empresas las que hagan un mayor esfuerzo, ya que son las que menos proporción de I+D+i realizan en estos momentos. A este respecto, sería deseable repensar la posibilidad de establecer sistemas de calidad en las empresas, donde las matemáticas estén presentes, que certifiquen procedimientos o servicios ofrecidos por las mismas y que sean impulsados por la administración pública (por ejemplo, mediante la cofinanciación de estas certificaciones).
- **Incrementar los incentivos económicos a las matemáticas aplicadas entre el personal docente e investigador**, tratando de equipararlos a los ofrecidos a la investigación científica, para que los avances en el conocimiento matemático sean trasladados al tejido productivo. Los sexenios de transferencia recientemente aprobados son un paso en la buena dirección, pero quizás no sean suficientes para ponerlos al mismo nivel que los incentivos de los sexenios de investigación.
- **Visibilizar en el entorno empresarial la utilidad que reporta la incorporación de matemáticos en las diversas fases del proceso productivo**, así como en el conjunto de

las organizaciones, mediante la celebración de encuentros entre ambos profesionales, el acercamiento Universidad-empresa, la puesta en común de casos de éxito, la convocatoria de premios a la transferencia matemática y/o de tesis doctorales industriales, etc.

- **Concienciar a la empresa del interés de incorporar el conocimiento matemático** como un recurso más a su alcance para mejorar sus procesos productivos. Y, al tiempo, fomentar la formación y el desarrollo de grupos de transferencia de tecnología matemática en Universidades y Centros de Investigación.
- **Apostar por los sectores económicos intensivos en matemáticas**, como son la industria química, energética o informática, entre otros, **y hacer penetrar las matemáticas en aquellos otros en los que Andalucía tiene ventaja competitiva**, como son el agroalimentario y el turístico. En el primer caso, sería recomendable ubicar a Andalucía dentro de las cadenas de valor globales, para lo que sería necesario contar con la colaboración de una empresa grande (ubicada o no en la región) que ejerza de efecto tractor de otras actividades especializadas cuyo tamaño sea más modesto. La competencia exterior puede promover el uso de la tecnología matemática en la empresa para competir en mejores condiciones en el mercado global.

7. ANEXO METODOLÓGICO

7.1. ENFOQUE DE OCUPACIONES: APROXIMACIÓN METODOLÓGICA

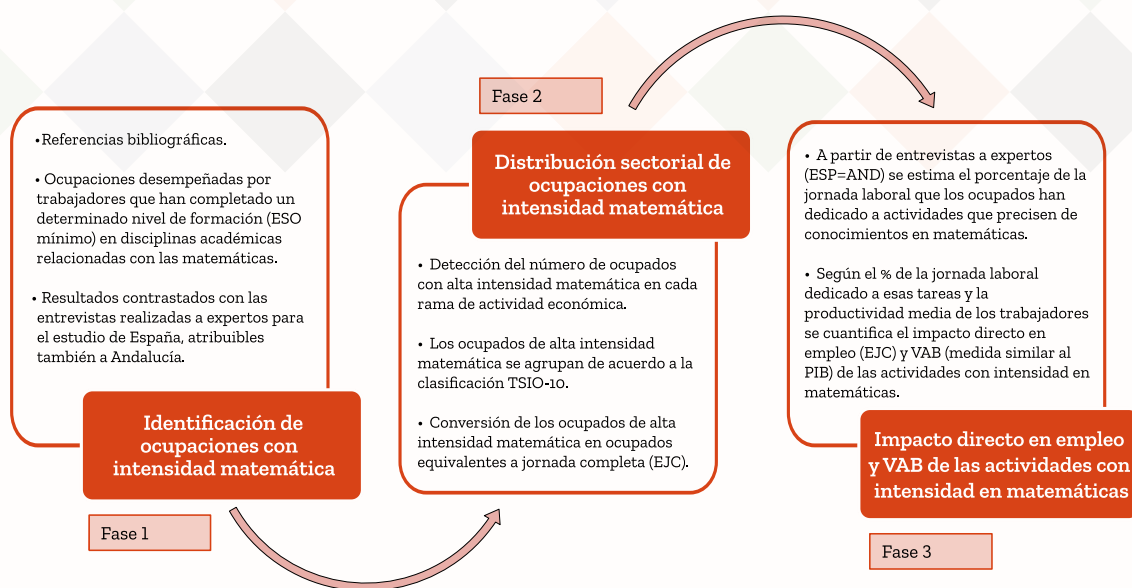
El enfoque de ocupaciones se encarga de cuantificar la importancia de las matemáticas partiendo del empleo. La metodología empleada constará de tres fases bien diferenciadas (ver Diagrama 2): Esta metodología es la misma que la empleada en el ejercicio de estimación del impacto socio-económico de las matemáticas para el conjunto de España, realizado por AFI para la Red Estratégica en Matemáticas en el año 2018.

Fase 1: Identificación de ocupaciones con intensidad matemática

El objetivo de esta fase es identificar las ocupaciones desempeñadas por trabajadores que han completado un determinado nivel de formación en disciplinas académicas relacionadas con las matemáticas, es decir, que se dedican a la investigación matemática y/o hacen un uso intensivo de las herramientas matemáticas. Para ello, se emplearán tres metodologías complementarias:

- Referencias bibliográficas.
- Uso de los microdatos de la EPA (INE) correspondientes al año 2019.
- Contraste con expertos en transferencia matemática.

Diagrama 2. Metodología empleada para estimar el peso de las matemáticas en la economía española a través del enfoque de las ocupaciones



Fuente: Afi

Referencias bibliográficas

Esta metodología consiste en contrastar la selección de ocupaciones intensivas en matemáticas realizada en los estudios desarrollados en otros países con su correspondiente ocupación según la Clasificación Nacional de Ocupaciones 2011 de España.

La principal referencia bibliográfica utilizada es el anterior estudio también realizado por AFI para la Red Estratégica en Matemáticas. De hecho, se ha seguido la misma metodología empleada en el anterior estudio, por lo que los resultados son perfectamente comparables.

Otra documentación consultada es la de los estudios desarrollados en Reino Unido, Países Bajos y Francia, siendo el estudio de referencia el realizado en Reino Unido, por tres motivos:

1. **Cuenta con mayor detalle metodológico** (las ocupaciones están desagregadas a 4 dígitos y se exhiben en el anexo metodológico del infor-

me) con el que contrastar las 170 categorías de la CNO-11 de España a las que se ha tenido acceso (microdatos de la EPA con detalle a tres dígitos).

2. **Cuantifica el empleo existente** (en términos absolutos y relativos) en las ocupaciones con intensidad matemática y les asigna la proporción de horas de trabajo dentro de su jornada laboral que dedican, efectivamente, a la investigación o uso intensivo de herramientas matemáticas.
3. **Ha sido el primero publicado**, por lo que ha marcado la metodología que finalmente han emulado, de alguna u otra manera, el resto de estudios desarrollados y consultados (así lo mencionan el de Países Bajos y Francia).

Dado que la clasificación de las ocupaciones en España no es la misma que en Reino Unido, y tampoco existe una tabla de correspondencia oficial entre ambas clasificaciones, se ha realizado un ejercicio de comparación, detectando aquellas que guardan cierta similitud.

De esta forma, se llega a la conclusión de que en España existen 37 ocupaciones con intensidad matemática (de un total de 170 tipologías, es decir, un 21% del total de las clasificaciones de ocupaciones en España), ya que guardan paralelismos con estudios realizados con anterioridad en otros países.

Uso de los microdatos de la EPA (INE)

Además del análisis de la bibliografía reciente, se ha procedido a identificar, mediante la información estadística disponible, aquellas ocupaciones desempeñadas por los trabajadores españoles en las que son necesarias las habilidades matemáticas.

El objetivo de esta fase es cuantificar el número de ocupados que han completado un determinado nivel de formación en disciplinas académicas relacionadas con las matemáticas en cada una de las categorías de ocupaciones disponibles y, por lo tanto, generan un valor económico en la empresa en la que trabajan. En este sentido, deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- Por un lado, qué se entiende por disciplinas relacionadas con las matemáticas.
- Por otro, cuál es el nivel de formación completado por el trabajador que se considerará como suficiente para afrontar las tareas con intensidad matemática.

Los microdatos de la Encuesta de Población Activa (EPA), proporcionados por el INE para el año 2019 (últimos datos disponibles), permiten cruzar cada una de las tipologías de ocupaciones de la CNO-11 a tres dígitos (170 tipologías), con las siguientes variables:

- **Sector del nivel de estudios y/o disciplina académica.** A partir de la Clasificación de programas, titulaciones y certificaciones en sectores de estudio (CNED-F-14) se procede, en primer lu-

gar, a seleccionar aquellas disciplinas académicas que están relacionadas con las matemáticas, ya que los trabajadores que hayan cursado este tipo de educación contarán con habilidades matemáticas que emplearán en el puesto de trabajo. Es decir, se adopta la hipótesis de que el trabajador que cuente con este tipo de educación ejerce la profesión para la que ha sido formado. En este sentido, se han considerado 10 de las 40 disciplinas que permiten identificar los microdatos de la EPA. Estas son:

- Ciencias sociales y del comportamiento.
- Negocios y administración.
- Biología y bioquímica.
- Medio ambiente, entornos naturales y vida silvestre.
- Ciencias químicas, físicas y geológicas.
- Matemáticas y estadística.
- Tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC).
- Mecánica, electrónica y otra formación técnica.
- Construcción.
- Salud.

- **Nivel de formación completado:** a partir de lo anterior, en esta ocasión es preciso clasificar a los ocupados según el nivel de formación que hayan completado:

- Bajo: comprende los trabajadores analfabetos y aquellos que han completado educación primaria. Las habilidades matemáticas, en este caso, se presumen básicas, por lo tanto, este tipo de trabajadores no estarían suficientemente cualificados para desempeñar tareas con intensidad matemática.
- Medio: comprende los trabajadores que han completado E.S.O. o algún curso de Formación Profesional (de grado medio o supe-

rior). Las ocupaciones de carácter técnico o de apoyo pueden estar desempeñadas por trabajadores que hayan completado este nivel de formación, por tanto, se considerarán a efectos de la estimación de empleos con intensidad matemática.

- Alto: comprende los trabajadores que han completado, al menos, una carrera universitaria (se incluyen también los que han realizado un máster o doctorado). Este tipo de trabajadores son, presumiblemente, los más cualificados para desempeñar ocupaciones con intensidad matemática.

Los resultados que se muestran en este ejercicio de estimación contemplan diferentes agregados de ocupados, según el nivel de estudios que hayan completado. El primer agregado hace referencia a aquellos profesionales que cuentan con formación superior, es decir, tienen un título universitario. A estos ocupados se han agregado, posteriormente, aquellos que han completado algún grado de FP (superior y medio, por este orden) y, por otro, los que han cursado E.S.O., ya que pueden estar desempeñando igualmente tareas que requieran cierta intensidad matemática.

A la hora de cuantificar los ocupados con habilidades matemáticas en cada ocupación es preciso tener en cuenta un fenómeno de creciente importancia en la economía española que conviene controlar: la sobrecualificación. Desde el inicio de la recuperación económica y del empleo (año 2014), los trabajadores más cualificados que estaban desempleados retornaron al mercado de trabajo asumiendo puestos de trabajo para los que estaban sobrecualificados. Las últimas estimaciones⁵ apuntan a que la sobrecualificación no deja de aumentar y ya afecta a uno de cada tres trabajadores (al 38% de los ocupados en España). Por consiguiente, este fenómeno puede identificar tra-

bajadores con habilidades matemáticas en ocupaciones que realmente no son intensivas en matemáticas y, por tanto, no hacen uso de dichas habilidades. Por ello, es necesario establecer un umbral de ocupados con habilidades matemáticas en cada profesión que refleje, efectivamente, la necesidad de que los trabajadores cuenten con este tipo de habilidades.

Tomando como hipótesis que las ocupaciones intensivas en matemáticas serán aquellas que concentren, al menos, un 70% de los ocupados con habilidades matemáticas, se llega a la conclusión de que en España habría entre 15-20 ocupaciones con intensidad matemática, según el nivel de formación que hayan completado estos profesionales (de un total de 170, es decir, entre el 8-12% del total).

Ahora bien, el hecho de abarcar a muchas disciplinas de estudios (por ejemplo, la construcción), con categorías profesionales muy diferentes (desde arquitectos e ingenieros, que serían colectivos objetivo del trabajo; hasta operarios, maquinistas y peones, que no lo serían), requiere de un análisis complementario.

A partir de la combinación de los resultados de las dos metodologías empleadas con anterioridad (bibliografía y EPA), se obtiene que habría 39 ocupaciones relacionadas con las matemáticas (ver Tabla 12) de un total de 170 tipologías, lo que representaría el 23% del total de las categorías disponibles.

El hecho de que se sumen «otros instaladores y reparadores de equipos electrónicos» por contar con personal que ha completado estudios medios no es condición suficiente como para añadir esta categoría profesional a las consideradas como intensivas en matemáticas. Por ello, el ejercicio que se desarrolla a continuación cuenta solo con esas 39 ocupaciones identificadas ya en el ejercicio a nivel nacional.

⁵ Boletín AML Afí-ASEMPLEO, nº 162, de enero de 2021.

Tabla 12. Relación de ocupaciones según CNO-11 (3 dígitos) con intensidad matemática

Código	Descripción de la ocupación	Según el nivel de formación completado			
		Alto	Alto + FPsuperior	Alto + FPsuperior + FPmedio	Alto + FPsuperior + FPmedio + ESO
111	Miembros del poder ejecutivo y de los cuerpos legislativos; directivos de la Administración Pública y organizaciones de interés social				
112	Directores generales y presidentes ejecutivos				
121	Directores de departamentos administrativos				
122	Directores comerciales, de publicidad, relaciones públicas y de investigación y desarrollo				
132	Directores de servicios de tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) y de empresas de servicios profesionales				
143	Directores y gerentes de empresas de comercio al por mayor y al por menor				
211	Médicos				
212	Profesionales de enfermería y partería				
214	Farmacéuticos				
215	Otros profesionales de la salud				
241	Físicos, químicos, matemáticos y afines				
243	Ingenieros (excepto ingenieros agrónomos, de montes, eléctricos, electrónicos y TIC)				
244	Ingenieros eléctricos, electrónicos y de telecomunicaciones				
245	Arquitectos, urbanistas e ingenieros geógrafos				
246	Ingenieros técnicos (excepto agrícolas, forestales, eléctricos, electrónicos y TIC)				
247	Ingenieros técnicos en electricidad, electrónica y telecomunicaciones				
248	Arquitectos técnicos, topógrafos y diseñadores				
261	Especialistas en finanzas				
262	Especialistas en organización y administración				
264	Profesionales de ventas técnicas y médicas (excepto las TIC)				
271	Analistas y diseñadores de software y multimedia				
272	Especialistas en bases de datos y en redes informáticas				
281	Economistas				
311	Delineantes y dibujantes técnicos				
312	Técnicos de las ciencias físicas, químicas, medioambientales y de las ingenierías				
313	Técnicos en control de procesos				
315	Profesionales en navegación marítima y aeronáutica				
316	Técnicos de control de calidad de las ciencias físicas, químicas y de las ingenierías				
320	Supervisores en ingeniería de minas, de industrias manufactureras y de la construcción				
331	Técnicos sanitarios de laboratorio, pruebas diagnósticas y prótesis				
340	Profesionales de apoyo en finanzas y matemáticas				
361	Asistentes administrativos y especializados				
362	Agentes de aduanas, tributos y afines que trabajan en tareas propias de la Administración Pública				
381	Técnicos en operaciones de tecnologías de la información y asistencia al usuario				
382	Programadores informáticos				
383	Técnicos en grabación audiovisual, radiodifusión y telecomunicaciones				
411	Empleados contables y financieros				
561	Auxiliares de enfermería				
562	Técnicos auxiliares de farmacia y emergencias sanitarias y otros trabajadores de los cuidados a las personas en servicios de salud				
752	Otros instaladores y reparadores de equipos eléctricos				
Total		39	39	39	40

Fuente: Afi, INE (microdatos EPA)

Contraste con expertos en transferencia matemática

Esta metodología descansa en una selección previa de profesionales dedicados a la investigación y uso intensivo de las herramientas matemáticas que cuentan con una amplia experiencia en la transferencia de las matemáticas a las diferentes actividades económicas en España. Una vez abordadas las metodologías anteriores, se trata de contrastar la selección de ocupaciones con intensidad matemática con los expertos consultados.

En este sentido, las entrevistas desarrolladas durante 2018 para la realización del estudio a nivel nacional con expertos en transferencia matemática corroboraron que las ocupaciones recogidas en la Tabla 12 son las que están relacionadas, de alguna manera u otra, con la intensidad matemática. Si bien es cierto que atribuyen más relevancia al tiempo de su jornada de trabajo durante el cual hacen uso de sus habilidades matemáticas, que al hecho de que sean profesiones eminentemente matemáticas. Aspecto que se tendrá en cuenta en la fase 2 de la estimación cuantitativa del empleo directo.

Fase 2: Distribución sectorial de ocupaciones con intensidad matemática

El objetivo de esta fase es conocer cuál es la penetración de este tipo de profesionales en el tejido productivo de España. En este sentido, resulta necesario realizar las siguientes tareas:

- **Detección del número de ocupados con alta intensidad matemática** en cada rama de actividad de la economía española.
- **Agrupación sectorial según la clasificación de las TS10-10** de la economía española, ya que el objetivo último es conocer los efectos

de arrastre (indirectos e inducidos) que ejercen sobre otras actividades económicas y, para ello, se empleará la metodología de las Tablas Input-Output.

- **Estimación de la duración de la jornada de trabajo a la semana** para convertir los ocupados en aquellos que son equivalentes a jornada completa (EJC), ya que es la medida empleada habitualmente para cuantificar el impacto directo de una actividad en términos de empleo.

Los microdatos de la EPA permiten cruzar cada una de las 39 ocupaciones identificadas con las siguientes variables:

- **Rama de actividad económica:** distribución de los ocupados con intensidad matemática en cada una de las ramas de actividad económica.
 - Los microdatos de la EPA cuentan con 272 clasificaciones posibles según la CNAE-09 a 3 dígitos.
 - Sin embargo, para el cálculo del impacto económico, es necesario tomar en consideración la clasificación TS10-10, que es en base a la que se rigen las Tablas *Input-Output* de la economía española. Según esta otra clasificación de actividades económicas, existirían un total de 63 ramas de actividad diferentes.
 - Por ello, se han agregado las ramas de actividad a tres dígitos según la equivalencia entre la CNAE-09 y la TS10-10 que proporciona el INE⁶.
- **Duración de la jornada laboral:** los microdatos permiten estimar el número de horas trabajadas a la semana por cada ocupado.

⁶ Para más información, consultar el siguiente enlace: http://www.ine.es/daco/daco42/cne10/cne_tio_10.xlsx

- El objetivo es calcular los ocupados equivalentes a tiempo completo (aquellos que trabajan 40 horas a la semana), que es la variable de impacto directo en empleo que se pretende estimar.
- Los ocupados que ejercen una profesión y tienen una jornada media semanal superior a las 40 horas, se convierten en equivalentes a tiempo completo mediante la extracción de las horas extras, conjugándolas con las de otros ocupados de la misma profesión, de tal forma que se puedan transformar en ocupados ficticios. De esta manera, se obtiene un número de ocupados en esta profesión superior al que refleja la EPA. Lo contrario ocurre si la jornada media semanal es inferior a las 40 horas.
- Para la realización de estas estimaciones se ha asumido la siguiente hipótesis: se ha considerado que todos los ocupados (autónomos o asalariados) cuentan con un contrato de duración indeterminada, es decir, trabajan durante las 52 semanas al año, a efectos de calcular el impacto directo de las actividades con intensidad matemática en base anual.

Fase 3: Impacto directo en empleo y VAB de las actividades con intensidad matemática

El objetivo de esta fase es conocer el impacto directo de las matemáticas en el empleo y VAB de la economía española, mediante la cuantificación del empleo (EJC) y VAB de las matemáticas, según la proporción de la jornada laboral dedicada a estas tareas y la productividad media de estos trabajadores del sector económico correspondiente. Ambos datos se desprenden de los microdatos de la EPA y de las tablas Input-Output de la economía española, según lo indicado con anterioridad.

7. 2. ENFOQUE DE OCUPACIONES: MICRODATOS EPA

Identificación de ocupaciones con intensidad matemática a partir de los microdatos de la EPA (INE)

El análisis de los microdatos de la EPA con detalle a dos dígitos de la CNO-11 permite detectar el nivel y la disciplina de estudios completados por cada trabajador para cada una de las 170 tipologías de ocupaciones existentes.

Las tablas que se presentan a continuación cuantifican para cada una de las ocupaciones, el número de ocupados que tiene formación matemática según el nivel de estudios del que se trate, ya que el objetivo es abarcar a todos los colectivos relacionados con las matemáticas y evaluar la sensibilidad de abrir el mismo más allá de los egresados universitarios.

Tomando como hipótesis que las ocupaciones intensivas en matemáticas serán aquellas que concentren, al menos, un 70% de los ocupados con habilidades matemáticas. Así, se llega a la conclusión de que en Andalucía habría entre 14-24 ocupaciones con intensidad matemática, mientras que en España habría entre 15-23 ocupaciones (en ambos casos aparecen sombreadas en las tablas), según el nivel de formación que hayan completado estos profesionales (de un total de 170 ocupaciones, es decir, entre el 8%-14% del total).

Tabla 13. Ocupados por ocupación que han completado estudios relacionados con las matemáticas según nivel de los mismos (personas y % total), 2019 en Andalucía (1/3)

Clasificación de las ocupaciones según CNO-11 (3 dígitos)	Ocupados según nivel de formación (personas)						Determinación de ocupaciones matemáticas			
	Formación en matemáticas según sector					Total	Según nivel educativo completado (acum.):			
	Alto	Total	Medio	FP medio	FP superior	Total ocupados	Alto	Alto + FP superior	Alto + FP superior + FP medio	Alto + FP superior + FP medio + ESO
Código Descripción	Personas	Personas	Personas	Personas	Personas	Personas	% total	% total	% total	% total
001 Oficiales y suboficiales de las fuerzas armadas	281	663	663	0	0	6.725	4%	4%	4%	14%
002 Tropa y marinería de las fuerzas armadas	1.380	6.779	4.312	0	2.468	22.171	6%	17%	17%	37%
111 Miembros del poder ejecutivo y de los cuerpos legislativos; directivos de la Administración Pública y organizaciones de interés social	1.898	0	0	0	0	6.083	31%	31%	31%	31%
112 Directores generales y presidentes ejecutivos	0	537	537	0	0	757	0%	0%	0%	71%
121 Directores de departamentos administrativos	5.195	1.022	0	0	1.022	11.090	47%	56%	56%	56%
122 Directores comerciales, de publicidad, relaciones públicas y de investigación y desarrollo	4.994	817	817	0	0	8.319	60%	60%	60%	70%
131 Directores de producción de explotaciones agropecuarias, forestales y pesqueras, y de industrias manufactureras, de minería, construcción y distribución	3.877	1.529	812	0	717	15.579	25%	29%	29%	35%
132 Directores de servicios de tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) y de empresas de servicios	4.664	1.441	490	0	951	12.397	38%	45%	45%	49%
141 Directores y gerentes de empresas de alojamiento	1.141	0	0	0	0	1.141	100%	100%	100%	100%
142 Directores y gerentes de empresas de restauración	825	697	697	0	0	6.909	12%	12%	12%	22%
143 Directores y gerentes de empresas de comercio al por mayor y al por menor	3.634	2.835	633	0	2.201	17.916	20%	33%	33%	36%
150 Directores y gerentes de otras empresas de servicios no clasificados bajo otros epígrafes	3.065	3.421	2.401	0	1.020	23.385	13%	17%	17%	28%
211 Médicos	32.409	0	0	0	0	32.409	100%	100%	100%	100%
212 Profesionales de enfermería y partería	46.366	318	0	0	318	47.835	97%	98%	98%	98%
213 Veterinarios	1.063	0	0	0	0	3.593	30%	30%	30%	30%
214 Farmacéuticos	14.698	0	0	0	0	14.698	100%	100%	100%	100%
215 Otros profesionales de la salud	27.077	370	0	0	370	28.184	96%	97%	97%	97%
221 Profesores de universidades y otra enseñanza superior (excepto formación profesional)	9.358	0	0	0	0	15.831	59%	59%	59%	59%
222 Profesores de formación profesional (materias)	2.783	375	0	0	375	10.300	27%	31%	31%	31%
223 Profesores de enseñanza secundaria (excepto materias específicas de formación profesional)	17.342	221	0	0	221	54.259	32%	32%	32%	32%
224 Profesores de enseñanza primaria	699	0	0	0	0	42.672	2%	2%	2%	2%
225 Maestros y educadores de enseñanza infantil	398	456	456	0	0	18.850	2%	2%	2%	5%
231 Profesores y técnicos de educación especial	915	2.102	1.163	0	939	4.355	21%	43%	43%	69%
232 Otros profesores y profesionales de la enseñanza	5.071	475	0	0	475	21.374	24%	26%	26%	26%
241 Físicos, químicos, matemáticos y afines	1.595	0	0	0	0	1.595	100%	100%	100%	100%
242 Profesionales en ciencias naturales	6.857	0	0	0	0	9.807	70%	70%	70%	70%
243 Ingenieros (excepto ingenieros agrónomos, de montes, eléctricos, electrónicos y TIC)	7.142	0	0	0	0	10.480	68%	68%	68%	68%
244 Ingenieros eléctricos, electrónicos y de	5.105	0	0	0	0	6.227	82%	82%	82%	82%
245 Arquitectos, urbanistas e ingenieros geógrafos	7.293	0	0	0	0	7.293	100%	100%	100%	100%
246 Ingenieros técnicos (excepto agrícolas, forestales, eléctricos, electrónicos y TIC)	2.868	0	0	0	0	4.442	65%	65%	65%	65%
247 Ingenieros técnicos en electricidad, electrónica y telecomunicaciones	3.509	0	0	0	0	3.780	93%	93%	93%	93%
248 Arquitectos técnicos, topógrafos y diseñadores	9.398	641	0	0	641	22.365	42%	45%	45%	45%
251 Jueces, magistrados, abogados y fiscales	0	0	0	0	0	15.090	0%	0%	0%	0%
259 Otros profesionales del derecho	7.568	0	0	0	0	15.338	49%	49%	49%	49%
261 Especialistas en finanzas	6.392	446	0	0	446	7.344	87%	93%	93%	93%
262 Especialistas en organización y administración	12.097	0	0	0	0	28.917	42%	42%	42%	42%
263 Técnicos de empresas y actividades turísticas	0	0	0	0	0	405	0%	0%	0%	0%
264 Profesionales de ventas técnicas y médicas (excepto las	1.883	0	0	0	0	2.988	63%	63%	63%	63%
265 Otros profesionales de las ventas, la comercialización, la publicidad y las relaciones públicas	1.843	1.241	0	0	1.241	4.933	37%	63%	63%	63%
271 Analistas y diseñadores de software y multimedia	11.988	0	0	0	0	12.502	96%	96%	96%	96%
272 Especialistas en bases de datos y en redes informáticas	3.607	0	0	0	0	4.349	83%	83%	83%	83%
281 Economistas	4.651	0	0	0	0	5.211	89%	89%	89%	89%
282 Sociólogos, historiadores, psicólogos y otros profesionales en ciencias sociales	8.860	704	0	0	704	18.497	48%	52%	52%	52%
283 Sacerdotes de las distintas religiones	0	2.050	0	0	0	3.658	0%	0%	0%	0%
291 Archivistas, bibliotecarios, conservadores y afines	337	0	0	0	0	3.332	10%	10%	10%	10%
292 Escritores, periodistas y lingüistas	0	427	0	0	427	3.054	0%	14%	14%	14%
293 Artistas creativos e interpretativos	671	0	0	0	0	12.401	5%	5%	5%	5%
311 Delineantes y dibujantes técnicos	601	746	0	0	746	2.274	26%	59%	59%	59%
312 Técnicos de las ciencias físicas, químicas, medioambientales y de las ingenierías	2.871	6.063	619	0	5.444	13.025	22%	64%	64%	69%
313 Técnicos en control de procesos	0	3.065	0	0	3.065	4.488	0%	68%	68%	68%
314 Técnicos de las ciencias naturales y profesionales	576	0	0	0	0	4.233	14%	14%	14%	14%
315 Profesionales en navegación marítima y aeronáutica	1.232	0	0	0	0	3.909	32%	32%	32%	32%
316 Técnicos de control de calidad de las ciencias físicas, químicas y de las ingenierías	238	2.519	1.611	0	908	5.972	4%	19%	19%	46%
320 Supervisores en ingeniería de minas, de industrias manufactureras y de la construcción	1.463	5.141	1.997	0	3.144	21.085	7%	22%	22%	31%
331 Técnicos sanitarios de laboratorio, pruebas diagnósticas	919	11.063	0	0	11.063	12.600	7%	95%	95%	95%

Fuente: Afi, INE (microdatos EPA)

Tabla 14. Ocupados por ocupación que han completado estudios relacionados con las matemáticas según nivel de los mismos (personas y % total), 2019 en Andalucía (2/3)

Clasificación de las ocupaciones según CNO-11 (3 dígitos)	Ocupados según nivel de formación (personas)						Determinación de ocupaciones matemáticas					
	Formación en matemáticas según sector					Total ocupados	Según nivel educativo completado (acum.):					
	Alto	Medio			Alto + FP superior		Alto + FP superior + FP medio	Alto + FP superior + FP medio + ESO	Total	% total	% total	% total
Código Descripción	Personas	Personas	Personas	Personas	Personas	Personas	% total	% total	% total	% total	% total	% total
332 Otros técnicos sanitarios	336	5.428	712	0	4.716	7.941	4%	64%	64%	73%		
333 Profesionales de las terapias alternativas	928	0	0	0	0	928	100%	100%	100%	100%		
340 Profesionales de apoyo en finanzas y matemáticas	5.979	1.374	0	0	1.374	13.378	45%	55%	55%	55%		
351 Agentes y representantes comerciales	3.427	12.608	5.594	0	7.013	50.131	7%	21%	21%	32%		
352 Otros agentes comerciales	2.525	2.009	358	0	1.651	11.984	21%	35%	35%	38%		
353 Agentes inmobiliarios y otros agentes	3.161	1.213	0	0	1.213	16.195	20%	27%	27%	27%		
361 Asistentes administrativos y especializados	11.801	14.693	2.591	0	12.102	49.511	24%	48%	48%	54%		
362 Agentes de aduanas, tributos y afines que trabajan en tareas propias de la Administración Pública	0	647	647	0	0	1.030	0%	0%	0%	63%		
363 Técnicos de las fuerzas y cuerpos de seguridad		0				616	0%	0%	0%	0%		
371 Profesionales de apoyo de servicios jurídicos y sociales	1.341	2.043	0	0	2.043	7.737	17%	44%	44%	44%		
372 Deportistas, entrenadores, instructores de actividades deportivas, monitores de actividades recreativas	402	1.945	464	0	1.480	19.335	2%	10%	10%	12%		
373 Técnicos y profesionales de apoyo de actividades culturales, artísticas y culinarias	0	2.342	0	0	2.342	11.452	0%	20%	20%	20%		
381 Técnicos en operaciones de tecnologías de la información y asistencia al usuario	949	5.259	435	0	4.824	8.137	12%	71%	71%	76%		
382 Programadores informáticos	7.220	6.818	529	0	6.289	15.714	46%	86%	86%	89%		
383 Técnicos en grabación audiovisual, radiodifusión y telecomunicaciones	0	3.726	0	0	3.726	7.977	0%	47%	47%	47%		
411 Empleados contables y financieros	18.845	9.576	973	0	8.604	37.713	50%	73%	73%	75%		
412 Empleados de registro de materiales, de servicios de apoyo a la producción y al transporte	625	2.798	1.394	0	1.403	20.423	3%	10%	10%	17%		
421 Empleados de bibliotecas y archivos	0	1.500	391	0	1.110	2.446	0%	45%	45%	61%		
422 Empleados de servicios de correos, codificadores, correctores y servicios de personal	1.297	3.151	482	0	2.670	11.683	11%	34%	34%	38%		
430 Otros empleados administrativos sin tareas de atención	15.191	14.385	4.111	0	10.274	66.991	23%	38%	38%	44%		
441 Empleados de información y recepcionistas (excepto de hoteles y telefonistas)	1.178	1.250	855	0	394	8.501	14%	19%	19%	29%		
442 Empleados de agencias de viajes, recepcionistas de hoteles y telefonistas	3.828	8.339	1.888	0	6.451	34.496	11%	30%	30%	35%		
443 Agentes de encuestas	0	448	0	0	448	931	0%	48%	48%	48%		
444 Empleados de ventanilla y afines (excepto taquilleros)	2.929	1.143	1.143	0	0	14.193	21%	21%	21%	29%		
450 Empleados administrativos con tareas de atención al público no clasificados bajo otros epígrafes	13.598	25.895	9.786	0	16.109	85.328	16%	35%	35%	46%		
500 Camareros y cocineros propietarios	2.321	3.950	3.117	0	833	31.124	7%	10%	10%	20%		
511 Cocineros asalariados	0	2.686	2.686	0	0	40.121	0%	0%	0%	7%		
512 Camareros asalariados	3.337	14.782	9.006	0	5.776	99.588	3%	9%	9%	18%		
521 Jefes de sección de tiendas y almacenes	0	2.639	516	0	2.123	9.858	0%	22%	22%	27%		
522 Vendedores en tiendas y almacenes	3.193	32.347	17.370	0	14.976	136.806	2%	13%	13%	26%		
530 Comerciantes propietarios de tiendas	4.905	8.312	4.029	0	4.283	71.651	7%	13%	13%	18%		
541 Vendedores en quioscos o en mercadillos		5.775				11.753	0%	0%	0%	0%		
542 Operadores de telemarketing	0	442	442	0	0	2.719	0%	0%	0%	16%		
543 Expendedores de gasolineras	571	1.782	1.259	0	522	7.392	8%	15%	15%	32%		
549 Otros vendedores	0	410	410	0	0	9.428	0%	0%	0%	4%		
550 Cajeros y taquilleros (excepto bancos)	1.138	5.080	3.553	0	1.527	32.441	4%	8%	8%	19%		
561 Auxiliares de enfermería	607	42.350	32.392	0	9.958	52.347	1%	20%	20%	82%		
562 Técnicos auxiliares de farmacia y emergencias sanitarias y otros trabajadores de los cuidados a las personas	394	15.439	10.803	0	4.636	30.113	1%	17%	17%	53%		
571 Trabajadores de los cuidados personales a domicilio (excepto cuidadores de niños)	661	12.501	11.737	0	764	46.924	1%	3%	3%	28%		
572 Cuidadores de niños	1.402	3.534	2.587	512	435	17.622	8%	10%	13%	28%		
581 Peluqueros y especialistas en tratamientos de estética, bienestar y afines	922	691	691	0	0	33.092	3%	3%	3%	5%		
582 Trabajadores que atienden a viajeros, guías turísticos y supervisores de mantenimiento y limpieza de edificios, conserjes y mayordomos domésticos		6.529				7.310	0%	0%	0%	0%		
583 Trabajadores propietarios de pequeños alojamientos		1.848					0%	0%	0%	0%		
589 Otros trabajadores de servicios personales	0	2.299	780	0	1.519	3.969	0%	38%	38%	58%		
591 Guardias civiles	290	1.434	836	0	597	9.367	3%	9%	9%	18%		
592 Policías	4.302	2.870	512	0	2.357	23.497	18%	28%	28%	31%		
593 Bomberos	0	2.049	1.277	0	772	6.491	0%	12%	12%	32%		
594 Personal de seguridad privado	0	2.198	2.198	0	0	20.848	0%	0%	0%	11%		
599 Otros trabajadores de los servicios de protección y seguridad	723	3.827	1.804	0	2.023	13.631	5%	20%	20%	33%		
611 Trabajadores cualificados en actividades agrícolas (excepto en huertas, invernaderos, viveros y jardines)	340	2.209	1.113	0	1.096	29.243	1%	5%	5%	9%		
612 Trabajadores cualificados en huertas, invernaderos, viveros y jardines	0	886	0	0	886	44.632	0%	2%	2%	2%		
620 Trabajadores cualificados en actividades ganaderas (incluidas avícolas, apícolas y similares)	0	1.032	0	0	1.032	7.461	0%	14%	14%	14%		
630 Trabajadores cualificados en actividades agropecuarias		1.279				1.279	0%	0%	0%	0%		
641 Trabajadores cualificados en actividades forestales y del medio natural		286					0%	0%	0%	0%		
642 Trabajadores cualificados en actividades pesqueras y acuícolas		639				2.567	0%	0%	0%	0%		
643 Trabajadores cualificados en actividades cinegéticas							0%	0%	0%	0%		

Fuente: Afi, INE (microdatos EPA)

Tabla 15. Ocupados por ocupación que han completado estudios relacionados con las matemáticas según nivel de los mismos (personas y % total), 2019 en Andalucía (3/3)

Clasificación de las ocupaciones según CNO-11 (3 dígitos)	Ocupados según nivel de formación (personas)						Determinación de ocupaciones matemáticas			
	Formación en matemáticas según sector					Total	Según nivel educativo completado (acum.):			
	Alto	Medio			FP superior	Total ocupados	Alto	Alto + FP superior	Alto + FP superior + FP medio	Alto + FP superior + FP medio + ESO
Código Descripción	Personas	Personas	Personas	Personas	Personas	Personas	% total	% total	% total	% total
711 Trabajadores en hormigón, encofradores, ferrallistas y	0	1.061	1.061	0	0	7.529	0%	0%	0%	14%
712 Albañiles, canteros, tronzadores, labrantes y grabadores	0	5.664	4.111	0	1.553	53.368	0%	3%	3%	11%
713 Carpinteros (excepto ebanistas y montadores de estructuras metálicas)	0	1.603	878	0	726	20.968	0%	3%	3%	8%
719 Otros trabajadores de las obras estructurales de	0	8.673	5.657	0	3.016	31.941	0%	9%	9%	27%
721 Escayolistas y aplicadores de revestimientos de pasta y	0	441	441	0	0	4.537	0%	0%	0%	10%
722 Fontaneros e instaladores de tuberías	0	1.513	1.165	0	348	12.357	0%	3%	3%	12%
723 Pintores, empapeladores y afines	0	1.972	1.972	0	0	19.521	0%	0%	0%	10%
724 Soldadores, colocadores de parquet y afines	0	538	538	0	0	2.663	0%	0%	0%	20%
725 Mecánicos-instaladores de refrigeración y climatización	0	1.942	1.106	0	836	5.260	0%	16%	16%	37%
729 Otros trabajadores de acabado en la construcción, instalaciones (excepto electricistas) y afines	0	2.719	2.316	0	403	7.904	0%	5%	5%	34%
731 Moldeadores, soldadores, chapistas, montadores de estructuras metálicas y trabajadores afines	508	8.991	6.378	0	2.613	22.641	2%	14%	14%	42%
732 Herreros y trabajadores de la fabricación de	0	2.337	736	0	1.601	7.805	0%	21%	21%	30%
740 Mecánicos y ajustadores de maquinaria	0	18.175	9.296	0	8.879	43.297	0%	21%	21%	42%
751 Electricistas de la construcción y afines	0	16.556	8.337	0	8.219	23.635	0%	35%	35%	70%
752 Otros instaladores y reparadores de equipos eléctricos	403	10.966	3.420	0	7.546	19.526	2%	41%	41%	58%
753 Instaladores y reparadores de equipos electrónicos y de telecomunicaciones	1.739	4.801	950	0	3.851	17.193	10%	33%	33%	38%
761 Mecánicos de precisión en metales, ceramistas, vidrieros y artesanos	915	583	0	0	583	14.542	6%	10%	10%	10%
762 Oficiales y operarios de las artes gráficas	0	1.320	561	0	760	3.026	0%	25%	25%	44%
770 Trabajadores de la industria de la alimentación, bebidas	824	2.525	1.371	0	1.153	26.495	3%	7%	7%	13%
781 Trabajadores que tratan la madera y afines	0	1.327	0	0	0	1.702	0%	0%	0%	0%
782 Ebanistas y trabajadores afines	0	828	0	0	0	1.509	0%	0%	0%	0%
783 Trabajadores del textil, confección, piel, cuero y calzado	0	559	559	0	0	8.040	0%	0%	0%	7%
789 Pegadores, buceadores, probadores de productos y otros operarios y artesanos diversos	0	466	0	0	466	2.159	0%	22%	22%	22%
811 Operadores en instalaciones de la extracción y explotación de minerales	0	394	394	0	0	962	0%	0%	0%	41%
812 Operadores en instalaciones para el tratamiento de	0	396	0	0	396	2.882	0%	14%	14%	14%
813 Operadores de instalaciones y máquinas de productos químicos, farmacéuticos y materiales fotosensibles	275	2.045	1.085	0	960	4.067	7%	30%	30%	57%
814 Operadores en instalaciones para el tratamiento y transformación de la madera, la fabricación de papel,	0	487	487	0	0	3.476	0%	0%	0%	14%
815 Operadores de máquinas para fabricar productos textiles y artículos de piel y de cuero	0	482	482	0	0	2.537	0%	0%	0%	19%
816 Operadores de máquinas para elaborar productos alimenticios, bebidas y tabaco	349	1.366	531	0	835	10.155	3%	12%	12%	17%
817 Operadores de máquinas de lavandería y tintorería	0	4.334	0	0	0	5.504	0%	0%	0%	0%
819 Otros operadores de instalaciones y maquinaria fijas	684	1.063	792	0	271	4.378	16%	22%	22%	40%
820 Montadores y ensambladores en fábricas	720	3.093	2.099	0	994	11.592	6%	15%	15%	33%
831 Maquinistas de locomotoras y afines	0	1.290	0	0	0	1.290	0%	0%	0%	0%
832 Operadores de maquinaria agrícola y forestal móvil	0	1.300	1.300	0	0	4.813	0%	0%	0%	27%
833 Operadores de otras máquinas móviles	1.118	2.182	444	0	1.738	22.144	5%	13%	13%	15%
834 Marineros de puente, marineros de máquinas y afines	0	2.381	2.381	0	0	2.381	0%	0%	0%	100%
841 Conductores de automóviles, taxis y furgonetas	0	8.616	7.074	0	1.542	44.097	0%	3%	3%	20%
842 Conductores de autobuses y tranvías	0	3.138	0	0	3.138	14.481	0%	22%	22%	22%
843 Conductores de camiones	0	7.976	5.522	0	2.455	62.241	0%	4%	4%	13%
844 Conductores de motocicletas y ciclomotores	0	7.812	0	0	0	8.355	0%	0%	0%	0%
910 Empleados domésticos	2.075	6.429	4.738	0	1.691	71.329	3%	5%	5%	12%
921 Personal de limpieza de oficinas, hoteles y otros establecimientos similares	542	10.263	7.062	0	3.202	112.456	0%	3%	3%	10%
922 Limpiadores de vehículos, ventanas y personal de	0	1.322	0	0	0	1.857	0%	0%	0%	0%
931 Ayudantes de cocina	0	4.051	3.677	0	374	24.301	0%	2%	2%	17%
932 Preparadores de comidas rápidas	0	1.931	662	0	1.269	3.089	0%	41%	41%	63%
941 Vendedores callejeros	0	1.348	0	0	0	1.348	0%	0%	0%	0%
942 Repartidores de publicidad, limpiabotas y otros trabajadores de oficios callejeros	0	378	378	0	0	378	0%	0%	0%	100%
943 Ordenanzas, mozos de equipaje, repartidores a pie y	0	1.008	260	0	748	5.164	0%	14%	14%	20%
944 Recogedores de residuos, clasificadores de desechos, barrenderos y afines	0	2.261	522	0	1.739	19.290	0%	9%	9%	12%
949 Otras ocupaciones elementales	0	1.226	0	0	0	3.629	0%	0%	0%	0%
951 Peones agrícolas	1.995	3.631	2.374	0	1.257	153.938	1%	2%	2%	4%
952 Peones ganaderos	0	257	0	0	257	2.988	0%	9%	9%	9%
953 Peones agropecuarios	0	159	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%
954 Peones de la pesca, la acuicultura, forestales y de la caza	0	2.018	0	0	0	2.018	0%	0%	0%	0%
960 Peones de la construcción y de la minería	1.094	1.669	1.181	0	488	42.500	3%	4%	4%	7%
970 Peones de las industrias manufactureras	0	5.513	3.291	0	2.222	43.428	0%	5%	5%	13%
981 Peones del transporte, descargadores y afines	0	6.090	3.675	0	2.416	29.868	0%	8%	8%	20%
982 Reponedores	0	1.888	782	0	1.107	13.621	0%	8%	8%	14%
Total	434.607	568.991	262.372	512	266.036	3.119.737	14%	22%	22%	31%

Fuente: Afi, INE (microdatos EPA)

Tabla 16. Ocupados por ocupación que han completado estudios relacionados con las matemáticas según nivel de los mismos (personas y % total), 2019 en España (1/3)

		Ocupados según nivel de formación (personas)					Determinación de ocupaciones matemáticas				
		Formación en matemáticas según sector					Total	Según nivel educativo completado (acum.):			
Clasificación de las ocupaciones según CNO-11 (3 dígitos)		Medio					Total ocupados	Alto	Alto + FP superior	Alto + FP superior + FP medio	Alto + FP superior + FP medio + ESO
Código	Descripción	Personas	Personas	Personas	Personas	Personas	Personas	% total	% total	% total	% total
1	Oficiales y suboficiales de las fuerzas armadas	6.680	3.646	663	0	2.983	39.926	17%	24%	24%	26%
2	Tropa y marinería de las fuerzas armadas	2.681	14.385	8.951	0	5.435	70.070	4%	12%	12%	24%
111	Miembros del poder ejecutivo y de los cuerpos legislativos; directivos de la Administración Pública y organizaciones de interés social	8.431	455	143	0	312	19.676	43%	44%	44%	45%
112	Directores generales y presidentes ejecutivos	7.602	1.037	706	0	331	15.897	48%	50%	50%	54%
121	Directores de departamentos administrativos	54.785	10.750	1.736	0	9.014	103.590	53%	62%	62%	63%
122	Directores comerciales, de publicidad, relaciones públicas y de investigación y desarrollo	53.162	7.164	2.364	655	4.145	89.463	59%	64%	65%	67%
131	Directores de producción de explotaciones agropecuarias, forestales y pesqueras, y de industrias manufactureras, de minería, construcción y distribución	34.065	16.047	7.163	0	8.884	130.910	26%	33%	33%	38%
132	Directores de servicios de tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) y de empresas de servicios profes	67.033	9.304	1.897	0	7.407	115.287	58%	65%	65%	66%
141	Directores y gerentes de empresas de alojamiento	5.430	2.734	1.010	0	1.724	34.979	16%	20%	20%	23%
142	Directores y gerentes de empresas de restauración	2.798	4.931	3.055	0	1.877	51.174	5%	9%	9%	15%
143	Directores y gerentes de empresas de comercio al por mayor y al por menor	21.435	19.235	8.388	0	10.847	106.380	20%	30%	30%	38%
150	Directores y gerentes de otras empresas de servicios no clasificados bajo otros epígrafes	34.208	12.897	5.834	0	7.063	109.140	31%	38%	38%	43%
211	Médicos	197.841	0	0	0	0	200.040	99%	99%	99%	99%
212	Profesionales de enfermería y partería	295.862	4.508	0	0	4.508	307.003	96%	98%	98%	98%
213	Veterinarios	4.976	0	0	0	0	30.508	16%	16%	16%	16%
214	Farmacéuticos	57.925	0	0	0	0	58.648	99%	99%	99%	99%
215	Otros profesionales de la salud	129.645	8.250	3.816	0	4.434	147.996	88%	91%	91%	93%
221	Profesores de universidades y otra enseñanza superior (excepto formación profesional)	58.994	0	0	0	0	104.014	57%	57%	57%	57%
222	Profesores de formación profesional (materias específicas)	17.826	7.005	0	0	7.005	62.285	29%	40%	40%	40%
223	Profesores de enseñanza secundaria (excepto materias específicas de formación profesional)	92.517	1.650	155	0	1.496	299.899	31%	31%	31%	31%
224	Profesores de enseñanza primaria	10.693	840	840	0	0	278.503	4%	4%	4%	4%
225	Maestros y educadores de enseñanza infantil	2.904	765	456	0	309	133.750	2%	2%	2%	3%
231	Profesores y técnicos de educación especial	8.520	5.001	2.172	0	2.829	44.841	19%	25%	25%	30%
232	Otros profesores y profesionales de la enseñanza	37.756	6.377	973	0	5.405	181.875	21%	24%	24%	24%
241	Físicos, químicos, matemáticos y afines	35.530	0	0	0	0	42.611	83%	83%	83%	83%
242	Profesionales en ciencias naturales	36.761	0	0	0	0	60.429	61%	61%	61%	61%
243	Ingenieros (excepto ingenieros agrónomos, de montes, eléctricos, electrónicos y TIC)	101.131	0	0	0	0	133.888	76%	76%	76%	76%
244	Ingenieros eléctricos, electrónicos y de telecomunicaciones	54.804	0	0	0	0	62.788	87%	87%	87%	87%
245	Arquitectos, urbanistas e ingenieros geógrafos	67.365	0	0	0	0	71.718	94%	94%	94%	94%
246	Ingenieros técnicos (excepto agrícolas, forestales, eléctricos, electrónicos y TIC)	41.388	0	0	0	0	54.419	76%	76%	76%	76%
247	Ingenieros técnicos en electricidad, electrónica y telecomunicaciones	18.219	0	0	0	0	19.798	92%	92%	92%	92%
248	Arquitectos técnicos, topógrafos y diseñadores	61.806	9.607	1.568	0	8.039	126.353	49%	55%	55%	57%
251	Jueces, magistrados, abogados y fiscales	5.860	0	0	0	0	145.527	4%	4%	4%	4%
259	Otros profesionales del derecho	19.029	0	0	0	0	56.883	33%	33%	33%	33%
261	Especialistas en finanzas	91.872	1.734	0	0	1.734	103.748	89%	90%	90%	90%
262	Especialistas en organización y administración	111.177	1.722	0	0	1.722	203.276	55%	56%	56%	56%
263	Técnicos de empresas y actividades turísticas	2.042	0	0	0	0	3.554	57%	57%	57%	57%
264	Profesionales de ventas técnicas y médicas (excepto las TIC)	9.841	690	0	0	690	14.191	69%	74%	74%	74%
265	Otros profesionales de las ventas, la comercialización, la publicidad y las relaciones públicas	47.656	6.604	0	0	6.604	76.479	62%	71%	71%	71%
271	Analistas y diseñadores de software y multimedia	122.917	5.647	0	0	5.647	137.395	89%	94%	94%	94%
272	Especialistas en bases de datos y en redes informáticas	40.302	5.372	0	0	5.372	46.416	87%	98%	98%	98%
281	Economistas	48.283	0	0	0	0	50.742	95%	95%	95%	95%
282	Sociólogos, historiadores, psicólogos y otros profesionales en ciencias sociales	74.556	2.111	0	0	2.111	149.795	50%	51%	51%	51%
283	Sacerdotes de las distintas religiones	106	324	324	0	0	8.253	1%	1%	1%	5%
291	Archivistas, bibliotecarios, conservadores y afines	3.162	0	0	0	0	23.957	13%	13%	13%	13%
292	Escritores, periodistas y lingüistas	9.729	1.729	587	0	1.142	58.130	17%	19%	19%	20%
293	Artistas creativos e interpretativos	4.854	3.329	487	0	2.842	72.915	7%	11%	11%	11%
311	Delinquentes y dibujantes técnicos	3.552	27.319	907	0	26.412	41.629	9%	72%	72%	74%
312	Técnicos de las ciencias físicas, químicas, medioambientales y de las ingenierías	32.530	60.326	6.503	0	53.823	123.759	26%	70%	70%	75%
313	Técnicos en control de procesos	11.181	23.033	5.621	0	17.412	58.834	19%	49%	49%	58%
314	Técnicos de las ciencias naturales y profesionales auxiliares afines	9.472	1.773	0	0	1.773	24.194	39%	46%	46%	46%
315	Profesionales en navegación marítima y aeronáutica	5.246	779	557	0	222	23.010	23%	24%	24%	26%
316	Técnicos de control de calidad de las ciencias físicas, químicas y de las ingenierías	18.002	27.375	4.901	0	22.474	78.298	23%	52%	52%	58%
320	Supervisores en ingeniería de minas, de industrias manufactureras y de la construcción	12.899	26.433	8.622	0	17.811	114.826	11%	27%	27%	34%
331	Técnicos sanitarios de laboratorio, pruebas diagnósticas y prótesis	10.606	56.570	302	0	56.268	73.726	14%	91%	91%	91%
332	Otros técnicos sanitarios	7.745	31.088	6.427	1.785	22.875	67.275	12%	46%	48%	58%
333	Profesionales de las terapias alternativas	1.173	370	0	0	370	1.543	76%	100%	100%	100%

Fuente: Afi, INE (microdatos EPA)

Tabla 17. Ocupados por ocupación que han completado estudios relacionados con las matemáticas según nivel de los mismos (personas y % total), 2019 en España (2/3)

Clasificación de las ocupaciones según CNO-11 (3 dígitos)		Ocupados según nivel de formación (personas)					Determinación de ocupaciones matemáticas				
		Formación en matemáticas según sector					Según nivel educativo completado (acum.):				
		Alto	Medio			Total	Alto	Alto + FP superior	Alto + FP superior + FP medio	Alto + FP superior + FP medio + ESO	
Código	Descripción	Personas	Personas	Personas	Personas	Personas	Personas	% total	% total	% total	% total
340	Profesionales de apoyo en finanzas y matemáticas	43.057	14.324	0	0	14.324	85.011	51%	67%	67%	67%
351	Agentes y representantes comerciales	57.529	78.987	27.251	824	50.912	352.778	16%	31%	31%	39%
352	Otros agentes comerciales	17.491	20.784	5.706	0	15.077	90.113	19%	36%	36%	42%
353	Agentes inmobiliarios y otros agentes	26.740	17.172	3.346	134	13.693	129.420	21%	31%	31%	34%
361	Asistentes administrativos y especializados	62.062	70.499	8.755	0	61.744	258.892	24%	48%	48%	51%
362	Agentes de aduanas, tributos y afines que trabajan en tareas propias de la Administración Pública	2.375	797	647	0	151	9.075	26%	28%	28%	35%
363	Técnicos de las fuerzas y cuerpos de seguridad	217	224	0	0	224	8.384	3%	5%	5%	5%
371	Profesionales de apoyo de servicios jurídicos y sociales	10.237	11.197	3.665	0	7.533	66.593	15%	27%	27%	32%
372	Deportistas, entrenadores, instructores de actividades deportivas; monitores de actividades recreativas	11.410	10.975	3.015	0	7.960	139.005	8%	14%	14%	16%
373	Técnicos y profesionales de apoyo de actividades culturales, artísticas y culinarias	10.650	8.181	2.334	0	5.846	83.982	13%	20%	20%	22%
381	Técnicos en operaciones de tecnologías de la información y asistencia al usuario	20.190	63.874	5.573	289	58.013	108.350	19%	72%	72%	78%
382	Programadores informáticos	54.208	65.264	2.569	0	62.695	148.424	37%	79%	79%	80%
383	Técnicos en grabación audiovisual, radiodifusión y telecomunicaciones	5.540	20.307	2.436	0	17.871	59.142	9%	40%	40%	44%
411	Empleados contables y financieros	99.990	81.143	15.746	0	65.397	277.460	36%	60%	60%	65%
412	Empleados de registro de materiales, de servicios de apoyo a la producción y al transporte	17.361	63.655	31.028	0	32.627	204.039	9%	24%	24%	40%
421	Empleados de bibliotecas y archivos	1.776	3.176	723	0	2.453	11.993	15%	35%	35%	41%
422	Empleados de servicios de correos, codificadores, correctores y servicios de personal	10.469	15.993	9.403	0	6.590	72.850	14%	23%	23%	36%
430	Otros empleados administrativos sin tareas de atención al público	98.759	156.700	43.091	0	113.609	508.183	19%	42%	42%	50%
441	Empleados de información y recepcionistas (excepto de hoteles)	6.664	11.174	4.540	246	6.388	59.434	11%	22%	22%	30%
442	Empleados de agencias de viajes, recepcionistas de hoteles y telefonistas	21.548	38.471	12.770	0	25.702	226.417	10%	21%	21%	27%
443	Agentes de encuestas	1.209	2.003	0	0	2.003	7.605	16%	42%	42%	42%
444	Empleados de ventanilla y afines (excepto taquilleros)	17.431	5.268	3.663	0	1.606	75.107	23%	25%	25%	30%
450	Empleados administrativos con tareas de atención al público no clasificados bajo otros epígrafes	96.124	207.012	72.798	0	134.214	626.722	15%	37%	37%	48%
500	Camareros y cocineros propietarios	12.363	23.259	13.896	0	9.363	231.968	5%	9%	9%	15%
511	Cocineros asalariados	5.680	24.381	16.837	0	7.544	261.902	2%	5%	5%	11%
512	Camareros asalariados	26.981	68.950	38.736	634	29.580	616.993	4%	9%	9%	16%
521	Jefes de sección de tiendas y almacenes	11.234	24.877	11.476	0	13.402	98.311	11%	25%	25%	37%
522	Vendedores en tiendas y almacenes	43.472	159.569	84.802	486	74.281	822.455	5%	14%	14%	25%
530	Comerciantes propietarios de tiendas	26.773	53.134	26.139	0	26.994	386.554	7%	14%	14%	21%
541	Vendedores en quioscos o en mercadillos	478	4.456	1.904	0	2.553	38.186	1%	8%	8%	13%
542	Operadores de telemarketing	1.447	2.156	1.054	0	1.101	15.424	9%	17%	17%	23%
543	Expendedores de gasolineras	1.965	12.591	7.546	0	5.045	50.343	4%	14%	14%	29%
549	Otros vendedores	1.779	3.649	1.520	0	2.129	30.943	6%	13%	13%	18%
550	Cajeros y taquilleros (excepto bancos)	8.478	35.772	24.911	0	10.861	171.990	5%	11%	11%	26%
561	Auxiliares de enfermería	5.604	249.462	195.729	906	52.827	338.152	2%	17%	18%	75%
562	Técnicos auxiliares de farmacia y emergencias sanitarias y otros trabajadores de los cuidados a las personas en servicios de salud	4.457	64.737	47.318	0	17.418	148.248	3%	15%	15%	47%
571	Trabajadores de los cuidados personales a domicilio (excepto cuidadores de niños)	7.620	40.097	33.607	0	6.490	201.216	4%	7%	7%	24%
572	Cuidadores de niños	6.761	24.776	14.111	512	10.153	159.103	4%	11%	11%	20%
581	Peluqueros y especialistas en tratamientos de estética, bienestar y afines	5.575	10.091	8.555	0	1.536	211.363	3%	3%	3%	7%
582	Trabajadores que atienden a viajeros, guías turísticos y afines	5.661	2.955	0	0	2.955	52.190	11%	17%	17%	17%
583	Supervisores de mantenimiento y limpieza de edificios, conserjes y mayordomos domésticos	6.094	20.750	9.802	0	10.948	127.014	5%	13%	13%	21%
584	Trabajadores propietarios de pequeños alojamientos	1.054	1.848	966	0	881	10.668	10%	18%	18%	27%
589	Otros trabajadores de servicios personales	4.615	8.008	4.561	0	3.447	41.098	11%	20%	20%	31%
591	Guardias civiles	1.536	12.571	6.545	0	6.026	58.324	3%	13%	13%	24%
592	Policías	17.681	25.835	6.635	0	19.200	140.644	13%	26%	26%	31%
593	Bomberos	2.583	5.736	2.388	0	3.348	29.556	9%	20%	20%	28%
594	Personal de seguridad privado	2.027	40.621	23.555	0	17.066	171.149	1%	11%	11%	25%
599	Otros trabajadores de los servicios de protección y seguridad	8.751	12.709	5.154	0	7.555	72.542	12%	22%	22%	30%
611	Trabajadores cualificados en actividades agrícolas (excepto en huertas, invernaderos, viveros y jardines)	3.510	14.790	7.166	0	7.624	140.001	3%	8%	8%	13%
612	Trabajadores cualificados en huertas, invernaderos, viveros y jardines	2.131	14.651	8.044	0	6.607	139.266	2%	6%	6%	12%
620	Trabajadores cualificados en actividades ganaderas (incluidas avícolas, apícolas y similares)	1.039	13.074	6.601	0	6.473	121.158	1%	6%	6%	12%
630	Trabajadores cualificados en actividades agropecuarias mixtas	335	1.298	999	0	300	24.266	1%	3%	3%	7%
641	Trabajadores cualificados en actividades forestales y del medio natural	0	286	100	0	186	5.462	0%	3%	3%	5%
642	Trabajadores cualificados en actividades pesqueras y acuicultura	0	1.571	855	0	716	23.951	0%	3%	3%	7%
643	Trabajadores cualificados en actividades cinegéticas	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%

Fuente: Afi, INE (microdatos EPA)

Tabla 18. Ocupados por ocupación que han completado estudios relacionados con las matemáticas según nivel de los mismos (personas y % total), 2019 en España (3/3)

Clasificación de las ocupaciones según CNO-11 (3 dígitos)		Ocupados según nivel de formación (personas)					Determinación de ocupaciones matemáticas				
		Formación en matemáticas según sector					Total ocupados	Según nivel educativo completado (acum.):			
		Alto	Medio			Total		Alto	Alto + FP superior	Alto + FP superior + FP medio	Alto + FP superior + FP medio + ESO
Código	Descripción	Personas	Personas	Personas	Personas	Personas	% total	% total	% total	% total	
711	Trabajadores en hormigón, encofradores, ferrallistas y afines	0	2.035	1.476	0	559	25.763	0%	2%	2%	8%
712	Albañiles, canteros, tronzadores, labrantes y grabadores de piedras	3.145	32.726	19.418	0	13.309	289.375	1%	6%	6%	12%
713	Carpinteros (excepto ebanistas y montadores de estructuras metálicas)	4.323	14.309	7.413	0	6.896	101.120	4%	11%	11%	18%
719	Otros trabajadores de las obras estructurales de construcción	5.376	26.238	16.619	0	9.620	131.053	4%	11%	11%	24%
721	Escayolistas y aplicadores de revestimientos de pasta y mortero	0	1.172	845	0	327	20.524	0%	2%	2%	6%
722	Fontaneros e instaladores de tuberías	1.089	24.195	12.907	0	11.288	98.237	1%	13%	13%	26%
723	Pintores, empapeladores y afines	1.422	14.715	9.928	0	4.788	89.176	2%	7%	7%	18%
724	Soladores, colocadores de parquet y afines	1.847	2.295	968	0	1.327	26.062	7%	12%	12%	16%
725	Mecánicos-instaladores de refrigeración y climatización	0	13.896	7.412	0	6.484	35.838	0%	18%	18%	39%
729	Otros trabajadores de acabado en la construcción, instalaciones (excepto electricistas) y afines	1.941	6.252	4.669	0	1.583	40.131	5%	9%	9%	20%
731	Moldeadores, soldadores, chapistas, montadores de estructuras metálicas y trabajadores afines	1.802	61.699	39.874	0	21.825	186.903	1%	13%	13%	34%
732	Herreros y trabajadores de la fabricación de herramientas y afines	0	41.837	12.618	0	29.220	94.007	0%	31%	31%	45%
740	Mecánicos y ajustadores de maquinaria	7.482	153.234	60.912	1.212	91.111	316.083	2%	31%	32%	51%
751	Electricistas de la construcción y afines	2.947	83.067	40.186	0	42.881	140.914	2%	33%	33%	61%
752	Otros instaladores y reparadores de equipos eléctricos	1.889	77.774	29.795	0	47.979	120.255	2%	41%	41%	66%
753	Instaladores y reparadores de equipos electrónicos y de telecomunicaciones	2.238	43.146	12.638	0	30.508	81.559	3%	40%	40%	56%
761	Mecánicos de precisión en metales, ceramistas, vidrieros y artesanos	1.241	5.280	2.965	0	2.315	37.772	3%	9%	9%	17%
762	Oficiales y operarios de las artes gráficas	1.073	8.722	5.712	0	3.010	38.982	3%	10%	10%	23%
770	Trabajadores de la industria de la alimentación, bebidas y tabaco	5.691	22.059	10.176	0	11.883	195.663	3%	9%	9%	14%
781	Trabajadores que tratan la madera y afines	0	2.242	1.953	0	289	12.854	0%	2%	2%	17%
782	Ebanistas y trabajadores afines	224	3.631	2.407	0	1.225	31.637	1%	5%	5%	12%
783	Trabajadores del textil, confección, piel, cuero y calzado	0	4.845	993	0	3.852	54.308	0%	7%	7%	9%
789	Pegadores, buceadores, probadores de productos y otros operarios y artesanos diversos	0	3.671	2.606	0	1.065	13.847	0%	8%	8%	27%
811	Operadores en instalaciones de la extracción y explotación de minerales	675	4.527	1.929	0	2.598	16.008	4%	20%	20%	32%
812	Operadores en instalaciones para el tratamiento de metales	3.680	18.439	7.042	0	11.397	54.742	7%	28%	28%	40%
813	Operadores de instalaciones y máquinas de productos químicos, farmacéuticos y materiales fotosensibles	790	9.924	4.828	0	5.097	36.146	2%	16%	16%	30%
814	Operadores en instalaciones para el tratamiento y transformación de la madera, la fabricación de papel, productos de papel y caucho o materias plásticas	588	23.495	11.034	0	12.461	101.690	1%	13%	13%	24%
815	Operadores de máquinas para fabricar productos textiles y artículos de piel y de cuero	1.752	7.747	4.562	0	3.186	46.640	4%	11%	11%	20%
816	Operadores de máquinas para elaborar productos alimenticios, bebidas y tabaco	1.915	10.457	5.597	0	4.860	54.309	4%	12%	12%	23%
817	Operadores de máquinas de lavandería y tintorería	1.183	3.243	2.911	0	332	26.910	4%	6%	6%	16%
819	Otros operadores de instalaciones y maquinaria fijas	1.179	17.000	7.916	0	9.083	66.164	2%	16%	16%	27%
820	Montadores y ensambladores en fábricas	4.712	38.392	20.453	268	17.672	118.330	4%	19%	19%	36%
831	Maquinistas de locomotoras y afines	0	1.931	457	0	1.474	13.556	0%	11%	11%	14%
832	Operadores de maquinaria agrícola y forestal móvil	0	4.714	3.222	0	1.592	30.542	0%	5%	5%	13%
833	Operadores de otras máquinas móviles	2.283	26.158	15.421	0	10.736	154.579	1%	8%	8%	18%
834	Marineros de puente, marineros de máquinas y afines	0	3.037	2.381	0	656	12.846	0%	5%	5%	24%
841	Conductores de automóviles, taxis y furgonetas	10.933	50.457	32.557	822	17.079	262.098	4%	11%	11%	23%
842	Conductores de autobuses y tranvías	1.959	20.652	8.926	0	11.726	80.012	2%	17%	17%	28%
843	Conductores de camiones	7.300	60.212	44.917	0	15.295	357.099	2%	6%	6%	19%
844	Conductores de motocicletas y ciclomotores	411	4.786	3.513	0	1.273	27.252	2%	6%	6%	19%
910	Empleados domésticos	17.196	49.507	32.533	0	16.975	434.594	4%	8%	8%	15%
921	Personal de limpieza de oficinas, hoteles y otros establecimientos similares	11.883	73.948	48.417	0	25.531	665.436	2%	6%	6%	13%
922	Limpiadores de vehículos, ventanas y personal de limpieza a mano	1.935	2.939	1.473	0	1.465	27.862	7%	12%	12%	17%
931	Ayudantes de cocina	1.769	15.363	11.393	0	3.971	171.239	1%	3%	3%	10%
932	Preparadores de comidas rápidas	0	2.919	1.447	0	1.472	11.028	0%	13%	13%	26%
941	Vendedores callejeros	0	0	0	0	0	6.377	0%	0%	0%	0%
942	Repartidores de publicidad, limpiabotas y otros trabajadores de oficios callejeros	0	378	378	0	0	5.284	0%	0%	0%	7%
943	Ordenanzas, mozos de equipaje, repartidores a pie y afines	1.133	9.099	6.005	0	3.094	33.546	3%	13%	13%	30%
944	Recogedores de residuos, clasificadores de desechos, barrenderos y afines	627	8.934	5.147	0	3.787	88.209	1%	5%	5%	11%
949	Otras ocupaciones elementales	219	2.717	663	0	2.055	24.584	1%	9%	9%	12%
951	Peones agrícolas	2.720	19.119	15.273	0	3.846	325.492	1%	2%	2%	7%
952	Peones ganaderos	0	2.726	1.326	0	1.400	26.885	0%	5%	5%	10%
953	Peones agropescuarios	0	159	0	0	159	1.398	0%	11%	11%	11%
954	Peones de la pesca, la acuicultura, forestales y de la caza	0	2.355	1.532	0	823	16.579	0%	5%	5%	14%
960	Peones de la construcción y de la minería	2.358	15.068	12.415	0	2.653	162.084	1%	3%	3%	11%
970	Peones de las industrias manufactureras	4.291	34.934	22.827	0	12.106	228.489	2%	7%	7%	17%
981	Peones del transporte, descargadores y afines	7.609	42.776	30.084	0	12.692	222.551	3%	9%	9%	23%
982	Reponedores	1.302	10.220	5.919	0	4.302	71.062	2%	8%	8%	16%
Total		3.391.419	3.624.130	1.636.580	8.772	1.978.779	19.779.313	17%	27%	27%	35%

Fuente: Afi, INE (microdatos EPA)

7.3. ENFOQUE DE PRODUCTOS

Incorporar el enfoque de productos al análisis persigue mejorar la aproximación al peso de las matemáticas en el VAB y el empleo total desde el enfoque de ocupaciones con intensidad matemática.

El lenguaje matemático se encuentra presente en una parte relevante del stock de capital físico, y en una buena parte de las actividades industriales y en servicios de alta intensidad tecnológica –como los servicios de telecomunicaciones– es en gran medida responsable del valor del *output* o producto final. Por ejemplo, una plataforma de intermediación en servicios de transporte utiliza algoritmos para organizar eficientemente demandas de usuarios y ofertas de servicio. Las rentas de los trabajadores sin formación matemática de las empresas intensivas en capital tecnológico quedarían ocultas bajo el enfoque antes descrito de ocupaciones. Sin embargo, bajo el enfoque de productos finales es posible complementar esta infravaloración o limitación natural. La aplicación de esta metodología de contraste, sigue las siguientes fases:

1. Identificación de sectores de alta intensidad tecnológica y asignación del peso o intensidad matemática del producto:

El primer paso es aplicar una serie de criterios de selección. En particular, dos:

- i. Indicadores sectoriales: Productividad, participación del Excedente Bruto de Explotación en el VAB total de la rama e intensidad innovadora en tecnología.
- ii. Literatura relevante y entrevistas a expertos con dedicación a la transferencia matemática.

Las fuentes estadísticas utilizadas para esta primera labor de identificación son las siguientes:

- Estadística de I+D en las empresas, elaborada por el INE.
- Agregados por rama de actividad de la Contabilidad Nacional, proporcionados por el INE.
- Encuestas de intensidad matemática de productos a expertos.
- Intensidad matemática de productos en la economía australiana.

2. Comparativa exhaustiva a nivel de rama productiva de los resultados del enfoque de ocupaciones (EO) y el de productos (EP).

3. Composición del vector de impacto directo integrado EO y EP.

7.4. IMPACTO INDIRECTO E INDUCIDO

La metodología implementada para estimar el impacto indirecto e inducido en empleo y VAB de las matemáticas en la economía española es la desarrollada por el economista W. Leontieff⁷ y que cuenta con un uso muy extendido en el análisis sectorial, gracias a su sencillez y a la valiosa información que suministra dado el nivel de desagregación por ramas de actividad con el que permite trabajar.

La idea esencial en la que se basa esta metodología es que cada rama productiva está ligada a las restantes a través de las relaciones de suministro intermedio de bienes y servicios que tienen por objetivo final abastecer la demanda final de los hogares domésticos y

⁷ Economista americano de origen ruso, fue galardonado en 1973 con el premio Nobel de Economía por «El desarrollo del método input-output y su aplicación a los más importantes problemas económicos». Su análisis supuso la introducción del álgebra matricial al tratamiento de los problemas del equilibrio general.

extranjeros y otros agentes de la economía (las administraciones públicas, por ejemplo, u otras empresas que demandan bienes de inversión). Esta ineludible vinculación entre todas las actividades productivas de la economía impone que unos sectores determinados sean decisivos a la hora de impulsar el proceso productivo o, al contrario, retardarlo. Ello debido al grado de sofisticación que incorpora su tecnología, la innovación que dichos sectores sean capaces de desarrollar o la naturaleza de los bienes y servicios que producen.

Las Tablas *Input-Output* (en ocasiones se suele referir a las mismas como TIO) son el elemento de partida para la obtención de las medidas de impacto, y se definen como el instrumento estadístico-contable, con amplia desagregación sectorial, que recoge los flujos de operaciones de producción y distribución de un determinado país o región en un periodo de tiempo determinado entre dichos sectores clientes-suministradores, así como una desagregación sectorial de la demanda final y de los inputs primarios (trabajo y capital) del mismo. Su finalidad es realizar una descripción sistemática de la economía, sus componentes sectoriales, funcionales e institucionales y sus relaciones con otras economías. En España, es el Instituto Nacional de Estadística (INE) el organismo encargado de proveer esta información.

Desde una perspectiva funcional, las TIO analizan la actividad económica de los sectores productivos o ramas de actividad agregadas más relevantes de la economía (normalmente entre 50 y 100 grandes grupos de actividades productivas), centrándose en

el proceso de compras y ventas intersectoriales y en la satisfacción de la demanda final, además de la coherencia entre producción total (equivalente a la facturación de las unidades productivas), rentas (o su equivalente, el Valor Añadido Bruto) y empleo.

El diagrama 3 resume la relación de efectos directos, indirectos e inducidos que, sumados, representan el impacto total de las actividades con intensidad matemática.

Los efectos directos son los que producen las actividades intensivas en matemáticas cuando éstas atienden la demanda final que les llega del conjunto de la economía, reciben un shock o perturbación de demanda, experimentan los efectos de una política económica o simplemente atraviesan por un cambio estructural.

Los efectos indirectos son los que se dan en todos los demás sectores como consecuencia de los consumos intermedios que realizan las actividades intensivas en matemáticas que nos interesan estudiar.

Los efectos inducidos se producen como consecuencia del giro de las rentas generadas por los anteriores efectos en el conjunto de la economía. Si, como consecuencia de la actividad de las actividades con intensidad matemática, sólo una serie de sectores suministradores muy vinculados a él resultarán estimulados o afectados por los efectos indirectos, los efectos inducidos, por el contrario, afectan a todos los sectores de la economía en función de cómo se distribuyen las rentas generadas por los anteriores efectos en las diferentes partidas de demanda final.

Diagrama 3. Metodología de impacto indirecto e inducido de Leontieff



Fuente: Afí

7. 5. MODELO AFI DE IMPACTO COVID-19 POR SECTORES Y PROVINCIAS

La crisis de la COVID-19 ha tenido un efecto asimétrico en la economía española a nivel regional y sectorial. Las actividades económicas más afectadas por las medidas de restricción orientadas a contener la pandemia han visto desplomarse su facturación y su nivel de empleo, mientras que otros sectores más exógenos al impacto del virus han mostrado elevados niveles de resiliencia. A su vez, las regiones españolas con una estructura productiva más sesgada hacia los sectores más afectados han sufrido consecuencias más adversas en su tejido empresarial y en su mercado laboral.

Por otro lado, la heterogeneidad tanto en las medidas adoptadas, como en los tiempos de ejecución y duración de las mismas por los diferentes gobiernos regionales en la gestión de la pandemia, ha acrecentado las diferencias dentro de las actividades económicas más afectadas, entre unas provincias y otras.

El objetivo del modelo MSA II es identificar la vulnerabilidad sectorial y regional en España ante la crisis de la COVID-19 así como estimar las perspectivas de recuperación de la economía española en el medio plazo (hasta 2023). Los resultados de este modelo permiten predisponer de mayor conocimiento sobre

el comportamiento futuro de las actividades económicas y de las provincias en España en términos de empleo y valor añadido, dicha información es especialmente relevante en el contexto actual, caracterizado por elevados niveles de incertidumbre.

Las principales ventajas del modelo MSA II son:

- I. La **granularidad**, ya que se estima la evolución de 88 sectores de actividad en 52 provincias, entre 2020 y 2023 (16 trimestres), un total de 73.216 estimaciones.
- II. La **frescura**, gracias a la frecuencia mensual de actualización de los datos, particularmente relevante en el contexto actual debido a la necesidad de utilizar datos de alta frecuencia para captar la evolución y la asimetría del impacto de la pandemia en la economía. En este sentido, cualquier cambio normativo relevante fruto de la evolución epidemiológica tendrá primero un impacto en el empleo (los empresarios despedirán o contratarán menos por precaución), lo que es captado de manera automática por el modelo, estimando su repercusión en el corto y medio plazo en la estructura productiva española.

A continuación, se presentan las principales características metodológicas del modelo, así como ejemplos de los resultados esperados.

Diagrama 4. Metodología del modelo Afi de impacto Covid-19 por sectores y provincias



Fuente: Afi

a) Información

Las variables *inputs* utilizadas en el modelo son las siguientes:

- **Datos de afiliación a la Seguridad Social** en 52 provincias y 88 sectores desde enero de 2009 hasta febrero de 2021 (último dato disponible en el momento de la elaboración de este estudio). Esto hace un total de 658.944 observaciones de las que se «nutre» el modelo. Cada mes se incorporan 4.576 observaciones más al modelo a medida que el Ministerio de Inclusión, Seguridad Social y Migraciones suministra a AFI los nuevos datos.
- **Datos de ocupados afectados por un ERTE** en 52 provincias y 88 sectores desde marzo de 2020 hasta febrero de 2021. Esto hace un total de 45.760 observaciones que se actualizan mensualmente. El dato de los expedientes de regulación temporal de empleo (ERTE) sirve para corregir el dato de afiliación. En efecto, los trabajadores afectados por un ERTE siguen contabilizándose como afiliados en los Registros de la Seguridad Social, dado que siguen contratados en sus respectivas empresas, solo que su contrato se encuentra temporalmente suspendido y por tanto no acuden a su puesto de trabajo. En este sentido, los datos de afiliación «puros» están infraestimando el impacto de la pandemia en el mercado laboral, y de ahí la importancia de corregirlos restando los ERTE, con el fin de obtener el nivel de empleo efectivo.
- **Datos de VAB trimestral** en España en 10 sectores desde el 1T-2009 al 4T-2020. Esto hace un total de 480 observaciones que se actualizan con carácter trimestral.

b) Modelización

Modelización para España

- i. El equipo de análisis económico de AFI realiza previsiones a nivel de España del nivel de empleo mensual y trimestral hasta 2023. Dichas previsiones se actualizan de manera recurrente con el fin de incorporar los últimos cambios económicos y normativos.
- ii. Una vez determinada la senda de evolución del empleo agregado en España hasta 2023, se desglosa el empleo total por sector de actividad (88 sectores). Dicho desglose se hace teniendo en cuenta diversos factores:
 - *Evolución observada del peso de cada sector en el conjunto del mercado laboral español entre 2009 y 2020.* La idea que subyace a este análisis es que los cambios esperables en los próximos años en el mercado laboral español ya se han ido observando durante el pasado más inmediato, y, por lo tanto, su extrapolación resulta pertinente a la hora de proyectar la composición del mercado laboral durante los próximos 3 años. La actualización periódica del modelo con datos observados permite reconstruir la estructura del mercado laboral en tiempo real, propiciando una medición precisa y actualizada de los progresivos cambios que van aconteciendo.
 - *Impacto observado de la COVID-19:* Esto es relevante habida cuenta del efecto recuperación o catching-up, en otras palabras, que muchas actividades afectadas por la Covid-19 tienen el potencial de crecer con rapidez una vez la pandemia haya cesado, debido a un efecto base.

- *Cambios relevantes esperados en el mercado de trabajo.* Si bien el modelo no simula cambios estructurales en el mercado de trabajo, sí que se introducen ajustes orientados a recoger el impacto de determinados fenómenos que afectarán al mercado laboral durante los próximos años, como la digitalización, la transición ecológica o el envejecimiento de la población. Fuera de estas tendencias, lo cierto es que resulta sumamente aventurado la modelización de cambios estructurales de otra índole, habida cuenta de la incertidumbre acerca de qué cambios modelizar, así como cuándo y dónde hacerlo.
- iii. Las sendas de empleo a nivel sectorial se corrigen del efecto de los ERTE, con el fin de tener en cuenta únicamente a aquellos trabajadores que realmente han trabajado (o producido). Dicho ajuste incluye el uso de datos observados desde marzo de 2020 a febrero de 2021, y proyecciones hasta 2023. Respecto a las proyecciones, se ha trabajado con el supuesto de que la figura de los ERTE seguirá vigente hasta diciembre de 2021, y que la composición sectorial de los mismos será similar a la observada a lo largo de 2020.
 - iv. Transformación del comportamiento del empleo en VAB. En este punto se realizan estimaciones acerca de la evolución de la productividad de cada sector de actividad hasta 2023. Con esta información, se multiplican los datos de empleo por su respectiva productividad, obteniendo finalmente datos de VAB.
- provincial. En este punto, se han tenido en cuenta los siguientes factores:
- i. Análisis de la evolución del nivel de empleo por sector de actividad en cada una de las 52 provincias entre enero de 2009 y febrero de 2021.
 - ii. Corrección del nivel de empleo por el efecto de los ERTE, con el fin de identificar únicamente a aquellos trabajadores que realmente han estado trabajando de manera efectiva en cada provincia. Los supuestos empleados en este apartado provincial coinciden con los utilizados en la modelización a nivel nacional (finalización de los ERTEs en diciembre de 2021 y composición sectorial en 2021 similar a la de 2020).
 - iii. Proyección de la evolución del empleo en cada combinación sector-provincia entre febrero de 2021 y diciembre de 2023. Para ello se toma como referencia la proyección del empleo total en España en cada sector de actividad estimado en la modelización a nivel nacional. A continuación, se procede a desglosar ese dato a nivel provincial. Para este punto, se han tenido en cuenta diversos factores:
 - *Evolución observada del peso de cada provincia en el conjunto de cada sector a nivel nacional entre 2009 y 2020.* La idea que subyace a este análisis es que, para un determinado sector, no solo existen provincias con más cuota de mercado a nivel nacional, sino que existen a su vez provincias más dinámicas que otras, que a lo largo del tiempo irán ganando cuota de mercado en detrimento de otras zonas en declive. El modelo permite la proyección de estas tendencias, con el fin de analizar la composición geográfica del mercado laboral desde una perspectiva dinámica.

Modelización para cada provincia

Una vez obtenidos los resultados de evolución del VAB entre 2020 y 2023 para España a nivel de 88 sectores, se procede a desagregar los resultados a nivel

- *Impacto observado de la COVID-19*
- *Cambios relevantes esperados en el mercado de trabajo*

iv. Transformación del comportamiento del empleo en VAB. En este punto se toman en cuenta dos factores. En primer lugar, se toma como referencia la productividad media nacional estimada para cada sector en la modelización nacional. En segundo lugar, se aplica un ajuste que pretende identificar la distancia de productividad de cada provincia respecto a la media nacional, con el fin de recoger las divergencias en términos de productividad a nivel regional.

c) Resultados

- **Impacto de la crisis de la COVID-19** en 4.576 combinaciones de provincia y sector, en términos de VAB y empleo. Resultados actualizables con frecuencia mensual.
- **Perspectiva de recuperación** del VAB y del empleo en 4.576 combinaciones de provincia y sector hasta el 4T-2023. Resultados actualizados con carácter mensual.
- Momento de **recuperación del nivel pre-pandemia** en cada combinación de provincia y sector. Resultados actualizados con carácter mensual.
- **Cambio en la estructura productiva** de cada provincia fruto de la crisis de la COVID-19 entre el 4T-2019 y el 4T-2023. Resultados actualizados con carácter mensual.



8. EXPERTOS CONSULTADOS

- **Ricardo Arjona Antolín**
ec2ce
- **José Miguel Díaz-Báñez**
Universidad de Sevilla
- **Elena Fernández Aréizaga**
Universidad de Cádiz
- **Pedro Fernández-Palacios**
Virtualmech
- **Alfredo García Hernández-Díaz**
Universidad Pablo Olavide
- **Joaquín García Herrera**
Corporación Tecnológica de Andalucía (CTA)
- **Juan Miguel Morales**
Universidad de Málaga
- **David Páez Rodríguez**
Corporación Tecnológica de Andalucía (CTA)
- **Justo Puerto**
Universidad de Sevilla
- **Manuel Quero García**
Sunntics Ltd
- **Rosa Romero Soler**
CENIT
- **Antonio Salmerón Cerdán**
Universidad de Almería

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aghion, P. Jones, B.F. y Jones, C. (2017): *Artificial Intelligence and Economic Growth*, NBER.
- Australian Government, Office of the Chief Scientist (2016): *The importance of advanced physical, mathematical and biological sciences to the Australian economy*.
- Bond, P. (2018): *The era of mathematics. Engineering and Physical Sciences*. Research Council and the Knowledge Transfer Network.
- Cañada, C. y Girón, F. (2012): *Las cuentas del español*. Ariel. Colección Fundación Telefónica.
- Centre for technology in learning (2009): *Some economic consequences of improving mathematics performance*. SRI International.
- Committee on Physical, Mathematical and Engineering Sciences (1992): *Grand Challenges, High performance Computing and Communication. The FY 1992 US Research and Development Program*.
- Concepción González (2016): *Matemáticas como recurso para economía*.
- Deloitte (2012): *Measuring the economic benefits of mathematical science research in the UK*.
- Deloitte (2014): *Mathematical Sciences and their value for the Dutch Economy*.
- Durán, A.J., Ferreirós, J. (2001): *El valor de las matemáticas*. Universidad de Sevilla.
- Delgado, Alonso y Jiménez (2012): *Valor económico del español*. Fundación Telefónica.
- EU Maths in (2018): *Modelling, Simulation & Optimization in a Data rich Environment. A window of opportunity to boost innovations in Europe*.
- European Science Foundation (2011): *Mathematics and Industry Success Stories*.
- Macsi (2014): *Mathematics: Key to the European Knowledge-based Economy. A roadmap for mathematics in European Industry*.
- Henahan, S. (2002): *Art Prehistory*. Science Updates.
- Heath, T.L. (1981): *A History of Greek Mathematics*.
- Kline, M. (1992): *El pensamiento matemático de la Antigüedad a nuestros días*.
- Red Española Matemática-Industria (2012): *Report on the status of mathematical technology transfer to the productive sector in Spain. A zoom on their situation in Galize*.
- Red Estratégica en Matemáticas (2019): *Impacto socioeconómico de la investigación y tecnología matemáticas en España*.
- Society for Industrial and Applied Economics (2012): *Mathematics in Industry*.
- OCDE (2008): *Global Science Forum. Report on Mathematics in Industry*.
- Woodroe, D. (2003): *Mathematics, Mathematics Education and Economic conditions*. Second International Handbook on Mathematical Education.

10. GLOSARIO DE TÉRMINOS

Clasificación Nacional de Educación (CNED-14). La CNED-2014 proporciona un sistema de clasificación de programas en niveles educativos y de niveles de formación alcanzados. Esta doble clasificación tiene por único objeto que el tratamiento estadístico de la información sobre educación y formación se realice de manera uniforme, posibilitando el análisis y la comparación de resultados entre diversas operaciones estadísticas, y entre diferentes países gracias a su compatibilidad con la CINE-2011 (Clasificación Internacional Normalizada de la Educación).

Clasificación Nacional de Ocupaciones (CNO-2011). La CNO-11 es un sistema de codificación que tiene por objeto el tratamiento de la información sobre ocupaciones de manera uniforme a efectos estadísticos. En el trabajo se emplea el detalle a tres dígitos, lo que equivale a 170 categorías diferentes.

Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE-2009). La CNAE-2009 es un sistema de clasificación de las actividades económicas que puede ser utilizado para favorecer la implementación de estadísticas nacionales que puedan ser diferenciadas de acuerdo con las actividades establecidas y clasificar unidades estadísticas y entidades según la actividad económica ejercida. En el trabajo se emplea el detalle a tres dígitos, lo que equivale a 272 categorías diferentes.

Encuesta de Población Activa (EPA). La EPA es una investigación continua y de periodicidad trimestral

dirigida a las familias que el INE viene realizando desde 1964. Su finalidad principal es obtener datos de la población en relación con el mercado de trabajo: ocupados, activos, parados e inactivos. La EPA se realiza sobre una muestra de 65.000 familias al trimestre o, lo que es lo mismo, unas 200.000 personas. En el trabajo se emplean los microdatos correspondientes a 2016 (último dato disponible con el detalle estadístico requerido para el desarrollo del trabajo).

Eslabonamiento hacia atrás. Utilización de insumos intermedios por parte de cada rama de actividad económica con respecto al total de su producción.

Eslabonamiento hacia adelante. Destino intermedio de los productos de cada rama de actividad económica respecto al total de los destinos.

Impacto directo. Estimación de la repercusión económica que tiene una determinada rama de actividad o empresa en términos de Producto Interior Bruto (PIB) y empleo.

Impacto indirecto. Estimación de la repercusión en VAB y empleo que se dan en los demás sectores económicos como consecuencia de las compras de suministros de bienes y servicios (gastos) e inversiones que requiere la rama de actividad o empresa en particular para realizar su actividad. Representa el efecto arrastre sobre la cadena de proveedores.

Impacto inducido. Estimación de la repercusión económica en VAB y empleo que se producen como consecuencia del giro de las rentas (salarios y excedentes empresariales) generadas por los anteriores efectos en el conjunto de la economía, en función de cómo se distribuyen estas rentas en las diferentes partidas de la demanda final.

Ocupados equivalentes a jornada completa (EJC). Los puestos de trabajo equivalentes a tiempo o jornada completa (EJC) se obtienen como el total de horas trabajadas dividido por la media anual de las horas trabajadas en puestos de trabajo a tiempo completo en el territorio económico (generalmente, 40 horas a la semana). Es una medida empleada habitualmente en la Contabilidad Nacional (INE) y difiere de la métrica empleada en la Encuesta de Población Activa (EPA).

PIB. Acrónimo que significa Producto Interior Bruto. Es la métrica comúnmente empleada para cuantificar la renta generada por un país a lo largo de un periodo determinado (habitualmente, un año).

Sector del nivel de estudios y/o disciplina. Códigos válidos de sectores de estudio según la Clasificación Nacional de Educación (CNED-2014) es una clasificación de disciplinas académicas de formación, independientemente del nivel de las mismas (medio, universitario o superior).

Tabla *Input-Output* (TIO-2010). La Tabla *Input-Output* es una representación sistemática de la actividad

económica de un país por la que se desgrana la producción nacional entre los sectores que la han originado y los que la han absorbido. Esta técnica fue desarrollada por Leontieff, que obtuvo el premio Nobel de Economía en 1973.

Tabla de origen. La tabla de origen del marco *input-output* recoge la producción de bienes y servicios, según producto y tipo de proveedor, de las distintas ramas de actividad y las importaciones de los mismos.

Tabla de destino. La tabla de destino del marco *input-output* recoge el empleo de los bienes y servicios, según producto y tipo de empleo (consumos intermedios por rama, consumo final, Formación Bruta de Capital y exportaciones). Además, recoge los componentes del Producto Interior Bruto (PIB).

TSIO-10. La Clasificación de la Tabla Simétrica Input-Output hace referencia a las diferentes tipologías de ramas de actividad para las que se analizan las ventas y compras cruzadas que componen la Tabla *Input-Output*. En el trabajo se emplean 63 categorías diferentes.

Valor Añadido Bruto (VAB). El Valor Añadido Bruto (VAB) es la macromagnitud económica que mide el valor añadido generado por el conjunto de productores de un área económica, recogiendo los valores que se agregan a los bienes y servicios en las distintas etapas del proceso productivo.

11. RELACIÓN DE FIGURAS

Tablas

—	<i>Tabla 1.</i> Ocupados totales y EJC con intensidad matemática según nivel educativo completado (personas y % total), 2019 y 2016	19
—	<i>Tabla 2.</i> Estimación de impacto directo de las actividades intensivas en matemáticas sobre el empleo en Andalucía y España (trabajadores EJC ajustados por tiempo dedicado a las matemáticas y % total de ocupados), según nivel educativo completado por el trabajador, 2019. Comparativa con los resultados del ejercicio previo (2016). Enfoque ocupaciones.....	21
—	<i>Tabla 3.</i> Impacto directo de las matemáticas en el VAB en Andalucía y España (millones de euros y % sobre el total del VAB), según enfoque ocupaciones. Comparativa con los resultados del estudio de 2016.	22
—	<i>Tabla 4.</i> Estimación de impacto directo de las actividades intensivas en matemáticas sobre el empleo en Andalucía y en España (personas equivalentes a jornada completa y % sobre el total de los ocupados), 2019	30
—	<i>Tabla 5.</i> Estimación de impacto directo de las actividades intensivas en matemáticas sobre el VAB en Andalucía y en España (millones de euros y % sobre el total del VAB), 2019	30
—	<i>Tabla 6.</i> Multiplicadores Tipo I y II de las actividades intensivas en matemáticas para VAB y empleo en Andalucía y España, 2019	35
—	<i>Tabla 7.</i> Productividad de las actividades intensivas en matemáticas y de sus arrastres en Andalucía y en España, 2019.....	36
—	<i>Tabla 8.</i> Principales sectores por generación de VAB a partir de la producción de las actividades intensivas en matemáticas en Andalucía (% de VAB y empleos indirectos), 2019	36
—	<i>Tabla 9.</i> Principales sectores por generación de VAB a partir de la producción de las actividades intensivas en España (% de VAB y empleos indirectos), 2019	37
—	<i>Tabla 10.</i> Evolución del empleo en los sectores con alta intensidad matemática en Andalucía	40
—	<i>Tabla 11.</i> Evolución del empleo en los sectores con alta intensidad matemática en España	41
—	<i>Tabla 12.</i> Relación de ocupaciones según CNO-11 (3 dígitos) con intensidad matemática.....	53
—	<i>Tabla 13.</i> Ocupados por ocupación que han completado estudios relacionados con las matemáticas según nivel de los mismos (personas y % total), 2019 en Andalucía (1/3)	56
—	<i>Tabla 14.</i> Ocupados por ocupación que han completado estudios relacionados con las matemáticas según nivel de los mismos (personas y % total), 2019 en Andalucía (2/3)	57
—	<i>Tabla 15.</i> Ocupados por ocupación que han completado estudios relacionados con las matemáticas según nivel de los mismos (personas y % total), 2019 en Andalucía (3/3)	58
—	<i>Tabla 16.</i> Ocupados por ocupación que han completado estudios relacionados con las matemáticas según nivel de los mismos (personas y % total), 2019 en España (1/3)	59
—	<i>Tabla 17.</i> Ocupados por ocupación que han completado estudios relacionados con las matemáticas según nivel de los mismos (personas y % total), 2019 en España (2/3)	60
—	<i>Tabla 18.</i> Ocupados por ocupación que han completado estudios relacionados con las matemáticas según nivel de los mismos (personas y % total), 2019 en España (3/3)	61

Diagramas

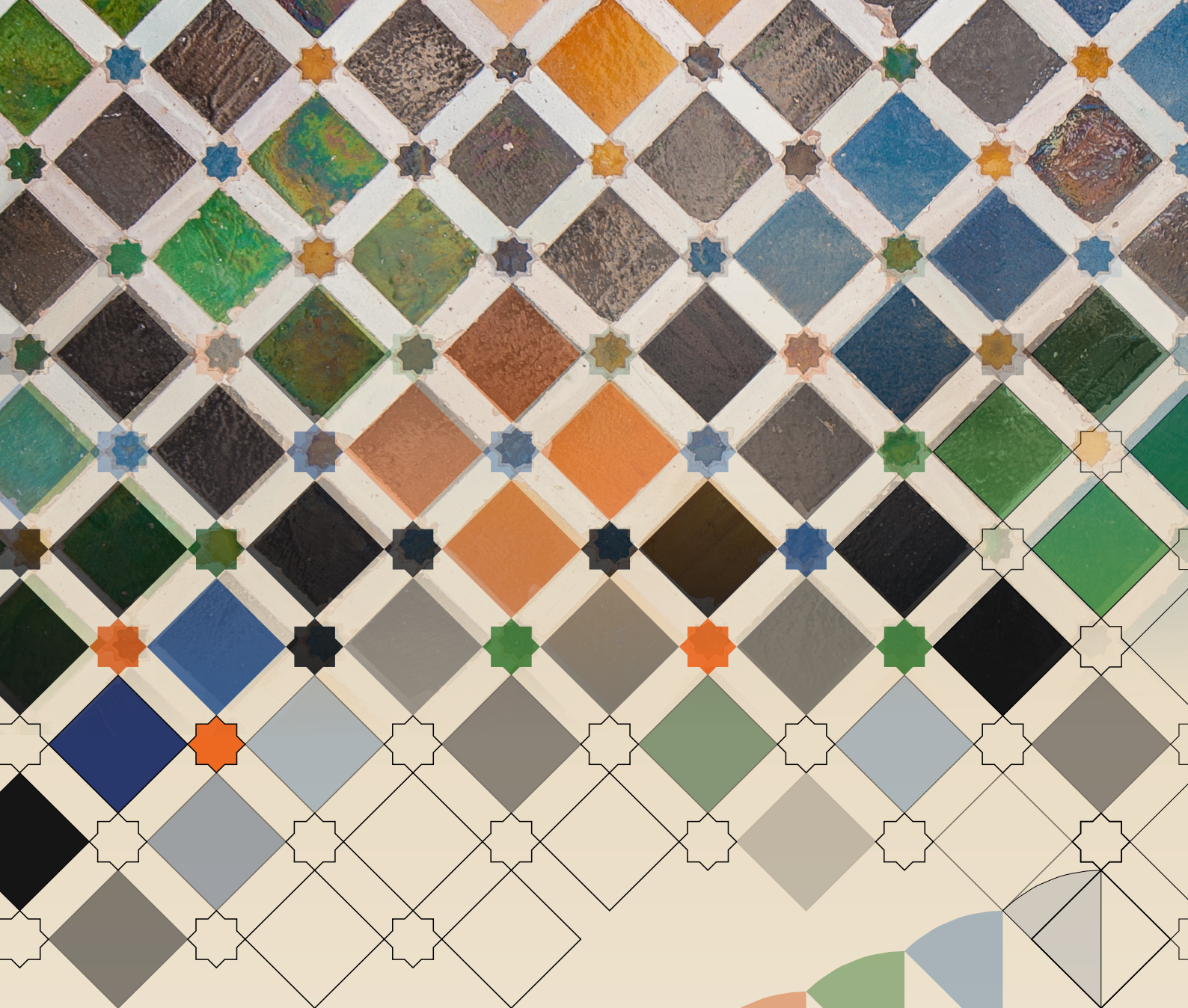
—	<i>Diagrama 1.</i> Metodología propuesta para estimar el peso de las matemáticas en la economía andaluza y española	18
—	<i>Diagrama 2.</i> Metodología empleada para estimar el peso de las matemáticas en la economía española a través del enfoque de las ocupaciones.....	50
—	<i>Diagrama 3.</i> Metodología de impacto indirecto e inducido de Leontieff.....	63
—	<i>Diagrama 4.</i> Metodología del modelo Afi de impacto Covid-19 por sectores y provincias	64

Gráficos

—	<i>Gráfico 1.</i> Especialización sectorial en Andalucía y penetración de las matemáticas en el empleo	24
—	<i>Gráfico 2.</i> Especialización sectorial en Andalucía y penetración de las matemáticas en el VAB.....	25
—	<i>Gráfico 3.</i> Ramas de actividad económica en las que se produce complemento del enfoque de ocupaciones con el enfoque de productos: impacto directo en VAB, 2019	28
—	<i>Gráfico 4.</i> Ramas de actividad económica más intensivas en matemáticas en Andalucía y España (% sobre VAB matemático y total de cada rama), 2019.....	31
—	<i>Gráfico 5.</i> Diferencias en la intensidad matemática por rama de actividad en Andalucía y España, 2019.....	32
—	<i>Gráfico 6.</i> Estimación de impacto directo, indirecto e inducido de las actividades intensivas en matemáticas sobre el empleo en Andalucía y España (% total ocupados en región y país), 2019	33
—	<i>Gráfico 7.</i> Estimación de impacto directo, indirecto e inducido de las actividades intensivas en matemáticas sobre el VAB en Andalucía y en España (% VAB regional y nacional), 2019	34
—	<i>Gráfico 8.</i> Comparación del efecto arrastre por sectores del hipotético sector matemático en España y en Andalucía (% total), 2019.....	37
—	<i>Gráfico 9.</i> Clasificación de las ramas productivas de intensidad matemática según su efecto tractor hacia atrás y hacia delante, 2019	38
—	<i>Gráfico 10.</i> Tasa de crecimiento medio anual del empleo en Andalucía	43
—	<i>Gráfico 11.</i> Tasa de crecimiento medio anual del empleo en España	43
—	<i>Gráfico 12.</i> Tasa de crecimiento medio anual del empleo en España	44







Unión Europea

Fondo Europeo de Desarrollo Regional
"Una manera de hacer Europa"

