

Efecto del capital humano sobre la productividad: Andalucía y resto de España*

Human Capital Effect On Productivity: Andalusia And The Rest Of Spain

M^a del Pópulo Pablo-Romero Gil-Delgado
M^a de la Palma Gómez-Calero Valdés
Universidad de Sevilla

Recibido, Marzo de 2010; Versión final aceptada, Octubre de 2010.

Palabras clave: Capital humano, Productividad, Diferencias territoriales

Key words: Human capital, Productivity, Territoriality differences

Clasificación JEL: O15-O18-O40-C23

RESUMEN

La literatura empírica reciente muestra que el capital humano afecta positivamente al crecimiento de la productividad. Sin embargo, el debate continúa sobre la magnitud de esos efectos en diferentes territorios. En este trabajo se evalúa la contribución del capital humano a la productividad andaluza, en relación al resto de España, que depende tanto de las distintas dotaciones de factor como de las diferentes elasticidades de éste respecto al VAB. Estas diferentes elasticidades pueden servir de guía para orientar la política económica llevada a cabo en Andalucía. Los resultados ponen de manifiesto la conveniencia de fomentar la dotación de capital privado.

ABSTRACT

Recent empirical literature shows that human capital positively affects economic growth. However, the debate continues on the magnitude of these effects on the productivity of different territories. In this work, we show human capital effects on Andalusia productivity, related to the rest of Spain. Differences observed depend on their different endowments and also of this factor's different elasticity. These different elasticities may serve as guideline for economic policy carried out in Andalusia. The results highlight the desirability of promoting the private equity allocation.

* Una versión previa de este trabajo ha sido publicada como WP N°403 2008. Fundación de las Cajas de Ahorros (FUNCAS). Las autoras agradecen los valiosos comentarios y sugerencias.

1. INTRODUCCIÓN

La literatura empírica reciente que estima los efectos del capital humano en el crecimiento económico muestra de forma generalizada que éstos son determinantes. No obstante, continúa el debate sobre la magnitud de ese efecto, que se traduce en definitiva en el modelo más adecuado para mostrar esa relación¹. Por otro lado, resultan especialmente interesantes aquellos otros trabajos que resaltan la existencia de diferencias significativas en la configuración del crecimiento cuando se estiman los efectos del capital humano en la productividad de distintos ámbitos territoriales.

La conveniencia de tener en cuenta esas diferencias en Andalucía y en el resto de provincias españolas, superando las dificultades de las formas funcionales tradicionalmente utilizadas en la literatura sobre el crecimiento, ha motivado este trabajo. En un escenario de crisis económica como el actual y de escasez de recursos públicos, el conocimiento de esas diferencias en la configuración del crecimiento económico en los distintos territorios, puede facilitar las decisiones de los gestores públicos relativos a la toma de decisiones relacionadas con las políticas a emplear para fomentar el crecimiento económico.

Con este fin, en este estudio se propone el empleo de *dummies* de carácter multiplicativo que permiten contrastar la diferencia de elasticidades entre Andalucía y el resto de España y estimar sus valores a partir de una función sencilla Cobb-Douglas. Permitiendo con ello hallar adecuadamente el valor de la contribución de cada factor productivo al crecimiento de la productividad y la *PTF* en Andalucía en el periodo 1985-2006.

Esta metodología ha sido empleada en ocasiones para analizar el efecto del capital humano en zonas con características diversas, pues este factor puede tener efectos indirectos y positivos sobre el crecimiento que van más allá del *efecto nivel* expresado tradicionalmente a través de la función Cobb-Douglas y del *efecto tasa* habitualmente propuesto para este factor por su interrelación con el progreso tecnológico².

Con este fin, se ha organizado el trabajo del siguiente modo. En primer lugar, se revisa la literatura sobre crecimiento económico y capital humano y se descri-

- 1 Los estudios recientes de Durlauf, Kourtellos y Tan (2008) y Henderson, Papageorgiou y Parmeter (2010), insisten en la necesidad de seguir buscando modelos más adecuados.
- 2 Neira y Guisán (2001, 2002) proponen el uso de variables ficticias multiplicativas para analizar el efecto del capital humano sobre el crecimiento económico en países de la OCDE, al considerar que este efecto varía en función de las situaciones iniciales de capital humano, pues condicionan sus niveles de capital físico. Esta estrecha relación entre estas variables, por su incidencia en la acumulación de capital físico, es el origen de un efecto tasa del capital humano.

ben las fuentes de información estadística utilizadas, mostrándose las principales relaciones entre los factores productivos: Andalucía frente al resto de España. A continuación, se presentan los principales resultados obtenidos de las estimaciones realizadas de la función de producción empleando *dummies* multiplicativas, que permiten obtener las elasticidades respecto al VAB de los factores de producción para las ocho provincias andaluzas por un lado y para las cuarenta y dos provincias españolas restantes por otro. A partir de estos coeficientes diferentes para cada ámbito territorial, se estiman en tercer lugar las aportaciones al crecimiento de la productividad de cada factor productivo para las provincias andaluzas, comparándose estas aportaciones con las halladas para el resto de las provincias españolas; poniéndose de manifiesto que las diferencias en aportación se deben tanto a la diferente dotación de factores como al distinto valor de las elasticidades de cada factor productivo en cada ámbito territorial considerado. Finalmente se recogen las principales conclusiones obtenidas de este estudio.

2. RESUMEN DE LA LITERATURA ECONÓMICA DE LOS EFECTOS DEL CAPITAL HUMANO SOBRE EL CRECIMIENTO ECONÓMICO

A partir de los trabajos de Schultz (1960, 1961), que ofrecieron las primeras estimaciones de la contribución del capital humano al desarrollo, la literatura sobre el crecimiento económico empieza a conceder un lugar destacado a este factor. Así Denison (1962a, 1962b) corroboró contablemente su importancia y la necesidad de incorporarlo a los modelos teóricos, siendo Uzawa (1965) el primero que realizó esa incorporación al añadir un sector educativo en el modelo de crecimiento óptimo de Cass (1965).

El interés por el capital humano vuelve a surgir a partir de la segunda mitad de los años ochenta, con el incipiente interés por conocer las causas de las diferencias de productividad y de las tasas de crecimiento. Surgen así los primeros modelos de crecimiento endógeno, que consideran que el aumento de la productividad de los factores es un proceso económico que responde a las fuerzas de mercado. En este contexto, se comienza a otorgar al capital humano un papel fundamental en el crecimiento. Ya sea por considerar que la acumulación de capital humano genera una mayor tasa de crecimiento, debido a que se le pueden atribuir externalidades positivas³ (Lucas, 1988), o por considerar que contribuye al desarrollo de nuevas ideas y nuevos productos, que hacen crecer la tasa de progreso técnico⁴ (Romer, 1990).

3 Conocido normalmente como *efecto nivel*.

4 Conocido normalmente como *efecto tasa*.

A partir de estos estudios, surge una importante literatura empírica con el fin de contrastar ambas teorías. Esta tiende a mostrar mayoritariamente una clara evidencia sobre el *efecto tasa*, mientras que la evidencia sobre el *efecto nivel* ha sido más controvertida⁵. Muchos autores atribuyen, al menos en parte, esa falta de consistencia empírica a los errores de medición de los datos primarios utilizados para medir el capital humano⁶. La posterior corrección de éstos ha permitido obtener o aproximarse a los resultados esperados sobre el *efecto nivel*. En este sentido destacan las aportaciones de Bassanini y Scarpetta (2002), De la Fuente y Doménech, R. (2006b) y Cohen y Soto (2007).

Por otro lado, el factor de capital humano también se ha ido incorporando en los modelos neoclásicos de crecimiento. En el trabajo de Mankiw, Romer y Weil (1992) se incorpora al modelo de Solow (1956) una tasa de ahorro en capital humano, evidenciando la existencia del *efecto nivel* al demostrar que tiene un efecto directo sobre el nivel de productividad y crecimiento, permitiendo rebatir la tesis de Kyriacou (1991) y Benhabid y Spiegel (1994) de su inexistencia. Asimismo, también son utilizados modelos de crecimiento con rendimientos decrecientes para mostrar la existencia del *efecto tasa*. De la Fuente (1995, 1996) y De la Fuente y Da Rocha (1996) incorporan procesos de *catch-up* tecnológicos dependientes del nivel de capital humano que hacen hincapié en su contribución al progreso técnico.

Así pues, el capital humano no es un rasgo distintivo de una familia de modelos de crecimiento sino que, como afirma Serrano (2004), se ha convertido en un componente consustancial a la mayoría de ellos; continuando en la actualidad un intenso debate sobre la existencia o no de evidencia empírica de los supuestos teóricos de los distintos modelos, ya que continúa existiendo incertidumbre sobre la magnitud del efecto del capital humano en el crecimiento.

En este sentido, el debate actual se centra en si las hipótesis sobre la función de producción explican de forma adecuada las relaciones entre el producto agregado y el capital humano y que se traducen en la consideración de si este capital tiene efectos permanentes o transitorios sobre el crecimiento. Así, tras unos años en los que se abandonó la idea de la existencia de efectos permanentes (debido a los resultados de las investigaciones de Jones, 1995), recientemente ha resurgido el interés por contrastar estos efectos. En este sentido destacan las aportaciones de Bernanke y Gürkaynak (2001), Li (2002) y más recientemente las de Arnold,

5 En este sentido se pueden ver los trabajos de De la Fuente y Da Rocha (1996), Freire-Serén (2003) y Ciccone y Papaioannou (2006).

6 De la Fuente y Doménech (2000, 2002 y 2006b) repasan brevemente la metodología utilizada en numerosos trabajos centrados en los países de la OCDE, donde se pone de manifiesto que buena parte de los problemas son consecuencia de las deficiencias de los datos primarios utilizados para elaborar las series educativas.

Bassanini y Scarpetta (2007), en las que se muestra para los países de la OCDE evidencia empírica consistente con los estudios anteriores de De la Fuente y Doménech (2006) y Cohen y Soto (2007), que resaltan un impacto significativo y positivo de la acumulación de capital humano en el crecimiento del *PIB* per cápita.

Estas investigaciones resultan de gran interés en el ámbito de la economía regional ya que las políticas de promoción del desarrollo regional están en buena medida vinculadas a las conclusiones de estos trabajos. Asimismo, resultan especialmente interesantes aquellos otros trabajos que resaltan la existencia de diferencias significativas en la configuración del crecimiento cuando se analizan países de distinto nivel de desarrollo, en los que la incidencia del capital humano depende del grado de desarrollo alcanzado (Kyriacou, 1991, Benhabib y Spiegel, 1994)⁷, o aquellos que analizan la existencia de complementariedades entre el capital humano y I+D (De la Fuente y Da Rocha, 1996), o entre aquél y el capital físico⁸ (Lucas, 1990, Neira y Guisán, 1999, 2001).

Por lo tanto, el debate actual sobre la incidencia del capital humano en el crecimiento económico pasa necesariamente por la especificación de la función de producción y su procedimiento para estimarla; sobre todo para ámbitos territoriales que no son productivamente homogéneos.

3. INFORMACIÓN ESTADÍSTICA UTILIZADA

3.1. Valor Añadido Bruto

A partir de la serie homogénea del *VAB* ofrecida a nivel provincial al coste de los factores y expresadas en millones de pesetas corrientes desde 1985 hasta 1999 y de las series expresadas a precios básicos y en millones de euros corrientes de años 1995 a 2008 de Alcaide, J., Alcaide, P. (2000, 2009) y de Alcaide, J., Alcaide, P. y Alcalde, P. (2004), se ha elaborado una nueva serie enlazada del valor añadido bruto a precios básicos para los años 1985 a 2006, expresada en millones de euros constantes de 2000.

Esta serie enlazada se ha realizado extendiendo hacia atrás la serie de *VAB* a precios básicos hasta el año 1985, utilizando para ello las tasas de variación de la

7 Por otra parte, Galor y Moav (2004), señalan que el capital humano sería la primera fuente de crecimiento a partir de un determinado nivel de desarrollo, coincidiendo con las conclusiones que Sosvilla y Alonso (2005) obtienen al explicar el crecimiento de la economía española de 1910 a 1995.

8 Barro (1991), Benhabib y Spiegel (1994), Barro y Lee (1994) y Cho (1996), encuentran evidencia empírica a favor del efecto del capital humano sobre la inversión en capital físico por lo que la acumulación de capital humano genera mayor crecimiento.

serie del VAB al coste de los factores, como se ha realizado en otros estudios⁹. La nueva serie obtenida se ha expresado en precios constantes¹⁰.

Esta fuente de información presenta la ventaja de ofrecer datos anuales para las cincuenta provincias españolas y para la totalidad del periodo analizado.

3.2. Stock de capital privado y público

La información utilizada sobre estas dos variables explicativas procede de las nuevas estimaciones del stock y de los servicios del capital para la economía española realizadas por Mas, Pérez y Uriel (2009) y publicadas por la Fundación BBVA, disponibles para los años 1964 a 2006, ambos inclusive. Tanto para el capital privado como para el público se han utilizado los datos provinciales del stock de capital productivo real expresados en miles de euros constantes de 2000 para el periodo de estudio, que han sido convertidos en millones de euros de ese mismo año. Este stock de capital productivo se corresponde con los servicios del capital que los autores consideran que es el que realmente interesa utilizar cuando se trata de analizar la contribución del capital físico al crecimiento económico y de sugerir políticas que contribuyan a ese crecimiento.

Además reconocen que las dotaciones de capital bruto y neto ofrecidas en las anteriores estimaciones constituyen un indicador poco satisfactorio a la hora de valorar la contribución del stock de capital físico al crecimiento económico, considerando sin embargo, que son adecuados para medir la dotación de riqueza de que dispone una determinada región.

Los datos de capital público se han tomado por su valoración total considerado las funciones de gasto en *Otras construcciones* (infraestructuras varias, infraestructuras hidráulicas, infraestructuras ferroviarias, infraestructuras aeroportuarias, infraestructuras portuarias, infraestructuras urbanas de Corporaciones Locales) que tradicionalmente han estado asociadas al capital público productivo según la sistemática de las investigaciones realizadas entre otros por la Fundación BBVA y el IVIE. En el caso capital privado, se han considerado las funciones de gasto privado, que son las de *Equipo de transporte*, *Maquinaria*, *material de equipo* y *otros*

9 Vid Pérez et al. (2005)

10 La nueva serie enlazada obtenida esta expresada en euros corrientes, por lo que ha sido deflactada con el índice de precios implícito en el VAB ofrecida por FUNCAS. Para ello se ha partido de dos series de índices de precios también ofrecidas por FUNCAS: una con base 1986=100, para el periodo 1985-1999, que ha sido cambiada a base 1995=100. La otra serie de índice de precios es para 1995=100, y se ofrece para el periodo 1995-2003. Ambas series, con base 1995=100, se ha unido, abarcando el periodo 1985-2006. Con esta nueva serie se ha deflactado el VAB para obtener la serie en millones de euros constantes de 1995. Posteriormente esta serie se ha prolongado hasta el año 2006 con base 2000=100.

productos, y *Otros productos*, más la rúbrica *Otras construcciones n. c. o. p.* que incluye inversiones de carácter privado.

3.3. *Capital humano*

Los indicadores sintéticos de capital humano más frecuentemente utilizados han sido el número de años medio de escolarización y el porcentaje de personas que tienen un cierto nivel educativo mínimo, que generalmente han sido calculados a partir de las series provinciales de población en edad de trabajar por niveles educativos, elaboradas por Mas et al. (2005) y ofrecidas por el IVIE hasta el año 2004.

Actualmente, el IVIE ofrece nuevas series de capital humano elaboradas por Serrano y Pastor (2008), que incluye información provincial hasta 2007. En estas nuevas bases de datos de capital humano se ofrecen dos series diferentes que miden el capital humano: una en forma de años medios de estudios completados y la otra en términos de un indicador de capital humano que combina información salarial y características personales, expresado en trabajadores equivalentes sin formación ni experiencia.

La primera serie mencionada muestra un indicador de capital humano medido por el número de años promedio de estudios completados. La ventaja de este indicador es que no fuerza un crecimiento del índice de amplia velocidad, sino que crece de forma suave y los errores están atenuados. Además, sintetiza toda la información de la población en cada nivel de estudios. Esto supone una ventaja frente al indicador que mide el capital humano tan sólo por la proporción de población que supera un determinado nivel educativo. Ya que a éste último se le critica el hecho de que tienen la misma valoración distintos niveles educativos, sin tener en cuenta las diferencias educativas que existen entre los pertenecientes a un grupo o a otro. No obstante, estos dos tipos de indicadores sólo valoran el capital humano en base al componente educativo sin considerar otros factores explicativos.

La segunda serie ofrecida por el IVIE introduce nuevos elementos explicativos del capital humano, como la experiencia, midiendo el nivel educativo de forma sustancialmente diferente. El capital humano de una persona se mide en función del número de los "*trabajadores equivalentes*" que serían necesarios para conseguir su misma capacidad productiva, medida ésta última, por su educación y experiencia acumulada. Así, el capital humano de un individuo se valora por el número de individuos sin capital humano (varón sin estudios, menor de veinte años) equivalente a su grado de educación y experiencia. El salario relativo entre las diferentes categorías de individuos (ofrecida por la E.E.S. 95) es la fuente de información utilizada para establecer esa equivalencia.

De las dos series de indicadores de capital humano ofrecidas por el IVIE actualmente, se ha optado por medir el capital humano de acuerdo con el número

de años medios de escolarización¹¹. No obstante, las principales estimaciones de este trabajo han sido reestimadas utilizando también el indicador expresado en trabajadores equivalentes. Si bien, se opta por el primero de los indicadores para poder comparar sus valores con los de estudios previos en los que se utiliza una metodología similar.

3.4. Empleo

Los datos sobre el empleo proceden de las series de ocupados procedentes de las series de capital humano de Serrano y Soler (2008) ofrecidas por el IVIE a nivel provincial desde 1964 hasta 2007, y expresadas en miles de personas.

4. PRINCIPALES RELACIONES ENTRE LOS FACTORES PRODUCTIVOS: ANDALUCÍA FRENTE AL RESTO DE ESPAÑA

A través de los estudios de los efectos del capital humano sobre el crecimiento comentados anteriormente, se observa que la incidencia de este factor está vinculada a las circunstancias propias de carácter productivo de cada zona geográfica, entre las que cabe destacar su nivel de desarrollo, la diferente especialización de la economía andaluza, más orientada a sectores que generan menor valor añadido por ocupado y la estructura relativa entre capital humano y capital físico. Por esta razón, antes de analizar el crecimiento de la productividad en las provincias andaluzas, resulta conveniente ilustrar el distinto nivel de desarrollo andaluz así como la distinta estructura que definen el capital privado y humano, para ver si es conveniente el tratamiento diferenciado de estas provincias respecto a las del resto de España en la función de producción.

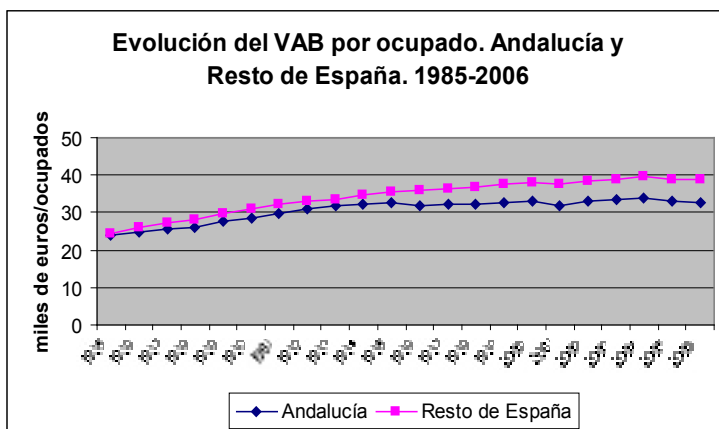
La Figura 1 muestra claramente que la productividad en Andalucía ha sido inferior a la del resto de España durante todo el periodo considerado, presentando además una divergencia creciente que se pronuncia desde 1994.

Esta diferencia de productividad puede explicarse, al menos en parte, por la escasez relativa de capital humano y privado. En la Figura 2 se muestra la evolución de ambos factores por ocupado tanto de Andalucía como del resto de provincias españolas. Al igual que la productividad, tanto el capital humano como el privado por ocupado de Andalucía se mantienen por debajo de los valores del resto nacional, aumentándose asimismo y de forma sucesiva sus diferencias. Esa menor dotación

11 En este trabajo se utiliza la serie de Años medios de estudio basados en la Ley General de Educación de 1970.

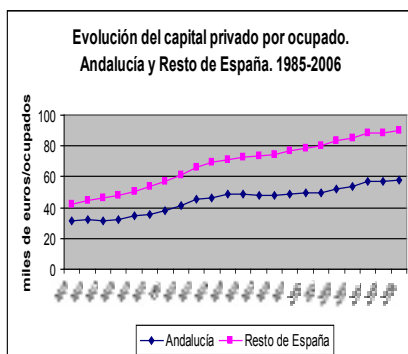
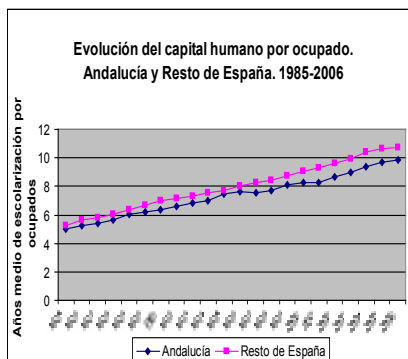
de factores implica necesariamente una menor productividad, tal como podría predecirse estimando simplemente el tradicional modelo de Solow a través de la función Cobb-Douglas. No obstante, este resultado no implicaría la necesidad de aplicar ningún mecanismo de diferenciación de Andalucía respecto del resto de las provincias, puesto que la propia función Cobb-Douglas ya pondría de manifiesto ese menor crecimiento por la menor dotación de factores.

FIGURA 1



Fuente: Elaboración propia

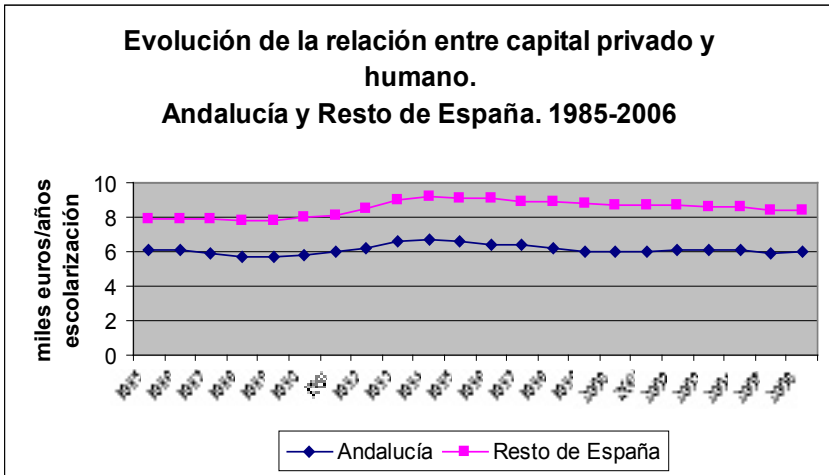
FIGURA 2



Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, al analizar la relación entre capital privado y humano se observa, en la Figura 3, que las provincias andaluzas tienen en su conjunto una menor dotación de capital privado por unidad de capital humano y su diferencia aumenta de forma notoria, lo que pone de relieve que la estructura de producción es diferente a la del resto de España. Esta importante diferencia sugiere la necesidad de dar un tratamiento diferenciado a las provincias andaluzas a la hora de estimar la función de producción, pues nos encontramos con provincias cuyo nivel de capital humano es deficiente, pero en términos relativos superior a su nivel de capital privado, también menor al del resto de España.

FIGURA 3



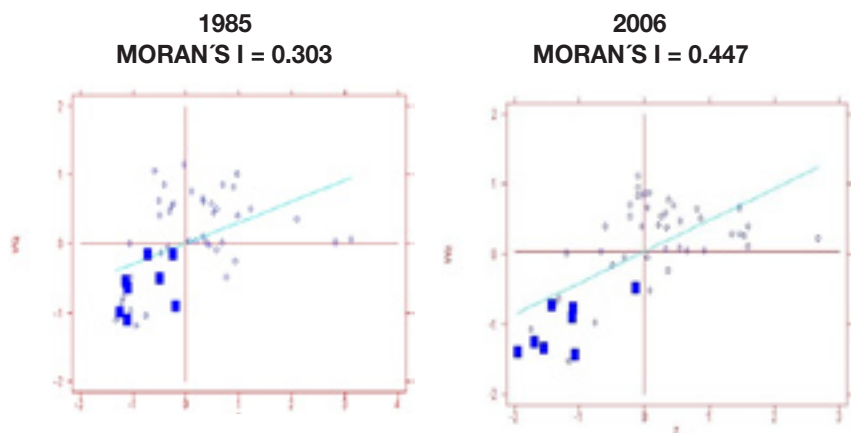
Fuente: Elaboración propia

Las teorías recientes que consideran que existe una importante complementariedad entre capital físico y humano, que tiende a explicarse por el hecho de que el nivel de capital humano incide directamente sobre la producción pero también puede incidir sobre la acumulación de capital privado y por tanto también indirectamente sobre la producción, refuerzan la necesidad de realizar ese tratamiento diferenciado en las provincias andaluzas, en las que la estructura del capital humano en relación al privado es muy diferente a la del conjunto del resto de España y su evolución parece además sugerir que existe un proceso negativo de retroalimen-

tación compatible con esas teorías recientes¹². Estas diferencias en las estructuras de producción de las provincias andaluzas respecto a las del resto de España se ponen también de manifiesto al medir la autocorrelación espacial de la variable capital privado por unidad de capital humano mediante el test de Moran. A nivel global el valor del test de Moran oscila entre 0,27 y 0,45 para los años del periodo analizado, siendo significativo en todos los casos. Sus resultados muestran que a nivel global los valores de cada provincia están relacionados con los valores de las provincias cercanas. La Figura 4 muestra el *scatterplot* de Moran para 1985 y 2006. En ambos casos se observa que los valores se concentran mayoritariamente los cuadrantes I y III, por lo que existe un predominio de asociación espacial positiva. Asimismo, se debe hacer notar que las provincias andaluzas pertenecen todas al mismo cuadrante, lo que refuerza la idea de que su estructura de producción es diferente a la del conjunto de provincias del resto de España.

FIGURA 4

SCATTERPLOT DE MORAN: RELACIÓN ENTRE CAPITAL PRIVADO Y HUMANO DE LAS PROVINCIAS ESPAÑOLAS.1985 Y 2006.



*Las provincias andaluzas se marcan con un cuadro azul

Fuente: Elaboración propia

12 Romer (1990), Barro (1991, 1997), Benhabid y Spiegel (1986) y Neira y Guisán (1999, 2001, 2002).

5. EVIDENCIA DE LA APORTACIÓN AL CRECIMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LAS PROVINCIAS ANDALUZAS

Para hallar las aportaciones de cada uno de los factores producción considerados al crecimiento económico de Andalucía, desde 1985 hasta 2006, es necesario estimar previamente las elasticidades de cada factor productivo respecto al VAB. Sin embargo, la estimación de la función de producción andaluza empleando datos individuales de sus ocho provincias en ese periodo de tiempo puede resultar inadecuada por el escaso número de individuos de la muestra, originando coeficientes estimados ineficientes.

Ante este hecho, una alternativa frecuentemente utilizada¹³ consiste en obtener el valor de las elasticidades de los factores de producción a partir de la muestra de datos de la totalidad de las provincias españolas, haciendo que el problema mencionado de significatividad se diluya al ser la muestra más amplia, pues hay observaciones para cincuenta individuos.

De esa estimación total es posible llegar a una valoración de las aportaciones de cada uno de los factores de producción considerados al crecimiento económico de cada provincia andaluza, simplemente multiplicando el valor de las elasticidades estimadas por la tasa de crecimiento de las dotaciones por ocupado de cada factor productivo de las provincias andaluzas, y hallando la PTF a modo de residuo de Solow para cada una de ellas. En general, estos estudios ponen de manifiesto que una de las causas explicativas de las diferencias de contribución del capital humano al crecimiento económico de diferentes ámbitos territoriales es la distinta dotación de este factor en cada uno de ellos, pero también ponen de manifiesto que se observan diferencias individuales en los modos de producir que aconsejan su especificación de algún modo en la estimación de la función de producción. La práctica habitual ha consistido en estimar un modelo econométrico que permita captar esos efectos individuales que pueden influir en el crecimiento económico de un determinado ámbito territorial, pero con elasticidades del VAB respecto al capital humano comunes para todos los individuos e invariantes en el tiempo. Por tanto, la única causa de la divergencia entre las contribuciones al VAB del capital humano en los distintos ámbitos territoriales son las diferentes dotaciones de cada uno de ellos.

Estas coincidencias en los valores de las elasticidades han sido criticadas por algunos autores¹⁴ que consideran que distintas causas, como las distintas

13 Serrano (1996, 1997, 1999), Pérez y Serrano (1998), Gorostiaga (1999), De la Fuente (2002), De la Fuente y Doménech (2006a), María-Dolores y Puigcerver (2005), Mas et al. (1994), Bajo y Díaz (2004), Gumbau y Maudos (2001, 2006), Pablo-Romero y Gómez-Calero (2008).

14 Duffy y Papageorgiou (1999) critican el uso la función de producción Cobb-Douglas para explicar las diferencias entre los individuos controlable mediante las técnicas de datos de panel, puesto que

estructuras productivas que generan distintas relaciones de complementariedad entre los factores o distintos estadios de desarrollo¹⁵, alteran o pueden alterar sus valores. Si estas relaciones existen y no se recoge la contribución de algún factor relacionado con el capital humano, se corre el riesgo de sobreestimar los efectos de éste sobre el crecimiento. Por otro lado, al ser constantes las elasticidades para todos los individuos, la productividad total de los factores hallada a modo de residuo de Solow a partir de éstas, no refleja adecuadamente los valores de la misma. Por lo que no resultan adecuadamente medidas ni la contribución de los factores al *VAB* ni la propia *PTF*. Esto ha dado lugar a que en ocasiones resulte conveniente especificar estos procesos productivos que contribuyen al output final mediante alguna otra forma funcional más flexibles que la Cobb-Douglas¹⁶ como la función de producción *ces* o *translog*¹⁷, que incluye como argumentos los productos cruzados de los diferentes factores productivos si bien, la aplicación de estas especificaciones en este trabajo no resulta conveniente pues como en otras ocasiones no existen grados de libertad suficientes¹⁸.

Se presenta entonces un dilema, hallar las aportaciones a partir de la estimación de la función de producción Cobb-Douglas para las provincias andaluzas directamente, con el inconveniente de que algunas o todas las elasticidades estimadas sean no significativas (como de hecho sucede con el caso de las provincias andaluzas) y por tanto las aportaciones halladas no sean relevantes, o hallar esas aportaciones a partir de la estimación realizada para las provincias españolas, con el inconveniente de que entonces las elasticidades tienen que ser equivalentes en todo el conjunto nacional.

Ante esta situación, en este trabajo se plantea utilizar *dummies* multiplicativas en la estimación de la función de producción Cobb-Douglas, que permiten por un lado disponer de una muestra elevada de individuos, facilitando la posibilidad de

supone que los coeficientes de la función de producción permanecen constantes tanto a lo largo del tiempo como entre los individuos. En este mismo sentido, Gollin (1998, 2002), considera que no es oportuno considerar que los coeficientes de los factores productivos son equivalentes entre regiones que tienen distintas productividades del trabajo. Por otra parte, Galor y Moav (2004), señalan que el capital humano sería la primera fuente de crecimiento a partir de un determinado nivel de desarrollo, coincidiendo con las conclusiones que Sosvilla y Alonso (2005) obtienen al explicar el crecimiento de la economía española de 1910 a 1995.

- 15 Diversos autores han constatado relaciones de complementariedad entre el capital humano y el progreso técnico o algún otro factor, véase por ejemplo, Redding (1996), De la Fuente y Da Rocha (1996), Serrano (1997).
- 16 Esta función, a pesar de su amplia utilización en la literatura sobre crecimiento económico, constituye una forma restrictiva de representar el proceso productivo ya que implica la existencia de elasticidades de sustitución entre los factores constantes e iguales a la unidad.
- 17 Logarítmicamente transcendental.
- 18 Vid. Serrano (1997) y Rodríguez-Valez (2006).

hallar coeficientes significativos, y por otro, estimar elasticidades diversas para cada factor productivo por grupos de provincias delimitados a priori, que en este caso han sido dos: las provincias andaluzas por un lado, y por otro las del resto de España.

Con el fin de contrastar estas hipótesis iniciales y observar cuál de los métodos resulta más adecuado utilizar, se ha estimado inicialmente una función de producción con los datos de las provincias andaluzas únicamente, en segundo término con todas las provincias nacionales y, por último, utilizando las *dummies* multiplicativas que distinguen las provincias andaluzas de las del resto de España.

Para realizar estas estimaciones, se parte de una función de producción Cobb-Douglas, en la que se establecen como factores independientes el stock de capital privado, el del público, el capital humano y una variable exógena constante que recoge la influencia de factores de escala tales como el progreso tecnológico, economías de aglomeración, situación geoeconómica...

En términos per cápita la función adopta la forma:

$$y_{it} = A k h_{it}^{\alpha} k p r_{it}^{\beta} k p u_{it}^{\gamma} \quad [1]$$

Siendo,

y = valor añadido bruto por ocupado de las provincias (precios básicos, a euros de 2000)

A = variable exógena que incluye otros factores determinantes de la producción

kh = años de escolarización de la población ocupada.

kpr = stock de capital privado productivo por ocupado a euros de 2000.

kpu = stock de capital público productivo por ocupado a euros de 2000.

i = cincuenta provincias españolas.

t = años desde 1985 hasta 2004.

α , β y δ = elasticidad del valor añadido bruto respecto a cada uno de los regresores considerados.

Aplicando logaritmos, imponiéndole rendimientos constantes de escala de todos los factores productivos¹⁹ e introduciendo una variable control (ep) que expresa la participación del sector primario en el *VAB* y recoge el posible efecto de la diferente estructura productiva de las provincias, la función se transforma en la siguiente cuando se incorporan *dummies* temporales²⁰:

19 El valor del *test* que contrasta la hipótesis nula de rendimientos constantes a escala arroja un valor de $F(1, 1046) = 1.07$, por lo que no es posible rechazar la hipótesis nula. Para realizar este contraste se ha introducido en la expresión [2] como variable adicional el número de ocupados y se contrasta que el coeficiente asociado a esta variable es 0.

20 Las *dummies* temporales se han incluido para capturar todos los efectos de *shocks* comunes a todas las Comunidades Autónomas y que no sesguen las estimaciones de los demás coeficientes.

$$\ln y_{it} = \text{dut}_i + \ln A + \alpha \ln k_{it} + \beta \ln k_{pr_{it}} + \chi \ln k_{pu_{it}} + \varphi \epsilon_{it} \quad [2]$$

En el Cuadro 1 se recogen diversas estimaciones realizadas de la función [2]. En la columna A, se muestran los resultados obtenidos al estimar la función de producción andaluza empleando datos individuales de sus ocho provincias para el periodo 1985-2006. En la Columna B, se recoge el valor de las elasticidades de los factores de producción que resultan de estimarla para la totalidad de las provincias españolas. Y en la Columna C, se estima la función de producción incluyendo las *dummies* multiplicativas. Estas tres estimaciones se ha realizado en primeras diferencias²¹, por mínimos cuadrados generalizados, en presencia de heteroscedasticidad, autocorrelación y correlación contemporánea, sin utilizar *dummies* multiplicativas e incluyendo los efectos temporales de la estimación, debido a los resultados de los test realizados respectivamente, que también se ofrecen en el Cuadro 1. Asimismo, se han impuesto rendimientos constantes.

En la columna (A) del Cuadro 1 se obtienen coeficientes de 0,22 para el capital público, 0,66 para el capital privado y 0,10 para el capital humano. El escaso número de individuos de la muestra puede ser la causa de que el coeficiente estimado para el capital humano sea escasamente significativo.

En la Columna (B) se recoge el valor de las elasticidades de los factores de producción que resultan de estimarla para la totalidad de las provincias españolas, controlando de ese modo el problema mencionado de escasa significatividad de los coeficientes de los factores productivos. En este caso los valores de los coeficientes son para el capital público de 0,22, para el capital privado de 0,59 y para el capital humano de 0,18. Comparando las elasticidades respecto a la tasa de crecimiento del VAB de los tres factores productivos que resultan de estimar estas dos primeras especificaciones de la función de producción se observa lo siguiente: en el primer modelo, las elasticidades del capital público son similares a las obtenidas en el segundo mientras que la del capital humano es inferior (0,10 frente a 0,18) y la del capital privado sensiblemente superior (0,66 frente a 0,59).

Esta primera comparación muestra que existen diferencias en las elasticidades según el ámbito territorial analizado, lo que resulta indicativo de las diferencias en el modo de producir de esos dos ámbitos. Sin embargo, este primer resultado tan sólo puede servir de orientación, puesto que algunos de los valores estimados en el primer modelo no son suficientemente significativos. Por ello, es necesario avanzar en el estudio y realizar la estimación de la función de producción incluyendo las *dummies* multiplicativas.

21 Se opta por estimar en primeras diferencias para evitar regresiones espurias, ya que los test CADF de Pesaran (2003) realizados a las variables muestran que son no estacionarias en niveles pero sí en primeras diferencias.

CUADRO 1
**ESTIMACIÓN DE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN PROVINCIAL
 (1985-2006)**

VARIABLES	A	B	C		D	E	
	MCG h&AR,&cc pd	MCG h&AR,&cc pd	MCG AR,&cc pd <i>Dum. Mult.</i>		MGM (vi) h&niveles	MGM (vi) h&niveles <i>Dum. Mult.</i>	
	8 prov.	50 prov.	8 prov.	42 prov.	50 prov.	8 prov.	42 prov.
CAPITAL PÚBLICO	0,22 (3,57)***	0,22 (14,90)***	0,26 (7,03)***	0,26 (30,12)***	0,26 (5,9)***	0,21 (2,06)**	0,26 (5,47)***
CAPITAL PRIVADO	0,66 (10,02)***	0,59 (38,86)***	0,61 (22,30)***	0,56 (55,25)***	0,45 (7,59)***	0,54 (4,46)***	0,43 (5,9)***
CAPITAL HUMANO	0,10 (2,12)**	0,18 (16,51)***	0,12 (4,60)***	0,16 (18,00)***	0,29 (3,41)***	0,22 (1,87)**	0,31 (3,41)***
EP	0,05 (1,02)***	0,05 (9,07)***	0,05 (0,00)***	0,07 (0,01)***	0,29 (1,34)	0,21 (0,43)	0,29 (1,27)
Wald mod. (heteroced)	2,7e+05***	54019***	54081,60***		27100,34***	28185,83***	
Arellano-Bond AR(1)	8,38***	-15,83***	-15,81***		13,90***	13,15***	
Wooldridge (autocorr.)	24,743***	7121,0***	6098,626***		0,654	0,666	
Pesaran (correl. Contemp)	92,024***	96,049***	95,960***		22,903***	22,990***	
TEST F de Wald signif. conjunta	1749,87***	49532,41**	46772,15***		1,4e+05***	1.3e+05***	
TEST F de Wald Signif. conj. temp.	36,16**	16278,78***	15226,06***		110,17***	934,17***	
Nº observaciones	168	1050	1050		1000	1000	

Entre paréntesis se recogen los valores de los estadísticos t, en el caso de los coeficientes estimados.

*** Significativo con un nivel de confianza del 1%.

** Significativo con un nivel de confianza del 5%.

* Significativo con un nivel de confianza del 10%.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de esta tercera opción, se recogen en la Columna (C) del Cuadro 1. El empleo de estas *dummies* multiplicativas permite disponer de todos los individuos de la muestra así como estimar elasticidades diferentes para cada factor productivo y grupo de individuos establecidos a priori que, en este caso, han sido dos: las provincias andaluzas y las restantes provincias españolas. En las provincias

andaluzas, la elasticidad del capital público alcanza un valor de 0,26 superior al obtenido con el primer modelo estimado, y equivalente al valor nacional. Respecto a la elasticidad del capital privado, para las provincias andaluzas alcanza el valor de 0,61, que resulta ser inferior al obtenido en la primera estimación de la función de producción, mientras que en las restantes provincias españolas su valor es sólo ligeramente inferior a esta estimación e igual a 0,56. Finalmente la elasticidad del capital humano en las provincias andaluzas es de 0,12, superior a la obtenida con el primer modelo estimado, sin embargo esta elasticidad para las restantes provincias españolas alcanza el valor de 0,16.

Asimismo se observa en la Columna (C) que mientras las elasticidades de capital público y privado en los dos ámbitos territoriales no son significativamente diferentes, las estimaciones de las elasticidades del capital humano para las provincias andaluzas sí lo son respecto a las del resto de España.²²

La baja elasticidad del capital humano en Andalucía puede estar asociada a la escasez relativa de capital privado o del escaso nivel tecnológico de dicho capital y a las dificultades de esta economía para absorber población cualificada convenientemente, lo que da lugar al empleo de personas cualificadas en puestos que no requieren tal nivel de cualificación.

Por tanto, una especificación de la función de producción que no incorpore *dummies* multiplicativas, como es el caso del segundo de los modelos estimados, tendría para el caso de las provincias andaluzas los siguientes resultados: subestimaría ligeramente los efectos del capital público y del capital privado y sobreestimaría considerablemente los efectos del capital humano.

La estimación del modelo reflejada en la Columna (C) no es consistente en ausencia de exogeneidad de los regresores; lo que sugiere la necesidad de modelizar la variable no exógena como predeterminada para que la estimación sea insesgada. Para tratar este problema se ha procedido a la estimación de la función [2], en presencia de heterocedasticidad, mediante el método generalizado de momentos, considerando que el capital público es una variable endógena y tomando como instrumentos las variables explicativas de capital público de cada ámbito territorial retardada uno y dos periodos para la estimación en niveles²³ y empleando *dummies*

22 El test de igualdad de coeficientes del capital privado y público entre las provincias andaluzas y las del resto de España muestra unos valores $\chi^2(1) = 2,32$ y $0,00$ respectivamente, por lo que dicha hipótesis no puede ser rechazada. Por el contrario, el test de igualdad de coeficientes de capital humano muestra unos valores $\chi^2(1) = 2,93$, por lo que dicha hipótesis es rechazada.

23 Los instrumentos usados resultan significativos individualmente en la estimación de primera etapa con estadísticos t de 31,60 y -1,88 para primer y segundo retardo de la variable capital público de las provincias andaluzas y estadísticos t de 37,48 y -6,97 para primer y segundo retardo de la variable capital público de las provincias del resto de España. Lo anterior indica su relevancia considerándose buenos instrumentos.

provinciales. Se obtienen estimaciones consistentes, dado los valores de los test de debilidad de identificación de Kleibergen-Paap (Wald F statistic = 392.319, con valores críticos de 11.04 al 5% y 7.56 al 10%), de sobreidentificación de los instrumentos de Hansen (2.566 -Chi-sq(2) P-val =0.2772-) y de endogeneidad (0.444-Chi-sq(2) P-val = 0.8007-). Esta estimación se refleja en la Columna (E).

En las provincias andaluzas, la elasticidad del capital público es de 0,21, inferior a la nacional (0,26), la elasticidad del capital privado alcanza el valor de 0,54, muy superior al valor nacional (0,43) y la elasticidad del capital humano es de 0,22. Alcanzando en las restantes provincias españolas el valor de 0,31. En este mismo Cuadro, en la Columna (D) se recogen las elasticidades del mismo modelo cuando se estima para todas las provincias conjuntamente. De nuevo se observa, que las elasticidades estimadas conjuntamente difieren de las estimadas diferenciando por ámbitos territoriales.²⁴

Con el fin de comparar estos resultados empleando el indicador de capital humano alternativo, ofrecido por el IVIE en términos de trabajadores equivalentes, se ha reestimado la función [2], utilizando dummies multiplicativas, en primeras diferencias por el método de mínimos cuadrados generalizados y en niveles, por el método generalizado de los momentos, empleando las mismas variables instrumentales. Los resultados de estas estimaciones se reflejan en las Columnas (A) y (B) del Cuadro 2, respectivamente. No obstante, no se aprecian grandes diferencias en las elasticidades estimadas, a excepción de la elasticidad del capital humano en primeras diferencias. En este caso, la elasticidad es algo superior en el modelo que utiliza la serie de capital humano en términos de trabajadores equivalentes.

Estos resultados del coeficiente del capital humano, en niveles y primeras diferencias, pueden compararse con los valores medios obtenidos por la meta-estimación realizada por De la Fuente (2004), de las estimaciones alternativas de capital humano (realizadas con distintas especificaciones de la función de producción, diferentes series educativas y con muestra habitual de países de la OCDE). El valor medio de este coeficiente es de 0,34 cuando se estima en niveles con efectos fijos y más bajo, de 0,26, cuando se estima en primeras diferencias. Comparando estos valores con las estimaciones realizadas en este trabajo, se observa que las estimaciones en niveles tienen valores más próximos a las estimadas en la meta-estimación que las realizadas en primeras diferencias. Reforzándose esta observación cuando se haya las elasticidades de capital humano para las cuarenta y dos provincias españolas.

24 En el Cuadro 1 no se recoge la estimación realizada para las provincias andaluzas con v.i. ya que los valores no son significativos y se alejan mucho de los valores de las elasticidades obtenidos habitualmente.

CUADRO 2
**ESTIMACIÓN DE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN PROVINCIAL EN
 TERMINOS DE TRABAJADORES EQUIVLENTES
 (1985-2006)**

VARIABLES	A		B	
	MCG AR,&cc pd Dum. Mult.		MGM (vi) h&niveles Dum. Mult.	
	8 prov.	42 prov.	8 prov.	42 prov.
CAPITAL PÚBLICO	0,23 (5,04)***	0,22 (16,79)***	0,23 (2,21)**	0,28 (5,54)***
CAPITAL PRIVADO	0,59 (15,24)***	0,57 (28,72)***	0,54 (4,33)***	0,40 (5,62)***
CAPITAL HUMANO	0,16 (5,76)***	0,20 (14,34)***	0,23 (2,43)**	0,32 (3,33)***
EP	0,06 (2,87)***	0,05 (5,50)***	0,19 (1,10)	0,25 (0,40)
Wald mod. (heteroced)	53854,89***		30436,99***	
Arellano-Bond AR(1)	-15,82***		14,25 ***	
Wooldridge (autocorr.)	6450,414***		0,558	
Pesaran (correl. Contemp)	95,759***		23,591***	
TEST F Wald signif. conjunta	79528,89***		1,4e+05***	
TEST F de Wald Signif. con. var. temp.	22364,35***		421,34***	
Nº observaciones	1050		1000	

Entre paréntesis se recogen los valores de los estadísticos t, en el caso de los coeficientes estimados.

*** Significativo con un nivel de confianza del 1%.

** Significativo con un nivel de confianza del 5%.

* Significativo con un nivel de confianza del 10%.

Fuente: Elaboración propia.

El valor diferenciado de estas elasticidades del capital humano para Andalucía y el resto de España afecta a las estimaciones de la rentabilidad social de la educación a nivel agregado a partir del modelo de capital humano y crecimiento que mide el efecto de un año adicional en el nivel de escolarización sobre el nivel de productividad.

Así, utilizando las elasticidades estimadas en la columna (E) del Cuadro 1 y a partir de la ecuación utilizada por De la Fuente y Doménech (2006a)²⁵ para hallar la rentabilidad social de la educación, el resultado de ésta para Andalucía es del 6,8 por ciento para el año 2006 y del 5,5 por ciento para el resto de provincias, cuando se consideran conjuntamente los efectos de nivel y de empleo. El mayor rendimiento de la inversión en capital humano estimado para Andalucía está en línea con los resultados de De la Fuente y Doménech (2006a). Esta diferencia de rentabilidad entre los dos ámbitos territoriales estaría sobreestimada si se utilizara la misma elasticidad. Así, si se utilizaran los datos de la columna (D) del Cuadro 1, la rentabilidad para Andalucía sería del 7,9 por ciento para el año 2006 y del 5,3 para el resto de las provincias. Dado que Andalucía tiene un bajo nivel de capital privado por unidad de capital humano, y este nivel puede estar influyendo en la baja elasticidad del capital humano en Andalucía, el aumento del nivel de capital privado puede, no sólo generar un importante crecimiento por sí mismo (ya que la elasticidad en Andalucía es muy alta) sino que puede incidir positivamente sobre la elasticidad del capital humano, lo que generaría un aumento de su rentabilidad, dado el nivel de capital humano que existe.

Con el fin de completar el análisis realizado, resulta conveniente hallar el modo en que el crecimiento de cada factor explica el crecimiento de la productividad provincial en el periodo indicado, mostrando la diferencia de aportación de cada factor en función de que se utilice el modelo global para las provincias andaluzas o bien el modelo que emplea *dummies* multiplicativas. De nuevo, dado que los valores obtenidos en la estimación que emplea variables instrumentales se aproximan más a los valores de la meta estimación comentada anteriormente, se analiza el crecimiento de cada factor productivo utilizando los datos de las Columnas (D) y (E) del Cuadro 1.

- 25 La rentabilidad social de la inversión en capital humano, r_s , se halla por la suma de $R + g$, donde el valor R se desprende de la expresión

$$\frac{R}{1 - e^{-\eta H}} = \frac{\rho + \varepsilon}{(1 - (1 - \phi))\eta} + \frac{\mu}{P_0}$$

en la que no se considera el efecto tasa, siendo H , la duración esperada de la vida laboral del individuo; ρ , coeficiente de rendimientos mincerianos de la educación a nivel agregado que se obtiene a partir de la elasticidad del output con respecto al stock de capital humano; ε , el parámetro que mide la sensibilidad de la probabilidad total de empleo al nivel de escolarización; ϕ , fracción del tiempo disponible en la escuela; η , factor de corrección que recoge las reducidas tasas de actividad y ocupación de los estudiantes; μ , gasto educativo total por estudiante, y P_0 , probabilidad total de empleo una vez completados los estudios. Los datos utilizados para hallar esta fórmula se toman de las fuentes de De la Fuente et al. (2005), de Jones (2002) y de De la Fuente y Doménech (2006a).

Con este fin, se han calculado las tasas anuales de crecimiento de cada factor productivo por provincia andaluza (Δkh_{it} , Δkpu_{it} y Δkpr_{it}), que al multiplicarla por las elasticidades del output respecto a cada factor, muestran la contribución de cada uno de ellos al crecimiento del VAB por ocupado de cada provincia (Δkh_{it} , $\chi \Delta kpu_{it}$ y Δkpr_{it}). A partir de la suma de estas contribuciones, se halla la PTF a modo de residuo de Solow. El valor porcentual de la contribución de cada factor y PTF al crecimiento del VAB por ocupado para las provincias andaluzas de la muestra utilizando cada uno de los modelos se recoge en el Cuadro 3²⁶.

CUADRO 3
CONTRIBUCIÓN AL CRECIMIENTO PROVINCIAL POR COMPONENTES
(1985-2004)

Proporción Global (t)	Tasa crecimiento global 100	Capital humano a	Capital privado b	Capital público c	PTF d
Provincias andaluzas (sin <i>dummies mult.</i>)	100	17,13 (66,26)	34,98 (92,29)	21,60 (93,95)	26,27 (49,42)
Provincias andaluzas (con <i>dummies mult.</i>)	100	13,03 (61,16)	43,36 (105,46)	17,75 (92,06)	25,84 (49,40)
Provincias resto España (sin <i>dummies mult.</i>)	100	16,32 (59,86)	33,45 (88,80)	20,90 (79,61)	29,31 (50,11)
Provincias resto España (con <i>dummies mult.</i>)	100	17,58 (61,10)	31,96 (86,87)	20,91 (78,51)	29,53 (50,59)

Nº de observaciones: 168 para las provincias andaluzas y 882 para las provincias del resto de España

$$ch_{it} = a\Delta Q_{it} + u_{it}, \quad cpr_{it} = b\Delta Q_{it} + u_{it}, \quad cpu_{it} = c\Delta Q_{it} + u_{it}, \quad ptf_{it} = d\Delta Q_{it} + u_{it}$$

$$\Delta Q_{it} = ch_{it} + cpu_{it} + cpr_{it} + ptf_{it}$$

$$ch_{it} = \alpha \Delta kh_{it}, \quad cpu_{it} = \chi \Delta kpu_{it}, \quad cpr_{it} = \beta \Delta kpr_{it} \quad \text{y} \quad ptf_{it} = \text{PTF}_{it}$$

Fuente: Elaboración propia.

En este mismo cuadro también se recoge los valores porcentuales de la contribución para el resto de provincias de la muestra en cada uno de los dos modelos estimados, con el fin de compararlos con los valores andaluces. Las contribuciones de los factores productivos al crecimiento de la productividad apenas varían para el conjunto de provincias del resto de España según el modelo utilizado. Sin embargo,

26 Para su cálculo se ha estimado una regresión de cada componente de crecimiento respecto a la suma del valor absoluto de todos ellos. Para el capital humano, la regresión adopta la forma: $ch_{it} = a\Delta Q_{it} + u_{it}$, donde $\Delta Q_{it} = ch_{it} + cpu_{it} + cpr_{it} + ptf_{it}$, y esos valores se expresan como $ch_{it} = \alpha \Delta kh_{it}$, $cpu_{it} = \chi \Delta kpu_{it}$, $cpr_{it} = \beta \Delta kpr_{it}$ y $ptf_{it} = \text{PTF}_{it}$, siendo u_{it} una perturbación aleatoria.

esto no ocurre con la contribución de los factores a la productividad de Andalucía. Al utilizar las elasticidades obtenidas del modelo global (para el conjunto de cincuenta provincias españolas) y aplicarlas a las provincias de Andalucía se observa que la aportación del capital humano al crecimiento de la productividad andaluza es de un 17,13 por ciento, similar a la aportación de este factor al crecimiento de la productividad del resto de provincias españolas. Sin embargo, al utilizar las elasticidades obtenidas del modelo que diferencia las provincias andaluzas de las del resto de España se observa que la aportación del capital humano al crecimiento de la productividad andaluza es de un 13,03 por ciento, significativamente inferior a la estimación anterior para el caso de las provincias andaluzas y también muy divergente de lo que ocurre en el resto de España. La disminución de la aportación del capital humano aumenta la aportación del capital físico, superando sus valores a los del resto de España.

De la Fuente (2004), empleando la misma metodología anterior, determina que el crecimiento de la productividad para una muestra de países de la OCDE, en el periodo de 1960 a 1990, queda explicado en un 16,85 por ciento por el crecimiento del capital humano, en un 49,39 por ciento por el del capital físico y en un 33,76 por ciento por la PTF. Por lo que se pone de manifiesto que, especificando las provincias, el capital humano no consigue explicar el crecimiento económico en Andalucía en los mismos niveles que el resto de España o los países de la OCDE, ya que las elasticidades son significativamente inferiores que las estimadas para el resto de provincias o para el conjunto de países de OCDE, poniéndose de manifiesto que los esfuerzos realizados en el crecimiento del capital humano en Andalucía tienen menor efecto que en el resto de España, seguramente debido a las relaciones de este factor con el resto de factores productivos y no se debe al menor crecimiento del capital humano en ese periodo, por lo que aunque nuestro capital humano creciera a la misma tasa que en el resto de España nuestra aportación seguiría siendo inferior por la menor elasticidad.

6. CONCLUSIONES

La literatura reciente que analiza la incidencia del capital humano sobre crecimiento económico parece indicar que numerosos factores, que van más allá de la mera dotación y se relacionan con el nivel de desarrollo o relaciones de complementariedad entre factores, originan diferencias significativas en su contribución al crecimiento económico.

De este modo, a la hora de estimar la contribución del capital humano al crecimiento económico en diferentes ámbitos territoriales, hay que valorar además de la distinta dotación de este factor en cada uno de ellos, la distinta incidencia del

capital humano en cada zona, utilizando para ello el instrumento más adecuado. Dado que las provincias andaluzas tienen en su conjunto una menor dotación de capital privado por unidad de capital humano y su diferencia aumenta de forma notoria a lo largo del periodo estudiado, es necesario dar un tratamiento diferenciado a las provincias andaluzas a la hora de estimar la función de producción para poder calcular adecuadamente el modo en que el capital humano contribuye a su crecimiento.

Mediante el uso de variables ficticias multiplicativas en la estimación de una función de producción Cobb-Douglas, sobre un panel de datos de las cincuenta provincias españolas, se permite diferenciar los efectos de los factores productivos entre aquellas provincias que pertenecen a Andalucía y las que no. Con esta técnica y empleando el método generalizado de momentos (vi), la elasticidad del capital humano estimada en las provincias andaluzas es de 0,22, muy inferior a la de las restantes provincias españolas, que alcanza el valor de 0,31.

Estas diferentes elasticidades pueden servir de guía para orientar la política económica llevada a cabo en Andalucía, ya que los resultados de la estimación están en sintonía con aquellas teorías que establecen que existen relaciones importantes de complementariedad entre el capital humano y privado, que condicionan el grado de incidencia del capital humano a la producción. Dado que Andalucía tiene un bajo nivel de capital privado por unidad de capital humano, el aumento del nivel de capital privado puede, no sólo generar un importante crecimiento por sí mismo, sino también incidir positivamente sobre el efecto del capital humano sobre el crecimiento. Esto pone de manifiesto la conveniencia de fomentar la dotación de capital privado, lo que generaría un aumento de su rentabilidad, dado el nivel de capital humano que existe.

Por otro lado, el aumento del nivel de capital humano se considera adecuado, dado que su nivel actual en términos relativos es bajo y su rentabilidad superior al del resto de las provincias españolas. Lo que indica la conveniencia, para el conjunto de la economía española, de destinar mayores recursos públicos nacionales a la educación y formación de capital humano en Andalucía y de fomentar la dotación de capital privado en la zona, a fin de que la comunidad pueda absorber adecuadamente ese incremento de capital humano.

En términos de crecimiento, el empleo de variables ficticias multiplicativas permite observar que la contribución del capital humano en Andalucía (13%) es notablemente inferior a la del resto nacional (17,5%) e inferior también a la de los países de la OCDE (17%).

BIBLIOGRAFÍA

- ACEMOGLU, D. (1997): *Why do new technologies complement skills?. Directed technical change and wage inequality*, Working Paper, MIT.
- ALCAIDE, J., ALCAIDE, P. (2000): *Magnitudes Económicas Provinciales. Años 1985 a 1999*, Fundación de las Cajas de Ahorros Confederadas (FUNCAS) Departamento de Estadística Regional, Madrid.
- ALCAIDE, J., ALCAIDE, P. Y ALCALDE, P. (2004): *Balance económico regional (autonomías y provincias) años 1995 a 2003*, Fundación de las Cajas de Ahorros Confederadas (FUNCAS), Departamento de estadística Regional, Madrid.
- ALCAIDE, J., ALCAIDE, P. (2009): *Balance económico regional (autonomías y provincias) años 2000 a 2008*, Fundación de las Cajas de Ahorros (FUNCAS), Gabinete de Estadística Regional, Madrid.
- ARNOLD, J., BASSANINI, A. Y SCARPETTA, S. (2007): *Solow or Lucas? Testing growth models using panel data from OECD countries*, ECO/WKP (2007)52.
- AZARIADIS, C. Y DRAZEN, A. (1990): "Threshold Externalities in Economic Development", *Quarterly Journal of Economics* CVI, pp. 501-526.
- BAJO, O. Y DÍAZ, C. (2004): "Política fiscal y crecimiento: nuevos resultados para las regiones españolas, 1967-1995", *Investigaciones Regionales*, 3, pp. 99-111.
- BARRO, R. (1991): "Economic growth in a cross-section of countries", *Quarterly Journal of Economics*, 106 (2), pp.407-443.
- BARRO, R. (1997): *Determinants of Economic Growth*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- BARRO, R. Y LEE, J.W. (1994): "Sources of economic growth", *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 40, pp. 1-57.
- BASSANINI, A. Y SCARPETTA, S. (2002): "Does human capital matter for growth in OECD countries? A pooled mean group approach", *Economics Letters*, 74 (3), pp. 399-405.
- BENHABIB, J. Y SPIEGEL, M. (1994): "The role of human capital in economic development: Evidence from aggregate cross-country data", *Journal of Monetary Economics*, 34, pp.143-173.
- BERNANKE, B. Y GURKAYNAK, R. (2001): *Is growth exogenous? Taking Mankiw, Romer, and Weil Seriously*, NBER Working Paper 8365.
- CASS, D. (1965): "Optimum Growth in an aggregative model of capital accumulation", *Review of Economic Studies*, XXXII, pp. 223-240.
- CICCONE, A. Y PAPAIOANNOU, E. (2005): "Human capital, the structure of production, and growth", Working Papers, Universidad Pompeu Fabra, nº 902.
- COHEN Y SOTO (2007): "Growth and Human Capital: Good Data, Good Results", *Journal of Economic Growth*, 12(1), pp. 51-76.
- DE LA FUENTE, A. (2002): "On the sources of convergence: A close look at the Spanish regions", *European Economic Review*, 46, pp. 569-599.
- DE LA FUENTE, A. (2004): "Capital humano y crecimiento. El impacto de los errores de medición y una estimación de la rentabilidad social de la educación", Documento de Trabajo D-2004-2 de la Dirección General de Presupuestos. Ministerio de Hacienda, pp. 1-37.
- DE LA FUENTE, A. Y CICCONE, A. (2002): "Human capital and growth in a global and knowledge-based economy", Report for the European Comisión, DG for Employment and Social Affairs.
- DE LA FUENTE, A. Y DOMÉNECH, R. (2000): "Human capital in growth regressions: how much difference does data quality make?", OECD Economics Department W.P. 262, Paris.
- DE LA FUENTE, A. Y DOMÉNECH, R. (2001a): "Schooling data, technological difusión and the neoclassical model", *American Economic Review*, 91 (2), pp. 323-327.
- DE LA FUENTE, A. Y DOMÉNECH, R. (2001b): "Educational attainment in the OECD, 1960-1990", CEPR Discusión Paper nº 3390.
- DE LA FUENTE, A. Y DOMÉNECH, R. (2002): "Human capital in growth regressions: how much difference does data quality make? An update and further results." CEPR Discusión Paper 3587.
- DE LA FUENTE, A. Y DOMÉNECH, R. (2006a): "Capital humano y crecimiento en las regiones españolas", *Moneda y Crédito*, 222, pp. 13-78.

- DE LA FUENTE, A. Y DOMÉNECH, R. (2006b): "Human Capital in Growth Regressions: How Much Difference Does Data Quality Make?", *Journal of Economic Association*, 4(1), pp.1-36.
- DE LA FUENTE, A. Y DA ROCHA, J.M. (1996): "Capital humano y crecimiento: un panorama de la evidencia empírica y algunos resultados para la OCDE", *Moneda y Crédito*, 203, pp. 43-84.
- DE LA FUENTE, A., DOMÉNECH, R Y JIMENO, J. (2005): "Capital humano , crecimiento y empleo en las regiones españolas", *Documento de Economía*, 24. Fundación Caixa Galicia.
- DENISON, E. (1962a): *The Sources of Economic Growth in the United States and the Alternatives Before Us*. Committee for Economic Development, Washington D.C.
- DENISON, E. (1962b): "Education, Economic Growth and gaps in information", *Journal of Political Economy*, 70, pp.124-128.
- DUFFI, J. Y PAPAGEORGIU, C. (1999): "A cross-country empirical investigation of the aggregate production function specification". *Journal of Economic Growth*, 3(1), March, pp.87-120.
- DURLAUF, S., KOURTELLOS, A. Y TAN, C. (2008): "Are any Growth Theories Robust?" *Economic Journal* 118, pp. 329-346.
- EICHER, T. (1996): "Interaction between endogenous human capital and technological change", *Review of Economic Studies*, 63(1), pp. 127-144.
- GALOR, O. Y MOAV, O. (2004): "From Physical to Human Capital Accumulation: Inequality and the Process of Development", *Review Economics Studies*, 71, pp. 1001-1026.
- GOLLIN, O (2002): "Getting Income Shares Right: employment unicorporated enterprise and the Cobb-Douglas Hypothesis". *Journal of Political Economy*, 110 (2), pp. 458-474.
- GUMBAU, M. Y MAUDOS, J. (2001): "Actividad tecnológica y crecimiento económico en las regiones españolas", *Working Papers WP-EC 2001-17*, Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas.
- GUMBAU, M. Y MAUDOS, J. (2006): "Technological activity and productivity in the Spanish regions", *Annals of Regional Science*, 40 (1), pp. 55-80.
- GOROSTIAGA, A. (1999): "¿Cómo afectan el capital público y humano al crecimiento?: Un análisis para las regiones españolas en el marco Neoclásico", *Investigaciones Económicas*, 23 (1), pp.95-114.
- HENDERSON, D. PAPAGEORGIU, C. Y PARMETER, C. (2010): "Are Any Growth Theories Linear?" working paper version. <http://www.chrispapageorgiou.com/>. Acceso 8 marzo 2010.
- JONES, C. (2002): "Sources of U.S. economic growth in a world of ideas", *American Economic Review*, 92(1), pp.220-239.
- KING, R. Y REBELO, S. (1990): "Public policy and economic growth: developing neoclassical implications", *Journal of Political Economy*, 98(5), pp. S126-150.
- KOOPMANS, T. (1965): "On the concept of optimal economic growth", *The Econometric Approach to development planning*, North-Holland, Amsterdam.
- KRUEGER, A.B. Y LINDAHL, M. (1999): "Education for growth in Sweden and the World", *Swedish Economic Policy Review*, 6 (2), pp.289-339.
- KIRIACOU, G. (1992): *Level and growth effects of human capital: a cross-country study of the convergence hypothesis*, C.V. STARR Working Paper 91-26.
- LEVINE, R. Y RENELT, D. (1992): "A sensitivity análisis of cross-country growth regressions", *American Economic Review*, 82 (4), pp. 942-963.
- LI, D. (2002): "Is the AK model still alive? The long-run relation between growth and investment re-examined", *Canadian Journal of Economics*, 35, pp. 92-114.
- LUCAS, R. (1988): "On the mechanics of economic development", *Journal of Monetary Economics*, 22, pp.3-42.
- LUCAS, R. (1993): "Making a miracle". *Econometrica*, 61 (2), pp. 251-271.
- MANKIW, G., ROMER, D. Y WEIL, D. (1992): "A contribution to the empirics of economic growth", *Quarterly Journal of Economics* CVII, pp. 407-437.
- MARÍA-DOLORES, R. Y PUJGERVER, M. C. (2005): "El papel del capital público y el capital humano en el crecimiento de las CC.AA. españolas: un análisis mediante datos de panel", *Investigaciones Regionales*, 7, pp. 5-22.

- MAS, M., MAUDOS, J., PÉREZ, F. Y URIEL, E. (1994): "Capital público y productividad en las regiones españolas", *Moneda y Crédito*, 198, pp. 163-206.
- MAS, M., PÉREZ, F., URUEL E., SERRANO, L. Y SOLER, A. (2005): "Metodología para la estimación de las series de Capital Humano. 1964-2004" en *La Geografía del Capital Humano en España: Niveles Educativos de los municipios, provincias u comunidades autónomas*. Fundación Bancaza, Valencia.
- MAS, M., PÉREZ, F. Y URUEL E. (Dir.) (2009): *El stock y los servicios del capital en España y su distribución territorial. Actualización 1964-2007*, Fundación BBVA.
- NEIRA, I. Y GUIJÁN, M. C. (1999): *Modelos econométricos de capital humano y crecimiento económico*. Documentos de Econometría, 18. Universidad de Santiago de Compostela.
- NEIRA, I. Y GUIJÁN, M. C. (2001): "Capital humano y capital físico en la OCDE, su importancia en el crecimiento económico en el periodo 1965-95", *Estudios Económicos de desarrollo Internacional*, 1(2), pp. 1-13.
- NEIRA, I. Y GUIJÁN, M. C. (2002): *Modelos de capital humano y crecimiento económico: efecto inversión y otros efectos indirectos*, Working Paper Series Economic Development, 62, pp. 1-29.
- PABLO-ROMERO, M. Y GÓMEZ-CALERO, P. (2009): "Análisis por provincias de la contribución del capital humano a la producción en la década de los noventa", *Investigaciones Económicas* 32(1), pp. 27-52.
- PARENTE, S. (1994): "Technology adoption, learning-by-doing, and economic growth", *Journal of Economic Theory*, 63, pp. 346-369.
- PÉREZ, F. EL AL. (2005): *La medición del capital social. Una aproximación económica*. Fundación BBVA. Bilbao
- PÉREZ, F. Y L. SERRANO (2000): "Capital humano y patrón de crecimiento sectorial y territorial: España 1964-1998", *Papeles de Economía Española*, 86, pp. 20-51
- PESARAN, H., (2003): "A Simple Panel Unit Root Test in the Presence of Cross Section Dependence", Cambridge Working Papers in Economics 0346, Faculty of Economics (DAE), University of Cambridge
- REBELO, S. (1991): "Long-run policy analysis and long-run growth", *Journal of Political Economy*, 99 (3), pp. 500-521.
- REDDING, S. (1996): "The low-skill, low-quality trap: strategic complementarities between human capital and R&D", *the Economic Journal*, 106, pp. 458-470.
- RODRÍGUEZ-VÁLEZ, J. (2006): "Productividad y rentabilidad de las infraestructuras regionales a partir de estimaciones por máxima entropía", *Investigaciones Regionales*, 8, pp.123-139
- ROMER, P. (1986): "Increasing returns and long-run growth", *Journal of Political Economy*, 94 (5), pp. 1002-1037.
- ROMER, P. (1990): "Endogenous technological change", *Journal of Political Economy*, 98 (5), pp. 71-102.
- SERRANO, L. (1996): "Indicadores de capital humano productividad", *Revista de Economía Aplicada*, 10(IV), pp. 177-190.
- SERRANO, L. (1999): "Capital humano, estructura sectorial y crecimiento en las regiones españolas", *Investigaciones Económicas*, 23(2), pp. 225-249.
- SERRANO, L. Y SOLER, A. (2008): "Series de capital humano", IVIE, Valencia. <http://www.ivie.es/banco/caphumser07.php>
- SCHULTZ, T. (1960): "Capital formation by education", *Journal of Political Economy*, 69, pp. 571-583.
- SCHULTZ, T. (1961): "Investment in human capital", *American Economic Review*, 51, pp. 1-17.
- SOSVILLA-RIVERO, S. Y ALONSO MESEGUER, J. (2005): "Estimación de una función de producción MRV para la economía española, 1910-1995", *Investigaciones Económicas*, 29(3), pp. 609-624.
- YOUNG, A. (1991): "Learning-by-doing and the dynamic effects of international trade", *Quarterly Journal of Economics*, 106, pp. 369-405.