

Trabajo Fin de Grado

La incidencia de la estructura productiva en la
productividad total de los factores por
comunidades autónomas

Autora

Claudia Barreras Arróspide

Director

Fernando Pueyo Baldellou

Facultad de Economía y Empresa

2016

Autora

Claudia Barreras Arróspide

Director

Fernando Pueyo Baldellou

Título

La incidencia de la estructura productiva en la productividad total de los factores por
comunidades autónomas

Titulación

Grado en Administración y Dirección de Empresas

RESUMEN

Las diferencias en términos de riqueza y de crecimiento de las comunidades autónomas españolas son una realidad. Este trabajo está basado en entender mejor a qué se deben estas diferencias prestando atención a la productividad. Para ello recorro a la Productividad Total de los Factores (PTF), variable que recoge todos los factores que afectan al progreso técnico. Aquí me he centrado en uno: la estructura productiva de las comunidades autónomas.

Se estiman dos modelos econométricos: uno que funciona como base y otro en el que incorporo la estructura productiva. En el modelo base las diferencias en la PTF explican más del 80% de la dispersión en producción por trabajador, lo que se manifiesta en diferencias en PTF de hasta el 34% entre las comunidades autónomas. La incorporación de las variables de estructura productiva permite detectar los niveles de productividad más altos en industria, seguida de cerca por los servicios, mientras que construcción y agricultura presentan productividades bastante inferiores. Una vez incorporadas estas variables, la dispersión se reduce a alrededor del 20% y las diferencias entre comunidades autónomas al 13%. En conclusión, aproximadamente tres cuartas partes de la dispersión en la PTF de las comunidades autónomas se explica por las diferencias en su estructura productiva.

ABSTRACT

The differences in wealth and economic growth of the Spanish regions are a fact. This work is based on understanding better these differences, paying attention to productivity. For this I turn to the total factor productivity (TFP), a variable that contains all the factors affecting technical progress. Here I focused in one: the productive structure of the Spanish regions.

Two econometric models are estimated, one that functions as a base and another in which incorporated the productive structure. In the base model differences in TFP account for over 80% of the dispersion in output per worker, this is reflected in differences in TFP to 34% between Spanish regions. Incorporating variables productive structure can detect higher levels of productivity in industry, closely followed by services, while construction and agriculture have significantly lower productivities. Once incorporated these variables, the dispersion is reduced to about 20% and the differences between regions 13%. In conclusion, approximately three quarters of the dispersion in the TFP of the Spanish regions is explained by differences in their production structure.

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. CRECIMIENTO ECONÓMICO Y RESIDUO DE SOLOW | 3 |
| 2.1 BREVE PANORÁMICA DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO | 3 |
| 2.2 MODELO DE SOLOW | 4 |
| 3. BASE DE DATOS | 9 |
| 4. ESTIMACIÓN DE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN | 11 |
| 4.1 DEFINICIÓN DEL MODELO BASE | 11 |
| 4.1.1 Interpretación económica de los resultados | 14 |
| 4.1.2. Análisis econométrico del modelo | 15 |
| 4.1.3. Productividad total de los factores (PTF) | 18 |
| 5. LA ESTRUCTURA PRODUCTIVA Y EL CRECIMIENTO ECONÓMICO | 21 |
| 5.1 INTRODUCCIÓN | 21 |
| 5.2 EVOLUCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD Y DE LA ESTRUCTURA SECTORIAL EN ESPAÑA | 22 |
| 5.3 RELACIÓN ENTRE LA ESTRUCTURA PRODUCTIVA Y LA PRODUCTIVIDAD | 29 |
| 5.4 AMPLIACIÓN DE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN | 32 |
| 5.4.1 Interpretación económica | 33 |
| 5.4.2 Análisis econométrico del modelo ampliado | 35 |
| 5.5 COMPARACIÓN DE LOS MODELOS | 38 |
| 6. CONCLUSIONES | 40 |
| BIBLIOGRAFÍA | 42 |

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, uno de los principales temas que nos abordan en nuestra vida cotidiana a través de los distintos medios de comunicación es el del crecimiento económico, el cual ha ganado protagonismo desde la llegada de la Gran Recesión¹. Se da gran importancia a este tema y más en épocas de crisis no solo económica sino también política, social, cultural, y en términos generales, estructural, ya que parece ser sinónimo de recuperación y prosperidad.

Muchos han sido los economistas que han estudiado este hecho, como es el caso de R. Solow el cual en su libro “*Technical Progress, Capital Formation and Economic Growth*” (1962), afirma que una parte importante del crecimiento económico y sostenido a largo plazo, medido a través de la renta nacional, es debido al progreso técnico aparte de la acumulación de capital y del empleo. Dicho progreso es la llamada Productividad Total de los Factores (en adelante: PTF), y en ella van recogidos todos los factores que no sean capital y trabajo y que afectan al crecimiento económico.

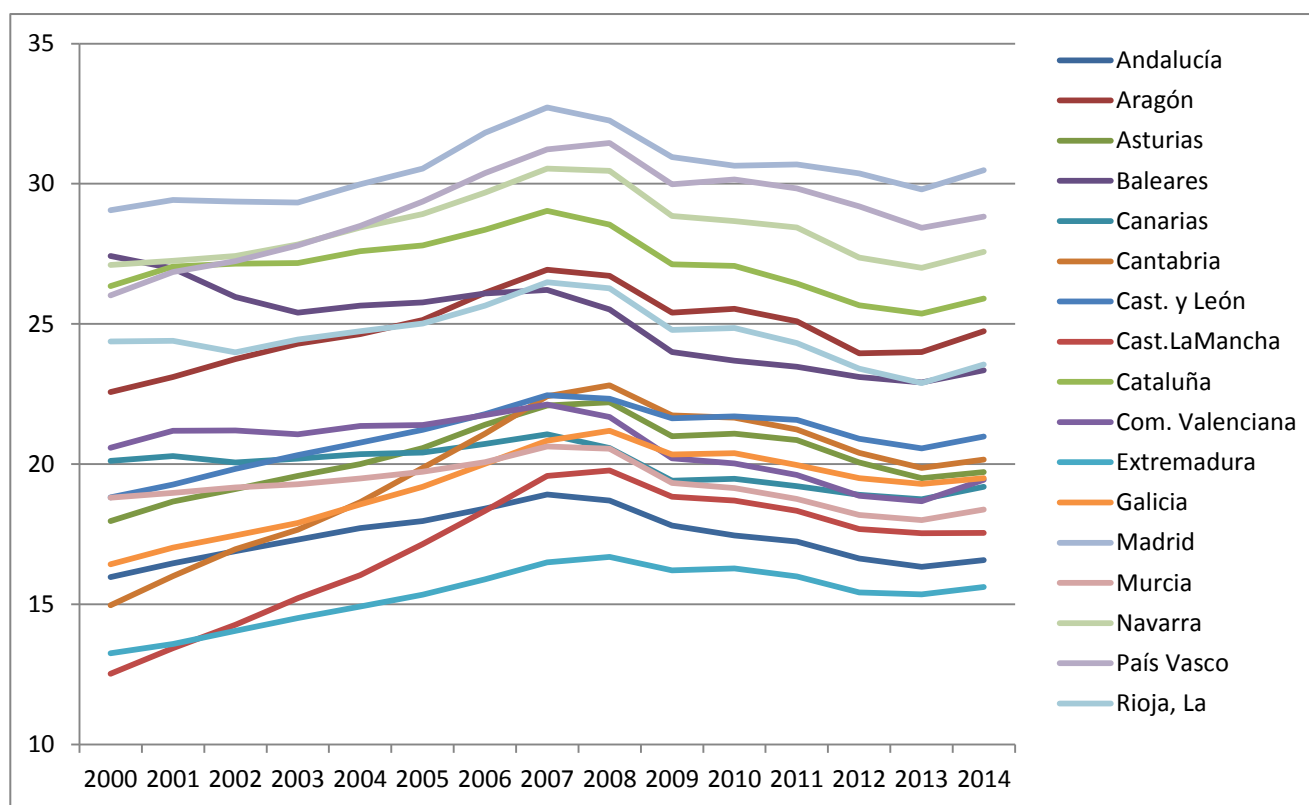
Las diferencias importantes entre países en términos de crecimiento económico son una realidad. Centrándonos más concretamente en nuestro país, se puede observar que las comunidades autónomas que lo componen crecen a ritmos distintos y esto, en parte, es debido a que existen comunidades más productivas que las demás.

La PTF juega un papel fundamental en estas diferencias, y por ello la identificación de los factores que impulsa la productividad en las CCAA españolas es clave para entender por qué unas regiones crecen más.

En el siguiente gráfico se observa la evolución del PIB per cápita en las comunidades autónomas. Aunque siguen tendencias parecidas debido a hechos macroeconómicos que les afecta a todas por igual, por ejemplo la crisis del 2008 que muestra una caída en la producción en todas ellas, lo que está claro es que hay comunidades más productivas que otras.

¹ Crisis económica acontecida durante el periodo de 2008-2015 de carácter mundial y originada en Estados Unidos.

Gráfico 1.1. PIB per cápita durante 2000-2014 por CC.AA en miles de euros.



Fuente: elaboración propia a partir de datos del INE.

Dentro de los diversos factores que recoge la PTF voy a centrarme en uno: la estructura productiva, ya que considero que puede ser importante a la hora de explicar la diferencia en el crecimiento de las CC.AA. Para ello, estimaré dos modelos econométricos en el que la PTF será la constante para las 17 comunidades y en el residuo residirá la diferencia entre ellas, después comprobaré si su incidencia en la productividad es realmente significativa o no.

El trabajo se divide en varias partes: primero introduzco, en términos generales, el modelo teórico de crecimiento de Solow, ya que su residuo es la base del trabajo; a continuación realizo una descripción de los datos empleados; la tercera parte consiste en hacer una estimación MCO de la función de producción Cobb-Douglas y analizar su parte residual: PTF. Después, me centro en el estudio de la estructura productiva y en la introducción de variables sectoriales para estimar un segundo modelo econométrico. Para finalizar, presento las conclusiones del trabajo.

2. CRECIMIENTO ECONÓMICO Y RESIDUO DE SOLOW

2.1 BREVE PANORÁMICA DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO

La teoría clásica del crecimiento económico ha experimentado una importante evolución desde sus inicios y en la que se incluyen economistas de la escuela clásica: A. Smith, T. R. Malthus y D. Ricardo hasta las aportaciones de J. M. Keynes y la de J. A. Schumpeter. En general, estos autores se centraron en cuáles eran los principales factores de crecimiento.

En resumen, se caracterizan por mostrar un claro pesimismo respecto al futuro de los países considerados en esos años como industrializados y, por el contrario, un gran optimismo respecto a la situación futura de las economías menos desarrolladas. Las aportaciones muestran diferentes factores que propician el freno del crecimiento a largo plazo de las economías más avanzadas: el agotamiento de las posibilidades de inversión (Smith), la ley de los rendimientos decrecientes (Ricardo), la dinámica de la población (Malthus), la disminución de la eficacia marginal del capital (Keynes) o el deterioro del espíritu empresarial (Schumpeter).

Aportaciones posteriores como las de Solow, Swan y las poskeynesianas trataron de resolver problemas de estabilidad del crecimiento y en profundizar en los factores que intervienen en él. Caracterizados por un mayor grado de formalización y de análisis empírico que las teorías clásicas debido a los avances econométricos y a la mejora de la información estadística. Suponen una mejora o modernización de las aportaciones clásicas, siendo el punto de partida las aportaciones de Harrod (1939, 1948) y de Domar (1946, 1947). Como característica fundamental, puede destacarse que estos modelos nacen del objetivo común de dinamizar el análisis económico de Keynes (Galindo y Malgesini, 1994)

Por otro lado, autores como Simon Kuznets (1901-1985) que trabajó en la relación entre crecimiento económico y distribución del ingreso, fue siempre muy crítico con la pretensión de medir el bienestar exclusivamente sobre la base del PIB per cápita, quien postuló que hay que tener en cuenta las diferencias entre cantidad y calidad del crecimiento, entre sus costes y sus beneficios y entre el plazo corto y el largo. Los objetivos de "más" crecimiento deberían especificar de qué y para qué.

2.2 MODELO DE SOLOW

Robert Merton Solow (1924-actualidad) es un economista estadounidense el cual ha destacado por su Teoría del Crecimiento Económico, concretamente crecimiento a largo plazo basado en variables macroeconómicas.

Su contribución a la teoría económica es extensa. Se interesó por el capital fijo y el impacto de la tecnología en la productividad.

Según las teorías convencionales, la economía de un país puede crecer por tres motivos, el incremento del capital productivo, resultado de la inversión por parte de las empresas en stock de capital cuya acumulación les permitirá producir más en un futuro, la mejora del capital humano, en términos de cualificación, y por último del progreso tecnológico en sentido amplio.

Combinando el capital, el empleo y la tecnología (K, L y A, respectivamente) se producen los bienes finales de una economía: $Y = f(K, L, A)$.

De esta forma la economía agregada puede crecer si se aumenta cualquiera de estas tres variables. Si aumenta la inversión en capital, permitirá acumular más stock y como consecuencia producir más en el futuro. El crecimiento de la población hace crecer el empleo (aunque no en la misma proporción), y por tanto, si hay más trabajadores la producción aumentará, y por último el progreso tecnológico es una variable esencial para el crecimiento económico. La cual es un bien no rival, es decir, puede ser utilizada por muchas personas al mismo tiempo y permite la combinación eficiente de los otros dos factores, trabajo y capital. Por ello la tecnología es también es la llamada productividad total de los factores (PTF).

La función de producción más habitual que recoge estas tres variables es la función Cobb-Douglas, cuya forma matemática es la siguiente:

$$Y_t = AK_t^\alpha N_t^\beta$$

Donde:

Y_t es la producción de una economía en el momento de tiempo t

K_t el capital productivo total en el momento de tiempo t

N_t el empleo total en el momento de tiempo t

A el factor de productividad total que recoge el progreso tecnológico

α , es una constante que mide la elasticidad de la producción respecto al capital físico; bajo el supuesto de competencia perfecta en los mercados refleja también la fracción de la producción que se queda el capital, es decir,; participación del capital en la renta.

β , recoge la elasticidad de la producción respecto al empleo; bajo el supuesto de competencia perfecta de los mercados refleja también la fracción de la producción que se queda el empleo, o lo que es lo mismo la participación del empleo en la renta.

Dos características de esta función:

- Rendimientos constantes a escala: si incrementan K y L, en una proporción determinada, entonces Y incrementará en la misma proporción. Es lo que se conoce como una función homogénea de grado 1.

$$\Delta Y = f(\Delta K, \Delta L, A)$$

Con rendimientos constantes a escala: $\alpha + \beta = 1$

$$Y_t = AK_t^\alpha N_t^{1-\alpha}$$

Productividad marginal decreciente de los factores capitales y trabajo. Cuando consideramos estos factores por separado, al aumentar la incorporación de este factor a la producción esta crece pero más lentamente, es decir cada vez que aumentamos estos factores no van generando rendimientos tan amplios como al principio.

Evolución del capital:

En principio, suponemos que el modelo tiene un nivel tecnológico constante, ya que el modelo quiere analizar el potencial del capital para que la producción aumente, por ello se prescinde de todas las fuentes alternativas de crecimiento potencial.

El modelo tiene los siguientes **supuestos básicos**:

- Economía cerrada y sin gobierno.

Lo cual conlleva a que las exportaciones netas de dicha economía sean cero, ya que ni se importa ni se exporta, no hay relaciones comerciales fuera de las fronteras del país.

Por otro lado, si suponemos que el gasto público es cero llegamos a que la inversión de las empresas va a ser igual a la tasa de ahorro de las familias.

Algebraicamente:

$$Y_t = C_t + I_t + G_t + NX_t$$

Donde:

Y es la producción de una economía en un momento de tiempo t

C el consumo privado de las familias en el periodo t

I la inversión de las empresas en capital en el periodo t

G gasto público del Estado en t

NX exportaciones menos importaciones (X-V) en un momento de tiempo t

Como se supone una economía cerrada y sin gobierno:

$$\left| \begin{array}{l} G_t = 0 \\ NX_t = 0 \end{array} \right.$$

Dando lugar a que la producción es $Y_t = C_t + I_t$.

Restando el consumo de ambos lados $Y_t - C_t = I_t - C_t$ obtenemos que la producción que no se consume (ahorro: S_t) es igual a la inversión.

Por lo que hay un equilibrio entre ahorro-inversión.

Acumulación de capital:

La razón que lleva a las empresas a invertir es para aumentar el stock de capital disponible para una futura producción, la llamada inversión neta.

Sin embargo, cuando parte de la inversión va destinada a cubrir maquinaria deteriorada u obsoleta se conoce como depreciación.

Siendo la inversión bruta igual a la suma de la inversión neta más la depreciación.

Por ello, el capital aumenta solamente con la inversión neta, aunque el volumen que se produce es igual a la inversión bruta.

$$K_{t+1} - K_t = I_t - D_t$$

Siendo:

K_{t+1} la dotación en capital en el momento $t+1$

I_t la inversión bruta en el momento t

D_t la depreciación en el momento t

- Como la inversión bruta es igual a la tasa de ahorro y suponiendo que una fracción constante de las máquinas se deteriora: δ , por lo que la depreciación total es igual al capital total o número de máquinas existentes multiplicadas por la tasa de depreciación constante.

$$D_t = \delta K_t$$

- Tasa de ahorro (s) estable en el largo plazo:

$$S_t = sY_t$$

Con estos supuestos, lo que cambia el capital es la diferencia entre la inversión bruta y la depreciación.

$$\dot{K}_t = I_t - D_t$$

$$\dot{K}_t = S_t - D_t$$

$$\dot{K}_t = sY_t - \delta K_t$$

De tal forma, el capital disminuye si la inversión bruta no cubre la depreciación, se mantiene si son iguales y aumenta si la inversión bruta es mayor.

Evolución del empleo:

El crecimiento de la población, hace crecer el empleo y con ello la producción.

Suponiendo una tasa de crecimiento de la población estable: n , así como tasas de actividad y de paro estables a largo plazo.

Se tiene que la variación del empleo viene dada, por el empleo total multiplicado por la tasa de crecimiento de la población.

$$\dot{N}_t = nN_t$$

Las conclusiones de este modelo dieron lugar a que el crecimiento de la población es un elemento más de la depreciación del capital y que conforme se aumenta el capital apenas aumenta el PIB.

En el equilibrio a largo plazo del modelo de crecimiento de Solow, la inversión es igual a la depreciación, y el capital se mantiene igual, deja de crecer en el largo plazo.

En términos per cápita, el PIB no puede crecer indefinidamente según el modelo de Solow, ya que indica que a largo plazo se paraliza, con el supuesto de que la tecnología es constante, por lo que aquí es donde entra el progreso tecnológico como variable explicativa del crecimiento indefinido del PIB per cápita a lo largo del tiempo, que no está recogido en una variable concreta como tal ya que es algo intangible y por lo tanto la parte de variación del PIB que no es explicada por el capital y el empleo queda recogida en una parte aleatoria llamada **residuo de Solow**, que corresponde al progreso tecnológico, ya que este no es constante en el tiempo aunque así se haya supuesto en el modelo. Este residuo también es conocido como: Productividad Total de los Factores.

De esta forma la contribución de los factores productivos al crecimiento económico se refleja en la siguiente fórmula.

$$\frac{\dot{Y}_t}{Y_t} = \frac{\dot{A}_t}{A_t} + \alpha \frac{\dot{K}_t}{K_t} + (1 - \alpha) \frac{\dot{N}_t}{N_t}$$

Crecimiento debido a:

Progreso
técnico

Capital

Empleo

Y en términos per cápita:

$$\frac{\dot{y}_t}{y_t} - \alpha \frac{\dot{k}_t}{k_t} = \frac{\dot{A}_t}{A_t}$$

3. BASE DE DATOS

Las tres variables necesarias para el análisis son el PIB, que será la variable endógena y el capital y el empleo como exógenas.

La producción o PIB (Y) ha sido obtenido de la página del Instituto Nacional de Estadística (INE). Como el estudio es un corte transversal de las comunidades autónomas he tenido que descargar la contabilidad regional de cada una.

Mi objetivo es conseguir el PIB en términos reales, sin tener en cuenta el efecto de la variación de los precios, la inflación, por lo que he realizado una transformación de los datos, ya que estaba el valor del PIB en términos corrientes y la variación del volumen de los precios en números índice con base 2010. He cogido la base 2010, en la que coinciden los precios en términos corrientes y en términos constantes y para obtener los demás años he multiplicado el correspondiente número índice, en tanto por uno, por el año de referencia: 2010. Los datos están en miles de euros.

El empleo (L) también lo he obtenido de la página del INE, los datos los he conseguido directamente, sin ningún paso intermedio, de la tabla empleo total. La unidad de los datos es miles de personas.

En cuanto al capital físico (K), lo he obtenido a través de la Fundación BBVA. He seleccionado magnitudes en términos reales, y después el capital neto, sin tener en cuenta la depreciación, por comunidades autónomas. La unidad de los datos es miles de euros. Los datos de inversión en vivienda dentro del capital están excluidos ya que no son considerados un input dentro del proceso productivo sino que forman parte del consumo final de las familias.

Por tanto, el capital es el neto real y sin tener en cuenta la vivienda, por lo que puede ser denominado también capital productivo.

De las dos primeras variables, producción y empleo, hay disponibles datos hasta el año 2014. Sin embargo, para el stock de capital, hay datos hasta el año 2012. Por eso, el periodo que he elegido para el análisis transcurre desde el año 2000 hasta el 2012.

Dicho periodo está formado por distintos subperiodos en los que la economía española estaba inmersa en distintas etapas del ciclo económico. En el primer sexenio del siglo

XXI, la economía mundial se caracterizó por elevadas tasas de crecimiento y auge económico en los países desarrollados, así como una apertura mundial más marcada y la reciente Unificación Monetaria Europea (UEM). Fueron años de prosperidad que finalizaron con la crisis, primero financiera, y después económica, que comenzó a notarse sus efectos en el año 2007, se puede decir que en este año comenzó la transición, para asentarse definitiva y mundialmente en el año 2008, afectando a todos los países desarrollados y en vías de desarrollo. Actualmente, tras haber realizado exigentes reformas y planes de austeridad en la mayor parte de los países de Europa Occidental, la economía europea ha tenido un crecimiento moderado pero no se ha activado. Concretamente en España, la elevada tasa de paro complica la situación.

El tipo de modelo que he escogido para analizar, es de corte transversal. Entre las diferentes posibilidades para la toma de datos, como hacer medias para distintos periodos, por ejemplo antes y después de la crisis o una media que englobe todos los años del periodo de análisis, así como seleccionar un año en concreto, detecté que existían problemas en el modelo a estimar debido a las pocas observaciones² para cada variable, es decir, seleccionar una muestra pequeña, inferior a 30, me dio lugar a poca representatividad de los datos ya que sus efectos son pequeños y al tener un tamaño muestral reducido, la potencia del contraste se reduce; es decir, la capacidad para detectar diferencias significativas disminuye.

Para solventar esto he escogido una muestra objeto de estudio (T) con 170 observaciones (Xi) para cada variable. El pool de datos que he seleccionado es de un periodo de 10 años: desde el año 2003 al 2012 (ambos incluidos) para cada CC.AA. Esto me da $10 \text{ años} \times 17 \text{ CC.AA} = 170 \text{ observaciones}$.

² 17 datos para cada variable correspondientes a las 17 comunidades autónomas españolas, sin incluir Ceuta y Melilla.

4. ESTIMACIÓN DE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN

4.1 DEFINICIÓN DEL MODELO BASE

Tomando como referencia la teoría convencional de crecimiento económico de Solow, voy a estimar una función de producción de corte transversal cuyo tamaño muestral T es igual a 170 observaciones.

Mi muestra objeto de estudio son las 17 comunidades autónomas españolas, sin incluir Ceuta y Melilla, y sus respectivos datos de PIB, empleo y capital durante 10 años que es el periodo de análisis. De ahí obtengo las 170 observaciones que son resultado de multiplicar 17 CC.AA por 10 datos (los años) cada una.

La función Cobb-Douglas es una ecuación técnica que recoge la relación que existe entre la cantidad producida en un proceso productivo y la cantidad de insumos utilizados en ese proceso: capital y trabajo. A es la tecnología, la constante del modelo y en este caso los residuos reflejan la PTF (residuo de Solow).

La función Cobb-Douglas se define de la siguiente forma:

$$Y_t = AK_t^\alpha L_t^\beta \quad t=1,2,\dots T$$

Habiendo rendimientos constantes a escala cuando:

$$\alpha + \beta = 1$$

Para definir el modelo en términos per cápita divido ambos miembros de la ecuación por el número total de trabajadores: L_t

$$\frac{Y_t}{L_t} = \frac{A_t K_t^\alpha L_t^\beta}{L_t}$$

$$y_t = \frac{A_t K_t^\alpha L_t^\beta}{L_t^\alpha L_t^{1-\alpha}}$$

$$y_t = A_t k_t^\alpha L_t^{\beta+\alpha-1}$$

Siendo:

y_t el producto por trabajador: cantidad de producción por unidad de mano de obra.

k_t el stock de capital por trabajador: cantidad de capital por unidad de mano de obra.

Cumpléndose la hipótesis de rendimientos constantes a escala cuando:

$$\beta + \alpha - 1 = 0$$

Nos encontramos ante un modelo no lineal pero intrínsecamente linealizable, ya que tenemos una función exponencial pero si le aplicamos una transformación la cual consiste en aplicar logaritmos neperianos en ambos miembros de la ecuación, la relación entre $\ln(y_t)$ y $\ln(k_t)$ y $\ln(L_t)$ sí que es lineal. Como resultado se obtiene un modelo doblemente logarítmico.

$$\ln(y_t) = \ln A + \alpha \ln(k_t) + \beta \ln(L_t) + u_t$$

Al haber linealizado la ecuación, la estimación puede llevarse a cabo a través de la estimación Mínimo Cuadrática Ordinaria (MCO)

Dicha función se analiza suponiendo mercado de competencia perfecta.

Dónde:

- Las variables son y que es el output total por empleado, k es el stock de capital por empleado y L es el empleo.
- Los parámetros a estimar son A , que recoge la PTF, α y β : participación del capital y el empleo en el output per cápita, respectivamente.

La relación que existe entre las variables, es decir, el mecanismo que las acciona es de tipo técnico: el modelo explica de forma simplificada la tecnología incorporada al proceso económico.

En resumen nos encontramos ante un modelo de la siguiente **tipología**:

- Según la especificación: Modelo econométrico, en cuanto que contiene el conjunto de especificaciones necesarias para su aplicación empírica. Identifica las variables que influye en la parcela objeto de estudio, formula una forma funcional concreta entre el conjunto de variables objeto de explicación y las considera influyentes sobre ellas e introduce los términos de perturbación aleatoria para poder razonar en términos probabilísticos y no exactos.
- Según el número de relaciones: uniecual, integrado por una única ecuación.
- Según la forma de las relaciones, inicialmente era un modelo no lineal pero lo he transformado en lineal mediante la introducción de logaritmos en las variables.
- Es un modelo estático ya que no he introducido a la endógena retardada como variable.
- Es un modelo cerrado. El sector exterior no lo introduzco, es una de las suposiciones básicas del modelo de crecimiento de Solow, considerar economía cerrada.
- Modelo macroeconómico según su ámbito de cobertura. Se emplean variables agregadas de la economía.
- Según los datos utilizados el modelo es una combinación de corte transversal y serie temporal, ya que he seleccionado las variables y las unidades de observación (CC.AA) y he cogido distintos años para cada comunidad con el objetivo de aumentar el número de observaciones. Pero el propósito de esto era tener un mayor tamaño muestral no estudiar la evolución de las unidades de observación en un periodo temporal. Por ello a la hora de interpretarlo es de corte transversal.

Tras la estimación del modelo linealizado por MCO con el programa Gretl, el resultado es el siguiente:

MCO, usando las observaciones 1-170
Variable dependiente: l_y

| | Coeficiente | Desv. Típica | Estadístico t | Valor p |
|------------------------|-------------|-----------------------|---------------|---------------|
| const | 8.06285 | 0.480280 | 16.79 | 1.09e-037 *** |
| l_k | 0.235285 | 0.0412891 | 5.698 | 5.35e-08 *** |
| l_Lt | 0.0236947 | 0.00763051 | 3.105 | 0.022 |
| Media de la vble. dep. | 10.86160 | D.T. de la vble. dep. | 0.093905 | |
| Suma de cuad. residuos | 1.232526 | D.T. de la regresión | 0.085909 | |
| R-cuadrado | 0.172944 | R-cuadrado corregido | 0.163039 | |
| F(2, 167) | 17.46055 | Valor p (de F) | 1.30e-07 | |
| Log-verosimilitud | 177.5527 | Criterio de Akaike | -349.1055 | |
| Criterio de Schwarz | -339.6981 | Crit. de Hannan-Quinn | -345.2880 | |

Sustituyendo los parámetros por sus estimadores se obtiene la endógena estimada:

$$\ln \hat{y}_i = \ln(8.06) + 0.24 \ln(k_i)$$

Los tres asteriscos en la columna de Valor p: *** muestran que las variables son significativas individualmente. En otras palabras, explican a la endógena y no son prescindibles con un nivel de significación de 1%.

Como se observa la variable empleo no es significativa. Esto significa que se acepta la hipótesis habitual de rendimientos constantes a escala en capital y trabajo ($\alpha + \beta = 1$)

Sin logaritmos:

$$\hat{y}_i = e^{8.06} * k_i^{0.24}$$

$$\frac{Y_i}{L_i} = 3174,32 * \frac{K_i}{L_i}^{0.24}$$

En términos agregados:

$$Y_i = 8.06285 * K_i^{0.24} * L_i^{0.76}$$

En términos agregados la participación del capital en la variación del PIB es de 24% mientras que la del empleo es de 76%.

4.1.1 Interpretación económica de los resultados

Al tener un modelo doblemente logarítmico los parámetros son interpretados como elasticidad respecto de la variable endógena: $\ln(y_i)$. Como consecuencia, los resultados van a estar en tanto por ciento.

- Término constante: A

Donde $a = \ln A$, es el factor de productividad, en este caso es 8.06285.

La producción productividad total de los factores³ $= e^{8.06} \approx 3174.32$ miles de euros que son la media de la PTF de las 17 CC.AA.

³ Para poder darle sentido económico transformo la constante en las unidades con las que estoy trabajando: miles de euros. Como estaba en logaritmo neperiano (\ln) lo quito utilizando el numero e .

- Parámetro $\alpha = 0.24$

Existe una relación directa entre las dos variables, output por empleado y stock de capital per cápita, es decir cuando incrementa el capital también se incrementa el output final.

Si se incrementa 1% el capital, el output incrementa en 0.24%. Y por tanto, si aumenta un 1% el empleo el PIB lo hace un 0.76%.

4.1.2. Análisis econométrico del modelo

Contraste RESET

Para comprobar si el modelo linealizado tiene una especificación correcta, es decir, si la relación entre las variables es lineal una vez transformado, está el contraste RESET:

$$\begin{aligned} H_0: E(Y_t | x_t) &= x_t \beta, \text{ correcta especificación} \\ H_1: E(Y_t | x_t) &= h(x_t) \neq x_t \beta, \text{ No } H_0 \end{aligned}$$

Siendo $h(\cdot)$ una forma funcional, diferente de la lineal, no necesariamente conocida.

Contraste de especificación RESET -
 Hipótesis nula: La especificación es adecuada
 Estadístico de contraste: $F(2, 165) = 0.660277$
 con valor $p = P(F(2, 165) > 0.660277) = 0.518068$

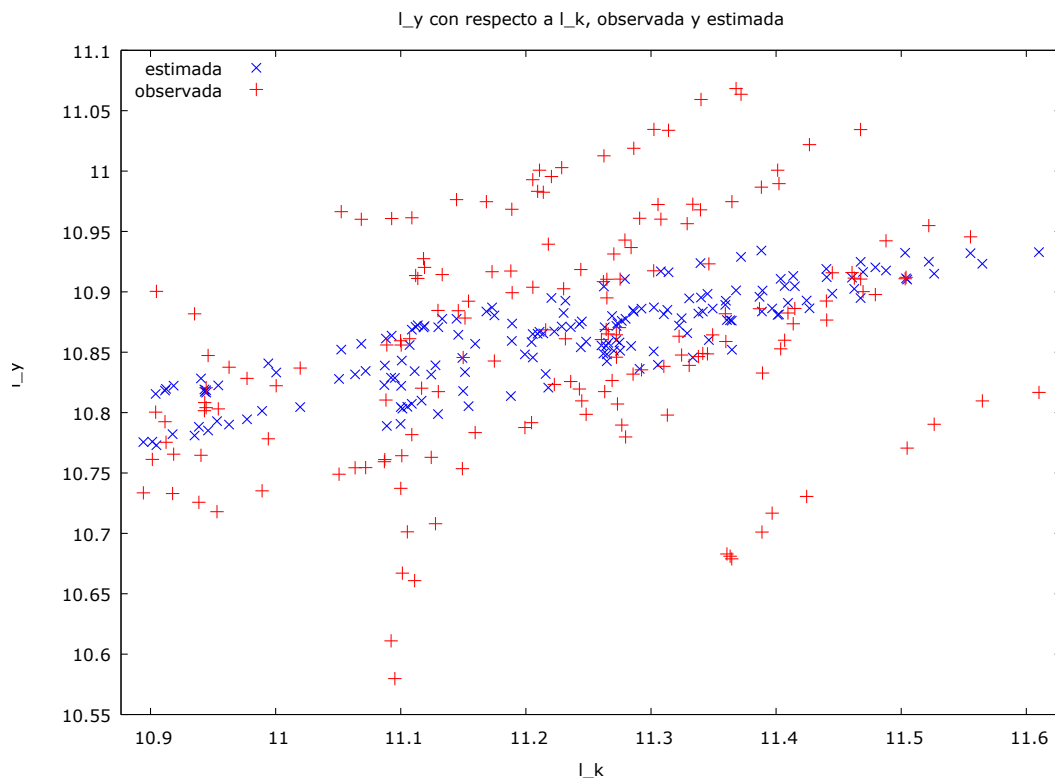
$p\text{-valor} > \text{nivel de significación}$

$0.518068 > 0.01$

Se acepta H_0 , la especificación del modelo es correcta.

Gráficamente:

Gráfico 4.1. Variable observada vs estimada



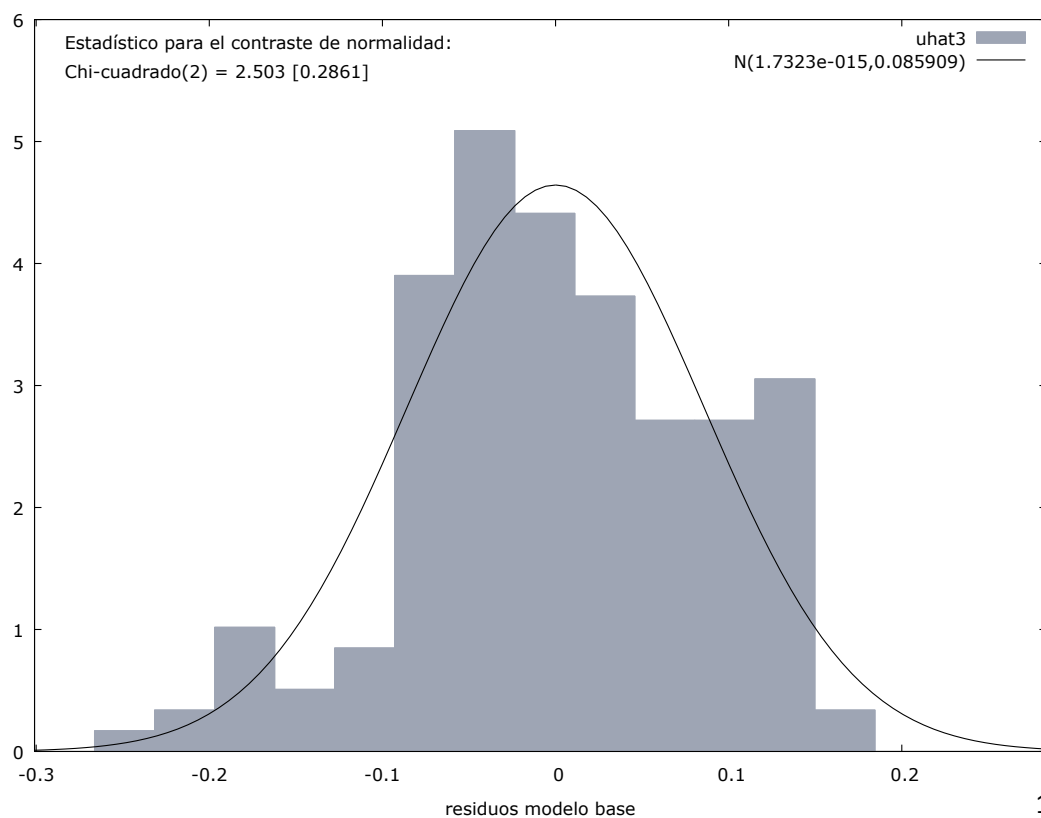
Fuente: elaboración propia a partir de Gretl

La nube de puntos es aleatoria. Esto es señal de correcta forma funcional.

Contraste de normalidad de los residuos

Elijo el contraste de Hansen:

Gráfico 4.2. Normalidad de los residuos.



Fuente: elaboración propia a partir de Gretl

Contraste de la hipótesis nula de distribución normal:
 $\text{cuadrado}(2) = 2.503$ con valor $p = 0.28614$

H_0 = Normalidad de los residuos
 H_1 = No normalidad de los residuos

$P\text{-valor} = 0.28614 > 0,01$

Aceptación de H_0 a un nivel de significación de 1%. Existe normalidad en los residuos.

Multicolinealidad

Medición a través de la matriz de correlaciones:

Coefficientes de correlación, usando las observaciones 1 - 170
 valor crítico al 5% (a dos colas) = 0.1506 para $n = 170$

| l_y | l_k | l_Lt | |
|--------|---------------|----------------|---------|
| 1.0000 | 0.3538 | 0.1101 | l_y |
| | 1.0000 | -0.2814 | l_k |
| | | 1.0000 | l_Lt |

Los coeficientes no son elevados por lo que no hay presencia grave de multicolinealidad en el modelo.

Contraste de heterocedasticidad de White:

Diremos que un modelo presenta heterocedasticidad cuando la varianza de la perturbación aleatoria de dicho modelo no se mantiene constante para todas las observaciones muestrales.

H_0 = Homocedasticidad
 H_1 = Heterocedasticidad

Estadístico de contraste: $TR^2 = 9.878140$,
 con valor $p = P(\text{Chi-cuadrado}(5) > 9.878140) = 0.078763$

$p\text{-valor} > \text{nivel de significación}$
 $0.078763 > 0.05$

Se acepta la hipótesis nula de homocedasticidad de los residuos con un nivel de confianza del 95%.

4.1.3. Productividad total de los factores (PTF)

El empleo y el capital son variables que explican el crecimiento económico a largo plazo, pero el progreso técnico es la variable clave para dicho crecimiento. En este modelo la tecnología viene recogida por la constante “A”, lo que conlleva a que sea la misma para las 17 Comunidades Autónomas españolas. Sin embargo, sabemos que cada CC.AA tiene distintas productividades de los factores y estas diferencias vienen recogidas en los residuos del modelo. Se podría probar con numerosas variables para explicar dichas diferencias.

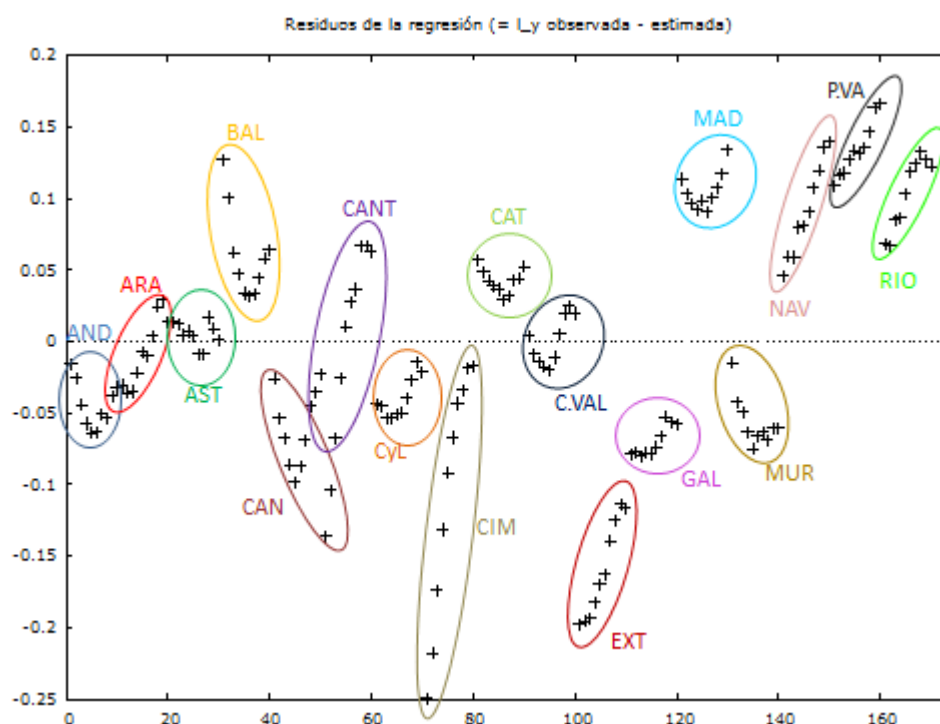
Distintos trabajos como el de Caselli y Coleman (2006) ya evidenciaban que la elección de la tecnología endógena de cada región determina la dotación de factores, y han encontrado evidencias de que las tecnologías intensivas en I+D están fuertemente relacionadas por la dotación de factores de cada región.

Otros autores se han centrado en estudiar estas diferencias entre regiones a través del análisis de convergencia (Raymond y García, 1999; Álvarez de Toledo et al., 2000; Cuadrado, 2006). Otra variable explicativa es el aumento de la productividad del trabajo, que puede ser debido a dos factores: la mayor capitalización de las explotaciones (incremento en el capital físico y humano por trabajador) y la mejora en la eficiencia conjunta del trabajo y el capital aplicado al proceso productivo, cuyo principal determinante es el avance tecnológico.

Pues bien, centrándonos en el modelo el R^2 es igual a 0.17, lo que significa que la acumulación del capital per cápita explica un 17% de la variación del PIB por empleado pero aún queda el 83% por explicarr. Esta fracción restante es explicada por el progreso tecnológico, pero ¿qué variables pueden ser significativas para explicar dicho progreso de forma diferente entre las comunidades autónomas?

El gráfico siguiente muestra claramente la distribución de los residuos respecto de la endógena. Se puede apreciar que hay 17 grupos compuestos por nubes de puntos. Cada nube de puntos corresponde a una CC.AA formada por 10 puntos que son cada uno de los años del periodo analizado.

Gráfico 4.3. Distribución de los residuos por CC.AA



Fuente: elaboración propia a partir de Gretl.

A continuación voy a calcular numéricamente la cuantía de estos residuos. En total hay 170, uno por cada observación. Sin embargo, como no quiero meterme en cuestiones de series temporales, he calculado el residuo medio para cada comunidad autónoma.

La productividad total de los factores (PTF) en el modelo viene recogida en dos partes. Por un lado incluye la constante: A, la cual es la misma para las 17 comunidades autónomas, y por otro lado, está el residuo que es donde reside la diferencia entre estas y por tanto entre sus correspondientes PTF.

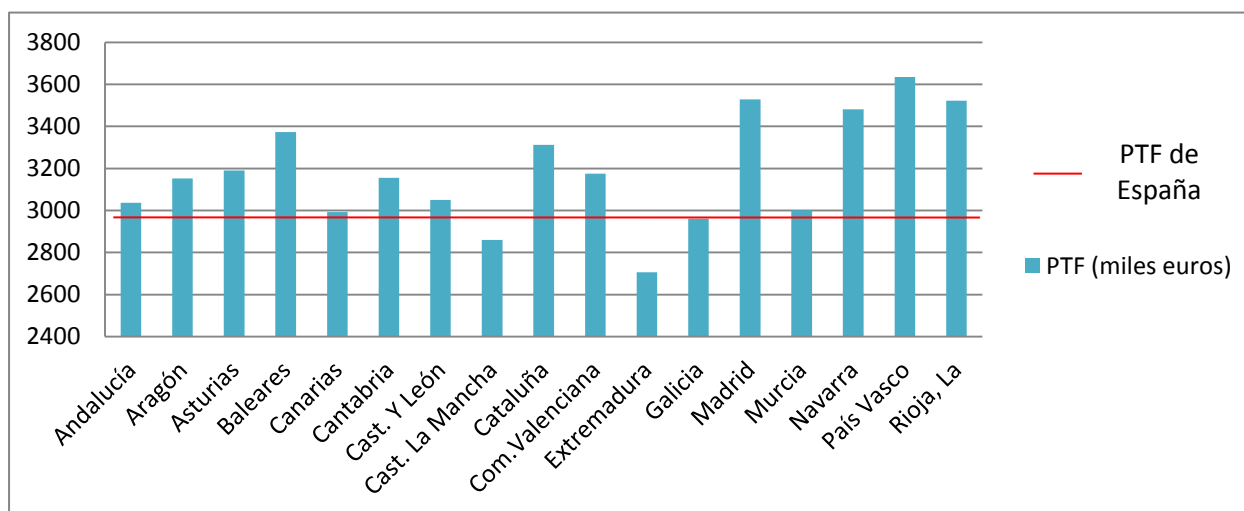
En la siguiente tabla, aparecen ordenadas las CC.AA de mayor a menor PTF con sus datos numéricos.

Se observa que hay comunidades cuya media de los residuos es negativa y en otras positiva. La columna $\ln(\text{PTF})$ es la suma de la constante y el residuo, y la columna PTF en miles de euros es la transformación de los datos de \ln a miles de euros.

Tabla 4.1. Las CC.AA y su PTF (Ranking de mayor a menor PTF)

| CC.AA | constante | residuo | PTF(ln) | PTF (miles euros) |
|-----------------|-----------|---------|---------|-------------------|
| País Vasco | 8,0629 | 0,1355 | 8,1983 | 3634,90 |
| Madrid | 8,0629 | 0,1057 | 8,1686 | 3528,40 |
| Rioja, La | 8,0629 | 0,1038 | 8,1666 | 3521,45 |
| Navarra | 8,0629 | 0,0921 | 8,1550 | 3480,61 |
| Baleares | 8,0629 | 0,0605 | 8,1234 | 3372,33 |
| Cataluña | 8,0629 | 0,0425 | 8,1054 | 3312,18 |
| Asturias | 8,0629 | 0,0052 | 8,0681 | 3191 |
| Com.Valenciana | 8,0629 | 0,0004 | 8,0632 | 3175,48 |
| Cantabria | 8,0629 | -0,0060 | 8,0568 | 3155,22 |
| Aragón | 8,0629 | -0,0068 | 8,0561 | 3152,94 |
| Cast. Y León | 8,0629 | -0,0399 | 8,0230 | 3050,31 |
| Andalucía | 8,0629 | -0,0441 | 8,0187 | 3037,25 |
| Murcia | 8,0629 | -0,0562 | 8,0066 | 3000,77 |
| Canarias | 8,0629 | -0,0589 | 8,0040 | 2992,83 |
| Galicia | 8,0629 | -0,0698 | 7,9930 | 2960,18 |
| Cast. La Mancha | 8,0629 | -0,1041 | 7,9587 | 2860,37 |
| Extremadura | 8,0629 | -0,1595 | 7,9034 | 2706,43 |

Fuente: elaboración propia.

Gráfico 4.4. PTF de las CC.AA en miles de euros (media del periodo 2003-2012)

Fuente: elaboración propia

Como se puede observar, existen diferencias importantes en la PTF de las comunidades autónomas. La del País Vasco, la primera del ranking, es un 34% mayor que la de Extremadura, que está en última posición. O lo que es lo mismo la PTF del País Vasco está un 14% por encima de la media mientras que la de Extremadura un 15% por debajo.

Aparte del País Vasco, también destacan por arriba Madrid, La Rioja y Navarra, las dos primeras con un 11% por encima y la última con un 9% más que la media.

Las comunidades que se sitúan en torno a la media son Asturias, Cantabria, Comunidad Valenciana y Aragón.

Las regiones con menor PTF, aparte de Extremadura, son Castilla-La Mancha (10% por debajo) seguida de Galicia, Canarias con un 7% y 6% respectivamente.

Estas diferencias pueden deberse a múltiples factores, como por ejemplo, el desarrollo o calidad del capital humano, dotación de infraestructuras, inversión en I+D, el entorno competitivo de los mercados de bienes y trabajo o factores culturales. En este trabajo me centro específicamente en las diferencias en la estructura productiva debidas a distinto peso de los grandes sectores productivos (agricultura, industria, construcción y servicios) en cada comunidad autónoma.

5 LA ESTRUCTURA PRODUCTIVA Y EL CRECIMIENTO ECONÓMICO

5.1 INTRODUCCIÓN

La estructura productiva de cada región podría tener un importante peso en estas diferencias entre CC.AA, ya que los distintos sectores de la economía han tenido una evolución distinta en cuanto a la PTF a lo largo del tiempo y una economía rica en agricultura tendrá distinta tecnología que una economía rica en industria.

La estructura productiva, o cambio en el peso relativo de las actividades productivas, que se produce conforme las sociedades progresan, es una de las pautas más consistentes para el crecimiento económico. En las primeras etapas del desarrollo económico tiene lugar un descenso de la participación de la agricultura, mientras que la industria avanza hasta alcanzar un máximo y, después, comienza a declinar; la participación de los servicios aumenta gradualmente pudiendo suponer la mayoría de

porcentaje de participación sobre el total. La estructura productiva se adapta al proceso en el que está inmersa la economía, cumpliendo funciones diferentes en sociedades y momentos de tiempo distintos.

La especialización productiva de una economía es un elemento clave de su nivel de productividad. España en comparación con el resto de países europeos se caracteriza por tener una menor presencia de sectores más vinculados a la tecnología y en el menor empleo de trabajadores especializados en el uso de las TIC.

5.2 EVOLUCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD Y DE LA ESTRUCTURA SECTORIAL EN ESPAÑA

La evolución de la productividad en España resulta desalentadora, pasando de un crecimiento medio del 3% anual en la década de los ochenta a apenas un 0.8% entre 1995-2002. Una de las causas principales de este bajo crecimiento productivo en comparación con EE.UU y la UE-15⁴ tiene su origen en la ralentización de crecimiento de la productividad en los distintos sectores productivos españoles, lo cual puede deberse al tipo de productos especializados de cada sector y a la aplicación de tecnología utilizada en los mismos.

Los sectores productivos se caracterizan por alcanzar distintos niveles de productividad del trabajo, determinada por la capitalización del sector, medida por el aumento de la cantidad de capital por unidad de mano de obra (K/L), y por la PTF, dando lugar a una elevada productividad del trabajo cuando el empleo de estos factores es elevado.

Para el periodo de 1979-2000, la capitalización de los sectores explica un 37% (*García Delgado y Myro, 2013*) del crecimiento de la productividad, pero la acumulación de capital tiene rendimientos decrecientes a escala, es decir, conforme pasa el tiempo el incremento en el capital produce saltos más pequeños en la productividad que al principio. Esto puede ser una de las causas que explica que a partir de la primera década del siglo XXI, caiga el ritmo de capitalización de la economía española, esto no tiene por qué deberse a que las empresas cambien su modo de producir sino que puede deberse a incrementos en el peso de sectores intensivos en el trabajo.

⁴ La Unión Europea durante el periodo de 1995 a 2004, compuesta por 15 países miembros.

En cuanto a la PTF como factor explicativo de la productividad, durante el periodo de 1979-1990 explica el 69.6% del crecimiento de ésta. Durante este periodo la PTF creció a ritmos muy altos en sectores como la agricultura, ganadería y pesca, y determinadas industrias manufactureras. No obstante, durante el periodo de 1990-2000 este crecimiento es más moderado. Según un informe elaborado por la Fundación BBVA sobre la productividad sectorial, indica que a partir del año 2000 tanto la productividad del trabajo como la PTF ha descendido en España, teniendo ambas variables una evolución similar. En el año 2008, ambos indicadores sufren una brusca caída para todos los sectores. El sector industrial y energético muestran niveles de productividad total superiores a los de los demás sectores, destacando con un nivel bajo el sector agrícola. En el año 2000 el sector de la construcción tenía la mayor PTF. Sin embargo, en el 2006 sufre un importante descenso aunque con una gradual recuperación posterior. En este sector se dio una sobreinversión de capital durante los primeros años de la década por lo que el efecto de la crisis tuvo más repercusión en este sector productivo que en otros.

El siguiente cuadro muestra la evolución de la estructura productiva española entre 1985-2010:

Cuadro 5.1. Evolución de la estructura productiva española, 1985-2010 (porcentajes)

| | 1985 | 1995 | 2005 | 2010 |
|---------------------|------|------|------|------|
| VAB nominal | | | | |
| <i>Agricultura</i> | 5,9 | 4,4 | 3,1 | 2,6 |
| <i>Industria</i> | 27,5 | 21,8 | 18,2 | 16,1 |
| <i>Construcción</i> | 7,8 | 9,3 | 13,6 | 11,9 |
| <i>Servicios</i> | 58,8 | 64,6 | 65,1 | 69,3 |
| VAB real | | | | |
| <i>Agricultura</i> | 4 | 3,5 | 3,1 | 3,1 |
| <i>Industria</i> | 20,4 | 19,4 | 18,2 | 15,6 |
| <i>Construcción</i> | 10,6 | 11,7 | 13,6 | 11,7 |
| <i>Servicios</i> | 65 | 65,3 | 65,1 | 69,6 |
| Empleo | | | | |
| <i>Agricultura</i> | 15,4 | 7,9 | 5,2 | 4,6 |
| <i>Construcción</i> | 21,9 | 19,1 | 16,8 | 13,8 |
| <i>Industria</i> | 7,3 | 9,1 | 12,5 | 8,8 |
| <i>Servicios</i> | 55,3 | 63,9 | 65,5 | 72,8 |

Fuente: Ameco, Eurostat

La evolución de la estructura productiva española en el periodo de 1985-2010 se ha caracterizado por un descenso de la agricultura en la producción nominal, su peso se ha reducido creciendo menos que el resto de las demás actividades. La participación relativa de la industria en términos de empleo y de valor añadido también se ha visto reducida, algo coherente en una economía ya desarrollada, y no en proceso de fuerte crecimiento. El importante aumento de la actividad inmobiliaria explica el aumento de peso del sector de la construcción. Por último, la participación relativa de las actividades terciarias no ha dejado de crecer en el período, alcanzando el 69,6% de la producción nominal.

Analizando el crecimiento económico a través de la productividad del trabajo, como ya se ha citado anteriormente, en el sector industrial es donde mayor es la productividad por hora trabajada, ya que las ramas más intensivas en mano de obra como la agricultura o la construcción son más reacias a incorporar nuevos procesos intensivos en tecnología. En los servicios la productividad ha permanecido estancada hasta ahora.

Por ello, a nivel regional, comunidades en las que la participación de los servicios y la construcción son mayores que en otras, la productividad tendrá una progresión más lenta. Al contrario que en economías regionales intensivas en el sector industrial.

A continuación a través de cuatro gráficos, uno por sector productivo, voy a analizar la evolución de los sectores desde el periodo de tiempo de 2003 a 2012 por comunidades autónomas.

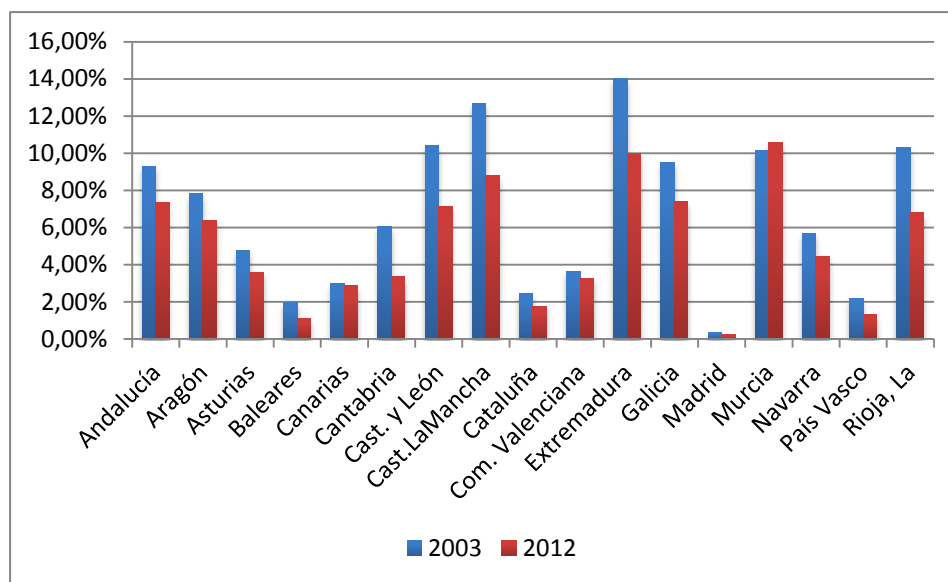
Agricultura

Desde la incorporación de España a la Unión Europea se aplicó a este sector la Política Agrícola Común (PAC), la cual está regida por los principios de unidad de mercado o libre circulación de productos agrarios entre los países miembros, preferencia comunitaria y solidaridad financiera. Pero estos mecanismos de protección generaron un rápido crecimiento de la oferta y un creciente desfase de la demanda. En 1992 se aprobó una reforma para reestructurar las normas de ésta política agraria. Con la ampliación de la Unión Europea hacia el este en 2004 y 2007 se ha favorecido el proceso de liberalización de la PAC.

En resumen, desde finales del siglo pasado el sector agrario español se encuentra afectado por una profunda reestructuración de los mecanismos de intervención de la

PAC, este contexto inconcluso dificulta la toma de decisiones introduciendo un alto grado de incertidumbre sobre el futuro del sector.

Gráfico 5.1. Evolución del sector agrícola por CC.AA (años 2003 y 2012)



Fuente: elaboración propia.

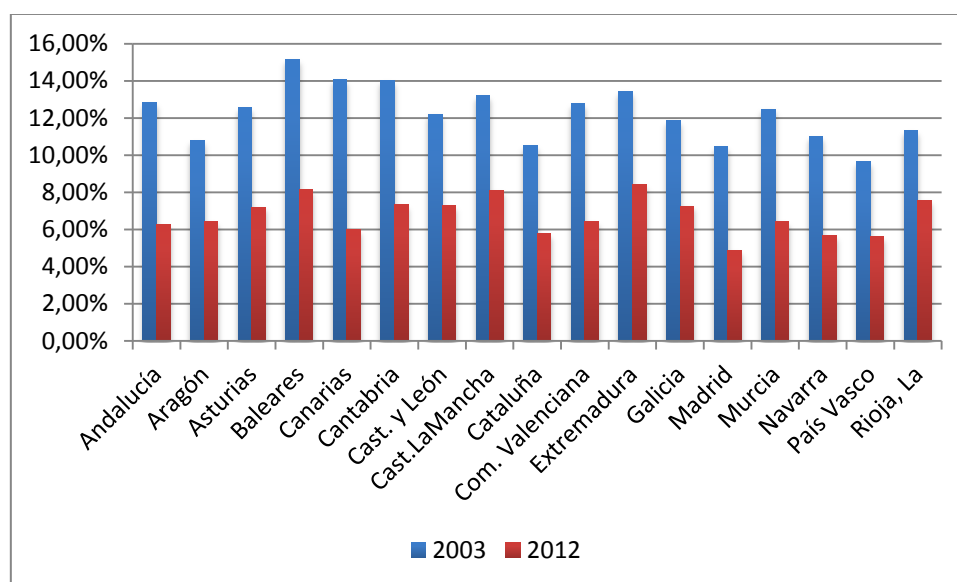
Este sector es el que menos participación tiene en la estructura productiva de las comunidades autónomas. Excepto en Murcia, que durante los 10 años del periodo analizado ha ascendido su peso en la economía (0,43%), en todas las demás ha descendido, siendo Extremadura, Castilla y León y La Rioja donde más fuerte ha sido la caída (4,05%, 3,85% y 3,52% respectivamente). A su vez en estas tres Comunidades es donde mayor porcentaje representaba la agricultura en el año 2003 (Extremadura, Castilla y León y La Rioja). A pesar de haber sufrido mayores descensos de participación que en otras regiones, en el año 2012 siguen encabezando la lista Extremadura y Castilla y León y en primera posición se encuentra Murcia teniendo un 10,59% del total de la producción proveniente de actividades agrícolas.

Madrid es la Comunidad con menos participación de este sector, sin ni siquiera alcanzar el 1% del total de la producción, seguido por Baleares, País Vasco y Cataluña.

Construcción

La construcción y sus efectos ha tenido especial importancia en España, ya que su contribución a la economía siempre ha sido superior que en el resto de países de la Zona Euro. Sin embargo, como muestra la tabla, desde el año 2003 hasta el 2012 se aprecia una notable reducción en la contribución relativa de la construcción en todas las Comunidades Autónomas. No es de extrañar ya que este sector fue uno de los que más sufrió la crisis económica y financiera del 2008 y en el que mayores caídas se registraron sobretodo en términos de empleo.

Gráfico 5.2. Evolución del sector de la construcción por CC.AA (años 2003 y 2012)



Fuente: elaboración propia

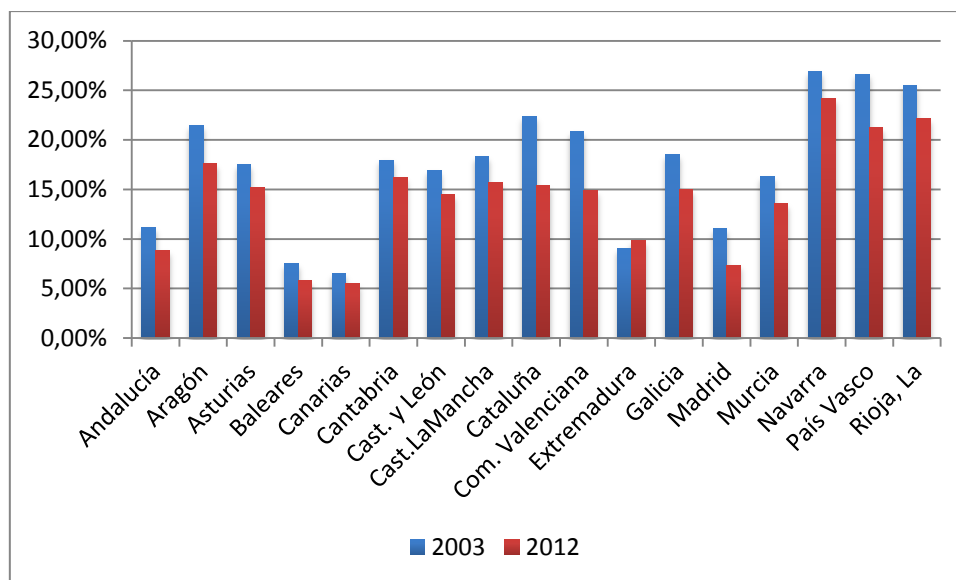
En el año 2003, excepto en el País Vasco, el empleo superaba el 10% de la participación en todas las regiones españolas. Sin embargo, en el 2012 ninguna alcanza este porcentaje y algunas ni lo rondan.

En el año 2012, Extremadura, Baleares y Castilla y León tienen mayor porcentaje relativo de este sector. Por el contrario, Madrid, País Vasco y Navarra son las que menos representatividad tienen.

Industria

La industria juega un papel muy importante en la capitalización del trabajo y es el sector donde mayor se ve reflejada la inversión privada en tecnología por parte de las empresas y la acumulación de capital.

Gráfico 5.3. Evolución del sector industrial por CC.AA (años 2003 y 2012)



Fuente: elaboración propia.

Durante estos últimos 10 años, se ha dado un descenso de la participación relativa de la industria en las comunidades autónomas, menos en Extremadura que el porcentaje ha aumentado levemente (0,80%).

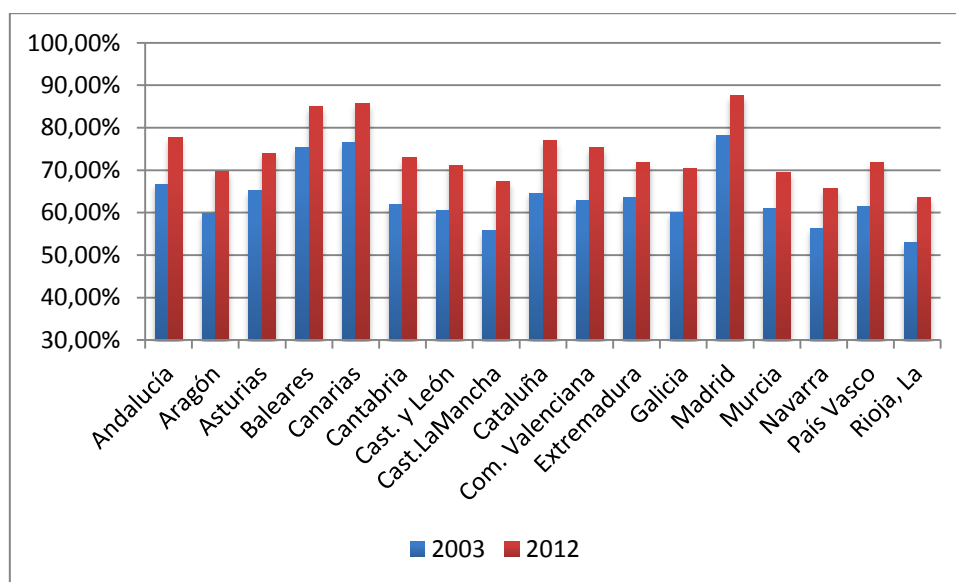
Tanto en el año 2003 como en el 2012, Navarra, La Rioja y el País Vasco encabezan la lista, teniendo los mayores porcentajes de industria en su economía autonómica, superando ligeramente el 20%. Por otro lado, en el año 2003 las que menos peso relativo de este sector tienen son Canarias con un 6,55% seguida por Baleares y Extremadura. En el año 2012, Madrid se incluye en la lista por abajo, saliendo Extremadura. Esto es debido al gran aumento de la participación del sector servicios en la capital en contra del sector industrial y al declive de la construcción.

Cataluña refleja mayores caídas en este sector: 7%, seguida de Comunidad Valenciana y País Vasco (con caídas del 6% y 5% respectivamente).

Servicios

Los servicios han ido incrementando su participación en la producción nominal de las economías regionales, como consecuencia de su encarecimiento, fruto del aumento de los costes de los factores productivos en relación con la productividad. Los precios de los factores, crecen a un ritmo similar y en consecuencia, si el incremento de costes es igual en todas las actividades productivas, como el avance de la productividad en este sector ha sido menor que el logrado en la producción de bienes, los precios de los servicios han crecido por encima que los precios de los bienes. Dando lugar a su encarecimiento.

Gráfico 5.4. Evolución del sector servicios por CC.AA (años 2003 y 2012)



Fuente: elaboración propia.

En todas las economías autonómicas es el sector que más presente está en la producción y a diferencia de los demás, ha aumentado su peso en los últimos 10 años en todas ellas con un incremento medio del 10%. En el año 2012, están en los primeros puestos Madrid con un 88% seguida por Canarias y Baleares con un 86% y 85% respectivamente. Y por abajo están La Rioja, Navarra y Castilla y León cuyos porcentajes son del 64%, 66% y 67%.

Comunidad Valenciana y Cataluña reflejan los mayores aumentos en la participación de este sector, con un incremento del 12% con respecto al año 2003.

En términos generales el sector agrícola y el de la construcción han sido los que han sufrido las mayores caídas relativas en la estructura productiva en los años analizados, ganándola a su vez el sector terciario. La industria ha sufrido también descensos pero no tan marcados como en los otros dos sectores. Las comunidades en las que menos peso tiene la agricultura e industria son en las que más presente está el sector servicios.

5.3 RELACIÓN ENTRE LA ESTRUCTURA PRODUCTIVA Y LA PRODUCTIVIDAD

En este apartado el objetivo es comprobar el tipo de relación que existe entre los sectores industriales y la PTF. Es decir, si los principales sectores de la economía afectan positiva o negativamente a la Productividad Total de los Factores.

La siguiente tabla muestra de mayor a menor el peso de cada sector en las comunidades autónomas y sus respectivas PTF (media del periodo 2003-2012).

Tabla 5.1. Ranking por CC.AA de los sectores productivos y su PTF.

| PTF | Agricultura | Construcción | Industria | Servicios |
|-----------------|-----------------|---------------|---------------|--------------|
| País Vasco | Extremadura | Baleares | Navarra | Madrid |
| Madrid | Murcia | Cast.LaMancha | País Vasco | Canarias |
| Rioja, La | Cast.LaMancha | Extremadura | Rioja, La | Baleares |
| Navarra | Cast. y León | Cantabria | Aragón | Andalucía |
| Baleares | Galicia | Murcia | Cataluña | Cataluña |
| Cataluña | Andalucía | Andalucía | Cantabria | Asturias |
| Asturias | Rioja, La | Com. Valenc | Com. Valenc | Com. Valenc |
| Com. Valenciana | Aragón | Canarias | Cast.LaMancha | Cantabria |
| Cantabria | Navarra | Cast. y León | Galicia | País Vasco |
| Aragón | Cantabria | Asturias | Asturias | Extremadura |
| Cast. Y León | Asturias | Rioja, La | Cast. y León | Cast. y León |
| Andalucía | Com. Valenciana | Galicia | Murcia | Galicia |
| Murcia | Canarias | Aragón | Andalucía | Murcia |
| Canarias | Cataluña | Cataluña | Extremadura | Aragón |
| Galicia | País Vasco | Navarra | Madrid | Cast.LaManch |
| Cast.LaMancha | Baleares | Madrid | Baleares | Navarra |
| Extremadura | Madrid | País Vasco | Canarias | Rioja, La |

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar, economías con mayor peso del sector agrícola como Extremadura, Murcia y Castilla-La Mancha son las menos productivas. Por el contrario, economías con fuerte peso del sector industrial son las que más, como por ejemplo País Vasco y Navarra.

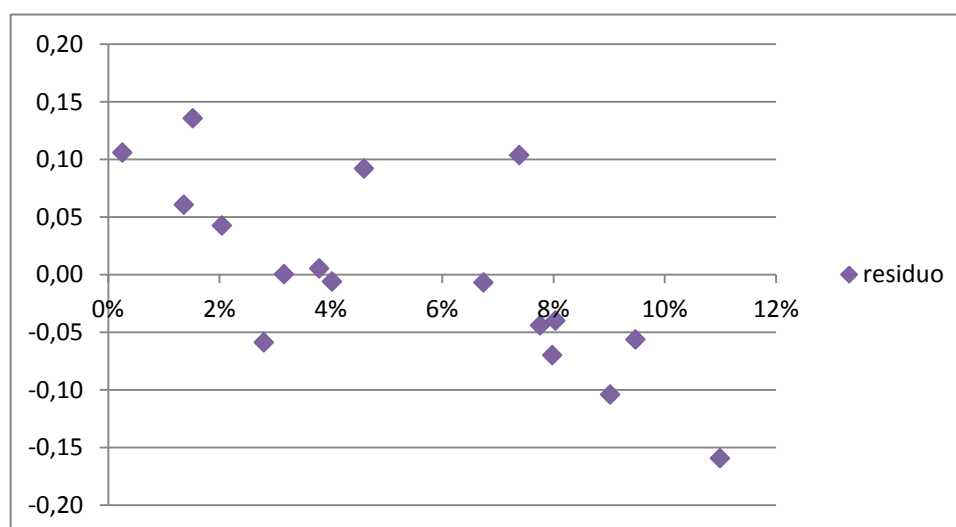
En el sector de la construcción, al igual que en el agrícola, parece que hay una relación negativa, las comunidades más productivas son las que menos participación de la construcción tienen.

En el sector servicios la relación no se ve tan clara, ya que por ejemplo Canarias tiene un alto peso de este sector al igual que Madrid, pero una es de las más productivas y otra de las que menos. No obstante, no sirve con analizar la incidencia individual de cada sector y la productividad sino la combinación en cada comunidad de los 4 sectores.

Además yo me estoy centrando en uno de los factores que afectan a la PTF, ésta también depende de otros por lo que puede haber comunidades con poco peso de la industria y ser más productivas que otras con mayor peso de esta, debido a otros factores como por ejemplo el capital humano o la inversión en I+D.

A continuación aparecen 4 gráficos de dispersión que recogen la relación los residuos y los sectores. El eje de abscisas es el porcentaje de participación de cada sector en las comunidades autónomas y los datos del eje de ordenadas son los residuos para cada CC.AA. Ambos ejes están calculados con el promedio de datos desde el 2003 al 2012 (ambos incluidos). Los residuos son un componente de la PTF, por ello, cuando el residuo es negativo los efectos sobre la productividad también lo serán.

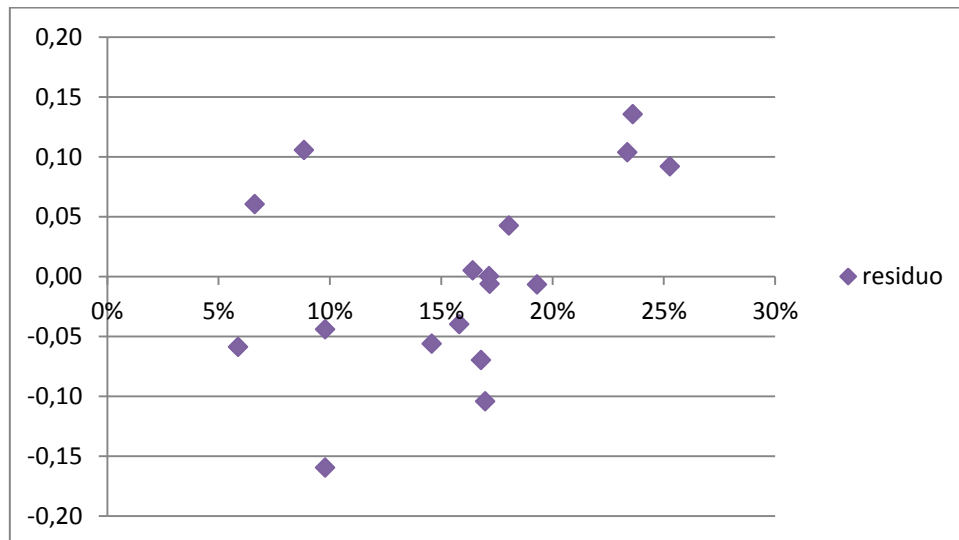
Gráfico 5.5. Relación entre los residuos y la participación del sector agrícola



Fuente: elaboración propia

La relación entre el porcentaje del sector agrícola y los residuos del modelo es inversa. A mayor participación de la agricultura en una economía menor es el residuo y por tanto la PTF.

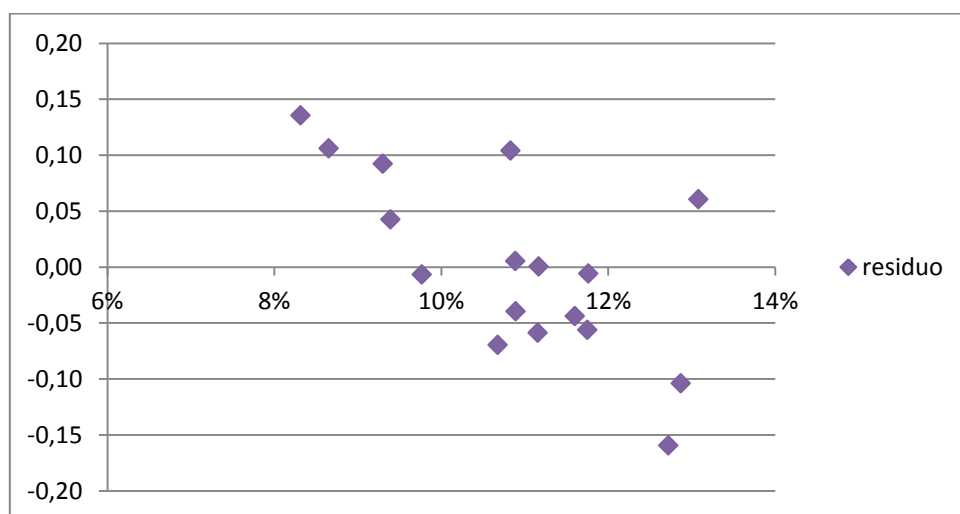
Gráfico 5.6. Relación entre los residuos y la participación del sector industrial



Fuente: elaboración propia

Hay una relación positiva entre la PTF y el sector industrial. Excepto algunos puntos, los demás tienen una relación directa: a mayor porcentaje de este sector, mayor es la cifra del residuo.

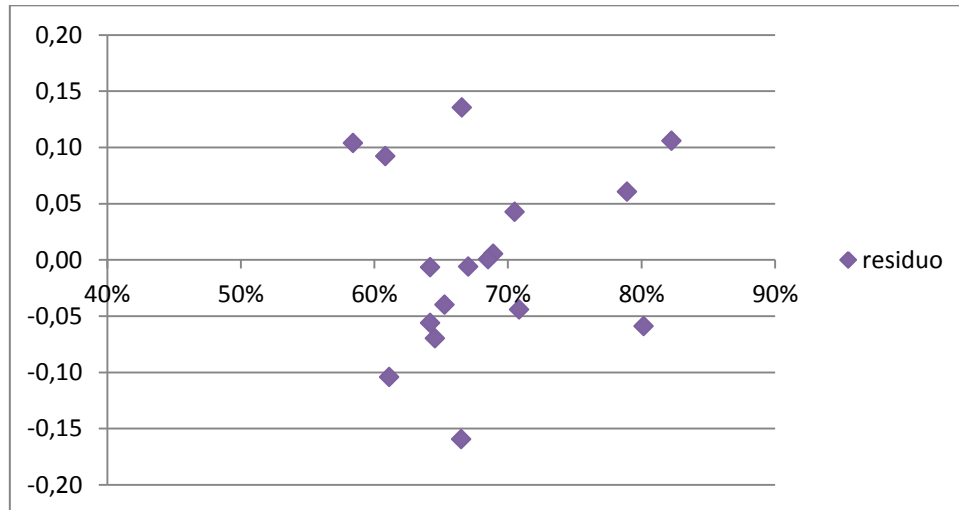
Gráfico 5.7. Relación entre los residuos y la participación del sector de la construcción



Fuente: elaboración propia

Relación inversa entre el sector de la construcción y los residuos. La PTF se ve afectada negativamente cuanto mayor es este sector en la estructura productiva.

Gráfico 5.8. Relación entre los residuos y la participación del sector servicios



Fuente: elaboración propia

La relación de los residuos con este sector no se ve tan clara, la nube de puntos no sigue una tendencia concreta, al menos a primera vista.

5.4 AMPLIACIÓN DE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN

Para ver en términos cuantitativos si las diferentes estructuras productivas que tienen las economías autonómicas explican las diferencias en la productividad total de los factores, voy a introducir en el modelo clásico de producción las siguientes variables:

- Agric → Peso relativo de la agricultura en el PIB real en tanto por uno.
- Constr → Peso relativo de la construcción en el PIB real en tanto por uno.
- Ind → Peso relativo de la industria en el PIB real en tanto por uno.
- Serv → Peso relativo de los servicios en el PIB real en tanto por uno.

No se pueden introducir las 4 variables en el modelo porque entre todas suman 1 y si se introdujesen habría multicolinealidad exacta y sus correspondientes problemas.

Por ello, el sector que no voy a introducir en el siguiente modelo es el de los servicios, que será la categoría base. Además, como se ha visto en el apartado anterior esta variable no tiene, a priori, una relación tan marcada con los residuos como las otras, por lo que es una buena variable base.

La introducción de estas variables se hace de forma aditiva.

El modelo queda formulado así:

$$\text{Ln}(y_i) = A + \beta_0 \text{Ln}(k_i) + \beta_1 \text{Ln}L_i + \beta_2 \text{agric} + \beta_3 \text{constr} + \beta_4 \text{ind} + u_i$$

Tras la estimación del modelo por MCO con el programa Gretl, el resultado es el siguiente:

Modelo ampliado: MCO, usando las observaciones 1-170

Variable dependiente: l_y

| | Coeficiente | Desv. Típica | Estadístico t | Valor p | |
|------------------------|--------------|-----------------------|---------------|-----------|-----|
| const | 10.2236 | 0.331088 | 30.88 | 3.08e-070 | *** |
| l_Lt | -0.000749555 | 0.00429586 | -0.1745 | 0.8617 | |
| l_k | 0.0730574 | 0.0270164 | 2.704 | 0.0076 | *** |
| agric | -1.68728 | 0.106514 | -15.84 | 6.99e-035 | *** |
| ind | 0.440569 | 0.0598271 | 7.364 | 8.22e-012 | *** |
| constr | -1.42997 | 0.170015 | -8.411 | 1.89e-014 | *** |
| Media de la vble. dep. | 10.86160 | D.T. de la vble. dep. | 0.093905 | | |
| Suma de cuad. residuos | 0.277368 | D.T. de la regresión | 0.041125 | | |
| R-cuadrado | 0.813879 | R-cuadrado corregido | 0.808204 | | |
| F(5, 164) | 143.4294 | Valor p (de F) | 5.60e-58 | | |
| Log-verosimilitud | 304.3281 | Criterio de Akaike | -596.6561 | | |
| Criterio de Schwarz | -577.8414 | Crit. de Hannan-Quinn | -589.0213 | | |

Se acepta la significatividad individual de las 3 variables sectoriales con un nivel de significación de 1% (***).

$$\text{Ln}(y_i) = 10.22 + 0.07\text{Ln}(k_i) - 1.69(\text{agric}) - 1.43\text{constr} + 0.44(\text{ind})$$

5.4.1 Interpretación económica

Al haber introducido las variables aditivamente el factor que recoge los efectos de éstas sólo afecta al término independiente, en este caso, a la tecnología o PTF. No se han tomado logaritmos en ellas, por lo que su interpretación económica con respecto a la

endógena será semilogarítmica. Las variables sectoriales están en términos relativos por lo que su formato es porcentual.

- Término constante: A

Donde $a = \ln A$, es el factor de productividad, en este caso es 10.22

La productividad total de los factores $= e^{10.22} \approx 27545.65$ miles de euros que son la media de la PTF de las 17 CC.AA.

- Parámetro $\beta_0 = 0.073$

Con la introducción de las nuevas variables el capital ha perdido peso en la variación del output por empleado (en el modelo base era 0,24).

Si se incrementa 1% el capital, el output incrementa en 0.07 %. Y por tanto, si aumenta un 1% el empleo el PIB lo hace un 0,93%.

- Parámetro $\beta_1 = -1.69$

La variable agricultura afecta negativamente a la constante, disminuyéndola, es decir, economías con alto peso de la agricultura en su economía tendrán menor PTF que otras con menos participación de este sector.

Si se incrementa 1% el porcentaje relativo de la agricultura (a costa de los servicios), el output por trabajador disminuye en -1,69%.

- Parámetro $\beta_2 = 0.44$

La variable industria tiene efectos positivos sobre la tecnología de una economía. Por ello, cuanto mayor peso haya de este sector en la economía de una comunidad mayor será su PTF.

Si se incrementa 1% el porcentaje del sector industrial (a costa de los servicios), en la estructura productiva de una economía, el output por trabajador aumenta en 0,44%.

- Parámetro $\beta_3 = -1.43$

El parámetro correspondiente a la variable construcción afecta a la constante negativamente disminuyéndola.

La variable construcción tiene efectos negativos sobre la tecnología de una economía.

Si se incrementa 1% el porcentaje del sector de la construcción en la estructura productiva de una economía, el output por trabajador disminuye en $-1,43\%$.

La variable empleo L_i no es significativa individualmente, como ocurría en el modelo base, lo que refleja rendimientos constantes a escala.

5.4.2 Análisis econométrico del modelo ampliado

Contraste RESET:

$H_0: E(Y_t | x_t) = x_t \beta$, correcta especificación

$H_1: E(Y_t | x_t) = h(x_t) \neq x_t \beta$, No H_0

Siendo $h(\cdot)$ una forma funcional, diferente de la lineal, no necesariamente conocida.

Hipótesis nula: La especificación es adecuada
Estadístico de contraste: $F(2, 162) = 1.72032$
con valor $p = P(F(2, 162) > 1.72032) = 0.182262$

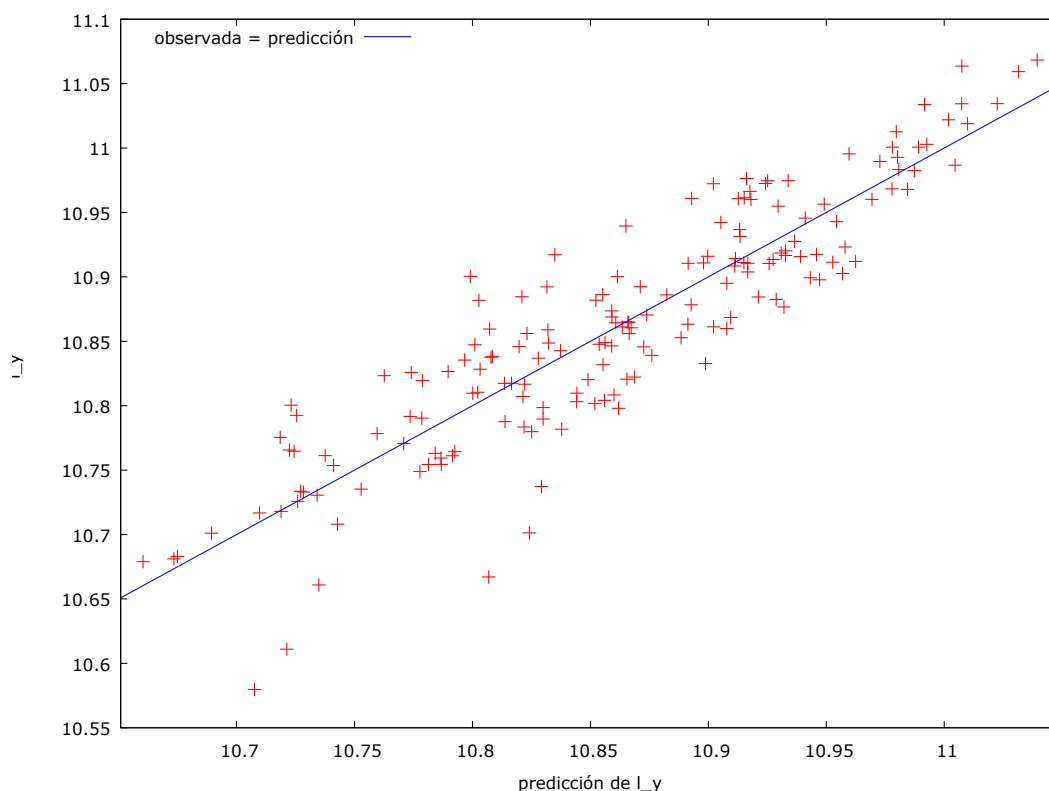
p-valor > nivel de significación

$0.182262 > 0.01$

Se acepta H_0 , la especificación del modelo es correcta con un nivel de confianza del 99%.

Gráficamente:

Gráfico 5.9. Variable observada vs estimada

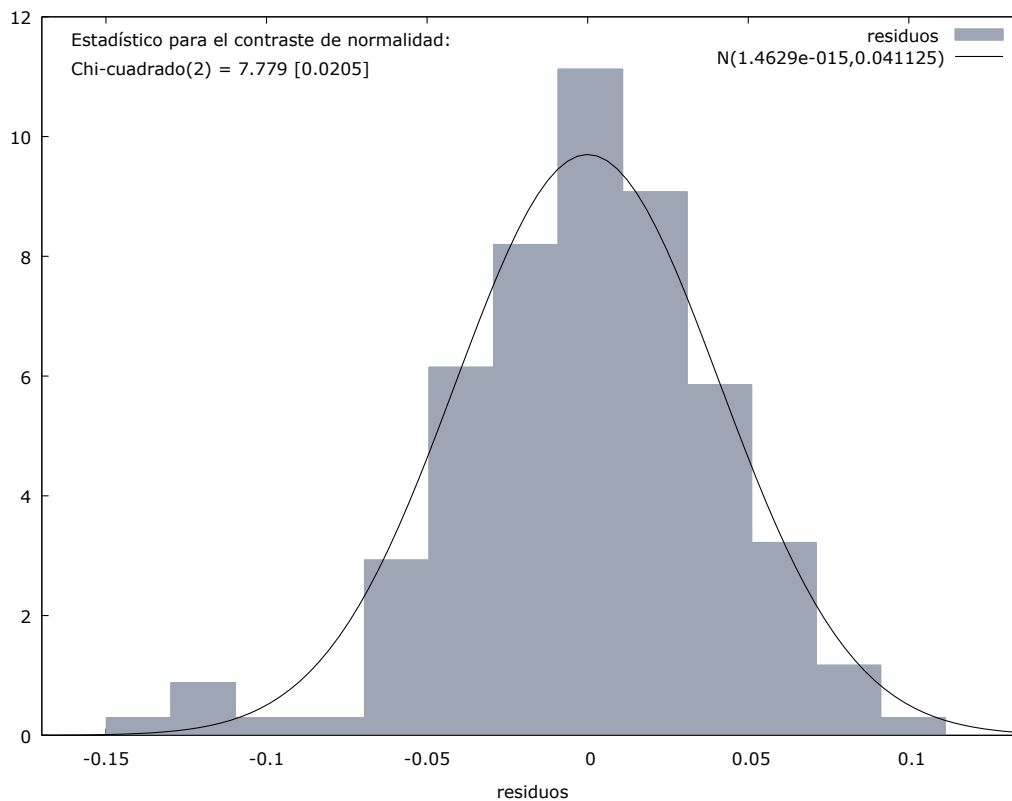


Fuente: elaboración propia a partir de Gretl

La nube de puntos se sitúa en la bisectriz del primer y tercer cuadrante. Lo que indica especificación correcta del modelo.

Contraste de normalidad de los residuos de Hansen:

Gráfico 5.10. Normalidad de los residuos.



Fuente: elaboración propia a partir de Gretl

Contraste de normalidad de los residuos -
Hipótesis nula: el error se distribuye normalmente
Estadístico de contraste: Chi-cuadrado(2) = 7.77884
con valor p = 0.0204572

H_0 = Normalidad de los residuos

H_1 = No normalidad de los residuos

P-valor = 0.0204542 > 0,01

Aceptación de H_0 a un nivel de significación de 1%. Existe normalidad en los residuos.

Multicolinealidad

Medición a partir de la matriz de correlaciones:

Coeficientes de correlación, usando las observaciones 1 - 170
valor crítico al 5% (a dos colas) = 0.1506 para n = 170

| l_y | l_k | agric | ind | constr | |
|--------|--------|----------------|---------------|----------------|--------|
| 1.0000 | 0.3538 | -0.6828 | 0.2781 | -0.6970 | l_y |
| | 1.0000 | 0.0531 | 0.0583 | -0.5758 | l_k |
| | | 1.0000 | 0.0915 | 0.2965 | agric |
| | | | 1.0000 | -0.1263 | ind |
| | | | | 1.0000 | constr |

Se aprecia la correlación negativa entre el sector agrícola y el de la construcción con el PIB por empleado, y la positiva de éste último con el sector industrial. Además, existe correlación más fuerte por parte de los sectores que afectan inversamente a la producción que el que afecta positivamente. Por ello, en el modelo ampliado los parámetros que acompañan a la variable agric y constr son más elevados en términos absolutos que el parámetro asociado a la variable ind.

No se observan problemas de multicolinealidad grave.

Contraste de heterocedasticidad de White:

Diremos que un modelo presenta heterocedasticidad cuando la varianza de la perturbación aleatoria de dicho modelo no se mantiene constante para todas las observaciones muestrales.

H_0 = Homocedasticidad

H_1 = Heterocedasticidad

Estadístico de contraste: LM = 57.3497
con valor p = P(Chi-cuadrado(20) > 57.3497) = 1.81633e-005

p-valor < nivel de significación

0.000018 < 0.05

Se rechaza la hipótesis nula de homocedasticidad de los residuos.

A diferencia del modelo base, este modelo presenta problemas de heterocedasticidad, es decir, la varianza de la perturbación aleatoria no permanece constante para todas las observaciones.

Hay posibles causas. Por un lado, el hecho habitual de que cuánto mayores son los valores de alguna de las variables del modelo cabe esperar que mayor será la dispersión

absoluta de la variable endógena. En este caso, las variables sectoriales de industria y servicios son mayores que las de construcción y agricultura. Otra de las causas puede deberse a un error en la especificación del modelo, algo que a priori descarto ya que en el contraste RESET se acepta la hipótesis de correcta especificación. Por último, podría deberse a la presencia de comportamientos atípicos, por ejemplo, en un periodo determinado de la muestra, las observaciones pueden tomar valores que se desvían de los normales por hechos externos.

Una de las soluciones posibles sería definir las nuevas variables en logaritmos neperianos, porque reducen mucho la heterogeneidad o bien, hacer una estimación robusta a heterocedasticidad de la matriz de varianzas y covarianzas.

5.5 COMPARACIÓN DE LOS MODELOS

El coeficiente de determinación: R^2 del nuevo modelo es de 0.814, lo que significa que aproximadamente el 81% de la variación muestral de la variable endógena es explicada por las variables exógenas del modelo.

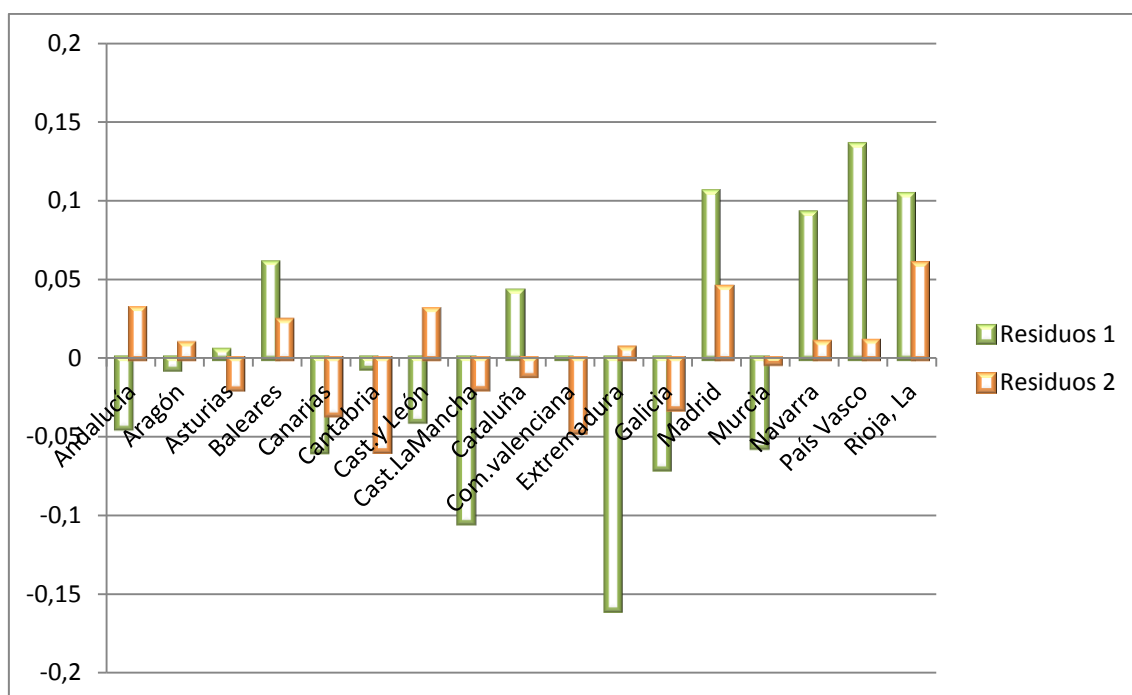
La parte que no es explicada con las variables del modelo pertenece a la suma residual.

La constante del modelo es la PTF, igual para todas las comunidades autónomas y la diferencia entre éstas radica en el residuo de cada una. En este modelo al haber introducido la estructura sectorial de cada una, a través de las nuevas variables: agric, ind, y constr, el residuo ha disminuido porque ha sido explicado por ellas.

El siguiente gráfico muestra los residuos de ambos modelos: el base (1) y el sectorial (2) y se puede observar la disminución de la parte residual del modelo, explicada por la introducción de las variables sectoriales.

Al igual que en el modelo anterior, para tener un único residuo por comunidad he realizado una media aritmética formada por los 10 años de análisis.

Gráfico 5.11. Residuos de modelo base y modelo sectorial



Fuente: elaboración propia.

Como se observa gráficamente, la introducción de las nuevas variables sí que han tenido incidencia sobre la PTF de las comunidades. En algunas de ellas afecta negativamente y en otras positivamente. El R^2 corregido⁵ ha aumentado considerablemente al introducir las variables sectoriales, pasando de un 17% a un 80%. Por ello, los residuos del modelo 2 son menores que los del modelo original, ya que la suma explicada del segundo es mayor que la del primero.

En el modelo sectorial ya no se observan tantas diferencias entre los residuos de las comunidades, estos se han ajustado. El objetivo era comprobar que la estructura productiva tenía incidencia sobre la productividad total de los factores y este hecho se constata. Si las diferencias en PTF en el modelo base suponían el 83% de la dispersión en el PIB por trabajador, en el modelo que incorpora la estructura sectorial suponen solo el 20%. Esto significa que las variables sectoriales son capaces de explicar la mayor parte de la dispersión inicial, aproximadamente del 75%. Dicho de otra forma, tres cuartas partes de la dispersión en productividad entre comunidades autónomas está explicada por las diferencias en estructura productiva.

⁵ Si para explicar una misma variable endógena, se estima con dos modelos con distinto número de variables explicativa se comparan en términos de R^2 corregido.

6. CONCLUSIONES

Las comunidades autónomas españolas presentan niveles de renta per cápita muy distintos y una de las explicaciones son las diferencias en productividad, que pueden deberse al uso del capital y el trabajo o a la productividad total de los factores (PTF), que habitualmente se conoce como residuo de Solow.

El objetivo de este trabajo era poder explicar una parte del residuo de Solow, el cual está formado por aquellos factores que sirven para explicar el progreso técnico. He seleccionado un elemento que puede estar detrás: la estructura productiva, es decir, el peso que tienen en cada comunidad autónoma la agricultura, la industria, la construcción y los servicios.

A través de la función de producción Cobb-Douglas he estimado un modelo econométrico por MCO el cual ha evidenciado que tan solo con la acumulación de capital no se puede explicar la variación en el PIB por empleado. La tecnología o PTF, como ya formuló Solow, juega un papel muy importante y viene recogida a través de la constante del modelo. Dicha tecnología es difícil de medir y es explicada por distintos factores. Mi muestra objeto de estudio han sido las comunidades autónomas y los datos elegidos analizados como corte transversal. No obstante, he tenido que coger diversos periodos de tiempo para cada comunidad ya que tuve problemas en el inicio con una muestra tan pequeña: 17 observaciones, una por comunidad, y de esta forma conseguí solventar problemas econométricos graves como colinealidad y mala especificación del modelo.

En la primera estimación del modelo de producción Cobb-Douglas en términos per cápita, obtuve un R^2 del 17%, nada elevado y el cual indica que el resto de la explicación del modelo está recogido en la suma residual. La PTF tiene dos componentes: la constante, igual para todas las comunidades autónomas, y los residuos del modelo donde residen las diferencias en las productividades. Los resultados de este primer modelo dieron lugar a una diferencia de hasta el 34% entre la comunidad más productiva: País Vasco y la que menos: Extremadura. Mi objetivo era comprobar si estas diferencias se reducían al introducir variables sectoriales en el modelo original, es decir, si la estructura productiva de las comunidades autónomas es un factor determinante en las diferencias de productividad de éstas.

Estimé el segundo modelo en el que he instrumentalizado la estructura productiva en tres variables que recogen el peso de cada sector en las economías autonómicas: agricultura, industria y construcción y los resultados han sido positivos. El modelo tiene un R^2 de 80% lo que significa que las variables sectoriales sí son significativas para explicar la variación del PIB per cápita y por consecuencia se reduce la suma residual a menos del 20%. En otras palabras, la estructura sectorial explica tres cuartas partes de las diferencias en productividad del primer modelo estimado.

Los resultados también indican que el sector agrícola y el de la construcción tienen efectos negativos sobre la PTF. En concreto, si incrementa un 1% el porcentaje relativo de cada uno de estos sectores (a costa de los servicios) el output per cápita disminuye en -1.69% en el caso de incremento del sector agrícola y en -1.43% para el sector de la construcción. Por el contrario, la industria tiene efectos positivos en el PIB per cápita incrementándolo 0.44% cuando la participación de este sector aumenta en 1% a costa de los servicios. Este hecho es constatado, observando que comunidades como País Vasco, La Rioja o Madrid lideran el ranking de comunidades más productivas y casualmente son en las que menos incidencia tiene el sector agrícola en su economía y en las que más participación tiene la industria. Lo contrario ocurre en Extremadura, Castilla-La Mancha o Canarias.

En resumen, los resultados han sido satisfactorios. La estructura productiva es un importante factor explicativo de las diferencias que se dan en la Productividad Total de los Factores, pasando de explicar el 20% del output por trabajador al 80% cuando se introducen variables sectoriales en el modelo. Además, la máxima diferencia en productividades de las comunidades autónomas, que en el primer modelo alcanzaba el 34% disminuye hasta el 13% en el segundo.

No obstante, cabe destacar que la PTF no sólo depende de la estructura sectorial, en ella también influyen factores como el capital humano, la inversión en I+D o incluso el clima de cada región, por lo que en ocasiones puede darse que una comunidad muy intensiva en industria y poco en agricultura, como es el caso de Cataluña, no lidere el ranking de comunidades más productivas, o el caso de Baleares que es la que más participación tiene del sector de la construcción en su economía y la última en cuanto a la industria y se encuentra en el 4º puesto en términos de productividad. Analizando las variables anteriormente comentadas podría darse explicación a estos hechos.

BIBLIOGRAFÍA

Aguayo et Al. *La productividad como indicador de bienestar en las CC.AA.* Econometrics. Faculty of Economics. University of Santiago de Compostela.

Estrada, A., Pons A., y Vallés J. *La productividad de la economía española: una perspectiva internacional.* Revista ICE. Marzo-Abril 2006. Nº 829.

Férnandez de Guevara, J. Fundación BBVA (2011): “La productividad sectorial en España: una perspectiva micro” Editorial Biblioteca Nueva S.L, Bilbao.

Fundación BBVA. Cuadernos de divulgación del proyecto *capital y crecimiento* (2006).

Fundación BBVA. Economía y sociedad. Bases de datos. El stock y los servicios del capital en España y su distribución territorial y sectorial.

Galindo Martín, M.A., *Tendencia y nuevos desarrollos de la teoría económica.* Revista ICE. Enero-Febrero 2011. Nº 858.

García Delgado, J.L., y Myro, R (2013): “*Economía española: una introducción*” Editorial Aranzadi, S.A, 1ª edición, Navarra.

Gujarati, Damodar N. *Principios de econometría.* Aravaca, Madrid: Mac Graw- Hill interamericana, 2006. Spanish translation.

Gumbau-Albert, M. (2000): “Efficiency and technical progress: sources of convergence in the Spanish regions” *Applied Economics*, Volume 32, Number 4, 20.

Instituto Nacional de Estadística (INE), Economía. Cuentas económicas. Contabilidad Regional de España. Base 2010. Bases de datos. Enfoque funcional: PIB y sus componentes.

Maudos, J., Pastor, J.M., y Serrano, L (2000), “Efficiency and productive specialization: an application to the Spanish regions” Regional Studies, Bilbao.

Solow, R. M. (1957), “Technical Change and the Aggregate Production Function”. Review of Economics and Statistics.

Solow, R. M. (1962), “Technical Progress, Capital Formation and Economic Growth” American Economic Review, 52, pp. 76-86.