



UNIVERSIDAD  
COMPLUTENSE  
MADRID



**Máster Universitario en Economía**

**Curso 2024-2025**

**Trabajo Fin de Máster**

Difusión Tecnológica y Convergencia en Productividad en la  
Industria Manufacturera Española

**APELLIDOS Y NOMBRE:** AGUILAR RAMIREZ, SANDRA CAROLINA

**DNI:** Z1010931V

**TUTOR:** VELAZQUEZ ANGONA, FRANCISCO JAVIER  
MARTÍN BARROSO, DAVID

**Convocatoria:**  Febrero

Julio

Septiembre

**A la atención de:**

**Coordinación del Máster en Economía**

<b>RESUMEN .....</b>	<b>2</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>2. ANTECEDENTES Y LITERATURA.....</b>	<b>7</b>
<b>3. MODELO EMPÍRICO .....</b>	<b>10</b>
<b>4. DISEÑO METODOLÓGICO.....</b>	<b>17</b>
4.1 MEDIDAS DE PRODUCTIVIDAD .....	18
4.2 TRATAMIENTOS ADICIONALES .....	19
<b>5. RESULTADOS .....</b>	<b>20</b>
<b>6. CONCLUSIONES .....</b>	<b>30</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>32</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>36</b>

## RESUMEN

En el presente documento se estudia la difusión tecnológica de las empresas manufactureras españolas en el periodo 2000-2022, a través del análisis de convergencia  $\beta$  en productividad. Este enfoque permite contrastar la existencia de dicha difusión y evaluar en qué medida los factores sectoriales y territoriales condicionan su intensidad, así como también la velocidad de ajuste hacia el estado estacionario. Para esto, se estimaron cuatro modelos: el primero corresponde a la convergencia  $\beta$  absoluta, y tres incorporan condicionamientos, en particular efectos sectoriales, provinciales y la combinación de ambos.

Los resultados confirman la existencia de difusión tecnológica en el contexto empresarial manufacturero español, al mostrar que las empresas con menor nivel inicial de productividad crecen más rápido y tienden a converger hacia las más eficientes. La velocidad de ajuste se incrementa al introducir heterogeneidades sectoriales y territoriales, aunque el efecto sectorial destaca como el factor más determinante. Esto sugiere que las características propias de cada sector, como oportunidades tecnológicas, rutinas productivas y capacidad de absorción de tecnología, condicionan en mayor medida la intensidad de la difusión tecnológica que solo la proximidad geográfica.

**Palabras clave:** Difusión Tecnológica, Empresas manufactureras, Productividad del trabajo, Convergencia, Convergencia  $\beta$  absoluta, Convergencia  $\beta$  condicionada, Provincias, Sectores, España.

## **ABSTRACT**

This paper examines technological diffusion among Spanish manufacturing firms during 2000–2022, using a  $\beta$ -convergence framework applied to productivity. This approach makes it possible to test whether such diffusion exists and to assess how sectoral and territorial factors shape its intensity and the speed at which firms adjust to the steady state. We estimate four models: the first captures absolute  $\beta$ -convergence, while the remaining three incorporate conditioning factors—specifically sectoral effects, provincial effects, and their combination.

The results confirm technological diffusion in Spanish manufacturing: firms with lower initial productivity levels grow faster and tend to converge toward the most efficient firms. The speed of adjustment rises when sectoral and territorial heterogeneity is accounted for, with the sectoral effect emerging as the most influential factor. This suggests that sectoral characteristics—such as technological opportunities, production routines, and absorptive capacity—have a stronger influence on the intensity of technological diffusion than geographical proximity alone.

**Keywords:** Technological diffusion, Manufacturing firms, Labor productivity, Convergence, Absolute  $\beta$ -convergence, Conditional  $\beta$ -convergence, Provinces, Sectors, Spain.

# 1. INTRODUCCIÓN

El estudio de la convergencia en productividad es un tema central dentro del crecimiento económico. En concreto, el estudio de la convergencia en productividad o renta per cápita, que habitualmente se consideran equivalentes, parte del supuesto de que entre las distintas economías analizadas, se mantiene constante la relación entre empleo y población. Surge como una forma de elegir entre los modelos de crecimiento exógeno y endógeno. Tal como se menciona en el trabajo de Barro y Sala-i-Martin (1992), el modelo de crecimiento exógeno, con rendimientos decrecientes en el factor capital y constantes globalmente, predice la convergencia de cada economía a su estado estacionario y, en un contexto de difusión tecnológica, la convergencia entre economías. Esta predicción no se obtiene en el caso de los modelos de crecimiento endógeno, como se desarrolla en Barro y Sala-i-Martin (2004), donde el cambio tecnológico es endógeno y el proceso de crecimiento no necesariamente conduce a convergencia.

La discusión sobre la convergencia entre economías ha superado el plano teórico y se ha convertido en un fin en sí mismo. Son numerosas las medidas de convergencia con distintas propiedades que han surgido, así como su aplicación a distintos conjuntos de países y regiones. En general, la mayoría de estos trabajos asumen que cierto grado de convergencia en el tiempo entre economías es deseable, sobre todo en contextos en que existe un alto grado de desigualdad (Sala-i-Martin, 1996a). Así, estos estudios son habituales en el contexto de las regiones europeas tratando de evaluar la eficacia de las políticas regionales de la Unión Europea (Fageda & Olivieri, 2019).

Sin embargo, no se encuentran estudios de convergencia en productividad entre empresas, aun cuando son éstas la base del sistema productivo de todas las economías. Su análisis es de gran interés, tanto en el plano microeconómico, como macroeconómico. Desde la perspectiva microeconómica la existencia y velocidad del proceso de convergencia en productividad entre empresas informa sobre los procesos de innovación y difusión tecnológica: cuando un grupo reducido de empresas que tiene el liderazgo en innovación tienden a ampliar sus brechas de productividad respecto de sus homólogas sectoriales. Por el

contrario, cuando no existen barreras que limiten la transmisión de conocimiento y/o tecnologías, se podría llegar a observar un proceso de convergencia en los niveles de productividad entre empresas derivada de spillovers tecnológicos, posiblemente, pero no únicamente, derivados de su proximidad bien tecnológica, sectorial y/o espacial.

La pregunta de si existe convergencia en productividad entre las empresas, no solo entrega una evidencia estadística respecto a la aproximación entre empresas, sino que es equivalente a investigar la presencia de un proceso de difusión tecnológica. En la medida en que las empresas con menor productividad logran crecer más rápido y reducir la brecha respecto de las más eficientes, se confirma que existe un mecanismo de transmisión del conocimiento y la adopción de tecnologías dentro del sector manufacturero.

Este proceso refleja que la transferencia de conocimientos, como también técnicas de producción e innovación de las organizaciones funciona como una vía fundamental de crecimiento. A diferencia de los procesos de innovación en la frontera tecnológica que suelen ser más costosos y riesgosos, la difusión tecnológica permite a las empresas crecer aprovechando las diferencias internas de productividad (Rogers, 2003). Para comprender en profundidad este proceso, es necesario no solo identificar si existe difusión tecnológica entre empresas, sino también analizar cómo distintos factores condicionan su intensidad. Entre ellos destacan la pertenencia sectorial y el entorno geográfico. Por un lado las empresas que operan en el mismo sector comparten con mayor facilidad ciertas tecnologías, prácticas y rutinas productivas que favorecen la imitación y la transmisión entre ellas. La proximidad territorial potencia los spillovers tecnológicos, el intercambio de información y la adopción de innovaciones entre empresas ubicadas en la misma zona geográfica. (Krugman, 1991).

El objetivo de este trabajo es analizar si existe difusión tecnológica entre las empresas manufactureras españolas y evaluar en qué medida los factores sectoriales y territoriales condicionan la intensidad de dicha difusión, como también la velocidad de ajuste de la convergencia en productividad hacia el estado estacionario.

Las principales aportaciones de este trabajo se resumen en descubrir en qué medida pertenecer a un mismo sector favorece la difusión tecnológica o la dificulta frente a la media y también, en qué medida estar ubicado en una determinada provincia puede favorecer o dificultar el proceso de difusión. Para esto, este trabajo utiliza el análisis de convergencia a nivel de empresa que en primer lugar ofrece una visión que los estudios agregados no permiten capturar. Los trabajos a nivel agregado suelen enfocarse en países o regiones, con lo cual solo es posible observar un comportamiento medio de unidades muy heterogéneas. Esto puede ocultar ciertas dinámicas sectoriales y regionales relevantes.

El enfoque microeconómico de este trabajo es capaz de identificar si las empresas menos productivas logran crecer más rápido que las empresas líderes reduciendo la brecha en productividad en el tiempo, lo que conlleva a tener una medida más precisa de la difusión tecnológica y del aprendizaje colectivo. En segundo lugar, el trabajo aporta una novedad metodológica al introducir en los modelos de convergencia el condicionamiento simultáneo por sector económico y provincial. Esto significa que no solo se contrasta la existencia de difusión tecnológica a través de la convergencia absoluta, sino que se reconoce que las empresas no convergen hacia un único estado estacionario común, sino hacia distintos estados dependiendo de su pertenencia sectorial y entorno territorial. La combinación de ambas dimensiones constituye una de las principales contribuciones de este estudio, ya que la literatura hasta ahora se ha centrado en el análisis agregado sin explotar posiblemente de una forma adecuada las diferencias sectoriales y territoriales que pueden influir en la dinámica de convergencia de la empresa y por tanto en la difusión tecnológica.

La estructura del trabajo es la siguiente: el segundo apartado presenta una revisión de la literatura sobre convergencia, abordando tanto sus fundamentos teóricos como las principales contribuciones empíricas a nivel regional. El tercer apartado describe los modelos básicos utilizados que permiten adaptar la medición de la convergencia  $\beta$  al objeto de estudio en este trabajo. En el cuarto apartado se exponen los datos y el proceso de depuración y tratamiento seguido para la medida de la productividad para las empresas del sector manufacturero español para el período 2000-2022. Por último, el trabajo concluye con un análisis detallado de los principales resultados y con conclusiones e implicaciones de los resultados obtenidos.

## 2. ANTECEDENTES Y LITERATURA

El concepto de convergencia surge como una forma de dirimir entre los modelos de crecimiento exógeno y los de crecimiento endógeno. En términos generales, el modelo de crecimiento neoclásico exógeno de Solow (1956) asegura que las economías tienden a su estado estacionario. Con el mismo nivel de tecnología, distintas economías tenderían a converger hacia un mismo estado estacionario. Esto implica que los países o regiones con niveles iniciales más bajos de renta per cápita, crecerían a tasas más elevadas que aquellos que están más avanzados, reduciendo con el tiempo las diferencias de ingresos. En esta teoría se asumen los supuestos de rendimientos decrecientes de capital y un mismo nivel de progreso tecnológico exógeno. Por el contrario, los modelos de crecimiento endógeno de autores como Romer (1986) y Lucas (1988), cuestionan esta teoría de convergencia. Ellos defendían que el crecimiento a largo plazo está impulsado por factores internos del sistema económico como por ejemplo la innovación, la acumulación de capital humano o las externalidades derivadas del conocimiento. Dado que estos factores pueden presentar rendimientos crecientes y dependen de las decisiones de inversión, de la estructura institucional y de las políticas públicas, no necesariamente se produce convergencia. Al contrario, es posible que las diferencias entre economías se mantengan o incluso se amplíen con el tiempo.

A partir de esta discusión teórica, el análisis de convergencia se utiliza como un mecanismo que permite discernir cuál de las teorías explica mejor la dinámica real de las economías: la predicción del modelo exógeno de aproximación hacia un mismo nivel de renta o la de los modelos endógenos que admiten el aumento de las disparidades. Sin embargo, la medición de la intensidad del fenómeno de la convergencia entre economías ha desarrollado una literatura específica alejada de este fin inicial para convertirse en un objetivo en sí mismo, donde se buscan los indicadores más apropiados, correctos y con las propiedades más adecuadas. Por ello, a lo largo de la historia se han desarrollado distintas medidas que permiten cuantificar este fenómeno: la convergencia  $\beta$  absoluta, la convergencia  $\beta$  condicionada, la convergencia sigma, entre muchas otras. Cada una de ellas captura una

dimensión diferente del proceso de convergencia y se formulan de manera precisa a través de ecuaciones econométricas.

Con base en el trabajo de Solow (1956) y Barro y Sala-i-Martin (1991), la convergencia  $\beta$  absoluta existe cuando las economías más pobres crecen de forma más rápida que las ricas. Como resultado, sus niveles de renta per cápita tenderán a converger en el largo plazo, lo cual se debe a la existencia de rendimientos decrecientes en el factor capital. Su estimación suele hacerse mediante regresiones de la tasas de crecimiento sobre el nivel inicial de renta per cápita. Si dicho coeficiente –denominado  $\beta$ – es negativo, se interpreta como evidencia de convergencia y se contrasta la hipótesis de que las economías tienden hacia un estado estacionario y dicho estado es común para todas las unidades. A su vez, la convergencia  $\beta$  condicionada reconoce que cada economía puede tener un estado estacionario propio, que está determinado por factores estructurales o idiosincráticos, tal como, ahorro, capital humano, estructura productiva, etc. En este ámbito, las economías pobres crecen más rápido que las ricas solo después de controlar por estas características estructurales. Esto permite explicar por qué no todas las regiones alcanzan el mismo nivel de renta, pero sí pueden acercarse cada una a su propio equilibrio.

La convergencia sigma se refiere a la reducción en la dispersión de los niveles de renta o productividad entre países o regiones a lo largo del tiempo. Se mide mediante indicadores estadísticos de dispersión, como la desviación típica o el coeficiente de variación del logaritmo del PIB per cápita. Existe convergencia sigma si dicha dispersión disminuye con el tiempo. Por otro lado, la convergencia gama es una propuesta como medida complementaria, se centra en los cambios en el ranking relativo de las economías. Existe esta convergencia si a lo largo del tiempo las posiciones relativas de los países o regiones en la distribución de renta tienden a aproximarse, es decir hay movilidad en la jerarquía. Se mide con coeficientes de correlación entre ranking en distintos momentos (Barro & Sala-i-Martin, 1991).

Si bien la convergencia sigma es un indicador exigente porque permite reflejar directamente la reducción de la dispersión de la renta entre regiones, presenta una limitación

importante y es que al ser una medida descriptiva no permite la introducción de variables de control que expliquen los factores detrás del proceso de convergencia. Por otro lado, la convergencia  $\beta$  condicionada, es más flexible y robusta, dado que nace de la ecuación de convergencia  $\beta$  pero incorpora determinados condicionamientos. Esto hace posible contrastar la existencia de convergencia considerando diferencias estructurales entre economías. En particular, en este trabajo, la convergencia  $\beta$  condicionada permite incorporar elementos que matizan el proceso de convergencia, como los elementos institucionales vinculados al territorio, las características de las provincias o la pertenencia sectorial de las empresas, es decir, factores que determinan trayectorias de crecimiento diferentes. Dicha capacidad de incorporar estos condicionamientos resulta esencial para analizar de manera más precisa la convergencia en productividad entre las empresas. Tanto la convergencia absoluta como la condicionada se utilizan en este trabajo como una herramienta para investigar la presencia de un proceso de difusión tecnológica. En la medida en que las empresas con menor productividad consiguen crecer con mayor rapidez y acortar la distancia que las separa de las más eficientes, se confirma que existe un mecanismo de transmisión del conocimiento y la adopción de tecnologías dentro del sector manufacturero.

Dentro de los trabajos que analizan el caso de España, destaca el estudio de Puente (2017), dado su análisis en el proceso de convergencia en la renta per cápita entre comunidades autónomas y los factores que han podido influir en dicho proceso durante el periodo 1980-2015. Los resultados indican que si bien hubo una reducción en las disparidades regionales durante las primeras décadas del estudio, el proceso de convergencia se ralentizó de manera considerable tras la crisis financiera de 2008. El autor reconoce la convergencia en productividad del trabajo como el principal factor que contribuyó a la reducción de la dispersión regional de la renta, causado principalmente por la mayor acumulación de capital en las regiones de menor renta inicial. Por el contrario, las variables del mercado de trabajo, como empleo, y la productividad total de los factores no han contribuido de forma relevante a reducir las diferencias regionales a lo largo del período analizado. Finalmente, los resultados sugieren la presencia de posibles barreras a la convergencia, entre ellas, por un lado los factores de naturaleza económica como las diferencias en la estructura productiva, el grado de innovación, la capacidad tecnológica, el acceso a la financiación o la

especialización sectorial, como también factores institucionales, como calidad de las instituciones regionales, el nivel de burocracia, las políticas propias de cada Comunidad Autónoma, la eficacia en la gestión pública e incluso factores culturales que obstaculizan el proceso de convergencia—a pesar de un marco regulatorio común—. Fageda y Olivieri (2019) analizan el rol de las infraestructuras de transporte en la convergencia regional en España entre 1980-2008, utilizando econometría espacial con datos de panel. Sus resultados confirman la convergencia  $\beta$  absoluta y condicionada, pero indican que sólo las carreteras tuvieron un efecto significativo en este proceso, mientras que ferrocarriles, puertos y aeropuertos no presentan un impacto claro. Concluyen que el principal motor de la inversión en infraestructura fue la equiparación de la dotación entre regiones, especialmente en la disponibilidad de carreteras, lo que explica su contribución positiva a la convergencia al reducir las desigualdades entre provincias. Por último, un reciente informe del Banco de España (2023), retoma la discusión sobre la convergencia regional en renta per cápita y productividad. El estudio confirma que el proceso que había avanzado de forma sostenida entre 1980 y 2009, se estancó tras la crisis financiera del 2008 y solo ha mostrado una recuperación muy lenta en la última década. La productividad del trabajo, impulsada en gran medida por la acumulación de capital, aparece como el principal determinante de la convergencia hasta 2008, y al mismo tiempo como el factor explicativo de su posterior estancamiento. Sin embargo, el informe destaca que la demografía ha desempeñado recientemente un rol en sentido contrario, favoreciendo la convergencia, dado que las regiones más ricas presentan un mayor envejecimiento poblacional. Este fenómeno ha reducido parcialmente las diferencias regionales, al ralentizar el crecimiento de las comunidades con mayor renta per cápita. El estudio documenta que la falta de crecimiento de la productividad en las regiones más pobres del país ha limitado el avance del proceso de convergencia, mientras que factores demográficos han contribuido de manera parcial, pero que no han tenido la intensidad suficiente para compensar dichas brechas en su totalidad.

### 3. MODELO EMPÍRICO

El objetivo del presente trabajo es analizar la existencia de difusión tecnológica entre las empresas españolas mediante el estudio de la convergencia  $\beta$ . En una primera etapa se evalúa

la convergencia  $\beta$  absoluta y posteriormente, se incorporan condicionantes de sector y provincia para las empresas del sector manufacturero español para el período 2000 a 2022.

A nivel empresarial la convergencia se entiende como la reducción de las diferencias de eficiencia entre empresas, suponiendo que la productividad del trabajo es un indicador adecuado. Si las empresas con menor nivel de productividad logran crecer más rápido que las más avanzadas, entonces tienden a alcanzar un nivel similar de eficiencia en el largo plazo. Este proceso refleja, en última instancia, la existencia de difusión tecnológica: las empresas menos eficientes adoptan prácticas, innovaciones o modos de organización ya aplicados por las empresas líderes para alcanzar sus niveles de eficiencia. Esto es importante porque indica si existe un efecto de aprendizaje y derrame tecnológico dentro de un territorio o sector.

Si las empresas rezagadas pueden imitar o adaptar tecnologías de las más productivas, se reduce la brecha de eficiencia, se eleva la productividad media de la economía y se genera un crecimiento más inclusivo, no desplazando la frontera tecnológica, sino haciendo que las empresas se acerquen a ella. En el caso de que no exista convergencia, las brechas se consolidan y surgen dos velocidades, el de las empresas líderes muy competitivas y otras de las que permanecen rezagadas.

En este estudio se analiza la intensidad de la difusión tecnológica considerando diferentes vías, una de ellas es el factor geográfico. Este factor se considera importante porque el territorio donde pertenece una empresa, no solo proporciona una infraestructura o capital humano, sino que también ofrece un marco institucional que puede facilitar u obstaculizar la convergencia empresarial y por ende la difusión tecnológica. Por ejemplo algunos contextos que la favorecen son: la protección de la propiedad intelectual con espacios de cooperación, las redes de innovación, clústeres como difusión de conocimiento y el aprendizaje colectivo (Krugman,1991), las políticas que incentivan la difusión tecnológica (Aghion & Howitt, 1992), la educación y la formación continua (Becker, 1964), mientras que algunos contextos pueden obstaculizar la convergencia, como por ejemplo el exceso de burocracia (Acemoglu, 2012), la escasa coordinación público-privada, mercados laborales poco flexibles y falta de apoyo a I+D (Romer, 1990). En este sentido la región donde se ubica la empresa actúa como

un canal de transmisión, ya que si hay buenas instituciones, las empresas más rezagadas tienen más probabilidades de aprender, imitar y acercarse a las líderes.

Evidentemente, la pertenencia sectorial es otra de las vías de difusión tecnológica, dado que la competencia en el mercado va a ser un factor que haga que las empresas rezagadas se vean obligadas a imitar prácticas más eficientes para sobrevivir (Aghion & Howitt, 1992), también ocurre cuando hay estándares tecnológicos comunes que se difunden rápido, como por ejemplo en sectores intensivos en tecnología o integrados en cadenas globales de valor. Otro caso es cuando el sector recibe incentivos institucionales en forma de apoyos o políticas industriales concretas, apoyo a I+D o incentivos fiscales, que fomentan la modernización (Aghion et al., 2015). Lo que no favorece o frena la convergencia es cuando el sector está dominado por empresas con poder de mercado que limitan la entrada o dificultan la imitación (Krugman, 1991). Predomina una estructura tradicional y poco innovadora, con baja presión competitiva. Las regulaciones o políticas sectoriales generan protección excesiva, lo que reduce el incentivo de las empresas rezagadas a mejorar su eficiencia.

La convergencia  $\beta$  analiza un concepto de convergencia que siguiendo a Barro y Sala-i-Martin (1991), contrasta la idea de si las empresas –en nuestro caso– de menor productividad crecen a una tasa mayor que aquellas que presentan un mayor nivel de productividad,

$$\ln(P_{i,t}) - \ln(P_{i,t-1}) = \alpha + \beta \ln(P_{i,t-1}) + \varepsilon_{i,t} \quad [1]$$

donde,  $P_{i,t}$  se corresponde con la productividad del trabajo de la empresa  $i$  en el año  $t$ . La empresa  $i$  pertenece al sector  $j$  y se encuentra situada en el área geográfica  $p$ . Por tanto,  $\ln(P_{i,t}) - \ln(P_{i,t-1})$  es una aproximación a la tasa de crecimiento de la productividad del trabajo en el año  $t$  y en  $t-1$ . Se espera que en caso de existir convergencia  $\beta$ , el coeficiente estimado presente un valor negativo, lo que reflejaría que las empresas con un nivel inicial más bajo de productividad crecen a mayor ritmo que aquellas con un nivel más elevado. Es por ello, que los autores en su propuesta original presentan la ecuación anterior, pero con signo negativo. A su vez, la magnitud absoluta de  $\beta$  es una aproximación a la velocidad de convergencia, indicando el ritmo al que las empresas tienden a alcanzar su estado

estacionario. En la convergencia  $\beta$  absoluta lo que se contrasta es la velocidad con la que cada unidad se aproxima a su estado estacionario, sin comparar directamente unos con otros. Ahora bien, en el modelo de Solow (1956) se parte del supuesto de que todas las unidades –empresas en nuestro caso– tienen acceso a la misma tecnología, bajo este supuesto, dado que cada una tiende hacia su estado estacionario y la tecnología es común, todas acabarían convergiendo hacia el mismo estado estacionario.

Los trabajos que emplean la expresión [1] suelen enfrentarse a dos principales desafíos, el primero, es que esta medida de convergencia impone una velocidad única y asume que las empresas convergen hacia un único estado estacionario, supuesto que podría ser discutible por ser poco realista. Para abordar este problema se plantean modelos más flexibles que consideren la posibilidad de que las empresas –según el sector económico o el entorno geográfico en el que se ubiquen– presenten diferentes velocidades de convergencia y estados estacionarios diferentes. En este sentido, la introducción de variables ficticias (dummies) por sector y por provincia permite capturar que distintos grupos de empresas crecen a ritmos diferenciados, lo que modifica tanto la tasa de crecimiento de la productividad como la velocidad de convergencia. De esta forma se pasa al concepto de convergencia condicionada.

El segundo desafío, consiste en capturar una alta heterogeneidad en el comportamiento de las unidades analizadas. Esta heterogeneidad puede estar determinada por factores idiosincráticos –específicos de cada empresa– que permanecen relativamente estables en el tiempo y que si no se controlan adecuadamente pueden generar inconsistencias en las estimaciones, al estar correlacionadas con el término de error. Para abordar este problema y garantizar la consistencia de las estimaciones, es habitual utilizar modelos que eliminan estos efectos no observados. Entre las técnicas más empleadas se encuentran diferentes métodos como los modelos de efectos fijos o el método de primeras diferencias. Estas metodologías permiten aislar los componentes invariables en el tiempo y centrar el análisis en la variación intra-grupo o intra-unidad. Ahora bien, la estimación de un modelo puro de efectos fijos elimina los problemas anteriores y genera consistencia, sin embargo, no permite identificar o explicar el origen de la importancia de estos efectos. Por ello, aquí se sigue una metodología alternativa. Para ello, en el segundo modelo se van a incorporar efectos de sector,

$$\ln(P_{i,t}) - \ln(P_{i,t-1}) = \alpha + \sum_j^{J-1} \alpha_j d_j + \sum_j^{J-1} \beta_j d_j \ln(P_{i,t-1}) + \beta \ln(P_{i,t-1}) + \varepsilon_{i,t} \quad [2]$$

Nótese que esta segunda expresión introduce dos grupos de efectos diferentes. El primero que estaría más en consonancia con lo que se podría entender como efectos de sector, introduce una variable dummy que clasifica a las empresas según su sector de actividad económica (NACE a dos dígitos). Se mantiene el término constante y, por tanto, se excluye un sector –que corresponde al de la categoría de referencia– para evitar multicolinealidad. La interpretación de los coeficientes asociados a estas variables dummies  $\alpha_j$  sería la diferencia del sector j respecto del de referencia. Adicionalmente se introduce un segundo grupo de variables dummies interaccionadas con el logaritmo de la productividad en t-1, éste es el que parece más interesante. Estos coeficientes  $\beta_j$  nos indican la diferencia en la velocidad que adquiere el proceso de convergencia entre las empresas del sector j, respecto del sector tomado de referencia.

La introducción de variables dummies sectoriales tiene como finalidad capturar las diferencias estructurales propias de cada rama de actividad económica, que influyen de manera decisiva en la productividad de las empresas y por ende en el proceso de convergencia. Estas variables permiten controlar heterogeneidades relativamente estables en el tiempo vinculadas a la intensidad tecnológica del sector, el grado de competencia, la estructura de capital, el nivel de apertura al comercio internacional o la capacidad de generar y absorber innovación. En consecuencia, evidencia el impacto de factores institucionales de carácter sectorial como por ejemplo, regulaciones específicas, políticas industriales, incentivos fiscales o marcos regulatorios diferenciados, que condicionan la trayectoria de crecimiento de las empresas.

Alternativamente, se podría haber optado por introducir estos grupos de dummies pero para cada una de las áreas geográficas identificadas –en nuestro caso provincias–, de acuerdo a la expresión [3],

$$\ln(P_{i,t}) - \ln(P_{i,t-1}) = \alpha + \beta \ln(P_{i,t-1}) + \sum_p^{P-1} \alpha_p d_p + \sum_p^{P-1} \beta_p d_p \ln(P_{i,t-1}) + \varepsilon_{i,t} \quad [3]$$

La interpretación de los coeficientes  $\alpha_p$  y  $\beta_p$  es simétrica a la de  $\alpha_j$  y  $\beta_j$ , pero referidos a las provincias en vez de los sectores.

La introducción de variables dummies geográficas tiene como finalidad lograr capturar las diferencias estructurales e institucionales que existen entre provincias, las que pueden influir de manera decisiva en la productividad, por tanto en el proceso de convergencia, y favorecer o dificultar la velocidad de ajuste hacia la media. Estas variables permiten controlar heterogeneidades territoriales relativamente estables en el tiempo, tales como, la calidad de las infraestructuras, la disponibilidad y cualificación del capital humano, la densidad empresarial, la especialización productiva, el acceso a mercados o la capacidad de atraer y retener inversión. Asimismo, reflejan la incidencia de factores institucionales como la calidad del marco regulatorio, las políticas autonómicas o los niveles de inversión pública, evitando que las estimaciones de convergencia se vean sesgadas por características propias del lugar de localización de las empresas.

La literatura sobre aglomeración y geografía económica ha mostrado que el territorio desempeña un papel central en los procesos de convergencia. Autores como Hotelling (1929) y Krugman (1991) destacaron que la proximidad geográfica entre empresas no solo reduce costes logísticos, sino que también genera externalidades positivas asociadas a la concentración espacial, como el intercambio informal de conocimiento, la especialización productiva, el aprendizaje colectivo o la difusión de innovaciones. Estas dinámicas fueron posteriormente incorporadas en los modelos de crecimiento endógeno, como los de Romer (1986) y Lucas (1988), donde se subraya que el conocimiento, al ser un bien no rival, se difunde con mayor intensidad en entorno concentrados, acelerando el crecimiento económico y la convergencia. La dimensión territorial, además, está estrechamente vinculada a la difusión tecnológica y a los efectos de aglomeración. Regiones con infraestructuras sólidas, mayor integración económica y vínculos de cooperación más activos tienden a generar entorno propicios para la transmisión de innovaciones, lo que facilita procesos de convergencia. La lógica del modelo de localización espacial de Hotelling (1929) resulta ilustrativa en este punto, aunque está pensada en el marco de la competencia de precios,

ayuda a entender por qué las empresas tienden a concentrarse espacialmente, no solo para aprovechar ventajas de demanda, sino también para beneficiarse de externalidades de proximidad. La concentración en determinados espacios productivos favorece el intercambio informal de información, el aprendizaje entre pares y la imitación de buenas prácticas, reduciendo así las brechas de productividad entre empresas cercanas. En este sentido, la geografía no solo delimita el mapa empresarial, sino que también actúa como un canal o como un obstáculo, para que se produzca la convergencia productiva. Esto dependerá de la medida en que las condiciones locales favorezcan la circulación del conocimiento, la cooperación y el acceso al capital tecnológico. Incorporar estas diferencias en los modelos de convergencia permite reconocer que las instituciones y características territoriales condicionan de manera significativa tanto los niveles de productividad alcanzables como la velocidad de ajuste hacia el estado estacionario en cada provincia.

Finalmente, en la expresión [4] establece una ecuación más completa introduciendo ambos tipos de efectos de forma conjunta,

$$\ln(P_{i,t} - \ln P_{i,t-1}) = \alpha + \beta \ln P_{i,t-1} + \sum_j^{J-1} \alpha_j d_j + \sum_p^{P-1} \alpha_p d_p + \sum_j^{J-1} \beta_j d_j \ln P_{i,t-1} + \sum_p^{P-1} \beta_p d_p \ln P_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad [4]$$

La comparación de los resultados obtenidos entre los cuatro modelos permite obtener la relevancia relativa que podrían tener ambos tipos de efectos condicionando el proceso de convergencia en productividad entre empresas.

La metodología utilizada permite no solo comprobar la existencia de procesos de convergencia o divergencia, sino también identificar patrones en común entre sectores y regiones. Este enfoque ofrece una base sólida para construir tipologías que agrupen sectores con dinámicas productivas similares y para reconocer territorios que comparten trayectorias comparables. De este modo, se enriquece la comprensión de los factores que inciden en el ajuste de la productividad laboral dentro del sector manufacturero español y por tanto en la difusión tecnológica. La consideración conjunta de la dimensión territorial y sectorial en los modelos aplicados hace posible examinar con mayor detalle las causas que explican las diferentes configuraciones de productividad y la intensidad en la difusión. En los sectores sometidos a una fuerte competencia, las distancias entre empresas suelen ser menores, lo que

apunta hacia una cierta homogeneidad tecnológica. La lógica es clara: bajo presión competitiva, las empresas se ven forzadas a alinearse con estándares de eficiencia comunes para poder mantenerse en el mercado, lo que reduce las brechas y favorece la convergencia. En cambio, en aquellos sectores más orientados a mercados locales o con menor presión competitiva, las diferencias tienden a persistir, ya que los incentivos para aproximarse a los niveles de productividad de las firmas líderes son más débiles. Como resultado, los procesos de convergencia se ralentizan o incluso pueden llegar a estancarse, reproduciendo desigualdades estructurales y limitando la capacidad del sistema productivo para avanzar hacia trayectorias de mayor eficiencia y sostenibilidad (Aghion et al., 2015).

## 4. DISEÑO METODOLÓGICO

Esta propuesta metodológica introduce al análisis de convergencia una visión microeconométrica, basada en datos empresariales y con control de factores territoriales y sectoriales, con el objetivo de analizar las dinámicas de difusión tecnológica entre las empresas manufactureras españolas para el período 2000-2022.

La principal fuente de información que se utiliza en este trabajo es la base de microdatos empresariales ORBIS que en la actualidad gestiona Moody's. Esta base de datos es el resultado de la fusión de distintas fuentes de datos nacionales e internacionales. En el caso específico de España la información básica proviene de la base de datos SABI de Informa que a su vez obtiene la información de distintas fuentes especialmente de los Registros Mercantiles, pero utiliza directorios de empresas que incorpora datos financieros y contables de forma limitada y otras fuentes para la información financiera. El origen de los datos hace que la información disponible para las distintas empresas sea muy heterogénea en calidad y cantidad, por lo que siempre debe acometerse un proceso cuidadoso de depuración de la información. A partir de esta fuente se obtienen información para las empresas manufactureras españolas para el período 2000 a 2022. En concreto, la base de datos inicial de este trabajo contiene 31,4 millones de observaciones. Una vez aplicados los procesos de depuración y armonización descritos más adelante, el panel que se utilizó para realizar las estimaciones incluye solo a las empresas que han estado operativas en algún momento del

periodo analizado y que presentan un mínimo de tres años de información disponible. El conjunto de datos final contiene la información de 282.744 empresas.

Para este trabajo las variables de interés corresponden a aspectos centrales de la actividad empresarial, específicamente se utilizó: el valor añadido bruto, el coste de empleo, el sector de actividad (código NACE a 2 dígitos), la provincia en la que se encuentra cada empresa. Estas variables son claves para el cálculo de la productividad del trabajo y el posterior análisis econométrico de la convergencia empresarial.

## 4.1 MEDIDAS DE PRODUCTIVIDAD

La medida de productividad del trabajo se utiliza como una medida clave del desempeño económico. Esta medida se calcula como el cociente entre el valor añadido bruto y el número de empleados para cada empresa y para todos los períodos.

La razón para seleccionar esta medida es doble. La primera es su interrelación inmediata con el PIB per cápita a nivel agregado. Es bien cierto que en algunos trabajos que utilizan la productividad a nivel empresarial, emplean otras medidas más complejas de productividad como la productividad total de los factores. Sin embargo, además de las controversias en torno a su medición, para llevar a cabo cualquier medida de productividad total de los factores se requiere disponer de alguna medida de capital físico. De aquí surge la segunda de las razones. Los trabajos que calculan la productividad total, suelen utilizar el inmovilizado material como proxy del capital físico, sin embargo, el inmovilizado suele estar contabilizado a coste de adquisición y no a precios corrientes, y con años de adquisición desconocidos, sumado a esto, la variable no está disponible para más del 50% de las empresas para las que sí existe información del resto de variables. Además, dicha falta de información está sesgada hacia las empresas pequeñas. Por tanto, utilizar la productividad total supondría introducir un potencial sesgo por tamaño.

Asimismo, al calcular una medida de productividad es necesario definir dos aspectos clave: la variable de producción de referencia y su deflación. La variable utilizada en este

caso es el valor añadido, dado que al incluirse en la misma estimación distintos sectores, el uso de la producción produciría un sesgo a favor de los sectores con mayores consumos intermedios. La segunda, es la forma de deflación. Para los sectores industriales sólo se dispone de deflatores de producción –índices de precios industriales– y no de valor añadido. Aquí se ha optado por utilizar los deflatores de producción para poner a precios constantes el valor añadido. Si se hubiera optado por la doble deflación, habría que utilizar los índices de precios industriales para la producción y se requeriría de un deflactor específico de precios para los consumos intermedios de cada sector industrial. Sin embargo, no existe tal deflactor y adicionalmente parte de los consumos intermedios no son de producción industrial. Tan sólo se encuentra disponible un único deflactor de precios de producción de los bienes industriales utilizados como consumo intermedio.

Respecto al origen de las series de Índice de Precios Industriales utilizadas en este trabajo, se han obtenido del INE con base en el año 2021, con periodicidad mensual y desagregado a sectores NACE. A partir de esta base, se calculó el promedio anual de cada serie para disponer de un indicador anual consistente que pudiera ser utilizado en el análisis.

## 4.2 TRATAMIENTOS ADICIONALES

Algo que es bastante habitual en las bases de datos empresariales, es que algunas empresas no presentan información completa en ciertas variables de la base de datos descargada, y que son necesarias para el presente análisis. Por ello, se tomó la decisión de construir una serie de campos a partir de otras variables disponibles en la base y completar estas omisiones, con el objetivo de disponer de una mayor cantidad de información para robustecer el análisis. En concreto, si las empresas en la base de datos no tienen completado el campo Ingresos de Explotación, se ha decidido utilizar la información contenida en la variable Ventas para completar estas observaciones. Los casos en que esta variable es negativa no se han considerado en el análisis. Cuando la empresa no tiene información relacionada al Número de Empleados se calcula esta variable como la ratio entre los costes de los empleados de la empresa y el coste medio para cada año del sector NACE a 2 dígitos. Si la empresa no presenta información sobre el Valor Añadido, se calculó este dato como la diferencia entre

los Ingresos de Explotación y los costes de bienes vendidos, para cada año de la muestra. Para garantizar la consistencia de las estimaciones, se han excluido del análisis las observaciones con Valor Añadido Bruto negativo, ya que pueden sesgar los resultados.

Con el objetivo de mejorar la calidad de la información y asegurar la robustez de los resultados, se decidió realizar una depuración de los valores extremos de la variable productividad del trabajo, ya que, los microdatos de empresas pueden tener registros con valores anómalos que evidencian comportamientos poco representativos o situaciones poco comunes. En este sentido se observaron valores extremos, tanto muy reducidos como muy elevados. Es por esta razón que se excluyen las observaciones que se encontraban en los extremos de la distribución, por debajo del percentil 2,5% y por encima del percentil 97,5% dentro de cada año, lo que implica que este estudio se realizó considerando el 95% de los datos que están posicionados en la parte central de la distribución. Esto permite que posibles observaciones anómalas no alteren de forma significativa la muestra, y con esto, las conclusiones de los modelos estimados.

Del mismo modo, a partir de la variable NACE a cuatro dígitos, se crea una variable categórica que clasifica a las empresas según su sector de actividad utilizando la codificación del código NACE a dos dígitos, para capturar diferencias que son propias de cada sector y que podrían influir en la productividad. Este nivel de desagregación tiene muchas ventajas, como por ejemplo, (i) ofrecer un equilibrio adecuado entre detalle y robustez estadística al garantizar muestras suficientemente grandes en cada grupo, (ii) facilitar la comparabilidad internacional y temporal con otras fuentes estadísticas ya que en otros estudios se utiliza este nivel de desagregación, (iii) identificar diferencias estructurales relevantes entre sectores de actividad, (iv) mantener la simplicidad necesaria para interpretar los resultados de manera clara.

## 5. RESULTADOS

Como se mencionó en el apartado anterior, a partir de la base de datos de empresas manufactureras españolas correspondiente al período 2000-2022 se estimaron cuatro

modelos de convergencia  $\beta$  con el fin de estudiar la convergencia en productividad y, en última instancia, la intensidad de la difusión tecnológica. El primero corresponde a la medida de convergencia  $\beta$  absoluta, mientras que los tres restantes introducen distintos condicionamientos; el segundo modelo introduce efectos sectoriales, el tercero considera sólo efectos provinciales y el cuarto integra ambos efectos. En la Tabla 1 se puede observar un resumen de los controles que se realizan en cada uno de los modelos.

*Tabla 1: Resumen de control de efectos en los modelos estimados*

Efecto	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
Sectorial	No	Si	No	Si
Provincial	No	No	Si	Si

Fuente: Elaboración propia

De estos cuatros modelos estimados (Tabla 2), el primero muestra evidencia de convergencia  $\beta$  absoluta, lo que indica que la productividad de las empresas con menores niveles iniciales aumenta su eficiencia más rápido que aquellas con niveles más elevados. Este resultado confirma la existencia de un proceso de ajuste hacia un estado estacionario común, lo que es coherente con la hipótesis de la existencia de procesos de difusión tecnológica entre empresas. Luego, se plantea un segundo modelo con un enfoque más flexible, que sea capaz de considerar la posibilidad de que las empresas presenten diferentes velocidades de convergencia de acuerdo con el sector económico al que pertenezcan, en particular se controlan las diferencias estructurales por rama de actividad. Los resultados vuelven a confirmar la existencia de convergencia, junto con un coeficiente  $\beta$  más alto en valor absoluto en comparación con el primer modelo, lo que indica un incremento en la velocidad de convergencia si consideramos las diferencias sectoriales. Posterior a esto, se estima un tercer modelo donde el análisis se centra en controlar el modelo por un factor no utilizado anteriormente, el factor geográfico específicamente por efectos de provincia. Los resultados indican que el entorno territorial y las características institucionales propias de cada provincia ejercen un impacto significativo sobre la productividad y por tanto en la difusión tecnológica. En este modelo, el valor absoluto del coeficiente  $\beta$  aumenta respecto al obtenido en la estimación previa, lo que indica una velocidad de ajuste superior a la de los

modelos anteriores. Por último, el cuarto modelo introduce simultáneamente efectos sectoriales y provinciales. En esta estimación, el coeficiente de convergencia alcanza su mayor magnitud en términos absolutos en relación con todos los modelos estimados anteriormente, indicando que la velocidad de ajuste se intensifica al considerar conjuntamente las heterogeneidades estructurales y territoriales. Los resultados muestran que la difusión tecnológica no es homogénea, sino que está condicionada tanto por la estructura sectorial como por el contexto geográfico en el que operan las empresas.

Tabla 2: Coeficientes de los cuatro modelos estimados

	Estimación 1	Estimación 2	Estimación 3	Estimación 4
$\hat{\beta}$ agregado	-0,202*** (0,001)	-0,224 (-)	-0,225 (-)	-0,236 (-)

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 2, se puede el coeficiente estimado  $\hat{\beta}$  agregado de todas las estimaciones. En el modelo 1, al tratarse de convergencia  $\beta$  absoluta se obtiene directamente un único intercepto  $\alpha$  y un único coeficiente de convergencia  $\beta$  que representan a toda la muestra. Sin embargo, en los modelos 2, 3 y 4 corresponden a modelos condicionados que incorporan interacciones por sector y/o provincia, en consecuencia, las estimaciones por si solas de los modelos ya no entregan un único coeficiente estimado  $\hat{\beta}$ , debido a que cada grupo (sector, provincia o combinación de ambos) cuenta con su propia pendiente y su propio intercepto. Para poder disponer de una medida que permita realizar una comparación entre los modelos con controles y además con el modelo 1 de convergencia  $\beta$  absoluta, se construye un  $\hat{\beta}$  global promedio ponderado para cada modelo con condicionantes. Para calcular esto se utilizó el siguiente cálculo que realiza un promedio ponderado de todas las pendientes por sector/provincia,

$$\bar{\beta} = \sum_j w_j (\beta + \beta_j)$$

donde,  $\beta$  corresponde a la pendiente de la categoría de referencia,  $\beta_j$  es el ajuste específico de cada sector,  $w_j$  son los pesos relativos de cada sector, en este caso el número de empresas.

Los resultados coinciden con lo esperado, ya que a medida que se van introduciendo más condicionantes a los modelos se espera que exista un incremento en valor absoluto de  $\beta$ , lo que se traduce en un aumento en la velocidad de convergencia, por tanto, en la difusión tecnológica, y es justamente lo que ocurre con las estimaciones. Esto ocurre porque al introducir controles por diferencias estructurales, como efectos sectoriales y/o provinciales, disminuye la heterogeneidad no observada que puede sesgar la estimación en el modelo absoluto. Esto está respaldado por la teoría de la convergencia  $\beta$  condicionada de los autores Barro y Sala-i-Martin (1992), que demuestran que al controlar por heterogeneidades estructurales se obtienen estimaciones donde la velocidad de convergencia es mayor en relación con la convergencia  $\beta$  absoluta, además se reduce el sesgo y aumenta la precisión de los resultados.

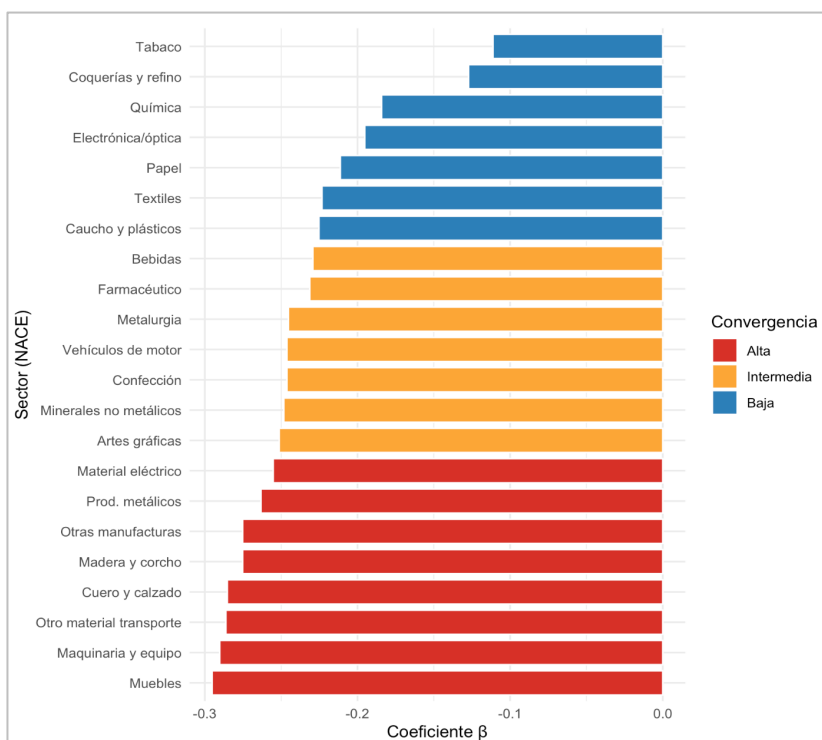
La segunda parte del análisis se centra en los resultados de los modelos 2, 3 y 4, que son los que introducen condicionamientos sectoriales y/o provinciales. Con el objetivo de interpretar sus resultados, se estimó un coeficiente específico para cada sector y para cada provincia, de acuerdo con la estructura de cada modelo. Para calcular el coeficiente  $\hat{\beta}$  específico por sector y provincia, se comienza con el coeficiente  $\hat{\beta}$  agregado de cada estimación, al que se le suma el coeficiente  $\hat{\beta}$  específico de cada sector o provincia, añadiendo después la media ponderada de los coeficientes de la otra dimensión (es decir, si en el paso anterior se sumó un coeficiente de sector, se debe añadir una media ponderada de los coeficientes de provincia). De esta forma, es posible obtener un  $\hat{\beta}$  específico para cada sector y provincia.

Posteriormente, el análisis se centra en el cuarto modelo que incorpora los dos efectos condicionantes y del que se obtienen los coeficientes estimados  $\hat{\beta}$  de cada sector y provincia. Se agrupan estos coeficientes  $\hat{\beta}$  en tres categorías de acuerdo con su velocidad de convergencia: alta, intermedia y baja, que en términos absolutos corresponden a valores altos,

intermedios y más bajos, respectivamente. El criterio utilizado fue dividir la distribución de los coeficientes estimados  $\hat{\beta}$  en tres partes iguales. Donde los valores del primer tercil se interpretan como de alta convergencia, al reflejar una mayor velocidad de ajuste, el segundo tercil corresponde a convergencia intermedia y los de baja convergencia considera los coeficientes estimados  $\hat{\beta}$  menos negativos o positivos. Este procedimiento permite establecer los puntos de corte sobre la distribución y permite interpretar de los resultados.

En el caso de los sectores, los resultados indican que la alta velocidad de convergencia corresponde principalmente a ramas manufactureras tradicionales e intensivas en trabajo, como cuero, muebles, madera o artes gráficas, junto con actividades de capital medio como maquinaria, productos metálicos y material de transporte. En estos sectores, las mejoras productivas y organizativas son más fácilmente imitables, por tanto, las empresas rezagadas logran reducir con rapidez la brecha respecto a las líderes. La velocidad intermedia se observa en sectores de intensidad tecnológica y de intensidad de capital medio, entre los que se incluyen el sector farmacéutico, el automotriz, la metalurgia, los minerales no metálicos y el material eléctrico. En este grupo, la convergencia avanza a un ritmo moderado, ya que la adopción de innovaciones requiere inversiones más específicas en capital y capacidad técnicas. Por último, la baja velocidad de convergencia se concentra en actividades altamente intensivas en capital, energía o tecnología avanzada: el refinado de petróleo, la química, la electrónica, el tabaco y las bebidas. Dichas actividades se caracterizan por tener elevadas barreras de entrada y limitaciones a la transmisión tecnológica. Al tratarse de un elemento clave en la competencia entre empresas, los altos costes de inversión y la complejidad de ciertos conocimientos, dificultan que las empresas rezagadas disminuyan la brecha frente a las más productivas. Estos resultados se presentan en la Figura 1.

Figura 1: Velocidad de convergencia por sector (Modelo 4)



Fuente: Elaboración propia utilizando software R.

Una vez analizados los resultados por sector del modelo 4, es oportuno evaluar si esta clasificación persiste al compararlo con otro modelo que incorpore un condicionamiento que considere otros factores. Con este objetivo se construye una matriz de comparación entre el modelo 2 –que incorpora únicamente efectos sectoriales– y el modelo 4 que añade además efectos territoriales. La matriz permite observar si los sectores conservan la misma categoría de convergencia en ambos modelos o si por el contrario su clasificación cambia al introducir heterogeneidades a nivel de provincia. De este modo, se puede identificar qué sectores presentan un patrón de convergencia robusto y cuales son sensibles al contexto geográfico, lo que aporta una visión más completa de interacción entre estructura productiva y localización territorial. Los resultados se pueden observar en la Tabla 3. En la diagonal se encuentran los sectores que mantienen la misma clasificación de velocidad de convergencia en ambos modelos. Esto implica que su posición relativa es estable, incluso cuando se introducen condicionamientos adicionales. Estos sectores muestran un patrón de convergencia estable, ya que no cambian de categoría al pasar de un modelo a otro. Recordemos que el modelo 2 incorpora solo efectos sectoriales mientras que el modelo 4 añade además de esto, controles por provincia. Por el contrario, los sectores situados fuera

de la diagonal, como es el caso del sector 18 (Artes gráficas) y el 25 (Productos metálicos) son aquellos que su clasificación varía al comparar ambos modelos, es decir su nivel de convergencia se modifica cuando junto a efectos sectoriales se incorporan heterogeneidades territoriales. Este hallazgo sugiere que, si bien el contexto geográfico desempeña un papel relevante para algunos sectores en concreto, en la mayoría de los casos no altera de forma significativa los resultados, ya que la gran mayoría se mantienen en la diagonal de la matriz.

*Tabla 3: Comparación de categorías de convergencia por sectores: efectos sectoriales (M2) vs territoriales y sectoriales (M4). Sectores de acuerdo a su velocidad de convergencia.*

	<b>Modelo 4</b>		
<b>Modelo 2</b>	Alta	Intermedia	Baja
Alta	15, 16, 27, 28, 30, 31, 32	18	
Intermedia	25	14, 21, 23, 24, 29	
Baja			11, 12, 13, 17, 19, 20, 22, 26

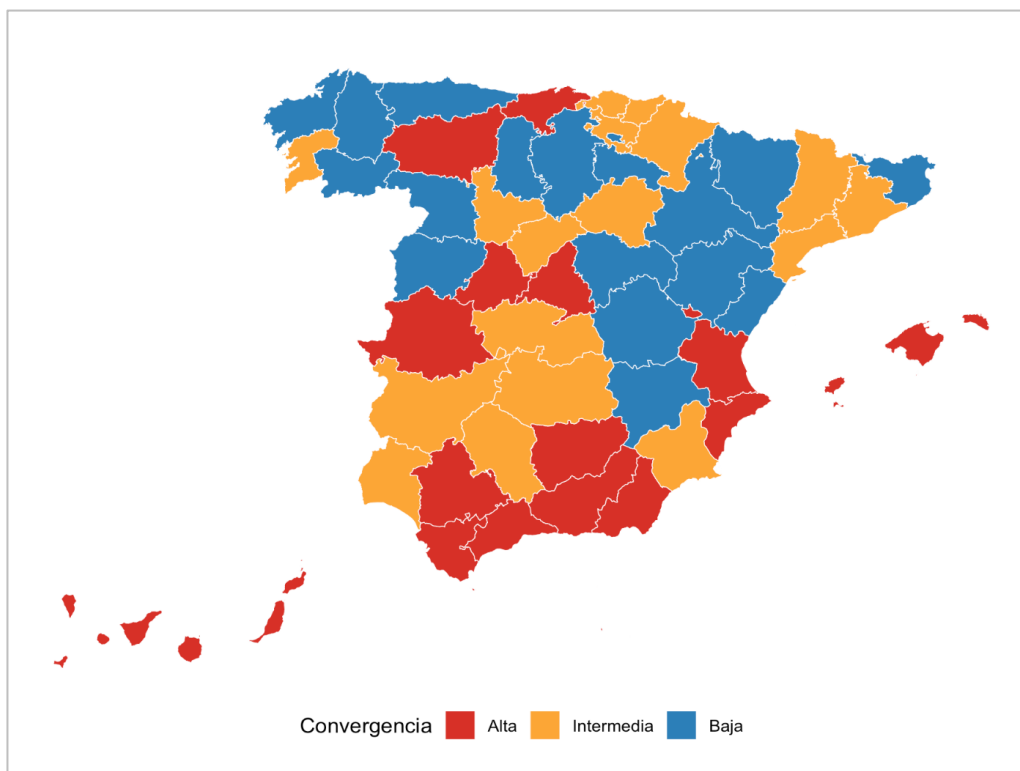
Fuente: Elaboración propia

Retomando el modelo 4, la clasificación de las provincias revela patrones geográfico-espaciales. Como se observa en la Figura 2, la alta velocidad de convergencia se concentra por un lado, en provincias costeras mediterráneas y atlánticas como Valencia, Alicante, Almería, Málaga, Sevilla, Cádiz, Las Palmas y Santa Cruz de Tenerife, donde la estructura productiva es menos compleja favoreciendo procesos de imitación y por tanto de difusión tecnológica. A este grupo pertenece Madrid, que destaca por tener economías de aglomeración, una gran diversidad empresarial y redes de conocimiento que actúan como impulsores de la convergencia. También destacan por su alta velocidad provincias del centro-oeste como Ávila, Cáceres y León, y otras provincias como Cantabria, Islas Baleares, Granada y Jaén, que comparten estructuras productivas similares o ventajas derivadas de su localización y redes entre las empresas. Por otro lado, las provincias con velocidad intermedia se localizan en su mayoría en el norte y noreste peninsular, que corresponden a Segovia, Soria, Toledo, Badajoz, Ciudad Real, Córdoba y Huelva. Se incluyen también a las provincias costeras y con tradición industrial como Pontevedra, Asturias, Vizcaya,

Guipúzcoa, Gerona, Barcelona, Tarragona, Lérida, Murcia, Álava y Navarra. En estos lugares, hay una presencia de una industria consolidada y bien diversificada, lo que exige inversiones en capital humano y tecnologías más específicas, lo que podría estar obstaculizando la velocidad de ajuste al estado estacionario respecto al grupo de alta velocidad de convergencia. Finalmente, la baja velocidad de convergencia se observa principalmente en las provincias del norte e interior peninsular como Zamora, Salamanca, Valladolid, Palencia, Burgos, La Rioja, caracterizados por tener sectores más intensivos en capital y energía, con menor densidad de aglomeración, lo que limita la difusión de innovaciones, la imitación y obstaculiza la convergencia. Otras provincias con esta velocidad corresponden a Huesca, Zaragoza, Teruel, Guadalajara, Cuenca, Albacete, La Coruña, Lugo, Orense y Castellón. Estas provincias tienen estructuras productivas menos favorables para la rápida difusión de la tecnología, lo que puede ser explicado por su especialización en actividad intensivas en capital, un reducido tamaño de su industria o por su dispersión geográfica.

Estos resultados permiten concluir que la convergencia es más intensa en sectores tradicionales e intensivos en trabajo y en territorios que tienen fuertes externalidades de aglomeración o estructuras productivas más simples. En cambio, es más lenta en sectores y provincias caracterizados por una alta intensidad en capital y tecnología, o con menores oportunidades de difusión tecnológica por razones estructurales y espaciales.

Figura 2: Velocidad de convergencia por provincia (Modelo 4)



Fuente: Elaboración propia utilizando software R.

Con el objetivo de comprobar la robustez de las estimaciones del modelo 4 –que combina condicionamientos sectoriales y regionales–, se realiza también una comparación con el modelo 3 –que considera solo efectos provinciales–, mediante una matriz que permite evaluar las diferencias entre los dos modelos.

En la diagonal de la Tabla 4 se ubican 25 provincias de España, lo que representa a menos de la mitad del total. Estas provincias mantienen la misma clasificación de velocidad de convergencia en ambos modelos, lo que indica que su dinámica de ajuste está determinada fundamentalmente por factores territoriales. En estos casos, la posición de las provincias no se altera al añadir la dimensión por provincia, lo que sugiere un patrón de convergencia robusto. Sin embargo, la mayoría de las provincias se sitúan fuera de la diagonal, lo que se puede interpretar como que la categoría de convergencia cambia al pasar del modelo 3 al modelo 4. Esto evidencia que, en gran parte del territorio la estructura productiva local desempeña un papel determinante en la dinámica de convergencia. Es decir, no solo basta con considerar las características geográficas o institucionales, sino que también la

especialización sectorial y la composición de actividades económicas también condicionan el ritmo al que las empresas se aproximan a sus niveles de productividad estacionarios. Por tanto, la convergencia en productividad está afectada por la interacción entre factores territoriales y sectoriales, siendo esta interacción muy importante para entender por qué algunas provincias aceleran sus convergencias mientras que otras la ralentizan al introducir distintos condicionamientos.

*Tabla 4: Comparación de categorías de convergencia por provincia: efectos territoriales (M3) vs territoriales y sectoriales (M4). Provincias de acuerdo a su velocidad de convergencia.*

	<b>Modelo 4</b>		
<b>Modelo 3</b>	Alta	Intermedia	Baja
Alta	07, 10, 11, 18, 46, 51, 52	23, 24, 28, 29, 46	35, 38, 39, 41, 52
Intermedia	05, 06, 08, 13, 14, 15, 17, 27, 28, 33, 36, 47, 49, 50	20, 21, 25, 26, 30, 36, 42, 43, 45, 47, 48	31, 32, 40, 42, 48, 50
Baja	01, 02, 09, 12, 19, 22, 26, 34, 37, 44	16, 19, 22, 34, 37, 44	03, 04, 22, 26, 27, 37, 44

Fuente: Elaboración propia

Los resultados indican que el efecto sectorial es el factor con mayor peso que explica la convergencia y, en consecuencia, la difusión tecnológica. Al comparar el modelo que incorpora simultáneamente los efectos sectoriales y geográficos (modelo 4) con el que solo introduce efectos por provincias (modelo 3), no se observan muchas variaciones en las estimaciones. En cambio, al contrastar el modelo 4 con el modelo 2 –que solo introduce el factor por sector– sí aparecen diferencias significativas. Este comportamiento sugiere que con la desagregación que se utilizó en este trabajo, los sectores tienen un rol más determinante que la ubicación geográfica. De hecho, al controlar por provincia la ordenación de los sectores en términos de convergencia y productividad tiene poca variación, lo cual refuerza la idea de que las dinámicas intrínsecas de cada sector como, oportunidades tecnológicas, rutinas productivas y capacidad de absorción tecnológica condicionan en

mayor medida la velocidad de convergencia y la intensidad de la difusión tecnológica que solo la proximidad geográfica.

## 6. CONCLUSIONES

El análisis realizado muestra que existe una vía estratégica de crecimiento empresarial, y por tanto del conjunto de la economía que se sustenta en la difusión tecnológica. En lugar de desplazar la frontera tecnológica, lo que puede ser un proceso más costoso y arriesgado, las empresas con un menor nivel tecnológico pueden incrementar su productividad a través de la adopción y adaptación de tecnologías desarrolladas por las empresas más avanzadas. Esta estrategia permite aprovechar las diferencias internas que existen de productividad y utilizarlo como un mecanismo de crecimiento.

Precisamente por ello, se plantea un análisis de convergencia en productividad a nivel empresarial en el sector manufacturero. Para el caso de España, los resultados muestran que existe un patrón de convergencia en productividad que indica que las empresas manufactureras menos eficientes tienden a aproximarse a las más productivas. Este hallazgo confirma que aprovechar las diferencia internas de productividad a través de la difusión tecnológica constituye una vía efectiva de crecimiento para el tejido empresarial español.

El análisis también revela que la dimensión sectorial tiene un impacto mucho más grande que la territorial en la intensidad de los procesos de difusión tecnológica. Estas diferencias resaltan la oportunidad de crear políticas industriales verticales que complementen las intervenciones horizontales, que estén orientadas a identificar los sectores donde la difusión tecnológica enfrenta mayores obstáculos y a diseñar instrumentos específicos para superarlos. Facilitar la incorporación de tecnologías que ya existen permitiría elevar la productividad del conjunto empresarial sin la necesidad de desarrollar innovaciones radicales, reduciendo costes de implementación y los riesgos asociados a su baja efectividad. De este modo, la difusión tecnológica se consolida como un motor clave de crecimiento para las empresas y para la economía española en su conjunto.

Se propone para futuras investigaciones, aplicar esta metodología en otros países con el fin de explorar como opera la difusión tecnológica en distintos contextos, identificar los factores que resultan más determinantes en cada caso y evaluar su potencial para incrementar la productividad a través de un uso más eficaz de las tecnologías ya existentes.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acemoglu, D., & Robinson, J. A. (2012). *Por qué fracasan los países: Los orígenes del poder, la prosperidad y la pobreza*. Deusto.
- Aghion, P., & Howitt, P. (1992). A model of growth through creative destruction. *Econometrica*, 60(2), 323–351.
- Aghion, P., Akcigit, U., & Howitt, P. (2015). Lessons from Schumpeterian growth theory. *American Economic Review*, 105(5), 94-99.
- Banco de España. (2023). *Cambios recientes en el patrón de convergencia entre regiones*. *Boletín Económico del Banco de España*, 1, 1–15. <https://www.bde.es/f/webbde/SES/Secciones/Publicaciones/InformesBoletinesRevisitas/BoletinEconomico/23/T1/Fich/be2301-art17.pdf>
- Barro, R. J., & Sala-i-Martin, X. (1991). Convergence across states and regions. *Brookings Papers on Economic Activity*, 22(1), 107–182.
- Barro, R. J., & Sala-i-Martin, X. (1992). Convergence. *Journal of Political Economy*, 100(2), 223–251. <https://doi.org/10.1086/261816>
- Barro, R. J., & Sala-i-Martin, X. (2004). *Economic growth* (2nd ed.). MIT Press.
- Becker, G. S. (1964). *Human capital: A theoretical and empirical analysis, with special reference to education*. Columbia University Press.
- Cereijo, M., & Velázquez, F. (sin fecha). *La convergencia de España con Europa: La contribución del proceso de integración europeo*. Instituto de Estudios Fiscales.
- El Economista. (2024, 6 de junio). La OCDE advierte de la enorme brecha de productividad entre comunidades: Baleares, Galicia y Cataluña crecen, mientras Melilla y Canarias quedan rezagadas. *El Economista*. <https://www.economista.es/economia/noticias/12850979/06/24/la-ocde-advierte->



Lucas, R. E., Jr. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 22(1), 3-42.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2001). *Measuring productivity: Measurement of aggregate and industry-level productivity growth (OECD Manual)*. OECD Publishing.  
[https://www.oecd.org/en/publications/measuring-productivity-oecd-manual\\_9789264194519-en.html](https://www.oecd.org/en/publications/measuring-productivity-oecd-manual_9789264194519-en.html)

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2024, 5 de junio). *Reviving broadly shared productivity growth in Spain*.  
<https://www.oecd.org/economy/reviving-broadly-shared-productivity-growth-in-spain.htm>

Puente, S. (2017). Convergencia regional en España: 1980–2015. *Boletín Económico del Banco de España, Artículos Analíticos*, 3, 1–13.  
<https://www.bde.es/f/webbde/SES/Secciones/Publicaciones/InformesBoletinesRevisitas/ArticulosAnaliticos/2017/T3/fich/beaa1703-art27.pdf>

Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). Free Press.

Romer, P. M. (1986). Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy*, 94(5), 1002-1037.

Romer, P. M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98(5), S71–S102.

Sala-i-Martin, X. (1996a). Regional cohesion: Evidence and theories of regional growth and convergence. *European Economic Review*, 40(6), 1325–1352.  
[https://doi.org/10.1016/0014-2921\(95\)00029-1](https://doi.org/10.1016/0014-2921(95)00029-1)

Sala-i-Martin, X. (1996b). The classical approach to convergence analysis. *The Economic Journal*, 106(437), 1019–1036. <https://doi.org/10.2307/2235375>

Solow, R. M. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65–94.

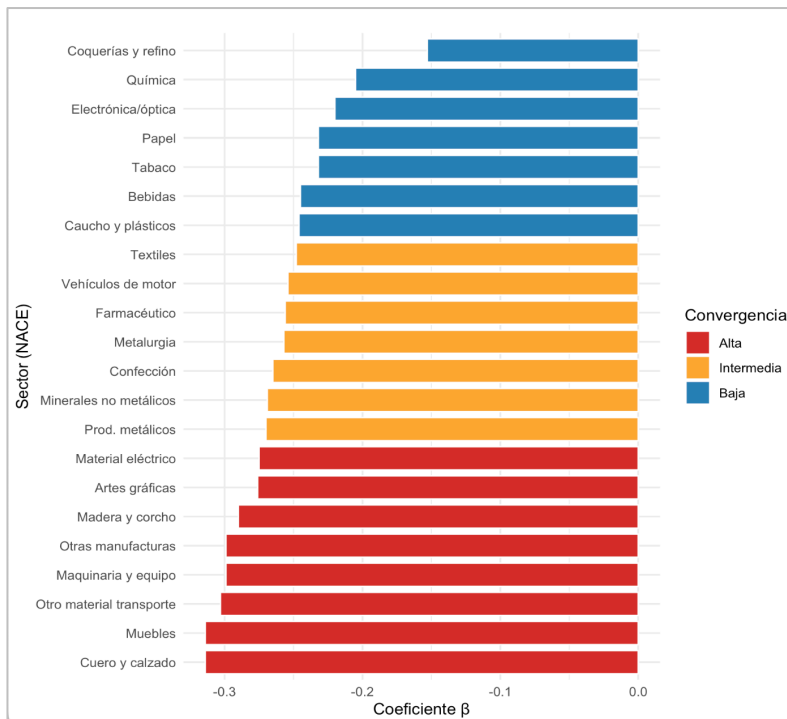
World Bank. (sin fecha). *Industry (including construction), value added per worker (constant 2015 US\$)*. Banco Mundial.  
<https://data.worldbank.org/indicator/NV.IND.EMPL.KD>

## Anexos

### Anexo 1: Velocidades de convergencia por sector del modelo 2

La figura 3 muestra la clasificación de los sectores manufactureros españoles según su velocidad de convergencia, a partir de la estimación del modelo 2, que incorpora efectos sectoriales. En el eje horizontal se representan los coeficiente  $\beta$  de cada sector, mientras que los colores indican las categorías de convergencia. El gráfico permite identificar los patrones que presentan los datos bajo esta estimación, los sectores intensivos en trabajo, como cuero y calzado, muebles o confeccion, presentan mayores velocidades de convergencia. En cambio, los sectores intensivos en capital o energía como croquerías y refino, química o bebidas, se sitúan en la categoría de baja convergencia. Con velocidad intermedia destacan sectores con un grado medio de tecnología y capital, como el farmacéutico, la metalurgia o los vehículos de motor. Estos resultados muestran que la estructura sectorial condiciona de manera significativa la dinámica de ajuste. La intensidad de trabajo, capital o tecnología influye en la velocidad con la que las empresas tienden a aproximarse a la frontera de productividad.

Figure 3: Velocidad de convergencia por sector. Modelo 2.



Fuente: Elaboración propia utilizando software R.



### Anexo 3: Sectores económicos considerados en este trabajo y tipo de intensidad

Código NACE a 2 dígitos	Sector económico	Intensivo en
10	Industria de la alimentación	Trabajo / capital (mixto)
11	Bebidas	Capital / energía
12	Tabaco	Regulado / especial
13	Textiles	Trabajo
14	Confección de prendas de vestir	Trabajo
15	Cuero y calzado	Trabajo
16	Madera y corcho	Trabajo
17	Papel	Capital (medio)
18	Artes gráficas	Trabajo (medio)
19	Coquerías y refino de petróleo	Capital / energía
20	Industria química	Tecnología / capital
21	Farmacéuticos	Alta tecnología (I+D)
22	Caucho y plásticos	Capital (medio)
23	Productos minerales no metálicos	Capital / energía
24	Metalurgia	Capital / energía
25	Productos metálicos (excepto maquinaria)	Tecnología (media)
26	Productos informáticos, electrónicos y ópticos	Alta tecnología
27	Material eléctrico	Tecnología (media-alta)
28	Maquinaria y equipo	Tecnología / capital
29	Vehículos de motor	Capital / escala
30	Otro material de transporte	Tecnología / capital
31	Muebles	Trabajo
32	Otras manufacturas	Trabajo

## Anexo 4: Provincias consideradas en el análisis

### Andalucía

- Almería
- Cádiz
- Córdoba
- Granada
- Huelva
- Jaén
- Málaga
- Sevilla

### Aragón

- Huesca
- Teruel
- Zaragoza

### Asturias

- Asturias

### Islas Baleares

- Islas Baleares

### Canarias

- Las Palmas
- Santa Cruz de Tenerife

### Cantabria

- Cantabria

### Castilla y León

- Ávila
- Burgos
- León
- Palencia
- Salamanca
- Segovia
- Soria
- Valladolid
- Zamora

### Castilla-La Mancha

- Albacete
- Ciudad Real
- Cuenca
- Guadalajara
- Toledo

#### Cataluña

- Barcelona
- Gerona
- Lérida
- Tarragona

#### Extremadura

- Badajoz
- Cáceres

#### Galicia

- La Coruña
- Lugo
- Orense
- Pontevedra

#### Madrid

- Madrid

#### Murcia

- Murcia

#### Navarra

- Navarra

#### País Vasco

- Álava
- Vizcaya
- Gipúzcoa

#### La Rioja

- La Rioja

#### Comunidad Valenciana

- Alicante
- Castellón
- Valencia

## Ceuta y Melilla

- Ceuta
- Melilla