



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Facultade de Economía e Empresa

Trabajo de
fin de grado

I+D+i y crecimiento
económico: el
multiplicador del
valor añadido a
través de las TIOE
2010

Tania Vilariño Esteves

Tutor/a: Prof. Dr. Marta
Fernández Redondo

Grado en Economía

Año 2016

Resumen

La importancia de la Investigación, el Desarrollo y la Innovación es un hecho habitualmente presente en las políticas económicas considerada como fuente de crecimiento económico de un país.

En el presente trabajo se analiza la relevancia y evolución del I+D+i en España y su relación con la estructura productiva española. Para ello se analizan los principales indicadores de I+D en España en una perspectiva comparada con la Unión Europea de los 28 países; y a continuación, se procede al estudio de la especialización productiva del conjunto de la economía española.

Para llevar a cabo el estudio se empleará como principal fuente estadística las Tablas Input-Output proporcionadas por el INE para el año 2010. A partir de ellas calcularemos los indicadores de especialización productiva, en nuestro caso, los Coeficiente de Chenery-Watanabe y los Coeficientes de Streit que nos proporcionan información acerca de la relaciones de cada rama productiva con el conjunto de la economía española en el año 2010. Después de tener una selección de las ramas de actividad que definen la especialización productiva en España, se calcula el multiplicador del valor añadido para determinar cuánto se incrementa la producción en el conjunto de la economía por cada euro de gasto en inversión destinado a la rama Servicios de investigación y desarrollo científico.

Palabras clave: I+D+i, España, TIOE 2010, ligazones de Streit, multiplicador de valor añadido.

Número de palabras: 14.684

Abstract

The importance of Research, Development and Innovation is a fact that is usually present in economic policies considered as a source of economic growth of a country.

In this paper the relevance and evolution of R&D+i in Spain and its link with the Spanish productive structure is analysed. For this purpose the main indicators of R&D in Spain are analysed in a comparative perspective with the European Union of 28 countries; and then we proceed to the study of specialisation of the whole Spanish economy.

To carry out the study Input-Output Tables provided by the INE 2010 will be used as the main statistical source. From them we calculate the indicators of productive specialisation, in our case, the Coefficient Chenery-Watanabe and Coefficients Streit which provide us information about the relation between each production branch and the whole of the Spanish economy on the year 2010. After having a selection of the branches or activity that define the productive specialisation in Spain, the multiplier value is calculated to determine how much production increases in the whole economy each euro of investment expenditure intended for the branch of service in scientific research and development.

Key words: I+D+i, Spain, TIOE 2010, Streit linkages, multiplier value.

Índice

Introducción.....	7
1. Progreso técnico y crecimiento económico	9
1.1 Teorías modernas de crecimiento económico. El modelo de Solow	10
1.2 Las nuevas teorías de crecimiento económico.	13
1.3 Modelos de crecimiento basados en I+D	17
2. I+D+i en España en perspectiva comparada.....	19
2.1 Marco conceptual	19
2.2 Marco institucional de la I+D+i: Estrategias y políticas.....	21
2.2.1 Marco europeo	21
2.2.2 Marco español	23
2.2.2.1 La Ley de Ciencia de 2011.	23
2.2.2.2 La Estrategia Española de Ciencia y Tecnología 2013-2020.....	24
2.2.2.3 Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-2016.....	24
2.3 Evolución y comportamiento del I+D en España: análisis comparado	25
3. Especialización productiva de España a través de las TIOE 2010.....	39
3.1 El modelo Input-Output de Leontief	40
3.2 Los Coeficientes de Chenery-Watanabe	43
3.3 Ligazones de Streit	47
4. El multiplicador del valor añadido.....	53
4.1 Metodología	53
4.2 Resultados	54
4.2.1 Modelo de demanda.....	54
4.2.2 Multiplicador de valor añadido.....	56
Conclusiones	60
Bibliografía.....	62
Anexos	66

Índice de figuras

Figura 1. El modelo de Solow	12
Figura 2. El modelo AK	15
Figura 3. Gasto total en I+D (eje izquierdo miles de euros; eje derecho porcentaje anual). 2000-2014	27
Figura 4. Gasto en I+D en España y UE-28 total (% PIB). 2000-2014.....	28
Figura 5. Gasto en I+D en España y UE-28 por sectores de ejecución (% PIB). 2000-2014	29
Figura 6. Gasto de I+D según el tipo de investigación (%). 2000-2014.	30
Figura 7. Gasto en I+D (% PIB) de España en comparación con países significativos de la UE. 2000-2014	32
Figura 8. Gasto en I+D según el origen de los fondos (miles de euros). 2000-2014.....	33
Figura 9. Personal I+D (EJC) de España y UE-28 (% población activa). 2000-2014.	35
Figura 10. Personal en I+D e investigadores en España (miles de euros). 2000-2014.....	35
Figura 11. Personal empleado en I+D por ocupación (EJC). 2005-2010-2014.....	36
Figura 12. Número de empresas con actividad en I+D, según tamaño 2005-2008-2014.	37
Figura 13. Número de solicitudes de patentes en España y UE-28 (por millones de habitante). 2000-2013	38
Figura 14. Ligazones de oferta y demanda del sector de I+D.....	48

Índice de tablas

Tabla 1. Financiación y ejecución del gasto de I+D (millones de euros). 2008	34
Tabla 2. Financiación y ejecución del gasto de I+D (millones de euros). 2014	34
Tabla 3. Clasificación sectorial a partir del cálculo de los coeficientes de Chenery-Watanabe (valor de $\mu_j = \omega_j = 0,4159$)	45
Tabla 4. Clasificación sectorial a partir del cálculo de los coeficientes de Chenery-Watanabe ponderados (valor de $\mu_\alpha = \omega_\alpha = 0,0065$)	46
Tabla 5. Ramas relevantes TIOE 2010 a través del cálculo de los Coeficientes de Streit (umbral $>0,10$)	49
Tabla 6. Ramas TIOE 2010 con el Coeficiente de Streit Global relevantes (CSG medio = 0.97)	50
Tabla 7. Ramas TIOE 2010 con Coeficientes de Streit Ponderados relevantes (CSP medio = 0,0207)	51
Tabla 8. Ramas relevantes a través de la matriz inversa interior (sector de I+D = 1, resto de sectores = 0)	55
Tabla 9. Multiplicador del Valor Añadido	56
Tabla 10. Multiplicador del Valor Añadido diagonalizado por la demanda unitaria	57
Tabla 11. Multiplicador del VAB diagonalizado ponderado por la FBCf	58

Introducción

El progreso científico y técnico constituye un factor clave del desarrollo económico, social y medioambiental a largo plazo. Las actividades relacionadas con la Investigación, el Desarrollo y la Innovación (I+D+i) están consideradas como la fuente principal para el crecimiento económico de un país, así como de mejora del nivel de competitividad internacional. Estas actividades abarcan desde el desarrollo de nuevas tecnologías y mejora de procesos productivos, hasta la confección de nuevas formas de organización y comercialización de bienes y servicios.

Ello avala la importancia del I+D+i en una economía y su indudable contribución a la cultura, al progreso y al bienestar de cualquier sociedad en un entorno globalizado. En el caso de España, se mantiene a lo largo del tiempo una brecha en la intensidad de las actividades de I+D+i en comparación con los países centrales de la Unión Europea. Este hecho se ha visto agravado por una reducción de la financiación pública en I+D, como consecuencia de las políticas de austeridad.

De manera que, se nos plantea la duda de si el sector de Investigación y Desarrollo es primordial para el crecimiento económico de España, tal y como exponen las teorías acerca de la importancia de este sector; o por lo contrario, existen otros sectores más relevantes en el conjunto de nuestra economía que podrían impulsar en mayor medida el crecimiento económico español.

A la hora de estructurar el trabajo, en primer lugar se ha realizado un breve repaso a las teorías de crecimiento económico pasando por la teoría clásica hasta llegar a los modelos de crecimiento de I+D.

Posteriormente, se procederá a presentar de forma concreta y resumida el concepto de I+D+i y su marco conceptual. Tras recordar el contexto europeo, se abordará el marco normativo en el que se despliegan las políticas y gobernanza del sistema de I+D+i en España. El epígrafe finaliza con un análisis de la evolución reciente y la situación actual del sistema de I+D+i es una perspectiva comparada con la Unión Europea de los 28 a través de los indicadores más relevantes en este campo.

Completando el estudio, llegaremos a la parte central de nuestro trabajo. Utilizando el análisis Input-Output habitual en este tipo de estudios se analizan las relaciones intersectoriales de la economía española. El objetivo es determinar la importancia del Sector de I+D para el conjunto de la economía. Para realizar este análisis se tomará como base la última Tabla input-output de España proporcionada por el INE (TIOE 2010), mediante la cual se calcularán los coeficientes de Chenery-Watanabe y las ligazones de Streit. Después de establecer los vínculos más relevantes de oferta y de demanda con el resto de ramas del *Sector de investigación y desarrollo científico*, se estima el multiplicador de valor añadido para saber el efecto del gasto en inversión en dicho sector sobre la producción de la economía en su conjunto. El objetivo será cuantificar en qué medida los esfuerzos en I+D+i son determinantes para el crecimiento económico de España.

El trabajo finaliza con la exposición de las conclusiones a las que se han llegado durante su elaboración.

1. Progreso técnico y crecimiento económico

Kutnets (1966) ofreció una definición simplificada de crecimiento económico: “es un incremento del producto per cápita o por trabajador” (p.1). De este planteamiento, podemos decir que, sería un aumento del valor de los bienes y servicios de la economía de un país en un periodo de tiempo.

La explicación de los factores determinantes del crecimiento económico tiene sus antecedentes en la teoría clásica. Los economistas clásicos –como Smith, Malthus o Ricardo- expusieron diferentes factores que generaban crecimiento económico en un país y los que favorecían al proceso de innovación. Así, por ejemplo, Adam Smith en *La riqueza de las naciones* (1776) expuso que uno de los elementos principales que afectaba a ambos era la división del trabajo. Por su parte, Ricardo en sus *Principles* (1817) defendía la existencia de rendimientos decrecientes y la ausencia de cambio técnico. En cambio, Malthus en *Principles of Political Economy* (1820) expuso que el crecimiento económico necesitaba de una demanda adicional, no siendo suficiente con una mayor inversión, sino que viniese acompañada de un incremento de la oferta.

Sin embargo, fue Schumpeter con sus *Theories of Economic Development* (1911) quien inició la aportación precursora. En su modelo, las innovaciones eran las que principalmente proporcionaban el crecimiento económico, puesto que a través de ellas se producía la acumulación. Concretamente, para él la economía podía encontrarse en dos estados. En primer lugar, un estado estacionario, donde la economía no crece, presenta un determinado estado tecnológico y se produce la repetición de los mismos procesos productivos. El segundo estado, el del crecimiento, es alcanzado introduciendo algunos cambios, denominados “innovaciones” en el proceso productivo. El resultado de este proceso es que durante este estado, la economía presenta un crecimiento positivo. A partir de ahí, y una vez que todos los agentes incorporaron las

innovaciones en sus procesos productivos, la inversión se detiene y la economía vuelve al estado inicial (estado estacionario) hasta que aparezca una nueva innovación¹.

Finalmente, podemos decir que la teoría clásica del crecimiento, se caracterizó por mostrar diferentes factores que frenaban el crecimiento económico a largo plazo.

1.1 Teorías modernas de crecimiento económico. El modelo de Solow

A partir de mediados del siglo XX se comienza a desarrollar la moderna teoría del crecimiento. Caracterizada por mostrar un mayor grado de formalización y análisis empírico que las teorías clásicas. El modelo keynesiano de Harrod-Domar, es el punto de partida, expresando las condiciones que debía cumplir una economía para que se genere el volumen de demanda agregada necesario y así, mantener una situación de crecimiento sostenido, equilibrado y de pleno empleo (Galindo Martín, 2011).

Posteriormente, siguiendo deliberadamente las directrices del modelo de Harrod-Domar, tratando de resolver los problemas de estabilidad que este presentaba; el modelo más influyente fue el elaborado por Robert Solow (1956) y Trevor Swan (1956) conocido como modelo neoclásico.

En los modelos neoclásicos, la tasa de crecimiento es determinada fundamentalmente por la oferta y la eficacia de los factores, se caracterizan por la introducción de una función de producción con rendimientos constantes a escala y decrecientes para cada uno de los factores productivos. Así mismo, defienden el supuesto de mercados perfectamente competitivos, en los cuales se llegaría a alcanzar la convergencia real entre las economías, es decir, una situación de equilibrio sostenido a largo plazo con pleno empleo sin que necesiten la intervención de un decisor político para favorecer el proceso. Esta situación se corresponde con tasas de

¹ Siguiendo un resumen del crecimiento económico recogido por Galindo Martín 2008 y 2011.

crecimiento de la renta per cápita nulas. Así pues, estaban considerando el progreso técnico como una variable exógena que determina la existencia de tasas de crecimiento positivas a largo plazo de la renta per cápita. Es por ello, por lo que se les denominan de crecimiento exógeno (Galindo Martín, 2011).

Estos modelos se apoyan fundamentalmente en el mencionado modelo de Solow (1956), principalmente en su artículo *A contribution to the theory of economic growth*. El modelo recurre a una función de producción, donde el factor nivel tecnológico, fundamental para el crecimiento, tiene carácter exógeno, es decir, no depende ni del comportamiento del ahorro ni de la política económica, sino que se incorpora al capital; la demanda se ajusta pasivamente a la oferta y los procesos productivos están ligados a rendimientos constantes de escala. De ahí, Solow agrega su hipótesis fundamental: “el rendimiento marginal del capital es decreciente”, es decir, el rendimiento de la inversión y, por consiguiente, la tasa de crecimiento del stock de capital per cápita, disminuye a medida que crece ese stock (Mattos, 1999).

Además se expone que el crecimiento en el largo plazo depende de manera exógena del progreso tecnológico y del crecimiento económico de la población. Si se mantiene el incremento demográfico, el progreso técnico es la única fuente de crecimiento económico. Solow defiende que los países en desarrollo convergen hacia los países más desarrollados.

Así, pues, el modelo se puede resumir en lo siguiente:

Solow parte de una función de producción neoclásica con rendimientos constantes de escala y rendimientos decrecientes de los factores. La ecuación fundamental de este modelo es la siguiente:

$$k = sf(k) - (n + \delta)k, \text{ donde } \delta \text{ es la depreciación que se supone constante } (>0).$$

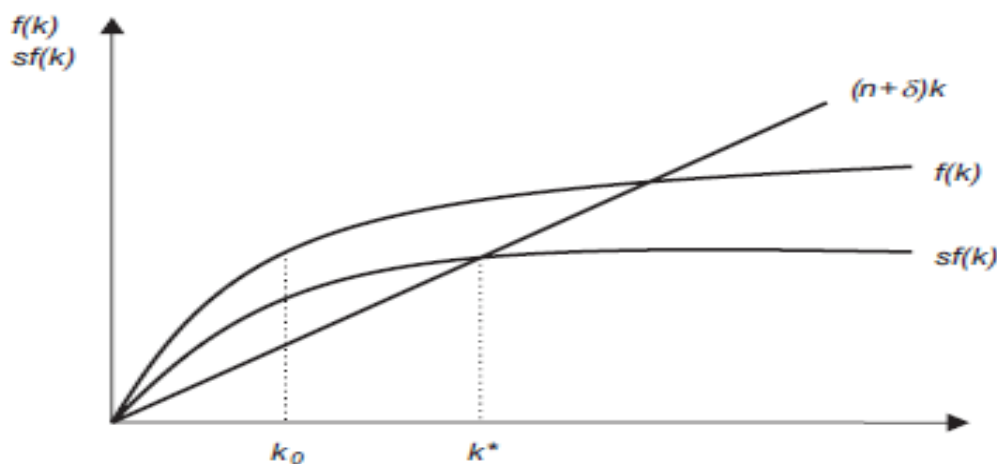
Esta nos indica la trayectoria que sigue el stock de capital per cápita, que depende de k , siendo el resultado de la diferencia entre la inversión (o ahorro) por trabajador ($sf(k)$) y la inversión a realizar teniendo en cuenta que el trabajo crece a una tasa n y el capital se deprecia a una tasa δ ($(n+\delta)k$).

Su representación gráfica se recoge en la “Figura 1”, donde k^* representa el estado estacionario, cumpliéndose así $\dot{k}=0$, lo que significa que $sf(k)=(n+\delta)k$.

Por tanto, si nos encontramos en un nivel inferior a k^* , por ejemplo k_0 , la inversión efectiva será superior a la de equilibrio, por lo que k crecerá, hasta que alcancemos k^* ; y una vez alcanzado el capital per cápita no variará.

Lo contrario ocurriría si partiésemos de una situación por encima de k^* . Así pues, convergemos hacia el nivel del estado estacionario, que se considera como un equilibrio estable. Los cambios que se produzcan en el resto de las variables, suponen un desplazamiento de la función $sf(k)$, dando lugar a una alteración de k^* . Pero cuando nos encontramos en el estado estacionario, las alteraciones que se produzcan no alteran el capital, por lo que la producción vuelve a ser la misma. La economía no consigue aumentar el stock de capital y permanece constante hasta el final de los tiempos (Sala-i-Martin & Vila Artadi, 2000).

Figura 1. El modelo de Solow



Pese a sus ventajas, el modelo de Solow conduce a un resultado paradójico. El crecimiento de la renta per cápita depende del nivel de capitalización de la economía y del progreso técnico. El primer factor, nivel de capitalización, está sometido a rendimientos marginales decrecientes, lo que conduce a un estado estacionario con crecimiento nulo; el segundo, el progreso técnico, corrige este resultado, pero la teoría

no lo explica, al considerarlo exógeno. Por tanto, el modelo elude explicar aquella variable crucial para justificar el crecimiento (Alonso, Garcimartín y Fillat, 2009).

1.2 Las nuevas teorías de crecimiento económico.

En contraposición a los modelos neoclásicos, se empiezan a desarrollar a partir de la década de los ochenta, las llamadas “nuevas” teorías del crecimiento o modelos de crecimiento endógeno (MCE). Una de las principales razones por las que se empezaron a desarrollar estos modelos fue que las predicciones del modelo neoclásico no se cumplían. Es decir, se observaba, ausencia de convergencia en los niveles de renta entre las distintas economías.

Lo que pretenden cuestionar las nuevas teorías es la exogeneidad del cambio tecnológico y el carácter decreciente de los rendimientos marginales del capital de los factores acumulables, como el capital humano y el físico. Por ello, la teoría de crecimiento endógeno, trata de explicar la divergencia introduciendo la importancia del capital humano como input complementario del capital físico en la función de producción (Hernández Rubio, 2002).

Los defensores de los modelos de crecimiento endógeno consideraban que los de crecimiento exógeno no proporcionaban conclusiones satisfactorias, ya que incluyen una serie de limitaciones y carencias que hacen que cuestionen los resultados obtenidos. Estas se pueden concretar en (Galindo Martín, 2008):

- a. Resulta muy difícil admitir que el esfuerzo inversor, los procesos de investigación y desarrollo (I+D), el gasto público o la fiscalidad no tengan ningún efecto a largo plazo en la tasa de crecimiento.
- b. Los modelos neoclásicos no permiten conocer las causas por las cuales las tasas de crecimiento son diferentes entre los países.
- c. No explican de forma convincente porque no se producen movimientos de capital de los países ricos hacia los pobres, en los que la productividad marginal del capital es mayor y, en los que de acuerdo con las hipótesis neoclásicas, dichos flujos deberían ser mayores.

Así, debido a estas críticas es como se empezaron a desarrollar los nuevos modelos de crecimiento que, en contraste con el modelo de Solow, tratan de encontrar una explicación endógena al proceso de crecimiento,

Los modelos de crecimiento endógeno reciben este nombre, puesto que consideran que el crecimiento es un proceso endógeno al sistema económico y que el cambio tecnológico tiene lugar dentro del proceso de producción. Estos modelos presentan un doble carácter del progreso técnico: la acumulación del capital físico y, por otro lado, la de capital humano. Así mismo, destacan la presencia de externalidades positivas, ligadas a la inversión en capital físico o humano e incluso producto de los esfuerzos realizados por el sector de I+D. Estas externalidades funcionan como un mecanismo endógeno, que aceleran el proceso de crecimiento (Gaviria Ríos, 2007).

De manera que, tienen como rasgo distintivo su estructura en torno a una función de producción donde la tasa de crecimiento depende básicamente del stock de tres factores: capital físico, capital humano y conocimiento (o progreso técnico), objeto de acumulación. Así mismo, proponen encontrar un factor que sea generado por el proceso de crecimiento, capaz de impulsar la dinámica económica y no esté sometido a rendimientos marginales decrecientes, el conocimiento (Mattos, 1999).

Por tanto, los MCE, al asumir la existencia de externalidades, sustituyen los supuestos neoclásicos de rendimientos constantes a escala y competencia perfecta, por los de rendimientos crecientes y competencia imperfecta, con lo que sus predicciones tienden a alejarse de la convergencia.

Contra poniendo al modelo analítico de Solow, presentamos la aportación más sencilla de la teoría de crecimiento endógeno. Este se atribuye a Rebelo (1991) y recoge una función lineal, con un único factor de producción –el capital-. Este es conocido como “*Modelo AK*”, donde la función de producción viene expresada de la siguiente manera:

$Y = F(K, L) = AK$, donde: A es una constante exógena y que K es el capital agregado.

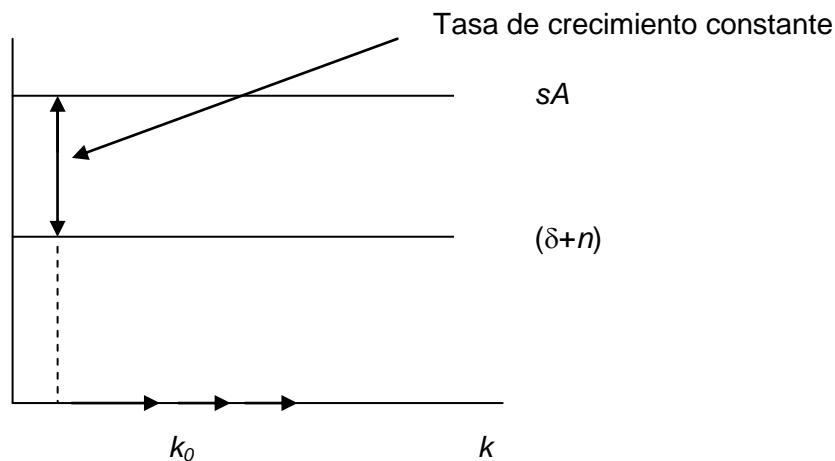
Teniendo en cuenta la ecuación:

$$\frac{k'_t}{k_t} = \gamma_t = sA - (\delta + n)$$

Tenemos una función de ahorro lineal y horizontal, dado por sA , lo que contrasta con la postura defendida por los modelos de crecimiento exógeno, en los que la función de ahorro es decreciente y se acepta la posibilidad de que exista convergencia. Si consideramos el caso en el que la economía es lo suficientemente productiva como para que $sA > \delta + n$, entonces la tasa de crecimiento será constante y positiva, $\gamma_k = \gamma^* = sA - (\delta + n)$. (Figura 2)

La tecnología AK presenta rendimientos constantes a escala y el factor productivo capital muestra rendimientos constantes (Sala-i-Martin & Vila Artadi, 2000).

Figura 2. El modelo AK



En *Increasing Returns and long-run Growth* (1986) Romer fue el que dio origen a la teoría de crecimiento endógeno. Paul Romer planteaba un modelo de crecimiento basado en externalidades positivas, ligadas a la acumulación de un factor, al que le utiliza la expresión de “conocimiento”, pero que está implícitamente ligado al capital físico.

Lo que llevó a cabo este autor, fue eliminar la tendencia de los rendimientos decrecientes de capital, al suponer que el conocimiento era obtenido como un subproducto de la inversión en capital físico. Fenómeno conocido como “aprendizaje en la práctica” (*learning by doing*²): al acumular capital las empresas, acumulan al mismo tiempo conocimientos (aprendizaje en la práctica), el stock de capital es una medida de aproximación del aprendizaje adquirido durante el proceso de producción pasado, así gracias a la circulación de la información las otras empresas sacan beneficios de dichos conocimientos (Gerald Destinobles, 2007).

Romer no rompe por completo con la hipótesis de rendimientos constantes, pero los acabó por relacionar con las externalidades positivas de la inversión. Romer (1986) afirmaba: “*los rendimientos de escala son no crecientes para cada agente, pero a nivel agregado son crecientes*”.

Finalmente, demostró que los tres elementos clave de su modelo — externalidades, rendimientos crecientes en la producción del output y rendimientos decrecientes en la producción de nueva tecnología— eran compatibles con el equilibrio competitivo.

Los nuevos modelos de crecimiento han recibido diversas críticas, donde se ha cuestionado tanto la originalidad de sus contribuciones, como algunos de sus desarrollos. Además se ha destacado que muchos de sus aportes sólo significaban la actualización de diversos aspectos ya presentes sobre el crecimiento económico. Uno de los autores que se unió a las críticas sobre estos modelos fue Solow (1994), por su parte enfatiza en el abandono del supuesto de rendimientos decrecientes del capital y critica la hipótesis de rendimientos constantes. Por encima de esto, los MCE permiten un análisis más realista sobre la forma en que se produce el crecimiento en los escenarios emergentes de la reestructuración y la globalización (Mattos, 1999).

² El “*learning by doing*” fue planteado inicialmente por Arrow (1962), presenta al nivel de tecnología como un factor de producción que depende de la cuantía de la inversión pasada. Más aún, cada empresa se beneficia de la actividad inversora de las otras empresas de la misma forma que de la suya propia. Por ello, cada empresa, que se supone funciona con rendimientos a escala constantes, si duplica la utilización de los factores de producción trabajo y capital, para un nivel de tecnología dado, doblará su volumen de output. Sin embargo, el hecho de elevar el stock de capital a través de la inversión, hace que, por otra parte, se incremente el nivel de tecnología existente. Por lo tanto, para la economía en su conjunto, funciona la ley de los rendimientos crecientes.

1.3 Modelos de crecimiento basados en I+D

Ahora bien, centrándonos en el cambio tecnológico endógeno nos encontramos con la fuente de crecimiento localizada en la innovación tecnológica, producto de “*Investigación y Desarrollo*”. En este papel podemos destacar las aportaciones de Romer (1990) y la de Lucas (1988).

La característica que define a este tipo de modelos es la identificación de un sector especializado en la producción de ideas.. En concreto, suponen que lo que determina el crecimiento es la cantidad de actividades de I+D por sector y que el número de sectores aumenta cuando lo hace la economía. En consecuencia, el crecimiento se mantiene constante a pesar de que la población crezca. Sin embargo, el aumento en la proporción de recursos dedicados a I+D elevan continuamente el crecimiento. Así, pues, los modelos conservan la capacidad de los primeros modelos de la nueva teoría de crecimiento para explicar sus variaciones a largo plazo (Sorensen y Whitta-Jacobsen, p.117).

Además, en estos modelos se puso gran énfasis en el papel del capital humano, que pasa a ser el determinante crucial en el proceso de crecimiento. Este se presenta como una opción, al cambio tecnológico de crecimiento sostenido, donde la externalidad se manifiesta en una mayor eficacia productiva de cada individuo.

En su caso, Romer (1990), defiende la hipótesis acerca de la intensificación de la división social de trabajo como una fuente de crecimiento y de la innovación tecnológica como factor relevante de crecimiento. Según Romer la economía se divide en tres sectores: la investigación, bienes intermedios y bienes finales (Gerald Destinobles, 2007).

A diferencia de su primer modelo (Romer, 1986), en el que el aumento de la especialización de inputs era un subproducto de la inversión en el conocimiento, ahora ese aumento de especialización es el resultado de una actividad específica y remunerada: la Investigación y el Desarrollo (I+D). En este modelo el capital humano es constante y el cambio tecnológico endógeno asegura el crecimiento sostenido, resultado del proceso de I+D y, por tanto, es necesario suponer competencia monopolística.

De tal manera que, Romer concluye: *“la cantidad total de capital humano destinado a la I+D determina la tasa de crecimiento”*. En efecto, a medida que los países posean mayor stock de capital humano dirigido al I+D estarán en mejores condiciones de acumular el conocimiento y por tanto de crecer.

Ahora bien, si hacemos hincapié en la acumulación de capital humano con rendimientos crecientes, nos encontramos con el “Modelo de Lucas (1988)”. Lucas considera: *“las diferencias en las tasas de crecimiento entre los países son principalmente atribuibles a las diferencias en las tasas a la cuales aquellos países acumulan capital humano en el tiempo”*.

Este autor plantea la existencia de externalidades a partir de la acumulación de capital humano, las mismas que refuerzan la productividad del capital físico y hacen crecer la economía sostenida. Para Lucas, existen dos principales fuentes de acumulación de capital humano: la educación y el aprendizaje en la práctica (learning by doing). Los individuos poseen la cualidad de apropiabilidad de los nuevos conocimientos y, por tanto, el capital humano tiende a acumularse la externalidades del nivel de capital humano, es decir del nivel de calificación, se manifiestan en una mayor eficacia o productividad (Guzman Chavez, 2000).

Así, pues, Lucas privilegió al capital humano sobre la tecnología como factor de crecimiento. Según Lucas: *“el nivel de tecnología está dado y la acumulación de capital humano asegura el crecimiento a largo plazo y la existencia de competencia perfecta”*.

Lo novedoso del análisis del capital humano, radica en que el capital humano es una variable que se acumula endógenamente y que en muchos casos se identifica como el elemento determinante del crecimiento, puesto que, favorece la acumulación de capital físico o de progreso tecnológico (Guzman Chavez, 2000).

Por tanto, el progreso técnico depende de la acumulación de capital y uso productivo de crecimiento que, a su vez, permite mejorar la forma en la que se utilizan los recursos humanos y físicos, fomentando la eficiencia y rendimiento de los mismos.

2. I+D+i en España en perspectiva comparada

En este apartado se pretende analizar el comportamiento y la evolución del sistema español de I+D+i en una perspectiva comparada con la UE-28. Pero antes, es necesario definir el término principal al que vamos a hacer referencia, y por consiguiente, sus características, papel y utilidad que cumple; además del marco institucional de las distintas políticas y estrategias de la UE y las propias del territorio español en ámbito de I+D+i.

2.1 Marco conceptual

El concepto de “*Investigación, Desarrollo e Innovación*” (conocido habitualmente por la expresión I+D+i), está relacionado con los estudios de ciencia y tecnología, y también con los de la sociedad; cuyo término ha evolucionado en el tiempo derivado de la anterior expresión única de “Investigación y Desarrollo”.

Si prestamos atención a sus distintos componentes, podemos decir que el término “desarrollo” se vincula al contexto económico y social, mientras que la “investigación” y la “innovación” están vinculados directamente al campo de la ciencia y la tecnología.

Siguiendo a la OCDE, se definen las actividades de I+D+i como «el trabajo creativo llevado a cabo de forma sistemática para incrementar el volumen de conocimientos, incluido el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad, y el uso de esos conocimientos para crear nuevas aplicaciones» (OCDE, 2003, p.30). El término simple de I+D engloba tres actividades: investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental que se definen como lo siguiente:

- Investigación básica. Consiste en trabajos experimentales o teóricos que se emprenden principalmente para obtener nuevos conocimientos acerca de los fundamentos de los fenómenos y hechos observables, sin pensar en darle ninguna aplicación o utilización determinada.
- Investigación aplicada. (...) tiende al mismo objetivo; sin embargo, está dirigida fundamentalmente hacia un objetivo práctico específico.
- Desarrollo experimental. Consiste en trabajos sistemáticos que aprovechan los conocimientos existentes obtenidos de la investigación y/o la experiencia práctica, y está dirigido a la producción de nuevos materiales, productos o dispositivos; a la puesta en marcha de nuevos procesos, sistemas y servicios, o a la mejora sustancial de los ya existentes.

Estos conceptos vienen a hacer referencia a la primera expresión de I+D, haciendo alusión a que aquellas actividades que se someten a un desarrollo tecnológico y, que ya han pasado por una fase previa de investigación.

En lo referente al último término, la “Innovación”, también siguiendo la metodología propuesta por la OCDE, se refiere a aquellas actividades que realizan o financian las empresas, tanto para generar conocimiento (su I+D) como para transformar el que generan o adquieren en productos, procesos y servicios o en sus mejoras, para su posterior introducción en el mercado.

La innovación termina por completar la idea de I+D+i, impulsando el prototipo en el que se quedaron la investigación y el desarrollo; hasta alcanzar el éxito en el mercado, considerando el éxito como la aceptación y adaptación de la idea por la sociedad. Además es considerado uno de los pilares clave cómo la única forma para que un país pueda generar, a largo plazo, una mejor posición competitiva y un crecimiento económico sostenible.

En el contexto de las ventajas más notorias que pueda presentar el I+D+i podríamos destacar la relevante transferencia de conocimiento, que por consiguiente supondría la apertura hacia nuevos mercados y la creación de nuevos productos y servicios que conllevaría a una mayor competitividad. Además, no podemos dejar de evidenciar las distintas ayudas tanto en el marco regional, nacional como europeo, para fomentar el crecimiento del I+D+i de un país.

A pesar de ello, cabe destacar las dificultades que se presentan a la hora de fomentar el crecimiento del I+D+i debido principalmente al arduo entorno económico, como por ejemplo, a las consecuencias de la crisis económica que ha acechado y sigue parcialmente presente no sólo en España, sino también en otros países europeos de nuestro entorno.

2.2 Marco institucional de la I+D+i: Estrategias y políticas

La investigación y la innovación contribuyen al progreso y bienestar individual como colectivo. Por ello el principal objetivo que pretenden alcanzar las distintas políticas de investigación y desarrollo es convertir a la Unión Europea en una economía de conocimiento notable.

2.2.1 Marco europeo

Desde 1984, la Unión Europea cuenta con una política de investigación e innovación, financiada a través de diferentes programas marco plurianuales para la mejora de la competitividad mediante la financiación de actividades de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en régimen de colaboración transnacional entre empresas e instituciones de investigación, pertenecientes a países de la Unión Europea, a Estados asociados y a terceros países. A partir de 1986 la investigación pasó a ser oficialmente una política europea, con la creación del “Acta Única Europea”, cuyo objetivo era fortalecer las bases científicas y tecnológicas de la industria europea y fomentar su competitividad.

Sin embargo, la actividad investigadora no comenzó a asentarse en la UE hasta el año 2000, con la creación del “Espacio Europeo de Investigación” (ERA), un área de investigación unificada abierta al mundo basada en el mercado interior, en el que los investigadores, los conocimientos científicos y las tecnologías circulaban libremente por el espacio europeo.

En ese mismo año, fue aprobado por el Consejo Europeo un plan de desarrollo al que denominaron “Agenda de Lisboa”, cuyo objetivo era el de convertir a la UE en “la economía del conocimiento más competitiva y dinámica del mundo, y alcanzar el pleno empleo antes del año 2010” y con ello sostener el por entonces modelo económico y social europeo. Entre sus directrices destacaban: gasto en I+D+i sobre el PIB del 3%, gasto en I+D+i privado sobre total: 66%, tasa de empleo: 70% y reducción emisiones de CO₂: 10%.

Posteriormente, en el año 2008, tuvo lugar una congregación de los distintos Ministros de Investigación en Eslovenia, donde se determinó que el ERA sólo se podía desarrollar si se mejoraba su gobernabilidad y si se tenía en cuenta otras áreas como la educación, la innovación, la colaboración y el esfuerzo de los involucrados en ello y de los ciudadanos. Por todo ello, para conseguirlo se puso en marcha el llamado “Proceso de Liubliana”³ con el objetivo de lograr consensuar a los Estados miembros y así conseguir una nueva gobernanza política del ERA a finales de 2009.

Así pues, en diciembre de 2009, el Consejo Europeo propuso revisar la Estrategia de Lisboa, tomando como punto de partida el impacto de la crisis económica y los retos planteados para el futuro. Como consecuencia de ello, se sucede una nueva estrategia a la de Lisboa, denominada “Europa 2020”.

La “Estrategia de Europa 2020” para la década 2010-2020, tiene como prioridad no sólo superar la crisis que aún azota en muchas de las economías de la Unión, sino la de alcanzar un crecimiento inteligente, sostenible e integrador, basado en la innovación, la sostenibilidad ambiental y la cohesión social.

El objetivo básico relativo I+D+i es alcanzar en la UE el 3 % de gasto público y privado como porcentaje del PIB, fijándose también objetivos concretos para los diferentes países que van del 0.5 al 4 % del PIB según el Estado miembro de que se trate; en el caso de España, este objetivo se fijó en el 2 % para el 2020.

³Proceso de Liubliana. Este proceso pretendía la realización de la visión compartida de la ERA, para lo cual los indicadores de seguimiento y criterios de evaluación debían ser definidos, aprobados y apoyados por un sistema de información eficaz desarrollado conjuntamente por la Comisión y los Estados miembros, y que permitiera evaluar sus políticas y aprender de las distintas iniciativas nacionales puestas en marcha.

En este contexto, nos encontramos con el Programa Marco de Investigación de la Unión Europea que se ejecutará de 2014 a 2020 denominado “Horizonte 2020”, concentrando gran parte de sus actividades de investigación e innovación en contribuir a «abordar los principales retos sociales, promover el liderazgo industrial y reforzar la excelencia de su base científica». Para este Programa, el presupuesto disponible ascenderá a 76.880 millones de euros. Su objetivo es apoyar la implementación de la Estrategia Europa 2020, así como la iniciativa emblemática “Unión por la innovación”⁴.

2.2.2 Marco español

2.2.2.1 La Ley de Ciencia de 2011⁵.

Desde el año 2012, el marco normativo del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación en España queda definido por la Ley de Ciencia de 2011, que vino a sustituir a la Ley de Investigación Científica y Tecnológica de 1986.

Según el Informe elaborado por el Consejo Económico y Social de España en 2015, se pone de manifiesto que esta Ley pretende establecer el marco para el fomento de la investigación científica y técnica, y sus instrumentos de coordinación general; con el fin de contribuir a la generación, difusión y transferencia del conocimiento para así resolver los problemas esenciales que presenta la sociedad.

La Ley tiene como principales objetivos la creación de una carrera científica estable, predecible y basada en méritos, capaz de retener y atraer talento, y que facilite la movilidad de los investigadores, promover la innovación y la transferencia de conocimiento al sector empresarial y a la sociedad, y crear una Agencia Estatal de Investigación que garantizará una mayor eficiencia y eficacia del gasto público en I+D⁶. Está dirigida, principalmente, a investigadores, sociedad, empresas y decisores políticos.

⁴Unión por la Innovación. Es una de las siete iniciativas emblemáticas anunciadas en la Estrategia Europa 2020, y tiene como objetivo mejorar las condiciones de financiación y el acceso a la misma para la investigación y la innovación, a fin de garantizar que las ideas innovadoras puedan convertirse en productos y servicios que generen crecimiento y empleo.

⁵ Ley 14/2011, de 1 de junio, de la Ciencia, la tecnología y la innovación.

⁶ Objetivos recogidos por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT).

Sin embargo, hasta el momento solo algunos aspectos se han hecho efectivos, quedando así pendientes la creación de la Agencia Estatal de Investigación, la aprobación del estatuto joven empresa innovadora o la reorganización de los organismos públicos de investigación.

2.2.2.2 La Estrategia Española de Ciencia y Tecnología 2013-2020⁷

La Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación es un instrumento en el que quedan establecidos los objetivos generales a alcanzar en el periodo 2013-2020 referente al fomento y desarrollo de actividades de I+D+i en España. Dichos objetivos pretenden seguir la línea marcada por la Unión Europea recogida en el programa marco “Horizonte 2020”.

Entre sus principios básicos, podemos destacar algunos como la coordinación de las políticas de I+D+i, la mejora de la calidad y relevancia e impacto sobre la sociedad destinada al fomento de las actividades de I+D+i, o la eficiencia y rendición de cuentas ligadas a las Administraciones Públicas. El objetivo general de dicha estrategia es el de promover el liderazgo científico, tecnológico y empresarial del conjunto del país y fortalecer las capacidades de innovación de la sociedad y economía española.

2.2.2.3 Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-2016⁸

La Ley Ciencia, Tecnología e Innovación 2011, establece los planes de Investigación Científica y Técnica como esenciales para el desarrollo por la Administración General del Estado de la Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación. En concreto, está destinado a corregir las debilidades detectadas y fortalecer el Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación mediante el diseño de actuaciones encaminadas a incrementar el liderazgo científico y tecnológico y generación de ventajas competitivas.

⁷ Para mayor información véase Estrategia Española de Ciencia y Tecnología 2013-2020.

⁸ Para mayor información véase Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-2016.

La estructura responde a los objetivos estratégicos de la Estrategia de Ciencia y Tecnología y de Innovación y sus ejes prioritarios, teniendo en cuenta las características en las que los agentes del sistema de ciencia y tecnología desarrollan sus actividades.

2.3 Evolución y comportamiento del I+D⁹ en España: análisis comparado

En España, el Sistema de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) se despliega en varios ámbitos interrelacionados. Por un lado tenemos las universidades y los organismos públicos de investigación que se centran en la investigación básica, y en menor medida, en la investigación aplicada. Por otro lado, las Administraciones Públicas – estatal, autonómica, y también europeas- encargadas de diseñar planes estratégicos de fomento de la innovación y de articular las ayudas financieras a través de subvenciones, préstamos blandos e incentivos fiscales. En tercer lugar, las organizaciones de apoyo, que se dirigen a propiciar y financiar transferencias de tecnología y proporcionar ayuda técnica a las empresas. Por último, es la producción la encargada de desarrollar la innovación comprendiendo la producción de bienes y servicios nuevos, así como la mejora de los procesos y sistemas productivos ya existentes.

Por otro lado, la innovación requiere de la previa generación de conocimiento e ideas, es decir, del desarrollo sistemático de actividades encaminadas a incrementar el conocimiento o para utilizarlo en nuevas aplicaciones. A largo plazo, se considera que forman parte del proceso de innovación desde la investigación científica desarrollada en las universidades y los centros públicos de investigación, hasta la inversión empresarial y pública asociada a la introducción de nuevos productos y servicios.

El *Manual de Frascati*¹⁰ es el encargado de obtener las estadísticas e indicadores sobre I+D fiables y comparables en base a encuestas. Éste se limita principalmente a

⁹ Por simplicidad se utiliza en el texto la abreviatura «I+D», sin entrar en las precisiones sobre si se abarca o no ese ámbito económico más amplio definido como I+D+i.

los *inputs* económicos y humanos. Por este motivo, la OCDE ha preparado otros manuales y directrices metodológicas sobre los *outputs* y sobre la medición de las actividades científicas y tecnológicas no directamente asociadas con la I+D.

Los principales grupos de indicadores que se utilizan habitualmente para estudiar un sistema de I+D+i son los siguientes:

- Indicadores de recursos (inputs):
 - Gasto en I+D: mide el esfuerzo dedicado a I+D. El gasto en I+D como porcentaje del PIB de un país es el indicador más utilizado y representa la intensidad de la I+D nacional. El gasto dedicado a I+D se distribuye según los sectores de ejecución y financiación (Enseñanza Superior, Administración Pública, Empresas y IPSFL), por campos de la ciencia, según clasificación OCDE y según tipo de investigación (básica, aplicada y desarrollo experimental).
 - Gasto en personal investigador: se refiere al personal dedicado a I+D, es decir, al número de personas dedicadas a I+D en relación al total de población activa, en el que podemos distinguir investigadores y otro personal (técnicos o auxiliares); y por sectores (Enseñanza Superior, Administración Pública, Empresas y IPSFL).
- Indicadores de resultados (outputs):
 - Artículos científicos: su publicación constituye la vía principal y más rápida para difundir los resultados de la investigación.
 - Patentes: documentos que representan invenciones técnicas que han pasado un examen en una oficina de patentes, tanto para asegurar su novedad como para precisar su utilidad potencial. Son, por tanto, una valiosa fuente de información del desarrollo tecnológico.
 - Balanza de Pagos Tecnológica: registra el flujo financiero de un país debido a las transacciones comerciales internacionales de sus empresas, relacionadas con la transferencia de tecnología.

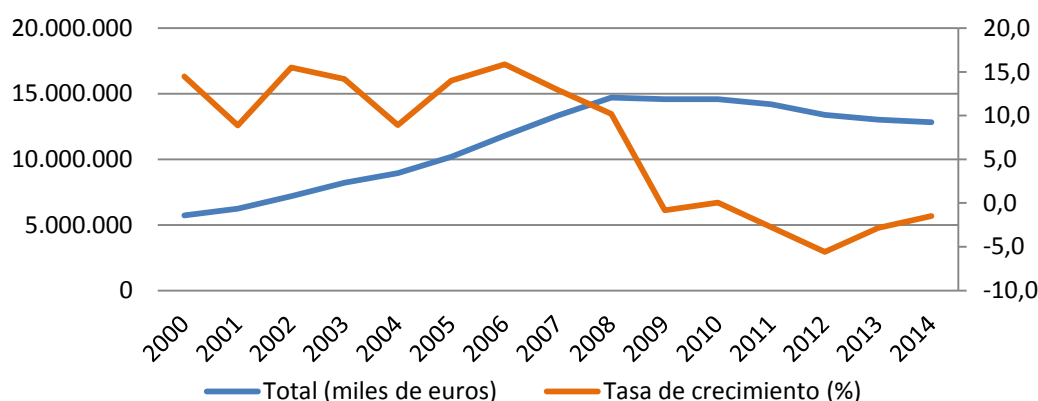
¹⁰ El Manual de Frascati es una guía metodológica para la realización de encuestas de I+D, desarrollada y promovida por la OCDE y cuya primera versión se aprobó en 1963 en una reunión celebrada en Frascati (Italia), de ahí su nombre.

A continuación se va a realizar un análisis comparado del comportamiento de I+D en España con la UE-28.

Gasto en I+D

La evolución del gasto en I+D en España, agente principal de financiación del sistema, se ha caracterizado siempre por ser insuficiente con respecto al resto de los países desarrollados. Según los datos históricos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística (INE) podemos observar la evolución que ha tenido esta variable a lo largo de los últimos años¹¹. El gasto en I+D en España ha registrado un crecimiento continuo hasta el año 2008, cuya cifra, en valores absolutos, fue de 14.701 millones de euros, y ha pasado a ser en el año 2014 de 12.820 millones de euros, es decir, se ha visto reducido en tan solo cinco años en un 13 %. El cambio tendencial ha sido especialmente preocupante, de crecer a tasas positivas de dos dígitos en el periodo 2005-2008, quedó congelada en el periodo de 2009-2010 para contraerse de manera intensa hasta los últimos años, llegando incluso a la anulación como la del 2012 (-5.6%). (Figura 3).

Figura 3. Gasto total en I+D (eje izquierdo miles de euros; eje derecho porcentaje anual). 2000-2014



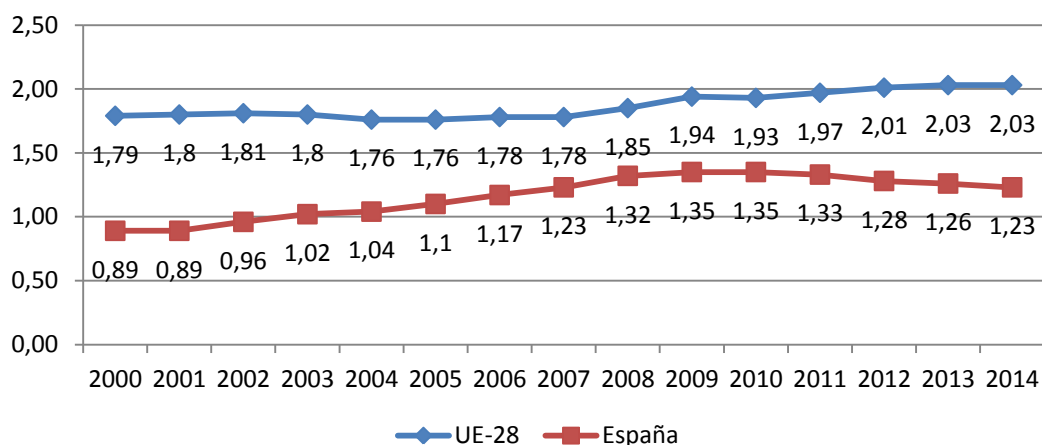
Fuente: Elaboración propia a través de los datos proporcionados por el INE.

¹¹ Los años empleados para analizar las distintas series de datos serán de 2000-2014, lo que nos permite observar el comportamiento del I+D en los años de expansión económica y posteriormente con el efecto de la crisis económica.

Los valores absolutos del gasto en I+D son una muestra del menor tamaño del sistema español de innovación. Mientras que el total europeo orientado a actividades de I+D ha ido en aumento, a pesar del estancamiento asentado entre 2004 y 2008, ha llegado a alcanzar en 2014 el 2.03 % del PIB. Por el contrario, España, que presentaba una evolución del crecimiento de forma mantenida hasta 2010, sufrió a partir de ahí un claro retroceso. Es decir, del esfuerzo registrado en el año 2010 con una aportación al PIB del 1.35%, pasó en 2014 al 1.23% del PIB.

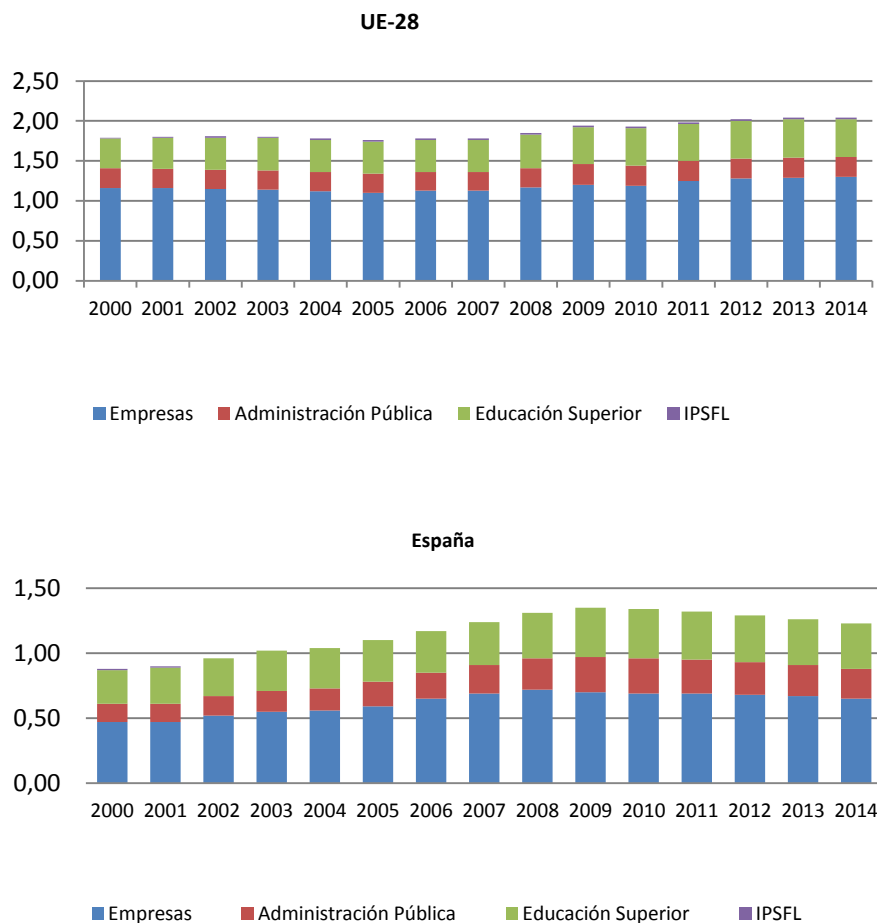
Por sectores de ejecución, se observa en el conjunto de la UE-28 una mayor importancia al sector privado. Sin embargo, el peso de las empresas españolas es inferior al de la media de la UE-28, 0.65% frente al 1.3% del PIB en el año 2014, respectivamente. Por el contrario, la Administración pública tiene mayor peso en el caso español. En cuanto a la enseñanza superior la diferencia entre España y la UE-28 es menor, manteniéndose inapreciable el porcentaje correspondiente a las Instituciones privadas sin fines de lucro (IPSFL). Por tanto, el sector privado es mucho más representativo en la UE-28 que en España, donde el sector público – Administración Pública y universidades- tiene mayor protagonismo (Figuras 4 y 5).

Figura 4. Gasto en I+D en España y UE-28 total (% PIB). 2000-2014.



Fuente: Elaboración propia a partir del Eurostat, Main indicators. R&D expenditure by sectors

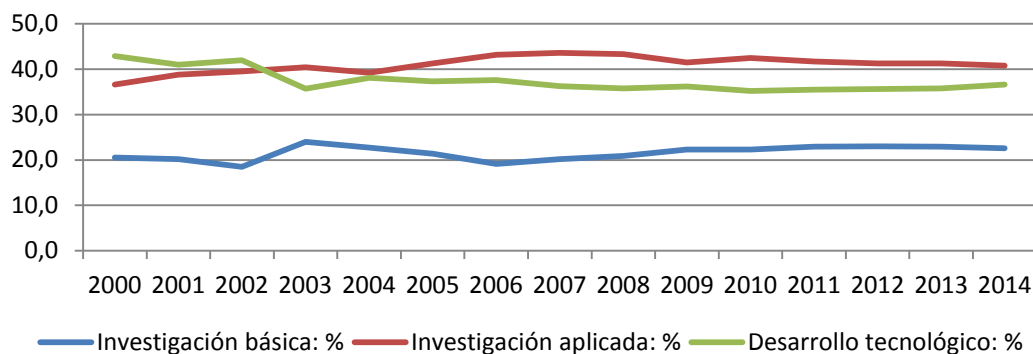
Figura 5. Gasto en I+D en España y UE-28 por sectores de ejecución (% PIB). 2000-2014



Fuente: Elaboración propia a partir del Eurostat, Main indicators. R&D expenditure by sectors.

Ahora bien, si analizamos el gasto de I+D según el tipo de actividad de investigación, podemos observar que los gastos corrientes han sido dedicados en su mayoría a la investigación aplicada, por encima del 40%, los dedicados al desarrollo se han mantenido entorno al 35%, mientras que los de investigación básica se han situado alrededor del 20%. El menor peso que ha tenido el desarrollo es consecuencia de la baja actividad en I+D por parte de las empresas españolas (Figura 6).

Figura 6. Gasto de I+D según el tipo de investigación (%). 2000-2014.



Fuente: Elaboración propia a partir del INE, Indicadores de Ciencia y Tecnología.

Gasto en I+D de España en relación con otros países

La Comisión Europea es la encargada de realizar cada año un análisis comparativo acerca de la investigación e innovación de los Estados miembros de la Unión Europea, denominado “*Innovation Union Scoreboard*”. Dicho análisis expone que Europa está recuperándose poco a poco de la recesión y de su atraso en innovación frente a sus competidores directos –Estados Unidos y Japón-. Sin embargo, por otro lado, entre sus Estados miembros existen amplias diferencias, pero se espera una reducción aunque ésta sea lenta.

Este artículo recoge una clasificación de los Estados miembros de la UE en cuatro grupos según su índice de innovación en el año 2015 (último año de publicación):

- El primer grupo denominados “líderes de innovación” incluye a los Estados miembros en los cuales los resultados de innovación son superiores a la media de la UE, es decir, más de un 20% por encima de la media de la UE. Estos son Dinamarca, Finlandia Alemania, y Suecia.
- El segundo grupo son los denominados “seguidores de la innovación”, incluye Estados con un rendimiento cercano al de la media de la UE, es decir, menos del 20% de la media de la UE. Son Austria, Bélgica, Francia, Irlanda, Luxemburgo, Países Bajos, Eslovenia y el Reino Unido.

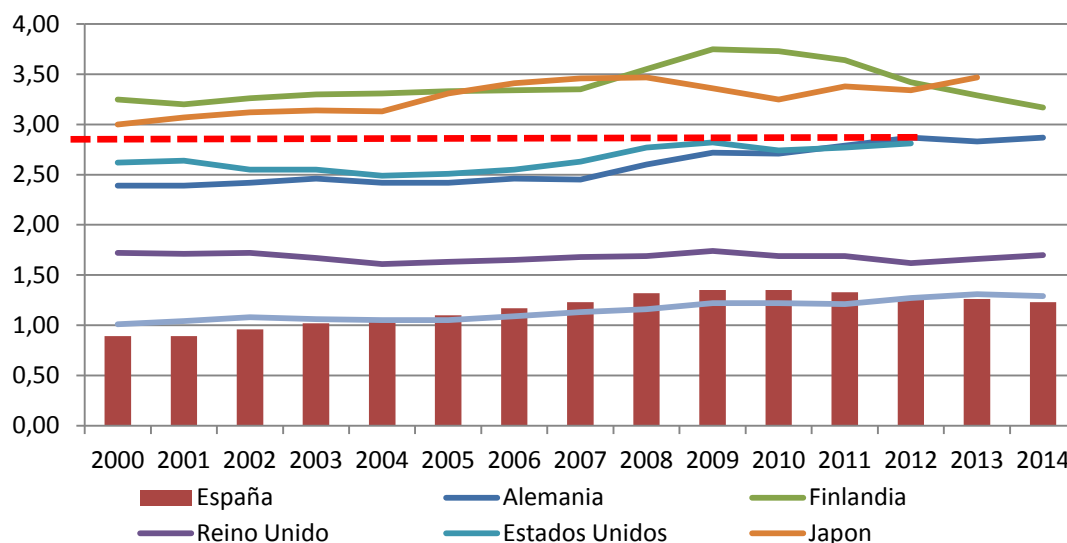
- El tercer grupo son los llamados “innovadores moderados” los cuales muestran un rendimiento de innovación inferior al de la media de la UE a tasas de rendimiento relativo entre 50% y 90% del promedio de la UE. Pertenecen a este grupo Croacia, Chipre, República Checa, Estonia, Grecia, Hungría, Italia, Lituania, Malta, Polonia, Portugal, Eslovaquia y España
- El cuarto grupo son los “innovadores modestos” con un rendimiento en innovación muy por debajo a la media de la EU, es decir, menos del 50% de la media de la UE. Este grupo incluye a Bulgaria, Letonia y Rumania.

A continuación presentamos la Figura 7, esta recoge los datos correspondientes al gasto de I+D en porcentaje del PIB de España incorporando los datos de algunos de los países más representativos de la zona euro en recursos de I+D, principalmente los hemos elegido teniendo en cuenta la clasificación anterior, como Alemania, Reino Unido y Finlandia - en su caso en representación de los países nórdicos-. Así como, los datos de los principales competidores con mayor peso en I+D como son EEUU y Japón. Además también incluimos a Italia situado en el mismo grupo de España.

La distancia de España con respecto al conjunto europeo sigue siendo considerable, principalmente con los países más dinámicos, como son los nórdicos, cuya cifra ha alcanzado el 3,75 % del PIB en gasto en I+D en 2009. Las diferencias también son muy notables, respecto a países grandes y a pequeños de alto esfuerzo - como EEUU o Japón- que duplican el esfuerzo inversor español. Lo que llama especialmente la atención es que la mayoría de los países han ido incrementado el gasto en I+D tras el periodo de recesión, en cambio, para España se sigue viendo reducido, situación que comparte con Finlandia que ha visto un importante descenso desde el año 2010.

España se incluye, en definitiva, entre los países alejados de los objetivos de gasto en I+D respecto al PIB para 2020, pese a la reducción del 3 al 2 % propuesto por la estrategia de “Europa 2020”, en el caso concreto para España. Para lograr dicho alcance, se contempla, entre otras medidas, aumentar la implicación y participación del sector privado en la inversión en I+D.

Figura 7. Gasto en I+D (% PIB) de España en comparación con países significativos de la UE. 2000-2014



Fuente: Elaboración propia a partir del Eurostat, Main indicators. R&D expenditure by sectors.

El Origen de la financiación

Las principales fuentes de financiación del I+D en España son: las empresas, la Administración Pública, el sector exterior e IPSFL. En nuestro país, la contribución tanto de las empresas como de las administraciones ha sido parecida a lo largo de los años. La financiación procedente del sector privado y la Administración pública representaron en el 2008 el 45.5% y el 48.8%, respectivamente. En el 2014 esta cifra se vio reducida para la Administración en un 45.5%, mientras que el sector privado alcanzó un 46.4%. Por otro lado, el sector exterior no ha llegado a aportar más del 8% y la representación de las IPSFL se encuentra por debajo del 1% (Figura 8). La inmensa mayoría de las cantidades aportadas por cada sector van destinadas principalmente a la investigación.

Uno de los problemas más evidentes del Sistema Español de Ciencia y Tecnología, sin ser el único, es la infrafinanciación del I+D, y un importante obstáculo para mejorar la competitividad estructural de la economía. Este retraso en comparación con otros países desarrollados, se ha agudizado con la recesión al

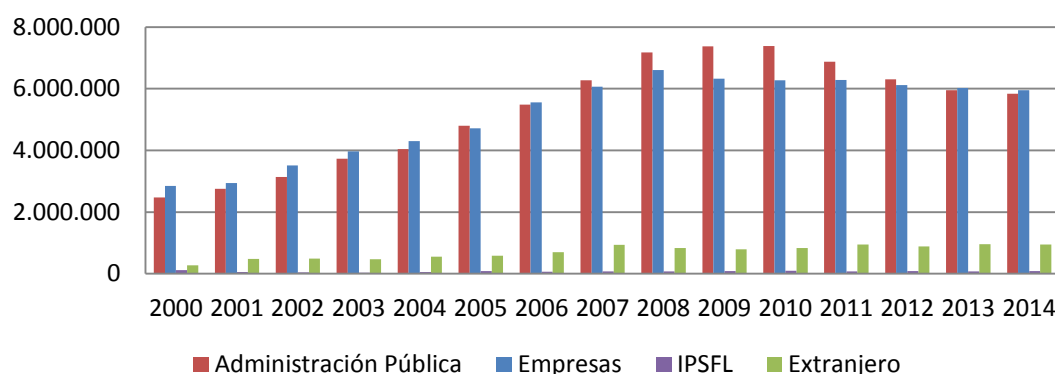
producirse un elocuente recorte de fondos, públicos como privados, que ha roto con la tendencia de crecimiento sostenido de los años previos.

En 2008, los fondos procedente de la Administración pública representaban el 88% del gasto en I+D ejecutado en el caso de la propia Administración, mientras que el 2014 descendió al 83%; pero sin duda la reducción mayor fue el de las IPSFL cuyo gasto ejecutado representaba en 2008 el 33%, que paso en 2014 al 17%.

Se observa que el origen principal de los fondos es el del sector privado, el cual está destinado en mayor medida a las propias empresas (82%). Sin embargo, esta cifra se ha reducido en un 8,4% entre 2008 y 2014.

El destino de los fondos procedentes del exterior, tampoco ha sufrido gran variación, pero lo que sí llama especialmente la atención es ser la única partida que se ha visto incrementada respecto al resto de sectores, con un crecimiento del 13% en el año 2014 respecto al 2008 (Tabla 1 y 2).

Figura 8. Gasto en I+D según el origen de los fondos (miles de euros). 2000-2014



Fuente: Elaboración propia a partir del INE, Indicadores de Ciencia y Tecnología.

Tabla 1. Financiación y ejecución del gasto de I+D (millones de euros). 2008

	Administración pública	Enseñanza superior	Empresas	IPSFL	Extranjero	Total
Administración Pública	2.352.916	5.610	156.724	20.787	136.251	2.672.288
Enseñanza superior	2.893.854	465.263	346.782	37.508	189.007	3.932.413
Empresas	1.444.958	2.825	6.099.298	14.761	511.680	8.073.521
IPSFL	7.611	287	5.746	8.361	1.165	23.171
Total	6.699.339	473.985	6.608.550	81.416	838.103	14.701.393

Tabla 2. Financiación y ejecución del gasto de I+D (millones de euros). 2014

	Administración pública	Enseñanza superior	Empresas	IPSFL	Extranjero	Total
Administración Pública	2.002.688	8.430	139.762	33.298	224.518	2.408.695
Enseñanza superior	2.636.996	521.058	214.390	36.138	197.589	3.606.171
Empresas	658.852	2.393	5.586.003	9.663	527.400	6.784.311
IPSFL	3.773	96	9.662	7.400	649	21.580
Total	5.302.309	531.977	5.949.817	86.498	950.156	12.820.756

Fuente: Elaboración propia a partir del INE. Estadísticas I+D.2008 y 2014.

Personal empleado I+D

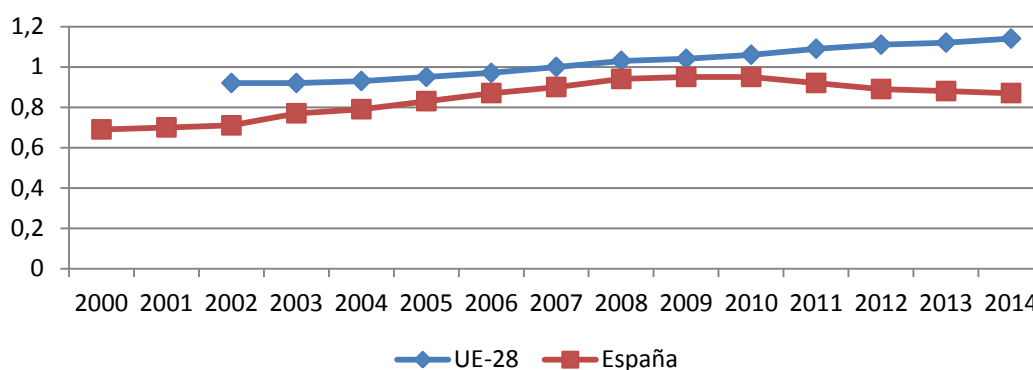
El indicador que siempre refleja un mayor gasto en I+D es el coste del personal, y por tanto, la mejor manera de valorar el esfuerzo en esta actividad es a través del personal empleado, medido en equivalencia a jornada completa (EJC).

La ocupación en actividades de I+D ha experimentado un crecimiento sostenido desde el 2002 en Europa, año en que representaba un 0.92 % de la población activa (EJC), en 2014 dicho porcentaje se situaba en el 1.14%. Sin embargo, en España, esta ocupación que había ido en aumento entre 2000 y 2010, refleja desde entonces una caída de hasta el 0.87% del total de la población activa en el 2014; la ocupación en dicho año fue de 200.333 empleados, unos 21.789 empleados menos que en el 2010, año de mayor ocupación; de ellos 122.235 son investigadores.

El total de empleados en actividades de I+D en términos de EJC sufrió en España un retroceso del 9.8% entre 2010 y 2014, algo menos que el experimentado por el número de investigadores (9.2 %), manteniéndose su proporción sobre el total de personal empleado en I+D en alrededor del 63 % en ese periodo (Figuras 9 y 10).

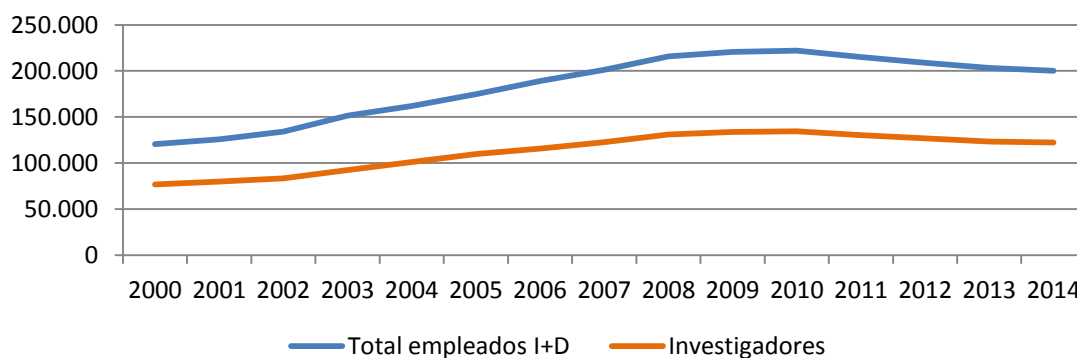
Entre los años 2005, 2010 y 2014 se puede observar las consecuencias de la recesión para el empleo en I+D. El personal investigador fue el que más ha sufrido en estos años, de 2005 a 2010 consiguió incrementar su plantilla en 24.933 empleados más, que se ha visto reducida en el 2014 con 12.418 empleados menos. Por otro lado, la reducción para los técnicos fue del 10.4% y para los auxiliares del 11.5% (Figura 11).

Figura 9. Personal I+D (EJC) de España y UE-28 (% población activa). 2000-2014.

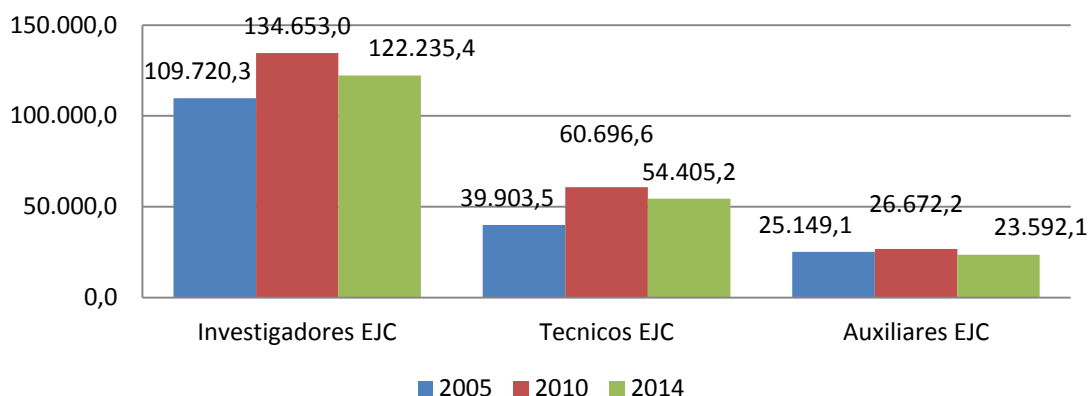


Fuente: Elaboración propia a partir de Eurostat, *Main indicators. R&D expenditure by sectors.*

Figura 10. Personal en I+D e investigadores en España (miles de euros). 2000-2014



Fuente: Elaboración propia a partir del INE, Indicadores de Ciencia y Tecnología.

Figura 11. Personal empleado en I+D por ocupación (EJC). 2005-2010-2014

Fuente: Elaboración propia a partir del INE, Estadísticas I+D 2005, 2010 y 2014.

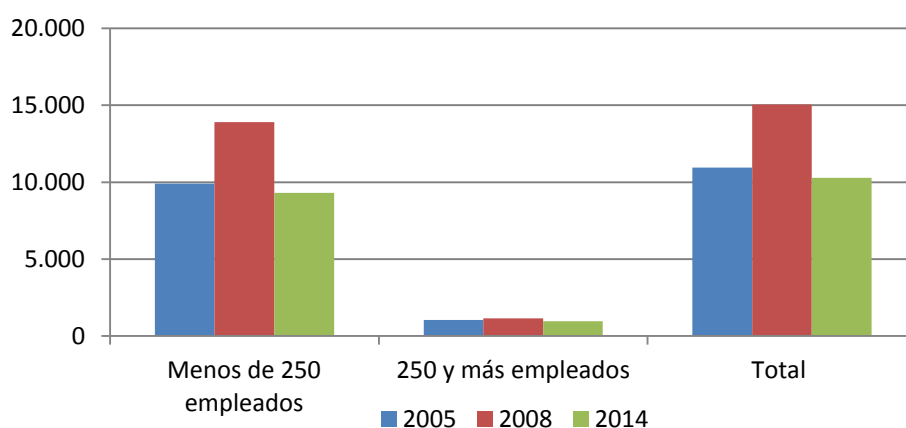
El I+D empresarial

Sin ninguna duda, la parte más débil del I+D es el sector empresarial. Esto se debe principalmente a que en nuestro sector productivo siempre han tenido poco peso las empresas que demandan tecnología para ser competitivas. España ha conseguido altas cotas de desarrollo, gracias a ventajas cuyo mantenimiento es menos arriesgado que la inversión en creación y uso de conocimiento. Asimismo, las grandes empresas de nuestro país son muy poco activas en realización de I+D, puesto que, la mayoría de pertenecen a sectores como los servicios que, cuando recurren a tecnología, la adquieren mediante importación. Esto conlleva a que la I+D empresarial sea desarrollada en mayor medida por pymes. Así pues, la actividad empresarial en I+D es realizada por un escaso número de empresa, que no ha dejado de disminuir en los últimos años.

Desde el año 2005 hasta el 2008 se observó un aumento del 37% de las empresas que declaraban tener actividades de I+D, dicha situación se ha declinado con la crisis económica, de las 15.049 empresas en 2008 inmersas en I+D, en 2014, sólo se registraron 10.275, lo que supuso un descenso del 32%. Las que más han sufrido han sido las empresas de menos de 250 empleados, cuyo descenso entre 2008 y 2014 fue del 33%, frente a las grandes empresas (más de 250 empleados) con una disminución del 16%. Si bien es cierto, que la mayoría de empleados en actividades de I+D se registran en las empresas pequeñas (menos de 250

empleados), por lo que las consecuencias para ellas serán más desfavorables (Figura 12).

Figura 12. Número de empresas con actividad en I+D, según tamaño 2005-2008-2014.



Fuente: Elaboración propia a partir del INE, Estadísticas I+D 2005, 2008 y 2014.

Las patentes

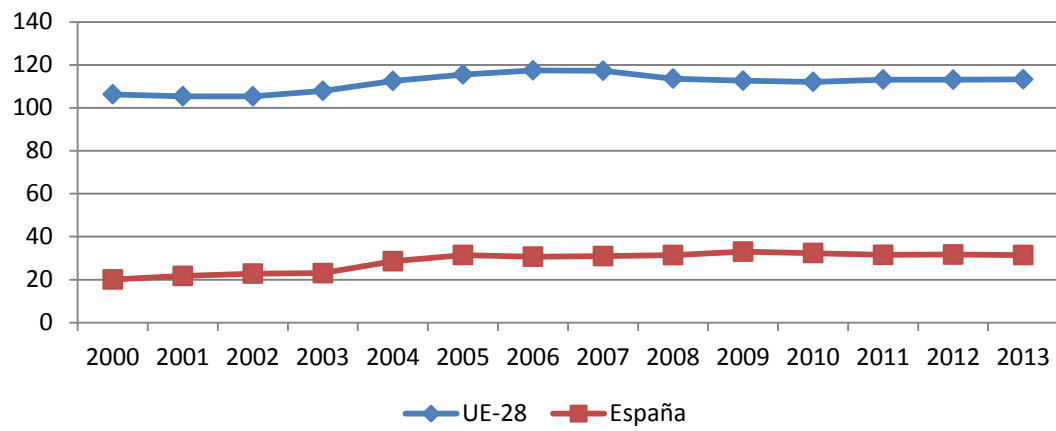
Por último, vamos a hacer una breve referencia a uno de los indicadores más empleados para medir la capacidad de explotar el conocimiento y su poder para transformarlo en ganancia económica como es la propiedad industrial.

La legislación española vigente define como patente al «título que reconoce el derecho a explotar en exclusiva determinada invención con aplicación industrial, impidiendo a terceros su fabricación, venta o utilización sin consentimiento del titular»¹².

Es exactamente aquí donde se encuentra uno de los claros atrasos entre España y la Unión Europea. Mientras que la UE-28 registró un total de 113,27 solicitudes en 2013, España sólo alcanzó el 31,42 millones de solicitudes por habitante (Figura 13).

¹² Definición incluida en la Ley 11/86 de 20 de marzo, de patentes de invención y modelos de utilidad

Figura 13. Número de solicitudes de patentes en España y UE-28 (por millones de habitante). 2000-2013



Fuente: Elaboración propia a partir del Eurostat, Main indicators. R&D expenditure by sectors.

3. Especialización productiva de España a través de las TIOE 2010

En este apartado vamos a proceder al análisis intersectorial de España, mediante la utilización de las Tablas Input-Output. La naturaleza del análisis input-output consiste en percibir la relación existente entre todos los sectores de una economía. Cada industria utiliza productos de cada rama como inputs intermedios y su output es utilizado como consumo intermedio para otras ramas.

Para realizar el análisis se han utilizado las tablas input-output que proporciona el INE para el año 2010, en concreto las tablas con datos interiores – sin importaciones- puesto que arrojan una mayor especialización productiva de España. Es importante destacar que ésta es la última tabla input-output disponible. Esta tabla cuenta con una desagregación del entramado productivo nacional de 64 ramas de actividad; 3 ramas de producción primaria, 24 ramas del sector industrial y 37 ramas del sector servicios¹³.

El objetivo es establecer cuáles de estas ramas se presentan más representativas dentro del aparato productivo español y cuáles son los vínculos existentes de unas ramas con las otras; en concreto, el objetivo que se busca es el de conocer la importancia que tiene el sector de Investigación y Desarrollo para el conjunto de la economía española y ver con cuales de las distintas ramas están ligadas a él.

¹³ En el Anexo 1.a se encuentra la clasificación de las 64 ramas.

3.1 El modelo Input-Output de Leontief

Las tablas Input-Output permiten un análisis estructural de la composición de la economía y el sistema productivo en su conjunto. Esta metodología input-output tiene su punto de partida en los trabajos llevados a cabo por Leontief (1936) que desarrolla e implanta las denominadas tablas Input-Output (TIO), un instrumento estadístico-contable en el que se representan la totalidad de las operaciones de producción y distribución que tienen lugar en una economía en un periodo determinado de tiempo (un año)¹⁴.

El modelo propuesto por Leontief ha sido un impulsor de estudios científicos que han contribuido a conocer mejor las actividades económicas y su evolución tanto en un ámbito nacional como a otros de mayor desagregación.

Los supuestos de partida del análisis input-output se puede resumir en los siguientes: (i) *Hipótesis de Homogeneidad*: cada producto es suministrado sólo por una rama de actividad y cada rama produce un único producto. (ii) *Hipótesis de Proporcionalidad*: la cantidad de cada input utilizada varía proporcionalmente con el output total del sector. (iii) *Hipótesis de Aditividad*: el efecto total de varios tipos de producción constituye la suma de los efectos individuales.

Leontief llegó a desarrollar dos modelos especialmente distintos, un modelo cerrado y meramente descriptivo en el que ninguna de las variables es exógenas; al que sustituyó por un modelo abierto en el que las variables endógenas son las que han de explicarse, mientras que las variables exógenas son variables explicativas y deben influir en el comportamiento de las variables endógenas sin estar influidas por ellas. En la práctica, los Outputs Totales (X_1, X_2, \dots, X_n) son las variables endógenas y los elementos de la Demanda Final (D_1, D_2, \dots, D_n) constituyen las variables exógenas. El esquema del modelo abierto queda como sigue:

¹⁴ En este apartado seguiremos de forma general los libros de Pulido y Fontela (1993) y Muñoz Ciudad (1992).

y por columnas:

$$\begin{aligned}
 &x_{11} + x_{21} + \dots + x_{i1} + \dots + x_{n1} + F_1 = X_1 \\
 &\dots\dots\dots \\
 &x_{1j} + x_{2j} + \dots + x_{ij} + \dots + x_{nj} + F_j = X_j \quad (2) \\
 &\dots\dots\dots \\
 &x_{1n} + x_{2n} + \dots + x_{in} + \dots + x_{nn} + F_n = X_n
 \end{aligned}$$

Los parámetros del modelo son los denominados *coeficientes técnicos* que representan las necesidades que una rama tiene de los productos de otra para cumplir sus fines productivos, definidos por el cociente:

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j}, \text{ donde se deduce que: } x_{ij} = a_{ij} X_j.$$

Sustituyendo esta expresión en (1) nos permite obtener el sistema de ecuaciones del modelo abierto de Leontief:

$$\begin{aligned}
 &a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n + D_1 = X_1 \\
 &a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n + D_2 = X_2 \\
 &\dots\dots\dots \\
 &a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{in}x_n + D_i = X_i \quad (3) \\
 &\dots\dots\dots \\
 &a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nn}x_n + D_n = X_n
 \end{aligned}$$

Así, conociendo los coeficientes técnicos de una economía, podemos fijar la cantidad de demanda final que debe satisfacerse en un momento dado y calcular qué cantidad debe producir cada rama de actividad. Tenemos, así, un sistema de igualdades en forma matricial (3) tal que; A es la matriz de orden nxn, de los coeficientes técnicos a_{ij} ; X el vector columna de orden nx1 de los outputs totales, y D el vector columna de orden nx1 de las demandas finales:

$$X = AX + D, \text{ donde se deduce, a través de un cálculo matricial: } X = [I - A]^{-1} D$$

Por tanto, la solución será un vector columna X resultante de multiplicar *la inversa de la matriz de Leontief* $[I-A]^{-1}$ por el vector columna D de las demandas finales, que

constituye la expresión matricial del modelo de Leontief en forma reducida, al venir expresada cada variable endógena X_i como una combinación lineal de las variables exógenas D_1, D^2, \dots, D_n .

3.2 Los Coeficientes de Chenery-Watanabe

En uno de los estudios más clásicos de desarrollo económico *The Strategy of Economic Development (1958)*, Hirschman resaltó por primera vez la importancia de las relaciones entre actividades económicas a través de los *eslabonamientos (linkages)*, que podría extraerse de una T.I.O. Distinguió entre *eslabonamientos hacia atrás (backward linkages)* o capacidad de una rama para producir efectos en otras, demandando inputs procedentes de otras; y, *eslabonamientos hacia delante (forward linkages)* o la medida en que los productos de una rama son necesarios como inputs para la producción de otras (Muñoz Ciudad, 1992, p.173).

Por su parte, Chenery-Watanabe efectuaron una clasificación de actividades económicas en función de la potencia de sus vínculos hacia delante y hacia atrás. Para ello, deciden utilizar la matriz de coeficientes técnicos.

Los eslabonamientos hacia atrás (μ) se calculan de la siguiente forma:

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ij}}{X_j}$$

Este índice mide el peso de los inputs intermedios en la producción de la rama j ; a través del cociente del total de consumos intermedios utilizados por la rama entre el valor de la producción.

Los eslabonamientos hacia delante (ω) se calculan como:

$$\omega = \frac{\sum_{j=1}^n x_{ij}}{X_i}$$

El índice mide el peso de los destinos intermedios en el total de destinos de la rama i ; mediante el cociente de los destinos intermedios de la rama i , y los destinos totales de los productos de la rama i .

Para realizar la clasificación se necesita un umbral de referencia, el cual se tomará con las medias de los eslabonamientos. Un índice μ_j elevado, es decir, superior al de la media de todas las ramas ($\mu_j > \bar{\mu}$) significa que es una rama muy demandante de inputs por unidad de producto. Una rama con un elevado ω_i ($\omega_i > \bar{\omega}$) indica que su orientación es vender productos con destino a ser utilizados por otras ramas es elevada¹⁵.

Por tanto, la clasificación de los coeficientes de Chenery-Watanabe, es la siguiente:

	$\omega_i > \bar{\omega}_i$	$\omega_i < \bar{\omega}_i$
$\mu_j > \bar{\mu}_j$	I. Manufactureras. Destino intermedio.	II. Manufactureras. Destino final.
$\mu_j < \bar{\mu}_j$	III. No manufactureras. Destino intermedio.	IV. No manufactureras. Destino final.

El orden de las actividades señalado anteriormente es relevante, puesto que las actividades con fuertes vínculos hacia atrás y hacia delante a la vez (actividades *manufactureras de destino intermedio*) serán clave para provocar sobre ellas presiones de desarrollo por su mayor capacidad para estimular a otras actividades económicas. Por el contrario, aquellas actividades con bajos eslabonamientos hacia atrás y hacia delante (actividades *no manufactureras de destino final*) se consideran sectores “no estratégicos”, puesto que no presentan posibilidades de arrastre respecto al resto de las ramas, es decir, sectores productivos que dependen en gran medida de las importaciones de inputs intermedios para llevar a cabo su producción.

¹⁵ Las medias se definen como:

$$\bar{\mu} = \bar{\omega} = \frac{\sum_i \sum_j x_{ij}}{\sum_i X_i} = \frac{\sum_i \sum_j x_{ij}}{\sum_j X_j}$$

Utilizando la metodología de Chenery-Watanabe se han calculado los eslabonamientos hacia delante y hacia atrás de la economía española tomando como base de datos la información de la TIOE 2010 con datos interiores. En la Tabla 3 se resumen las ramas más relevantes. (Ver resultados Anexo 1.b)

Tabla 3. Clasificación sectorial a partir del cálculo de los coeficientes de Chenery-Watanabe (valor de $\mu_j = \omega_i = 0,4159$)

	$\omega_i > \bar{\omega}_i$	$\omega_i < \bar{\omega}_i$
$\mu_j > \bar{\mu}_j$	<p>I. Manufactureras. Destino Intermedio</p> <p>Productos alimenticios, Productos textiles, Productos de metalurgia, Productos de madera y corcho, Servicios de edición, Servicios de alcantarillado, Productos metálicos, Equipo eléctrico, Servicios de almacenamiento y transporte, Energía eléctrica, Productos químicos.</p>	<p>II. Manufactureras. Destino Final</p> <p>Servicios viajes, Servicios de transporte marítimo, Servicios cinematográficos, Muebles, Servicios de transporte aéreo, Construcciones, Maquinaria</p>
$\mu_j < \bar{\mu}_j$	<p>III. No Manufactureras. Destino Intermedio</p> <p>Servicios de reparación, Productos de la agricultura la ganadería y la caza, Servicios auxiliares financieros, Otros servicios profesionales, Servicios de alquiler</p>	<p>IV. No Manufactureras. Destino Final</p> <p>Productos farmacéuticos, Servicios de reparación, Servicios de alojamiento, Servicios de comercio al por mayor y al por menor, Servicios artísticos, Servicios de comercio al por menor, Servicios de programación, Servicios de investigación y desarrollo</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de la TIOE 2010 (sin importaciones), INE.

Hasta ahora hemos calculado los coeficientes interindustriales que reflejan los eslabonamientos directos sin tener en cuenta el peso que ocupa cada sector en el total de producción. Para obtener una clasificación más cercana a la realidad económica, esta vez vamos a calcular los *encadenamientos directos ponderados*, es decir, unos nuevos coeficientes teniendo en cuenta el tamaño del sector dentro del conjunto de la economía. En concreto, teniendo en cuenta la proporción del input (output) sectorial sobre el input (output) total nacional. Matemáticamente:

$$\mu_{aj} = \mu_j \frac{X_j}{\sum_j X_j} \quad \omega_{ai} = \omega_i \frac{X_i}{\sum_j X_j}$$

Por consiguiente las nuevas medias se calcularán de la siguiente manera: $\overline{\mu_\alpha} = \overline{\omega_\alpha} = \bar{\mu} \frac{1}{n} = \bar{\omega} \frac{1}{n}$, siendo n el número de ramas de actividad consideradas (en nuestro caso 64).

Los resultados de los nuevos eslabonamientos ponderados para las 64 ramas productivas en la TIOE 2010 se presentan de forma resumida en la Tabla 4. (Ver Anexo 1.c) Con estos nuevos datos la clasificación sectorial cambia. Según esta nueva clasificación lo que nos llama especialmente la atención es la cantidad de ramas que se ubican como sectores no estratégicos, igual que en la tabla anterior I+D sigue permaneciendo a la sección IV (no estratégicos); sin embargo destacamos la incorporación de dos nuevas ramas al grupo de sectores estratégicos: Construcciones y Productos agrícolas, ganaderos y caza. Por el contrario, ramas como Servicios textiles o Equipos Eléctricos pasaron de ser sectores estratégicos a situarse como no estratégicos.

Tabla 4. Clasificación sectorial a partir del cálculo de los coeficientes de Chenery-Watanabe ponderados (valor de $\mu_\alpha = \omega_\alpha = 0,0065$)

	$\omega_i > \bar{\omega}_i$	$\omega_i < \bar{\omega}_i$
$\mu_j > \bar{\mu}_j$	<p>I. Manufactureras. Destino Intermedio</p> <p>Construcciones, Productos alimenticios, Servicios de comercio al por mayor, Energía eléctrica, Servicios inmobiliarios, Productos de metalurgia, Servicios de almacenamiento y transporte, Productos químicos, Productos metálicos, Productos de la agricultura, la ganadería y la caza.</p>	<p>II. Manufactureras. Destino Final</p> <p>Servicios de comercio al por menor, Servicios de alojamiento, Servicios de atención sanitaria, Vehículos de motor, Servicios de administración pública y defensa.</p>
$\mu_j < \bar{\mu}_j$	<p>III. No Manufactureras. Destino Intermedio</p> <p>Otros productos minerales no metálicos, Servicios de reparación, Servicios de seguridad, Servicios financieros, Servicios jurídicos, Servicios de publicidad, Servicios de reparación</p>	<p>IV. No Manufactureras. Destino Final</p> <p>Productos textiles, Servicios de comercio al por mayor y al por menor, Equipo eléctrico, Servicios de alcantarillado, Maquinaria, Servicios de programación, Servicios de seguros, Productos de caucho y plásticos, Muebles, Servicios de artísticos, Servicios de educación, Servicios deportivos, Servicios de investigación y desarrollo científico,</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de la TIOE 2010 (sin importaciones), INE.

3.3 Ligazones de Streit

Además de los eslabonamientos hacia delante y hacia atrás, calculados en el epígrafe anterior, podemos calcular los eslabonamientos entre una rama y cada una de las ramas de la economía. Para ello hacemos referencia a las aportaciones de Streit en *Spatial associations and economic linkages between industries* (1969). A partir de la matriz de transacciones intermedias se pueden determinar qué ramas aparecen habitualmente interrelacionadas entre sí, pudiendo llegar a formar complejos industriales y establecerse juntas en el espacio (Streit, 1969).

Nuestro estudio del aparato productivo español parte del cálculo de las ligazones de oferta y demanda de las 64 ramas de actividad recogidas en la TIOE 2010 y de los Coeficientes de Streit, ampliando el análisis con la utilización de otras técnicas. El objetivo es establecer las relaciones interindustriales del sistema productivo nacional y determinar qué efectos de arrastre ejercen.

Las ligazones específicas de oferta (LEO) y de demanda (LED) nos indicarían que dos i, j están ligados, si existe una transacción entre ambas por la que una utiliza los productos de la otra como output o como input intermedio de su propio proceso productivo. Así, pues, se definen de la siguiente manera:

LEO_{ij} es el cociente entre el valor de las ventas de consumos intermedios de la rama i a la rama j (x_{ij}) y el total de consumos intermedios producidos por la rama i :

$$LEO_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n CI_i}$$

LED_{ij} como el cociente entre el valor de las compras de inputs intermedios de la rama j a la rama i (x_{ij}) y el total de inputs intermedios demandados por la rama j :

$$LED_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{j=1}^n II_j}$$

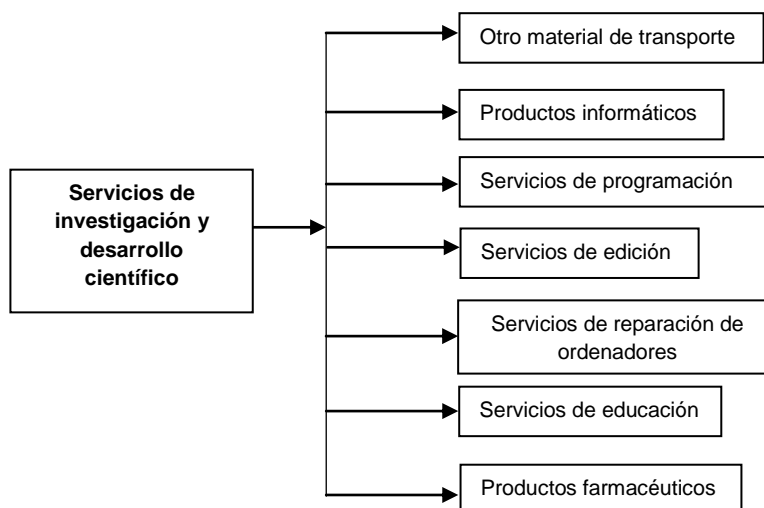
A partir de los datos de la matriz de transacciones intermedias con datos interiores se han construido las matrices que incluyen los valores obtenidos de las

ligazones específicas de oferta y las ligazones específicas de demanda para España. Para seleccionar aquellas ramas que se identifican como relevantes o polarizadoras, es necesario establecer un umbral de referencia restringido (en nuestro estudio $>0,15$) para cual se cumplan los objetivos perseguidos en este análisis. Además, consideramos como rama polarizadora si presenta como mínimo 3 conexiones relevantes o vínculos con otras ramas. (Ver Anexo 1.d)

Por tanto, siguiendo la metodología, el resultado ha sido una selección de 19 ramas de actividad consideradas los nodos de la red productiva de la economía nacional: Productos alimenticios, Madera y corcho, Productos del papel, Productos químicos, Productos de metalurgia, Energía eléctrica, Vehículos de motor, Construcciones, Servicios de comercio al por mayor, Servicios de transporte terrestres, Servicios de almacenamiento, Servicios de alojamiento, Servicios financieros, Servicios auxiliares a los servicios financieros, Servicios inmobiliarios, Servicios de agencia de viaje, Servicios de atención sanitaria, Servicios artísticos y Servicios deportivos.

En el caso concreto del sector de I+D debemos relajar el umbral (>0.015), de manera que por el lado de la oferta esta ligado a: Productos farmacéuticos, Productos informáticos, Otro material de transporte, Servicios de edición, Servicios de programación, Servicios de investigación y desarrollo científico, Servicios de educación y Servicios de reparación de ordenadores; por el lado de la demanda con el mismo (Figura 14, ordenados de mayor a menor).

Figura 14. Ligazones de oferta y demanda del sector de I+D



Este estudio se suele completar con el cálculo de los Coeficientes Simétricos de Streit (CS_{ij}). El cálculo se centra en una media aritmética simple de las cuatro ligazones existentes entre dos ramas cualesquiera i y j (dos de oferta y dos de demanda) relativizados con el número total de relaciones que admite cada una de las ramas implicadas. El resultado es una matriz cuadrada (64 filas, 64 columnas) de Coeficientes de Streit sin importaciones. Matemáticamente:

$$CS_{ij}^R = \frac{1}{4}(LEO_{ij}^R + LEO_{ji}^R + LED_{ij}^R + LED_{ji}^R)$$

A partir de esta nueva matriz, se pueden seleccionar aquellas ramas que presentan unos vínculos relevantes entre sí con ligazones específicas de Streit superiores al umbral 0,1 y aquellas ramas con 3 o más vínculos con otras, se obtienen, por tanto, las siguientes ramas con sus respectivas ligazones:

Tabla 5. Ramas relevantes TIOE 2010 a través del cálculo de los Coeficientes de Streit (umbral >0,10)

Ramas TIOE 2010	Ramas a las que se vincula relevantemente (de mayor a menor)*
5.Productos alimenticios	2,1,36 ,3
15.Productos de metalurgia y productos metálicos	15,16,19,18
27.Construcciones	27,14,44
34.Servicios de almacenamiento y transporte	34,31,32
36.Servicios de alojamiento	52,3,5
44.Servicios inmobiliarios	41,30,27

*Ver la Clasificación de las ramas TIOE 2010 en Anexo 1.a

Fuente: Elaboración propia a partir de la TIOE 2010 (sin importaciones), INE.

Además, si se pretende estudiar las relaciones existentes entre una rama productiva concreta y el conjunto de todas las existentes en la economía española, se utiliza el *Coeficiente de ligazón Global (CSGi)* calculado también sin importaciones, y

el umbral de relevancia utilizado sería el *Coficiente de ligazón global medio* (*CSGmedio*)¹⁶:

$$CSG_i = \sum_j CS_{ij} \qquad CSG_{medio}_i = \frac{\sum_{i=1}^{66} \sum_{j=1}^{66} CS_{ij}}{66}$$

De esta manera, se presenta la Tabla 6, que muestra aquellas ramas de actividad que presentan unos coeficientes relevantes superiores al coeficiente global medio, es decir, se destacan aquellos sectores más intensamente relacionados con el sistema productivo nacional a través de las transacciones interindustriales de productos intermedios interiores. Donde, dentro de esta clasificación, se muestran más significativas las ramas: Construcciones, Servicios al por mayor y Productos alimenticios.

Tabla 6. Ramas TIOE 2010 con el Coeficiente de Streit Global relevantes (CSG medio = 0.97)

Ramas TIOE 2010	CSG _i
5.Productos alimenticios	1,9094
11.Productos químicos	1,3404
15.Productos de metalurgia	1,4158
16.Productos metálicos	1,0499
20.Vehículos de motor	1,0987
23.Servicios de reparación	1,0419
24.Energía eléctrica	1,8728
27.Construcciones	2,3933
29.Servicios de comercio al por mayor	2,1140
30.Servicios de comercio al por menor	1,8038
31.Servicios de transporte terrestre	1,3536
34.Transporte y almacenamiento	1,4659
36.Servicios de alojamiento	1,3089
39.Servicios de telecomunicaciones	1,2309
41.Servicios financieros	1,2986
44.Servicios inmobiliarios	1,6801
45.Servicios jurídicos y contables	1,1739
46.Servicios técnicos de arquitectura e ingeniería	1,0704
48.Servicios de publicidad y de estudio de mercado	1,0276
50.Servicios de alquiler	0,9735
53.Servicios de seguridad e investigación	1,4211
56.Servicios de atención sanitaria	1,2602

Fuente: Elaboración propia a partir de la TIOE 2010 (sin importaciones), INE.

¹⁶ En nuestro estudio los sectores seleccionados serán aquellos que presenten valores superiores a 0,97.

Adicionalmente, se han calculado los *Coefficientes globales de Streit ponderados* (CSP_{ij}), teniendo en cuenta la aportación en tanto por uno de cada rama al valor añadido total de España. Tomando como referencia el *Coefficiente global de Streit ponderado medio* (CSP_{medio})¹⁷:

$$CSP_{ij} = \sum_j \sum_j CS_{ij} \frac{VAB_i}{VAB_T} \qquad CSP_{medio} = \frac{\sum_{i=1}^{66} \sum_{i=j}^{66} CS_{ij} \frac{VAB_i}{VAB_T}}{66}$$

El resultado, en esta ocasión, a la vista de la Tabla 7, es una selección de 16 ramas con valores superiores al coeficiente ponderado medio que refleja de forma más restringida el entramado del sistema productivo nacional. En esta clasificación sólo las ramas Construcciones, Servicios inmobiliarios y Servicios de comercio al por mayor se presentan mas representativas.

Tabla 7. Ramas TIOE 2010 con Coeficientes de Streit Ponderados relevantes (CSP medio = 0,0207)

Ramas TIOE 210	CSP _i
5.Productos alimenticios	0,0454
24.Energía eléctrica	0,0466
27.Construcciones	0,2130
29.Servicios de comercio al por mayor	0,1035
30.Servicios de comercio al por menor	0,0532
31.Servicios de transporte terrestre	0,0311
34.Servicoss de almacenamiento y transporte	0,0277
36.Servicios de alojamiento	0,0817
39.Servicios de telecomunicaciones	0,0229
41.Servicios financieros	0,0378
44.Servicios inmobiliarios	0,2074
45.Servicios jurídicos y contables	0,0216
53.Servicios de seguridad e investigación	0,0391
54.Servicios de administración pública y defensa	0,0480
55.Servicios de educación	0,0407
56.Servicios de atención sanitaria	0,0617

Fuente: Elaboración propia a partir de la TIOE 2010 (sin importaciones), INE.

¹⁷ En nuestro estudio los sectores seleccionados serán aquellos que presenten valores superiores a 0,0207

El resultado obtenido a partir de estos coeficientes nos ayuda a entender la realidad productiva nacional a través de un grupo de sectores relevantes que se destacan del resto por la intensidad de vínculos que mantienen entre ellos y con la economía española. Así pues, tras el análisis de los coeficientes anteriores y al igual que con los Coeficientes de Chenery-Watanabe se presentan como ramas significativas de la economía productiva española las siguientes: Productos alimenticios, Construcciones, Servicios de comercio al por mayor, Servicios de almacenamiento y transporte, Servicios de alojamiento y Servicios inmobiliarios. Atendiendo a la clasificación de la rama 47. Servicios de investigación y desarrollo científico esta ocupa una posición como sector no estratégico y con pocas posibilidades de arrastre con el resto de las ramas, incluso aquellas ramas con las que está ligado tampoco se muestran significativas para el conjunto de la economía española.

4. El multiplicador del valor añadido

La metodología inpu-output, a través de los estudios de impacto, permite cuantificar los efectos en términos de valor añadido sobre la economía nacional y sus sectores productivos.

4.1 Metodología

El multiplicador del valor añadido nos indica cuantos euros se genera en la economía por cada euro gastado inicialmente como consecuencia de la actividad económica de los sectores relacionados. La idea es que una variación en la demanda final provoca un cambio en la producción nacional que genera a su vez una alteración en el VAB.

El cálculo del multiplicador del valor añadido para cada sector vedrá determinnado por la siguiente expresión:

$$X = VAB * (I - A^d)^{-1}$$

Donde X es la producción, VAB es el vector de coeficientes de valor añadido a precios básicos por unidad de producción efectiva (VABpb / PEpb), I es la matriz identidad, A es la matriz de coeficientes internos y, por tanto, $(I - A^d)^{-1}$ es la matriz inversa interior, emplearemos “ \hat{g} ” para indicar la diagonalización del vector de VAB.

El producto de la matriz diagonalizada (\hat{g}) de los coeficientes de valor añadido por la matriz inversa de Leontief es lo que denominamos multiplicadores totales del valor añadido, estos vienen determinados por la siguiente expresión:

$$X = \hat{g} * (I - A^d)^{-1}$$

El resultado será, por tanto, una matriz nxn de multiplicadores totales de producción para cada sector, donde cada elemento de la matriz indica la producción total requerida por el sector i para que el sector j produzca una unidad de output para la demanda final.

Ademas, se ponderará la matriz anterior por el coeficiente de inversión ($FBCf/FBCf_T$), este nos permite determinar el nivel de esfuerzo en inversión que tiene que hacer cada rama productiva sobre el total de inversión del conjunto de la economía nacional. En el siguiente apartado se muestran los resultados obtenidos.

4.2 Resultados

4.2.1 Modelo de demanda

El modelo de demanda nos permite cuantificar los efectos que tienen diferentes variaciones de la demanda sobre la producción efectiva de los sectores productivos.

Partiendo de la ecuación de producción (X) de la economía, el modelo de demanda se plantea de la siguiente forma: $X_n = \sum x_{nn} + D_n$ (1). Definiendo los coeficientes técnicos interiores como $a_{ij} = x_{ij} / X_j$, de tal manera que $x_{ij} = a_{ij} * X_j$, sustituyendo en (1) las x_{ij} por los correspondientes $a_{ij}X_j$ se transforma en: $X_n = \sum a_{nn}X_n + D_n$. Que en forma matricial se representa como $[I - A] [X] = D$, siendo I la matriz identidad, A la matriz de coeficientes técnicos y D el vector de demanda final, en ambos casos interiores. Despejando el vector de producción por productos obtenemos la ecuación fundamental del modelo (conocida como la *matriz inversa de Leontief*):

$$X = (I - A)^{-1} D$$

Partiendo de la expresión anterior, se sustituye el vector de demanda por un nuevo vector, que denominaremos vector de impacto (D'), donde vamos a suponer cero la demanda de todos los sectores y 1 la demanda del sector de I+D. El resultado será un nuevo vector de producción (X^*) que contendrá el efecto multiplicador de una unidad monetaria invertido en el sector de I+D. En otros términos, se calculan los efectos multiplicadores en tantos por uno. La nueva ecuación será expresada de la siguiente manera:

$$X^* = (I - A)^{-1} D^*$$

A continuación presentamos los resultados en la Tabla 8 (de mayor a menor los más relevantes); a la vista de los datos decimos que por cada aumento en una unidad de la demanda interior del sector de I+D, la producción se verá incrementada, en tanto por uno, en 1,0239. (Ver resto de ramas en Anexo 2):

Tabla 8. Ramas relevantes a través de la matriz inversa interior (sector de I+D = 1, resto de sectores = 0)

Ramas TIOE 2010	$X^* = (I - A)^{-1} D^*$
47.Servicios de investigación y desarrollo científico	1,0239
24.Energía eléctrica	0,0360
53.Servicios de seguridad	0,0244
44.Servicios inmobiliarios	0,0206
27.Construcciones	0,0205
15.Productos de metalurgia	0,0191
46.Servicios técnicos de arquitectura e ingeniería	0,0176
45.Servicios jurídicos y contables	0,0162
11.Productos químicos	0,0152

Fuente: Elaboración propia a partir de la TIOE 2010 (sin importaciones), INE.

4.2.2 Multiplicador de valor añadido

Las ramas que cuentan con un multiplicador de VAB más elevado son las que se recogen en la Tabla 9, aquellas que realizan mayor esfuerzo en términos de VAB. En el caso del sector de I+D, por cada euro utilizado en dicho sector se genera, en tanto por uno, 0.6992 para el conjunto de la economía nacional, ocupando la posición 32 en la clasificación del cálculo del multiplicador. (Ver resto de ramas Anexo 2)

Tabla 9. Multiplicador del Valor Añadido

Ramas TIOE 2010	$X = VAB * (I - A^d)^{-1}$
44.Servicios inmobiliarios	1,9434
24.Energía eléctrica	1,7685
29.Servicios de comercio al por mayor	1,6208
53.Servicios de seguridad	1,5833
41.Servicios financieros	1,4786
34.Servicios de almacenamiento y transporte	1,3530
45.Servicios jurídicos y contables	1,2562
27.Construcciones	1,2153
31.Servicios de transporte terrestre	1,1609
39.Servicios de telecomunicaciones	1,0352
47.Servicios de investigación y desarrollo científico	0,6992

Fuente: Elaboración propia a partir de la TIOE 2010 (sin importaciones), INE.

A continuación se ha calculado los multiplicadores totales de producción para cada sector a través de la expresión: $X = \hat{g} * (I - A^d)^{-1} * D$. Los resultados obtenidos se refieren al efecto multiplicador de un incremento en una unidad monetaria en la demanda final en cada uno de los sectores tomados de forma independiente; nos muestran el esfuerzo que tiene que hacer cada una de las ramas en el conjunto de la economía. En el caso de la rama 47. I+D el aumento unitario de demanda final se corresponde en su totalidad a FBC. La Tabla 10 muestra los resultados de las ramas más relevantes (de mayor a menor). (Ver resto de ramas Anexo 2).

Tabla 10. Multiplicador del Valor Añadido diagonalizado por la demanda unitaria

Ramas TIOE 2010	$X = \hat{g} * (I - A^d)^{-1} * D$
44.Servicios inmobiliarios	2,7949
53.Servicios de seguridad	2,0922
29.Servicios de comercio al por mayor	1,9113
41.Servicios financieros	1,8724
24.Energía eléctrica	1,5196
45.Servicios jurídicos y contables	1,5113
34.Servicios de almacenamiento y transporte	1,4773
31.Servicios de transporte terrestre	1,3257
27.Construcciones	1,1382

Fuente: Elaboración propia a partir de la TIOE 2010 (sin importaciones), INE.

Como se puede observar, ante un incremento unitario de demanda final la rama que sufre más efectos de arrastre sobre el valor añadido será Servicios inmobiliarios (2,7), Servicios de comercio al por mayor, Servicios financieros, Energía Eléctrica, Servicios de transporte terrestre y Construcción.

La nueva metodología del Sistema de Europeo de Cuentas Nacionales (SEC-2010) introduce en el cálculo de las cuentas de la Nación el gasto en I+D, pasando de ser tratado como gasto corriente a ser considerado gasto de capital; bien entendido que todo el gasto de I+D se va a corresponder a Formación Bruta de Capital (Cañada, 2010).

A continuación, calculamos el multiplicador del valor añadido ponderando el resultado por la participación de la formación bruta de capital fijo de cada rama sobre el total de España en 2010, es decir, el coeficiente de inversión. Se presenta la Tabla 11 con los resultados obtenidos de las ramas más significativas en cuanto al esfuerzo que realizan en FBC (de mayor a menor). (Ver resto de ramas Anexo 2)

Tabla 11. Multiplicador del VAB diagonalizado ponderado por la FBCf

Ramas	$X = \hat{g} * (I - A^d)^{-1} * (FBCf/FBCf_T)$
27.Construcciones	0,3379
29.Servicios de comercio al por mayor	0,0454
47.Servicios de investigación y desarrollo científico	0,0440
40.Servicios de programación	0,0367
44.Servicios inmobiliarios	0,0345
46.Servicios técnicos de arquitectura e ingeniería	0,0333
45.Servicios jurídicos y contables	0,0239
23.Servicios de reparación	0,0211

Fuente: Elaboración propia a partir de la TIOE 2010 (sin importaciones), INE.

Los datos anteriores posicionan al sector de I+D en la tercera posición con mayor coeficiente de inversión, como no podía ser de otra manera, dado que I+D es una rama que solamente recibe gasto en forma de FBC. Este resultado es lógico, puesto que la rama de I+D ocupa el segundo lugar en la clasificación de las ramas que más incorpora FBC. (Ver Anexo 2).

Por tanto, a través del cálculo de los distintos multiplicadores resaltamos aquellas ramas que se muestran como las más importantes de la especialización productiva de España: Construcciones, Servicios al por mayor, Servicios inmobiliarios, Servicios jurídicos y contables, y Servicios financieros; que ya se presentaban como ramas polarizadoras de la economía española a través de la clasificación realizada en el epígrafe anterior por Chenery-Watanabe y Streit.

Teniendo en cuenta las aportaciones teóricas que relacionan positivamente el I+D con el crecimiento económico podemos decir que las regiones en las cuales se concentra un tejido industrial altamente dinámico y con elevados índices de innovación son capaces de generar un elevado volumen de riqueza y beneficiarse de un efecto multiplicador del valor añadido producido por los servicios especialmente a través de las actividades comerciales, financieras y de I+D.

El multiplicador se representa como el efecto de arrastre de un sector en expansión sobre el valor añadido de todos los que le suministran recursos por vía directa e indirecta.

Conclusiones

Las teorías de crecimiento económico defienden los efectos positivos que el I+D presenta sobre el crecimiento económico, resaltándolo como principal fuente de crecimiento para un país.

España como país desarrollado participa en incorporar a su estructura productiva la utilización de I+D. Sin embargo, el estudio comparado realizado en el presente trabajo pone de manifiesto la posición desfavorable en cuanto a I+D en relación al entorno económico donde se enmarca. Como pudimos ver el gasto de I+D en porcentaje del PIB (1.23%) se encuentra bastante alejado del de la media de la UE-28 con un 2.03% de representación.

A pesar de que en los últimos años se han establecido medidas para fomentar, alentar y desarrollar las actividades de I+D+i, España se incluye entre los países alejados de alcanzar el objetivo de gasto en I+D respecto al PIB propuesto para el año 2020. La falta de recursos, y sobre todo, la carencia de mentalidad innovadora, son algunas de las debilidades más evidentes del sistema español de ciencia y tecnología, y un importante problema para mejorar la competitividad estructural de la economía.

No obstante, el retraso de este país en I+D se ha agravado a raíz de la crisis económica de los últimos años, debido principalmente a la reducción de fondos, tanto públicos como privados, que han ralentizado el crecimiento sostenido de los años previos.

Para determinar de manera más concisa la importancia de este sector en el conjunto de la economía española el estudio está basado en el análisis de la TIOE 2010 con datos interiores. Analizando los resultados se ha constatado que la rama 47. “Servicios de investigación y desarrollo científico” es una rama muy poco significativa del conjunto de la economía española para el año analizado (2010).

Utilizando la metodología de Chenery-Watanabe llegábamos a la conclusión de que se trata de una rama que presenta pocas posibilidades de arrastre respecto al resto de ramas, es decir, no se muestra como una rama polarizadora de la economía española, por otro lado, con la metodología de los Coeficientes de Streit concluimos que se trataba de una rama con muy débiles ligazones con otras, al tener que establecer un criterio exigente para resaltar los vínculos con esta rama. Destacan, en este caso, ramas como: Otros material de transporte, Productos informáticos, Servicios de programación, Servicios de edición, Servicios de reparación de ordenadores, Servicios de Educación y Productos farmacéuticos.

Por el contrario, nos encontrábamos con ramas que se muestran polarizadoras de la economía española y que presentaban fuertes ligazones con otras como son: Productos alimenticios, Construcciones, Servicios de comercio al por mayor, Servicios de almacenamiento y transporte, Servicios de alojamiento y Servicios inmobiliarios.

Empleando el modelo input-output como metodología habitual para estudios de impacto observábamos a través del cálculo del multiplicador del valor añadido, que las ramas anteriormente citadas, tienen un peso importante en la estructura productiva española. En el caso concreto de la rama de I+D no se muestra como estratégica de la economía española, en cambio, si cuenta con un peso importante en cuanto a FBCf.

Por tanto, en función a lo recogido por las teorías endógenas de crecimiento que centran el crecimiento económico en el I+D, llegamos a la conclusión de que para el caso español, este sector no se presenta esencialmente impulsor del crecimiento, sino que los resultados nos arrojan otras ramas productivas como polarizadoras de la economía de España.

Bibliografía

- Alonso, J., Garcimartín, C. y Filliat, C. (2019). Crecimiento Económico y cambio estructural. En J. Alonso (Ed.), *Lecciones sobre economía mundial* (4th ed.), (pp.93-113). Navarra: Aranzadi.
- Cañada Martínez, A. (2010). Efectos de la capitalización de los gastos en I+D sobre las mediciones de la contabilidad nacional: aproximación a una cuenta satélite de I+D para España. *Información Comercial Española, ICE*, (853), 89-107. Recuperado a partir de http://www.revistasice.com/cachepdf/ICE_853_89-108__2AE5A00258123FF6428C1042A65A80A4.pdf
- Comisión Europea. (2015). *Innovation Union Scoreboard 2015* (p.10). Bruselas: Publications Office. doi: 10.2769/247779
- Consejo Económico y Social. (2015). *La situación de la I+D+i en España y su incidencia sobre la competitividad y el empleo*. Recuperado a partir de <http://www.ces.es/documents/10180/2471861/Inf0215.pdf>
- Fernández Redondo, M. (2004). *Política regional e interdependencia sectorial de la economía de Galicia un análisis a través de tablas input-output*. A Coruña. Fundación Pedro Barrié de la Maza.
- Galindo Martín, M. (2008). La innovación y el crecimiento económico una perspectiva histórica. *Economía Industrial*, (368), 17-25. Recuperado a partir de <http://www.minetur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/368/17.pdf>

Galindo Martín, M. (2011). Crecimiento Económico. *Información Comercial Española, ICE: Revista De Economía*, (858), 39-55. Recuperado a partir de http://www.revistasice.com/CachePDF/ICE_858_39-56__8C514DA83EDE4E6BB9EA8213B6E44EBE.pdf

Gaviria Ríos, M. (2007). El crecimiento endógeno a partir de las externalidades del capital humano. *Cuadernos De Economía*, 26(46), 51-73. Recuperado a partir de <http://file:///C:/Users/usuario/Downloads/Dialnet-EICrecimientoEndogenoAPartirDeLasExternalidadesDel-2578519.pdf>

Gerald Destinobles, A.: (2007) *Introducción a los modelos de crecimiento económico exógeno y endógeno*. Edición electrónica gratuita. Recuperado a partir de <http://www.eumed.net/libros/2007a/243/>

Chenery, H. B. y Watanabe, T. (1958). International comparisons of the structure of production. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 487-521.

Guzman Chavez, G. (2000). Las fuentes endógenas del crecimiento económico. *Economía Teoría y Práctica*, (13), 35-60. Recuperado a partir de http://www.izt.uam.mx/economiatyp/numeros/numeros/13/articulos_PDF/13_2_Las_fuentes_endogenas.pdf

Hernández Rubio, C. (2002). La teoría del crecimiento endógeno y el comercio internacional. *Cuadernos De Estudios Empresariales*, (12), 95-112. Recuperado a partir de <http://file:///C:/Users/usuario/Downloads/10680-10761-1-PB.PDF>

Kuznets, S. (1966). *Modern economic growth: rate, structure, and spread*. New Haven: Yale University Press.

Leontief, W. (1936). Quantitative Input and Output relations in the economic system of de United States en Kurz, H., Dietzenbacher, E. and Lager, C.: *Input-Output Analysis*, Edward Elgar Publishing Limited, UK, Vol.1, pp. 104-132, 1998

- Lucas, Robert E. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, (22). Recuperado a partir de <http://www.parisschoolofeconomics.eu/docs/darcillon-thibault/lucasmecanicseconomicgrowth.pdf>
- Mattos, C. (1999). Teorías del crecimiento endogeno: lectura desde los territorios de la periferia. *Estudos Avançados*, 13(36). doi:10.1590/s0103-40141999000200010
- Ministerio de Economía y Competitividad. (2007). *Estrategia Nacional de Ciencia y Tecnología 2013-2020* (pp. 6-42). Madrid: FECYT. Recuperado a partir de <http://www.idi.mineco.gob.es/stfls/MICINN/investigacion/FICHEROS/Encyt.pdf>
- Ministerio de Economía y Competitividad. (2007). *Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-2016* (pp. 6). Recuperado a partir de http://www.idi.mineco.gob.es/stfls/MICINN/Investigacion/FICHEROS/Plan_Estat_al_Inves_cientifica_tecnica_innovacion.pdf
- Mulet Meliá, J. (2016). *Las consecuencias de la reciente crisis económica para la innovación empresarial española*. Madrid: Fedea. Recuperado a partir de <http://documentos.fedea.net/pubs/eee/eee2016-04.pdf>
- Muñoz Ciudad, C. (1989). *Introducción a la economía aplicada. Cuentas nacionales, tablas input-output y balanza de pagos*. Espasa Calpe, 1992. (Capítulos 9 y 10)
- OCDE (2003). Manual Frascati 2002. *Propuestas de Norma Práctica para encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental*. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología. París. Recuperado a partir de http://www.idi.mineco.gob.es/stfls/MICINN/Investigacion/FICHEROS/ManuaFrascati-2002_sp.pdf
- Pulido San Román, A., & Fontela Montes, E. (1993). *Análisis input-output: Modelos, datos y aplicaciones* Ediciones Pirámide.

Romer, Paul. (1986) Increasing returns and long run growth. *Journal of Political Economy*, 94(5). Recuperado a partir de <http://www.parisschoolofeconomics.eu/docs/darcillon-thibault/paul-romer-increasing-returns-and-long-run-growth.pdf>

Sala-i-Martin, X. & Vila Artadi, E. (2000). *Apuntes de crecimiento económico*. Barcelona: A. Bosch.

Sorensen, P., Whitta-Jacobsen, H., Rabasco, E., Vera Grijalba, J., & Herrarte Sánchez, A. (2008). *Introducción a la macroeconomía avanzada*. Madrid: McGraw-Hill Interamericana.

Streit, M. (1969). Spatial associations and economic linkages between industries. *Journal of Regional Science*, 9(2), 177-188.

– *Fuentes estadísticas:*

Eurostat - <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database>

INE (Instituto Nacional de Estadística) - http://www.ine.es/inebmenu/mnu_imasd.htm

INE (Instituto Nacional de Estadística) – *Tablas input-Output 2010*
<http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=/t35/p008/&file=inebase>

Anexos

Anexo 1

a) Ramas de la TIOE 2010 (de la 1-64)

Ramas productivas

- 1.Productos de la agricultura
2. Productos de la silvicultura
3. Pescado
- 4.Industrias extractivas
- 5.Productos alimenticios
- 6.Productos textiles
- 7.Madera y corcho
- 8.Papel
- 9.Servicios de impresión
- 10.Coque y productos de petróleo
- 11.Productos químicos
- 12.Productos farmacéuticos
- 13.Productos de caucho y plásticos
- 14.Otros productos minerales no metálicos
- 15.Productos de metalurgia
- 16.Productos metálicos
- 17.Productos informáticos
- 18.Equipo eléctrico
- 19.Maquinaria
- 20.Vehículos de motor
- 21.Otro material de transporte
- 22.Muebles
- 23.Servicios de reparación
- 24.Energía eléctrica
- 25.Agua natural
- 26.Servicios de alcantarillado
- 27.Construcciones
- 28.Servicios de comercio al por mayor y al por menor
- 29.Servicios de comercio al por mayor
- 30.Servicios de comercio al por menor
- 31.Servicios de transporte terrestre
- 32.Servicios de transporte marítimo
- 33.Servicios de transporte aéreo
- 34.Servicios de almacenamiento
- 35.Servicios de correos y mensajería
- 36.Servicios de alojamiento
- 37.Servicios de edición
- 38.Servicios cinematográficos

- 39.Servicios de telecomunicaciones
- 40.Servicios de programación
- 41.Servicios financieros
- 42.Servicios de seguros
- 43.Servicios auxiliares a los servicios financieros
- 44.Servicios inmobiliarios
- 45.Servicios jurídicos y contables
- 46.Servicios técnicos de arquitectura e ingeniería
- 47.Servicios de investigación y desarrollo científico
- 48.Servicios de publicidad
- 49.Otros servicios profesionales, científicos y técnicos
- 50.Servicios de alquiler
- 51.servicios relacionados con el empleo
- 52.Servicios de agencias de viajes
- 53.Servicios de seguridad e investigación
- 54.Servicios de administración pública y defensa
- 55.Servicios de educación
- 56.Servicios de atención sanitaria
- 57.Servicios sociales
- 58.Servicios artísticos
- 59. Servicios deportivos
- 60. Servicios prestados por asociaciones
- 61.Servicios de reparación de ordenadores
- 62.Otros servicios personales
- 63.Servicios doméstico
- 64.Servicios de organizaciones y organismos extraterritoriales

Fuente: Elaboración propia a partir de la TIOE 2010. INE

b) Tabla 3. Clasificación sectorial a partir del cálculo de los coeficientes de Chenery-Watanabe (valor de $\mu_j = \omega_j = 0,4159$)

$$\omega_i > \bar{\omega}_i$$

$$\omega_i < \bar{\omega}_i$$

I. Manufactureras. Destino Intermedio	II. Manufactureras. Destino Final
<p>Productos alimenticios, Productos textiles, Productos de metalurgia, Productos de madera y corcho, Servicios de edición, Otros productos minerales, Servicios de alcantarillado, Productos metálicos, Equipo eléctrico, Transporte y almacenamiento, Servicios de impresión, Energía eléctrica, Productos químicos, Productos de papel, Servicios de publicidad, Productos de caucho y plásticos, Industrias extractivas, Servicios prestados por asociaciones, Otros productos minerales no metálicos, Servicios de comercio al por mayor, Servicios de telecomunicaciones Servicios de transporte, Servicios de mensajería y Servicios del agua.</p>	<p>Servicios viajes, Servicios de transporte marítimo, Servicios cinematográficos, Muebles, Servicios de transporte aéreo, Construcciones, Maquinaria, Servicios de seguros, Pescado, Productos informáticos, Vehículos de motor, Otro material de transporte y Servicios deportivos</p>

$$\mu_j > \bar{\mu}_j$$

$$\mu_j < \bar{\mu}_j$$

<p>III. No Manufactureras. Destino Intermedio</p> <p>Servicios de reparación , Productos de la agricultura la ganadería y la caza, Servicios auxiliares financieros, Otros servicios profesionales, Servicios de alquiler, Servicios jurídicos y contables, Servicios de seguridad e investigación, Servicios financieros, Productos de silvicultura y Servicios de empleo</p>	<p>IV. No Manufactureras. Destino Final</p> <p>Productos farmacéuticos, Servicios de reparación, Servicios de alojamiento, Servicios de comercio al por mayor y al por menor, Servicios artísticos, Servicios de comercio al por menor , Servicios de programación, Servicios sociales, Otros servicios personales, Servicios de atención sanitaria, Servicios de investigación y desarrollo, Servicios de administración pública y defensa, Servicios inmobiliarios, Coque y productos de refino de petróleo, Servicios de educación, Servicios de los hogares y Servicios de organizaciones</p>
---	--

Fuente: Elaboración propia a partir de la TIOE 2010 (sin importaciones), INE.

c) Tabla 4. Clasificación sectorial a partir del cálculo de los coeficientes de Chenery-Watanabe ponderados (valor de $\mu_\alpha = \omega_\alpha = 0,0065$)

$$\omega_i > \bar{\omega}_i$$

$$\omega_i < \bar{\omega}_i$$

$$\mu_j > \bar{\mu}_j$$

<p>I. Manufactureras. Destino intermedio</p> <p>Construcciones, Productos alimenticios, Servicios de comercio al por mayor, Energía eléctrica, Servicios inmobiliarios, Productos de metalurgia, Transporte y almacenamiento, Productos químicos, Servicios de transporte, Servicios de telecomunicaciones, Productos metálicos, Productos de la agricultura, la ganadería y la caza.</p>	<p>II. Manufactureras. Destino final.</p> <p>Servicios de comercio al por menor, Servicios de alojamiento, Servicios de atención sanitaria, Vehículos de motor, Servicios de administración pública y defensa</p>
--	--

$$\mu_j < \bar{\mu}_j$$

<p>III. No manufactureras. Destino intermedio.</p> <p>Otros productos minerales no metálicos, Servicios de reparación, Servicios de seguridad, Servicios financieros, Servicios jurídicos, Servicios de publicidad, Servicios de reparación</p>	<p>IV. No manufactureras. Destino final.</p> <p>Productos textiles, Servicios de comercio al por mayor y al por menor, Equipo eléctrico, Servicios de alcantarillado, Maquinaria, Servicios de programación, Servicios de seguros, Productos de caucho y plásticos, Muebles, Servicios de artísticos, Servicios de educación, Servicios deportivos, Servicios viajes, Servicios cinematográficos, Papel, Servicios sociales, Otro material de transporte, Servicios de impresión, Servicios de edición, Servicios de investigación y desarrollo científico, Servicios de transporte aéreo, Servicios auxiliares financieros, Servicios de alquiler , Otros servicios profesionales, Productos de refino de petróleo, Productos farmacéuticos, Madera, Industrias extractivas , Otros servicios personales, servicios agua, Productos informáticos, Servicios de mensajería, Servicios de transporte, Pescado, Servicios de reparación de ordenadores, Servicios relacionados con el empleo, Productos de la silvicultura, Servicios de los hogares, Servicios de organizaciones y organismos extraterritoriales</p>
--	--

Fuente: Elaboración propia a partir de la TIOE 2010 (sin importaciones), INE

d) Ligazones específicas de Steit relevantes (umbral >0.15)

Ramas	LEOij	LEDij	Ligazones
1.Productos de la agricultura	0	5	1
2. Productos de la silvicultura	0	2	1
3. Pescado	0	0	0
4.Industrias extractivas	0	10	1
5.Productos alimenticios	1,3,5	1,5,36	6
6.Productos textiles	6	6	2
7.Madera y corcho	2,7	7	3
8.Papel	2,8	8,37	4
9.Servicios de impresión	0	9,37	2
10.Coque y productos de petróleo	4	33	2
11.Productos químicos	10,11	11,12,13	5
12.Productos farmacéuticos	0	0	0
13.Productos de caucho y plásticos	0	13	1
14.Otros productos minerales no metálicos	14,	14	2
15.Productos de metalurgia	15,26	15,16,18,	7
		20,21	
16.Productos metálicos	15	19	2
17.Productos informáticos	0	0	0
18.Equipo eléctrico	0	0	0
19.Maquinaria	19	0	1
20.Vehículos de motor	13,20,28	20	4
21.Otro material de transporte	0	0	0
22.Muebles	0	0	0
23.Servicios de reparación	0	23	1
24.Energía eléctrica	4,10,24	4,8,14,24	7
25.Agua natural	25	25	2
26.Servicios de alcantarillado	26	26	2
27.Construcciones	7,14,16,18,	27,44	12
	22,27,29,30,46,50		
28.Servicios de comercio al por mayor y al por menor	0	0	0
29.Servicios de comercio al por mayor	21,34	2,7,22,56	6
30.Servicios de comercio al por menor	44,54	0	2
31.Servicios de transporte terrestre	28,34	34	3
32.Servicios de transporte marítimo	0	0	0
33.Servicios de transporte aéreo	10,33	0	2
34.Servicios de almacenamiento	34	31,32,33,	5
		34	
35.Servicios de correos y mensajería	35	35	2
36.Servicios de alojamiento	3,5,54	52	4
37.Servicios de edición	0	0	0
38.Servicios cinematográficos	38	38	2
39.Servicios de telecomunicaciones	39	39	2
40.Servicios de programación	40	40	2
41.Servicios financieros	0	41,43,44	3
42.Servicios de seguros	42,43	0	2
43.Servicios auxiliares a los servicios financieros	43	42,43	3
44.Servicios inmobiliarios	41,42	30,51,62	5
45.Servicios jurídicos y contables	45	45	2
46.Servicios técnicos de arquitectura e ingeniería	46	46	2
47.Servicios de investigación y desarrollo científico	47	0	1
48.Servicios de publicidad	37	48	2
49.Otros servicios profesionales, científicos y técnicos	0	49	1
50.Servicios de alquiler	0	50	1
51.ervicios relacionados con el empleo	0	51	1
52.Servicios de agencias de viajes	32,33,36,52	0	4
53.Servicios de seguridad e investigación	0	53,54	2
54.Servicios de administración pública y defensa	61	0	1

I+D+i y crecimiento económico: el multiplicador del valor añadido a través de las TIOE 2010

55.Servicios de educación	0	0	0
56.Servicios de atención sanitaria	12,22,56,57	56	2
57.Servicios sociales	57	0	1
58.Servicios artísticos	58,59	58	3
59. Servicios deportivos	58,59	58,59	4
60. Servicios prestados por asociaciones	0	0	0
61.Servicios de reparación de ordenadores	0	0	0
62.Otros servicios personales	0	0	0
63.Servicios doméstico	0	0	0
64.Servicios de organizaciones y organismos extraterritoriales	0	0	0

Fuente: Elaboración propia a partir de la TIOE 2010 (sin importaciones), INE

Anexo 2

Cálculos Multiplicador de VAB

Ramas productivas	$X^* = (I - A)^{-1}$ D*	$X = VAB * (I - A^d)^{-1}$	$X = \hat{g} * (I - A^d)^{-1}$ * D	FBCf/FBCf _τ	$X = \hat{g} * (I - A^d)^{-1}$ *(FBCf/FBCf _τ)
1.P. agricultura	0,0056	0,8205	0,9687	0,0048	0,0046
2. P. silvicultura	0,0005	0,8877	0,9477	0,0000	0,0004
3. Pescado	0,0001	0,4470	0,4472	0,0000	0,0000
4.Industrias extractivas	0,0034	0,5217	0,5780	0,0005	0,0030
5.Productos alimenticios	0,0133	0,9256	0,5696	0,0000	0,0017
6.Productos textiles	0,0044	0,4658	0,4165	0,0004	0,0013
7.Madera y corcho	0,0025	0,4364	0,4055	0,0001	0,0024
8.Papel	0,0058	0,5229	0,4421	0,0000	0,0011
9.Servicios de impresión	0,0100	0,8260	0,8005	0,0000	0,0044
10.Coque y p. de petróleo	0,0041	0,1802	0,0214	0,0000	0,0000
11.Productos químicos	0,0152	0,6963	0,4502	0,0000	0,0032
12.P.farmacéuticos	0,0022	0,3538	0,3359	0,0000	0,0001
13.P. de caucho y plásticos	0,0080	0,5224	0,5005	0,0004	0,0035
14.O. p. m.no metálicos	0,0033	0,4969	0,4684	0,0001	0,0125
15.P.s de metalurgia	0,0191	0,6981	0,4085	0,0000	0,0057
16.Productos metálicos	0,0101	0,6486	0,6142	0,0192	0,0142
17.Productos informáticos	0,0046	0,3632	0,3280	0,0025	0,0014
18.Equipo eléctrico	0,0054	0,3908	0,3285	0,0061	0,0050
19.Maquinaria	0,0014	0,3523	0,3410	0,0234	0,0076
20.Vehículos de motor	0,0035	0,2251	0,2023	0,0278	0,0055
21.O. m. de transporte	0,0038	0,2698	0,2632	0,0254	0,0066
22.Muebles	0,0036	0,4560	0,4264	0,0146	0,0069
23.Servicios de reparación	0,0090	0,9190	1,0436	0,0244	0,0211
24.Energía eléctrica	0,0360	1,7685	1,5196	0,0000	0,0167
25.Agua natural	0,0023	0,6345	0,6454	0,0000	0,0018
26.S. de alcantarillado	0,0042	0,5466	0,5579	0,0001	0,0026
27.Construcciones	0,0205	1,2153	1,1382	0,6153	0,3379
28.S. c. mayor y menor	0,0032	0,6796	0,7167	0,0093	0,0086
29.S. de co.. al por mayor	0,0109	1,6208	1,9113	0,0337	0,0454
30.S. de co. al por menor	0,0024	0,9348	1,1029	0,0075	0,0153
31.S. de transp.terrestre	0,0110	1,1609	1,3257	0,0020	0,0132
32.S.s de transp.marítimo	0,0003	0,3363	0,3330	0,0002	0,0003
33.S. de transp. aéreo	0,0024	0,3319	0,2921	0,0001	0,0003
34.S. de almacenamiento	0,0117	1,3530	1,4773	0,0000	0,0095
35.S. de . mensajería	0,0031	0,8107	0,8274	0,0000	0,0023
36.S. de alojamiento	0,0063	0,7934	0,9276	0,0000	0,0030
37.Servicios de edición	0,0074	0,5647	0,5266	0,0023	0,0023

38.S.cinematográficos	0,0027	0,6013	0,5798	0,0082	0,0050
39.S.telecomunicaciones	0,0137	1,0352	1,0891	0,0000	0,0073
40.S. de programación	0,0116	0,7972	0,8347	0,0534	0,0367
41.Servicios financieros	0,0121	1,4786	1,8724	0,0000	0,0192
42.Servicios de seguros	0,0016	0,5730	0,5631	0,0000	0,0021
43.S. aux. ser. financieros	0,0014	0,9014	0,9679	0,0000	0,0017
44.Servicios inmobiliarios	0,0206	1,9434	2,7949	0,0016	0,0345
45.S.jurídicos y contables	0,0162	1,2562	1,5113	0,0146	0,0239
46.S. téc. arquitectura	0,0176	0,8547	0,8891	0,0372	0,0333
47.I+D	1,0239	0,6992	0,6992	0,0629	0,0440
48.Servicios de publicidad	0,0071	0,8634	0,8621	0,0000	0,0049
49.O. s.profesionales	0,0090	0,8744	0,9607	0,0016	0,0079
50.Servicios de alquiler	0,0052	0,9385	1,0789	0,0000	0,0083
51.S. rel. con el empleo	0,0020	0,9814	1,0894	0,0000	0,0034
52.S. de agencias de viajes	0,0001	0,2611	0,2557	0,0000	0,0001
53.S. seguridad	0,0244	1,5833	2,0922	0,0000	0,0156
54.S de adm.púb.y defensa	0,0006	0,7757	0,8107	0,0000	0,0015
55.Servicios de educación	0,0058	0,9810	1,0936	0,0000	0,0030
56.S. de atención sanitaria	0,0035	0,7963	0,8364	0,0000	0,0016
57.Servicios sociales	0,0000	0,6557	0,6559	0,0000	0,0000
58.Servicios artísticos	0,0010	0,7512	0,7760	0,0000	0,0007
59. Servicios deportivos	0,0019	0,7092	0,7222	0,0000	0,0012
60. S. prestados asoci.	0,0019	0,5093	0,5058	0,0000	0,0009
61.S. repar de ordenadores	0,0012	0,5687	0,5711	0,0001	0,0004
62.O. servicios personales	0,0006	0,7469	0,7638	0,0000	0,0006
63.Servicios doméstico	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
64.S. de orga. y org. extraterritoriales	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Fuente: Elaboración propia a partir de la TIOE 2010 (sin importaciones), INE