



## **RELACIONES DE COMPLEMENTARIEDAD ENTRE CAPITAL HUMANO Y CAPITAL FÍSICO: APLICACIÓN A LAS PROVINCIAS ESPAÑOLAS 1985-2004**

### **Resumen:**

La literatura empírica reciente muestra que el capital humano afecta positivamente al crecimiento económico. Sin embargo, el debate continúa sobre cual es la magnitud de dicho efecto en diferentes territorios, y cuales son las causas de sus divergencias. En este trabajo, se muestra, a través del uso de técnicas de datos de panel y dummies de carácter multiplicativo, que los niveles relativos de capital físico por unidad de capital humano afectan a la efectividad del capital humano sobre el crecimiento de la productividad, poniendo de manifiesto la existencia de relaciones de complementariedad entre el capital físico de carácter productivo y el capital humano.

**Códigos JEL:** O15-O18-O40-C23

### **APELLIDOS Y NOMBRE DE LAS AUTORAS:**

Pablo-Romero Gil-Delgado, M<sup>a</sup> del Pópulo

Gómez-Calero Valdés, M<sup>a</sup> Palma

### **Universidad de Sevilla**

Avda. Ramón y Cajal, n<sup>o</sup>1

Sevilla, 41018

**Tlfno :** 954557611-954556164

**Fax:** 954557629

**Email:** mpablorom@us.es

[mdepalma@us.es](mailto:mdepalma@us.es)



## **RELACIONES DE COMPLEMENTARIEDAD ENTRE CAPITAL HUMANO Y CAPITAL FISICO: APLICACIÓN A LAS PROVINCIAS ESPAÑOLAS 1985-2004**

### **1. INTRODUCCIÓN**

Los efectos del capital humano sobre la productividad han sido objeto de un extenso análisis desde que LUCAS (1988), ROMER (1990) y MANKIW et al.(1992) retomaran los trabajos de SHULTZ (1960) y BEKER (1964). Tanto desde los modelos de crecimiento neoclásico ampliados con capital humano de MANKIW et al (1992) como los modelos de crecimiento endógenos desarrollados por LUCAS (1988) se ha puesto de manifiesto que el capital humano ejerce un efecto positivo sobre el crecimiento económico. Esto ha despertado el interés de los políticos regionales que ven como inversiones en capital humano en sus regiones pueden favorecer el crecimiento regional y acercar sus economías a otras mas desarrolladas.

No obstante, los efectos del capital humano difieren en función de los ámbitos territoriales considerados, lo que ha motivado que surjan explicaciones que tiendan a explicar estas diferencias, considerando que el capital humano puede tener externalidades positivas sobre el crecimiento de la productividad. Estas externalidades se han puesto de manifiesto en trabajos como los siguientes a

lo largo de los años noventa (RAUCH, 1993; ALMOND, 1997; ADSERA, 2000; RUDD, 2000; ACEMOGLU and ANGRIST, 2001).

Básicamente se han desarrollado dos teorías diferenciadas: aquellas que creen que el capital humano tiene externalidades positivas de carácter local y aquellas otras que consideran que los efectos del capital humano dependen de las relaciones de este factor con otros factores complementarios.

El desarrollo de la nueva economía geográfica, y en particular la economía de las ciudades considera que las urbes son lugares en donde el capital humano puede generar externalidades, bajo el supuesto de que ciudadanos con mayores cualificaciones interactúan entre si haciendo que se genere aun un mayor conocimiento que se puede aprovechar y favorecer el crecimiento de la productividad. No obstante, este tipo de externalidades son difíciles de encontrar a través de aplicación de los modelos de crecimiento económico, toda vez que se considera que el ámbito en dónde se generan es estrictamente local y con límites bien definidos. Así en un estudio reciente que analiza la presencia en las provincias españolas de este tipo de externalidad del capital humano no encuentra soporte empírico, justificándolo en base a la dimensión de las provincias enmascara la realidad de la ciudad. Sin embargo, y a pesar de ello si sugiere la existencia de otro tipo de externalidad asociada al segundo de los tipos mencionados más arriba. (SANROMA and RAMOS 2007)

.La segunda explicación de las externalidades territoriales de capital humano esta relacionada con los efectos que este factor tiene sobre factores complementarios, como lo son el capital físico o la tecnología. La hipótesis fundamental de esta explicación es que los mayores niveles de capital humano atraen de algún modo el capital tecnológico y físico haciendo que las regiones

prosperen. Se estima que la mayor dotación de capital humano favorece la generación y absorción de tecnología (DE LA FUENTE y DA ROCHA,1996) y si el progreso técnico esta ligado a la inversión en capital físico entonces se genera una relación positiva entre capital humano y físico privado. De hecho, las mejoras de productividad son el resultado de la adopción de técnicas intensivas en capital tecnológico y físico que son complementarios al capital humano (ACEMOGLU, 1998). De hecho, esta explicación ha sido realizada en algunos estudios empíricos para justificar el menor impacto del capital humano en regresiones de crecimiento, que asocian a niveles escasos de capital físico. BARRO (1991), SIANESI and VAN REENEN (2003) and KRUEGER and LINDAHL (2001).

De esta forma, la complementariedad de estos factores puede ser entendida de modo que dotaciones elevadas de capital humano estimulan las inversiones en capital físico haciéndolas atractivas, contrarrestando las disminuciones de productividad relacionadas con el aumento de la dotación de este factor y permitiendo que se siga acumulando capital físico en regiones con niveles elevados de dotación de este factor (LÓPEZ-BAZO y MORENO 2008). Asimismo, se considera que los mayores niveles de capital físico harán que la rentabilidad del capital humano aumente, visualizándose así una mayor efectividad de capital humano cuando este es escaso en relación al capital físico.

Es por tanto que la relación entre el capital físico y humano se convierte en un elemento determinante del grado en que el capital físico y humano afectan a la productividad en distintos territorios, pudiéndose generar círculos virtuosos o

viciosos que tiendan a hacer que una región tienda a mantenerse en su situación respecto a otras a lo largo del tiempo.

A pesar de que estas teorías empiezan a estar asentadas entre la comunidad científica, existen todavía escasos trabajos empíricos que hayan estudiado la forma en que estos factores se relacionan y como esta relación entre capital humano y físico afecta al crecimiento de la productividad entre las regionales. Quizás, las dificultades de aplicación de funciones CES o traslog en las funciones tradicionales de crecimiento hayan motivado estas pocas aportaciones empíricas.

Este trabajo supone una primera aproximación al análisis de cómo las relación entre capital físico y humano afecta al grado de incidencia de cada factor sobre el crecimiento de la productividad en las provincias españolas, en el periodo comprendido entre 1985-2004. Para ello, tras establecer o agrupar las provincias en relación a sus niveles de capital físico productivo en relación al capital humano, se realiza una estimación de la función de crecimiento de la productividad, diferenciando en función de los grupos establecidos a priori. Para realizar esta estimación se utilizan dummies de carácter multiplicativo, metodología que ya ha sido utilizada e trabajos previos con otros fines parecidos. Los resultados muestran una clara diferenciación de elasticidades según grupos que tienden a mostrar que el capital humano es mas efectivo en aquellas regiones con niveles de capital privado por unidad de capital humano más elevado, lo que tiende a reforzar la idea de que entre ambos tipos de capital existe una relación de complementariedad.

## 2. FUENTES DE DATOS

### 2.1. *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 2004 de FUNCAS (2000, 2004, 2006) se ha elaborado una nueva serie enlazada del valor añadido bruto a precios básicos para los años 1985 a 2004, 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 serie de VAB al coste de los factores como se ha realizado en otros estudios<sup>1</sup>. La nueva serie obtenida se ha expresado en precios constantes<sup>2</sup>.

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

### 2.2. *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 (2007) y publicadas por la Fundación BBVA, disponibles para los años 1964 a 2004, ambos inclusive.

---

<sup>1</sup> Vid Pérez et al. (2005)

<sup>2</sup> La nueva serie enlazada obtenida esta expresada en euros corrientes, por lo que ha sido deflactada. 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 1985-2003. 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 2004 con base 2000=100.

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

### *2.3. 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, ofrecidas por MAS et al. (2005), que han ido avanzando y actualmente cubren el periodo temporal de 1964 a 2004.

Utilizando estos indicadores se han analizado los efectos del capital humano sobre el crecimiento económico. No obstante, como señala DE LA FUENTE (2004), los resultados obtenidos de estas estimaciones son desalentadores, debido en parte a los indicadores utilizados, lo que les ha hecho proponer nuevas formas de medición del mismo<sup>3</sup>. No obstante, los nuevos valores calculados son quinquenales, por comunidades autónomas y sólo cubren hasta el año 2000, por lo que para este trabajo no resultan útiles debido al escaso número de individuos de la muestra que resta significatividad a los modelos. De este modo, a pesar de las limitaciones mencionadas, los indicadores tradicionales son más adecuados al permitir observar variaciones anuales y provinciales.

De los dos indicadores tradicionales, se ha optado por medir el capital humano de acuerdo con el número de años medios de escolarización, al tener éste mayor precisión y no forzar un crecimiento del índice de amplia velocidad, pues el indicador en términos de niveles educativos considera que el capital humano se concentra en la población con estudios medios y superiores, por lo que sólo diferencia dos grupos en la población ocupada: los cualificados y los no

---

<sup>3</sup> Vid De la Fuente y Doménech (2006)

cualificados. Ello explica que este índice haya avanzado espectacularmente a medida que la población ocupada ha ido adquiriendo estudios medios y superiores; pues al distinguir sólo entre cero y uno el índice representativo de la evolución del capital humano experimenta cambios muy rápidos. Por el contrario, el índice de años medios de escolarización, al medir el capital humano por los años de estudio de cada individuo, crece de forma más suave y los errores son más atenuados.

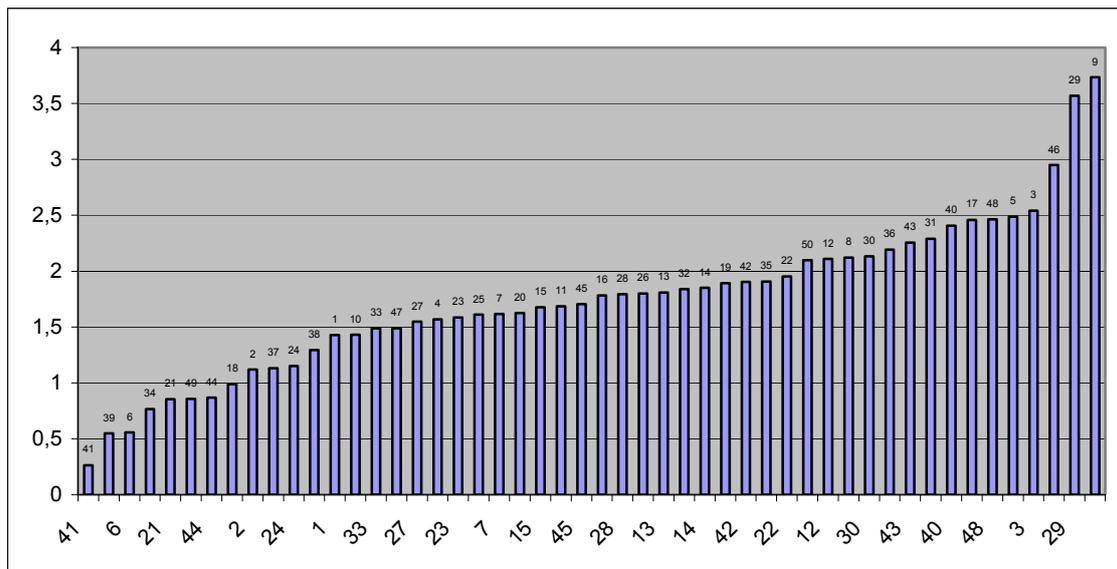
El cálculo del índice de capital humano, según esta última metodología, se ha realizado siguiendo la sistemática utilizada por PÉREZ Y SERRANO (2000). Así, se obtienen los años medios de estudios considerando que a los analfabetos les corresponden 0 años, al grupo sin estudios o con estudios primarios 4, al de estudios medios 10, a los que poseen estudios anteriores a los superiores 15 y, por último, 17 a los que poseen estudios superiores.

### 3. NIVELES DE CAPITAL PRODUCTIVO PRIVADO POR UNIDAD DE CAPITAL HUMANO

Con el fin de poder analizar la relación de complementariedad que existe entre ambos tipos de capital, capital privado y capital humano, se ha hallado el valor medio temporal de la relación entre capital productivo privado y capital humano para cada provincia en el marco temporal de este estudio. Los resultados se recogen en el cuadro 1, en el que se observa una gran variabilidad de dichos niveles relativos por provincias. Lo que puede hacernos suponer, de acuerdo con las teorías mencionadas anteriormente, que la efectividad de capital

humano por provincias no va a ser igual a lo largo de todo el territorio, sino que esta variará en función de estos niveles relativos.

CUADRO 1  
NIVELES MEDIOS DE CAPITAL PRODUCTIVO PRIVADO POR UNIDAD DE CAPITAL HUMANO



A partir de esta diversidad de resultados, se han agrupado las provincias en cinco grupos que tienen unos niveles aproximados de esta relación. Los cinco grupos resultantes de provincias relativamente homogéneas se recogen en la tabla 1 y están ordenados de menor a mayor relación capital privado capital humano. Es decir que los del primer grupo tienen una menor dotación relativa de capital privado y el último una gran capitalización relativa.

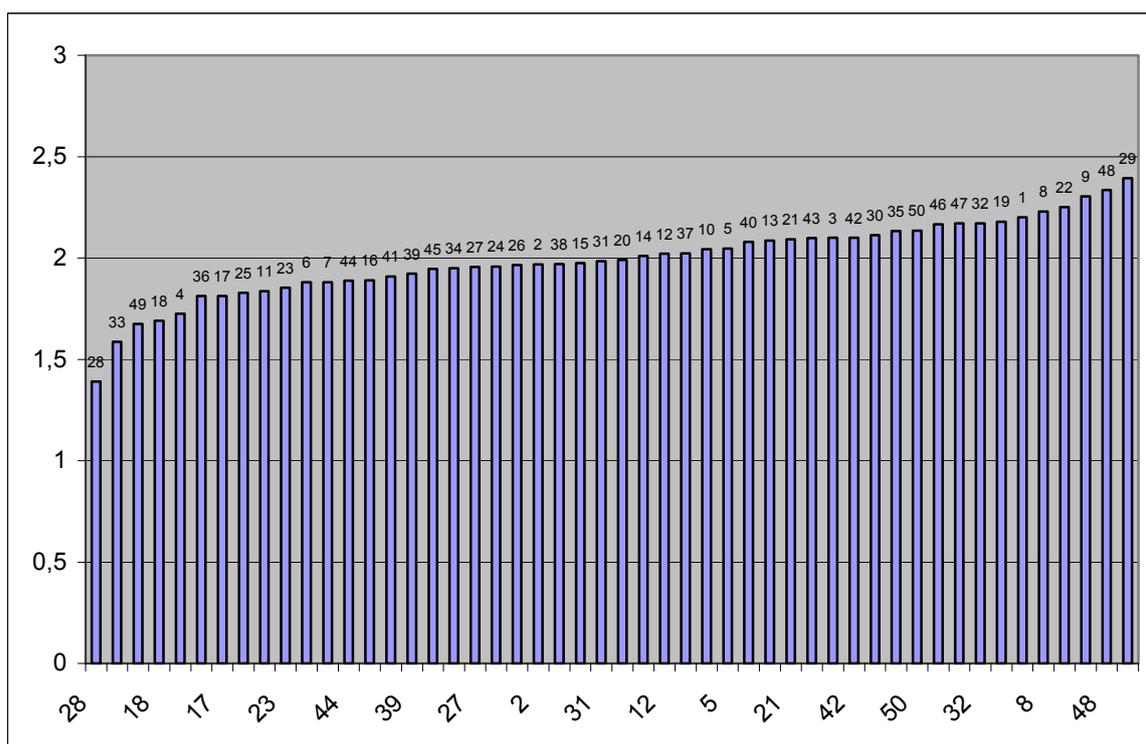
Tabla 1  
 AGRUPACIÓN DE PROVINCIAS SEGÚN SUS NIVELES DE CAPITAL FISICO  
 POR UNIDAD DE CAPITAL HUMANO

	GRUPO 1		GRUPO 2		GRUPO 3		GRUPO 4		GRUPO 5
39	Segovia	2	Albacete	27	Lleida	50	Zaragoza	9	Barcelona
6	Ávila	37	Rioja	4	Almería	12	Cádiz	29	Madrid
34	Palencia	24	Huesca	23	Huelva	8	Balears	46	Valencia
21	Guadalajara	38	Salamanca	25	Jaén	30	Málaga		
49	Zamora	1	Álava	7	Badajoz	36	Pontevedra		
44	Teruel	10	Burgos	20	Granada	43	Tarragona		
18	Cuenca	33	Ourense	15	Ciudad Real	31	Murcia		
		47	Valladolid	11	Cáceres	40	Sevilla		
				45	Toledo	17	Coruña		
				16	Córdoba	48	Vizcaya		
				28	Lugo	5	Asturias		
				26	León	3	Alicante		
				13	Cantabria				
				32	Navarra				
				14	Castellón				
				19	Girona				
				42	Tenerife				
				35	Palmas				
				22	Guipúzcoa				

Con el fin de poder sacar conclusiones adecuadas en el estudio, es también conveniente conocer las dotaciones de capital humano en las provincias españolas, lo que recogemos en el cuadro 2.

Es interesante hacer notar que las provincias de Barcelona y Madrid están comprendidas entre las tres provincias españolas con mayor dotación de este factor, y entre las provincias del cuarto grupo, un elevado porcentaje se corresponden también con niveles elevados de dotación de capital humano.

CUADRO 2  
 NIVELES MEDIOS DE CAPITAL HUMANO POR OCUPADO



Es más, si se halla el valor medio de capital humano de cada uno de los grupo anteriores, se observa que el primer grupo tiene la menor dotación de capital, el segundo y el tercer invierten sus posiciones y la mantienen el cuarto grupo y el quinto. Así, en el cuadro 3 se expresa el valor medio provincial de dotación en capital humano por ocupado en función de los grupos establecidos anteriormente.

**CUADRO 3**  
**NIVELES MEDIOS DE CAPITAL HUMANO POR OCUPADO Y GRUPO**  
 (EXPRESADOS EN LN)

1	2	3	4	5
1,87164867	1,99029966	1,95714407	2,06404415	2,2879304

#### 4. EFECTO DEL CAPITAL HUMANO SOBRE LA PRODUCTIVIDAD EN LAS PROVINCIAS ESPAÑOLAS

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 y la estructura relativa entre capital humano y capital físico, que como hemos mostrado anteriormente, es muy heterogénea entre las provincias españolas.

La práctica común, a la hora de estimar los efectos del capital humano sobre el crecimiento, en una muestra de datos de panel de varias provincias o regiones, 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, sin permitir captar efectos diferenciales de este capital que puedan deberse a las relaciones de complementariedad con otros factores productivos, como el capital privado.

Estas coincidencias en los valores de las elasticidades han sido criticadas por algunos autores<sup>4</sup> que consideran que distintas causas, como las distintas estructuras productivas que generan distintas relaciones de

---

<sup>4</sup> 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 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.

complementariedad entre los factores o distintos estadios de desarrollo<sup>5</sup>, 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. 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-Douglas<sup>6</sup> como la función de producción *ces* o *translog*<sup>7</sup>, 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 suficientes, apareciendo además importantes problemas de multicolinealidad<sup>8</sup>.

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 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 los cinco establecidos anteriormente.

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

---

<sup>5</sup> 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).

<sup>6</sup> 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.

<sup>7</sup> Logarítmicamente transcendental.

<sup>8</sup> Vid Serrano (1997) y Rodríguez-Valez (2006).

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:

$$y_{it} = A k h_{it}^{\alpha} k p r_{it}^{\beta} k p u_{it}^{\chi}$$

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.

$\alpha$ ,  $\beta$  y  $\delta$  = elasticidad del valor añadido bruto respecto a cada uno de los regresores considerados.

Aplicando logaritmos e imponiéndole rendimientos constantes de escala de los factores productivos<sup>9</sup>, la función se transforma en la siguiente cuando se incorporan *dummies* temporales:

$$\ln y_{it} = \delta t_t + \ln A + \alpha \ln k h_{it} + \beta \ln k p r_{it} + \chi \ln k p u_{it} \quad [1]$$

La estimación se ha realizado en primeras diferencias<sup>10</sup> por mínimos cuadrados generalizados, en presencia de heteroscedasticidad y autocorrelación, ya que la prueba modificada de Wald para heteroscedasticidad arroja un valor  $chi^2(50) = 599,22$ , que confirma la presencia de este problema y el test de Wooldridge

---

<sup>9</sup> El valor del *test* que contrasta la hipótesis nula de rendimientos constantes a escala arroja un valor de  $chi^2(1) = 0,06$ , por lo que no se rechaza la hipótesis por muy poco.

<sup>10</sup> Se opta por estimar en primeras diferencias para evitar regresiones espurias, al ser no estacionarias en niveles pero sí en primeras diferencias según el T-test for unit root desarrollado por IM, PESARAN and SHIN (2003).

para autocorrelación en datos de panel es  $F(1, 49) = 9.338$ , que confirma la presencia de autocorrelación de primer orden<sup>11</sup>.

Los resultados de esta estimación, se recogen en el Cuadro 4. 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.

Cuadro 4					
VARIABLES	Mínimos Cuadrados Generalizados (heter & AR <sub>(1)</sub> ) PRIMERAS DIFERENCIAS <i>Dummies multiplicativas</i> (años escolarizac.)				
	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	GRUPO 5
CAPITAL PRIVADO	0,563 (9,92) <sup>***</sup>	0,502 (10,30) <sup>***</sup>	0,432 (11,37) <sup>***</sup>	0,368 (8,31) <sup>***</sup>	0,199 (2,93) <sup>**</sup>
CAPITAL HUMANO	0,102 (2,71) <sup>***</sup>	0,148 (4,60) <sup>***</sup>	0,173 (7,23) <sup>***</sup>	0,201 (7,04) <sup>***</sup>	0,209 (2,86) <sup>***</sup>
CAPITAL PÚBLICO	0,244 (9,73) <sup>***</sup>				
Wald mod. (heteroced)	6309,33				
Arellano-Bond AR(1)	0,0015				
Wooldridge (autocorr.)	319,078				
TEST F de Wald significativid. conjunta	10019,04				
AR(1)	0,1230				
Nº observaciones	950				

\*\*\* significativo al 1 por ciento

\*\* significativo al 5 por ciento

<sup>11</sup> El valor que arroja la estimación por mínimos cuadrados generalizados para la autocorrelación es tan sólo de 0.1222, por lo que no hay diferencias significativas con los resultados que se obtienen de la estimación sin considerar esta leve autocorrelación. No obstante, se ha optado por estimar en presencia de este problema.

Los resultados obtenidos de esta estimación resultan ser muy significativos de los diferentes efectos tanto del capital humano como del capital privado por los grupos establecidos, observándose que en los grupos de menor capitalización relativa, las elasticidades del capital privado son más elevadas y las del capital humano menores, mientras conforme aumenta la capitalización estos resultados tienden a invertirse, siendo superiores las elasticidades de capital humano e inferiores las de capital privado físico. Estos resultados son coherentes con otros estudios que ponen de manifiesto que a mayor capitalización mayor efectividad del capital humano, pues la vía para poder recoger los efectos de este tipo de capital es a través del capital físico o de la tecnología asociada a ese capital. ((ACEMOGLU, 1998; LÓPEZ-BAZO y MORENO 2008). Esta circunstancia se observa además para provincias cuyo nivel de capital humano es elevado, lo que en principio debería estar asociada a menores productividades de capital y por tanto menor efectividad sobre el crecimiento, sin embargo la capitalización elevada invierte esta disminución de productividades, observándose por tanto esas externalidades asociadas al capital. Sin embargo, el hecho de tener elasticidades respecto al capital diferenciadas y menores conforme aumenta su dotación relativa parece reflejar que la influencia del capital humano en la efectividad del capital no es lo suficientemente fuerte como para compensar la caída de las productividades marginales que se producen al aumentar las dotaciones de factores. No obstante estas conclusiones deben matizarse con otros estudios que reflejen las variaciones de estas elasticidades en relación a las dotaciones absolutas.

Por último, cabe resaltar el hecho de que las elasticidades estimadas de capital humano de los dos últimos grupos parecen no diferenciarse, lo que podría

poner de manifiesto un tope máximo de efectividad de capital humano, si la dotación de capital físico fuera ya muy elevada. Es decir a partir de un nivel de capitalización, los efectos del capital humano tenderían a estabilizarse.

### **Referencias**

- Acemoglu D. (1998) Why do new technologies complement skills? Directed technical change and wage inequality, *Quarterly Journal of Economics* 113, 1055–1089.
- Acemoglu D. and Angrist J. (2001) How large are human capital externalities? Evidence from Compulsory Schooling Laws, NBER Macroeconomics Annual 2000, 9–59.
- Adsera A. (2000) Sectoral spillovers and the price of land. A cost analysis, *Regional Science and Urban Economics* 30, 565–585.
- 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. (2006): *Balance económico regional (autonomías y provincias) años 2000 a 2005*, Fundación de las Cajas de Ahorros (FUNCAS), Gabinete de Estadística Regional, Madrid.
- Almond D. (1997) Human Capital as a Local Public Good: Evidence from the 1990 US Census. Mimeo. University of California-Berkeley

- Barro, R. (1991): "Economic growth in a cross-section of countries", *Quarterly Journal of Economics*, 106 (2), pp.407-443.
- Becker, G. (1964) *Human capital*, University of Chicago Press, Chicago
- 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 Doménech, R. (2006): "Capital humano y crecimiento en las regiones españolas", *Moneda y Crédito*, 222. pp. 13-78.
- 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.
- Duffi, J. y Papageorgiou, C. (1999): "A cross-country empirical investigation of the aggregate production function specification". *Journal of Economic Growth*, 3(1), March, pp.87-120.
- 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 (1998): "Getting Income Shares Right: employment unicorporated enterprise and the Cobb-Douglas Hypothesis". Working Paper Williams College.
- Gollin (2002): *Journal of Political Economy*, 110 (2), pp. 458-474.
- Im, K.S, Pesaran, H.M. y Shin, Y. (2003). "Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels" *Journal of Econometrics*, 115, 53-74

- Krueger A.B. and Lindahl M. (2001) Education and growth: why and for whom?, *Journal of Economic Literature* 39: 1101-1136
- López-Bazo, E y Moreno, R. (2008) Does human capital stimulate investment in physical capital?: Evidence from a cost system framework. *Economic Modelling* Volume 25, Issue 6, November 2008, Pages 1295-1305
- Lucas, R. (1988): "On the mechanics of economic development", *Journal of Monetary Economics*, 22, pp.3-42.
- Mankiw, G., Romer, D. y Weil, D. (1992): "A contribution to the empirics of economic growth", *Quarterly Journal of Economics* CVII, pp. 407-437.
- 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., Uriel 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 Uriel E. (Dirs.) (2007): *El stock y los servicios del capital en España y su distribución territorial (1964-2005)*, Fundación BBVA.
- 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

Rauch J. (1993) Productivity gains from geographic concentration of human capital: evidence from the cities, *Journal of Urban Economics* 34, 380–400.

-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. (1990): “Endogenous technological change”, *Journal of Political Economy*, 98 (5), pp. 71-102.

-Rudd J. (2000) *Empirical Evidence on Human Capital Spillovers*. Mimeo, Federal Reserve Board.

-Serrano, L. (1997): “Productividad del trabajo y capital humano en la economía española”, *Moneda y Crédito*, 205, pp.79-101.

Sianesi B. and Reenen van J. (2003) The returns to education: acroeconomics, *Journal of Economic Surveys* 17: 157-200

-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.

-Schultz, T. (1960): “Capital formation by education”, *Journal of Political Economy*, 69, pp. 571-583.