

# **RENDIMIENTO SOCIAL DEL CAPITAL HUMANO**

**Enrique López-Bazo**

**Rosina Moreno**

Grupo de Investigación AQR  
Universitat de Barcelona y Parc Científic de Barcelona  
Avda Diagonal 690, 08034 Barcelona  
Tel: + 34 93 4037041 FAX: +34 93 4021821  
Email: elopez@eco.ub.es, rmore@eco.ub.es

**Resumen:** En este trabajo estimamos los rendimientos del capital humano para la economía española, tanto privados como sociales, en el periodo comprendido entre 1980 y 1995. De su comparación extraemos conclusiones acerca del efecto de la educación sobre el crecimiento económico, y de la existencia de externalidades en la acumulación de dicho factor. La estimación del efecto del capital humano se realiza en el contexto de la teoría de la dualidad lo que, adicionalmente, nos permite estimar su precio sombra, es decir lo que las empresas hubieran estado dispuestas a pagar por su dotación. Comparando el precio sombra con el coste de la provisión de educación, obtenemos una medida de la rentabilidad de las inversiones en capital humano. Los resultados obtenidos confirman la adecuación de las subvenciones a la educación, dado que ésta mejora la productividad de los individuos y, así, promueve el crecimiento. Los efectos estimados para cada una de las regiones nos permite finalmente sugerir la promoción de la educación como instrumento adecuado para la política regional tendente a promover el desarrollo en las regiones menos favorecidas.

**Palabras clave:** capital humano, capital físico, productividad, teoría dual, sistema de costes, rendimiento privado y social

**JEL:** C30, J24, O11, O47, R11, R53

---

Todos los resultados en este trabajo han sido obtenidos mediante Gauss v3.2. Los códigos se encuentran a disposición del lector interesado. Versión preliminar. No citar sin consultar con los autores.

*“The most valuable of all capital is that invested in human beings”*

(Marshall, 1890 p. 564)

## **1. INTRODUCCIÓN**

Entre las cuestiones que en mayor medida han centrado la atención de los economistas en las últimas décadas se encuentra la de la influencia del capital humano adquirido a través de la educación en los ingresos obtenidos por los individuos, en la distribución individual de la renta en la sociedad y, a nivel agregado, en su capacidad para estimular la producción, afectar la localización de la actividad económica, generar y adaptar tecnología y, en definitiva, promover el crecimiento económico. Al interés académico se ha unido sin duda el social y político como lo refleja, por ejemplo, la declaración de la Cumbre de Monterrey de Naciones Unidas sobre la Financiación del Desarrollo, de marzo de 2002, “La educación es un poderoso instrumento para la reducción de la pobreza y la desigualdad, mejorando la salud y el bienestar social, y estableciendo las bases para el crecimiento económico sostenido...”<sup>1</sup>. Ciertamente, ningún país ha llegado a ser rico con una mayoría de población analfabeta (Easterly, 2002). De hecho, el efecto que la educación, como mecanismo generador de capital humano, puede llegar a tener sobre el conjunto de la sociedad ha hecho que, hoy en día, la motivación principal de la teoría del capital humano se haya desplazado desde su influencia en la explicación de los diferenciales de salarios entre individuos a la de su efecto sobre el crecimiento económico (Willis, 1986).

El interés académico se ha traducido en cuantiosas aportaciones tanto teóricas como empíricas en torno al papel del capital humano como factor de desarrollo económico. Los modelos formulados desde diversas corrientes metodológicas le han reconocido un papel primordial en los procesos de crecimiento, aunque la evidencia empírica no siempre ha sido igual de contundente. Así, desde una perspectiva microeconómica parece existir bastante unanimidad en cuanto a la existencia de un rendimiento privado positivo a la educación, que para el caso de los países de la OCDE se situaría entre el 5% y el 10%. Pero en el contexto agregado, existe mayor controversia. De hecho, la inconsistencia entre parte de la evidencia empírica obtenida a través de los análisis agregados con la derivada de las ecuaciones de salarios, y con las predicciones de algunos modelos teóricos de crecimiento económico (por ejemplo Lucas, 1988), ha motivado la aparición de muchos ejercicios empíricos relacionando la productividad

---

<sup>1</sup> <<http://www.un.org/esa/ffd/>>

agregada y el crecimiento con la dotación de capital humano de una economía. En ese contexto, se ha distinguido entre un efecto nivel del capital humano, o lo que es lo mismo, un efecto directo debido a que su acumulación se traduce en crecimiento del producto –al igual que se supone para la acumulación de otros tipos de capital–, y un efecto tasa. Este último implicaría el reconocimiento de un cierto efecto indirecto del capital humano, fundamentado en la idea de que es un factor que estimula la generación y absorción de tecnología (Nelson y Phelps, 1966). Mientras que gran parte de los resultados cuestionan la significación del efecto nivel, la evidencia parece apoyar claramente la existencia del efecto tasa del capital humano. Pero a pesar de ello, y de cierta evidencia reciente favorable al efecto nivel basada en la utilización de datos sobre capital humano más depurados (de la Fuente y Doménech, 2000), la conclusión puede ser que el debate sigue abierto y que la evidencia desde una perspectiva agregada sobre el papel de la educación en el crecimiento sigue siendo incierta (Temple 2001a).

En este contexto, el fin último de este trabajo es el de proporcionar evidencia acerca de la contribución del capital humano, adquirido a través del sistema educativo formal, sobre el crecimiento experimentado por la economía española en épocas recientes. Creemos que el caso español puede resultar paradigmático a la hora de valorar la contribución de este tipo de factor al desarrollo económico. Esto es así por varias razones, entre las que se encuentran el espectacular aumento del nivel educativo de la población, desde niveles relativamente bajos en el contexto de otras economías occidentales, la coincidencia con un continuo proceso de apertura y exposición a la competencia, y la modernización de las estructuras productivas e institucionales de España. De esta forma, pensamos que el escenario es idóneo para valorar si el capital humano realmente puede potenciar el crecimiento económico cuando se da en combinación con otros elementos que deben permitir a los individuos emplearlo en actividades productivas por las que recibirán el debido rendimiento. En concreto, nuestro trabajo pretende aportar evidencia acerca de tres condiciones que deberían cumplirse para poder afirmar que las inversiones en capital humano son rentables socialmente, en el sentido de que constituyan un elemento importante para promover mejoras en la actividad productiva del conjunto de una economía: i) que su rendimiento social no se encuentre por debajo del privado, ii) que su rendimiento no se encuentre notablemente por debajo del rendimiento del capital físico y iii) que el coste de provisión de unidades adicionales de capital humano no exceda lo que los agentes estarían dispuestos a pagar por las mismas.

Adicionalmente, la utilización de información desagregada regionalmente nos permitirá valorar las cuestiones anteriores para cada una de las comunidades autónomas, y discriminar en cuáles de ellas el rendimiento y la rentabilidad del capital humano fueron más elevadas. Asimismo, dadas las diferencias en los niveles de productividad y de nivel de desarrollo de las regiones españolas, los resultados nos permitirán evaluar la política de subvención a la acumulación de capital humano educativo para la promoción del desarrollo de las economías menos favorecidas.

Por último, conviene indicar que nuestro análisis se realiza en el contexto del marco dual. La aproximación dual permite superar, o al menos amortiguar el impacto de algunos de los inconvenientes señalados anteriormente en el contexto del enfoque primal, en concreto las cuestiones relativas a la endogeneidad del capital humano y a la imposición de restricciones sobre sus efectos. En este sentido, asumimos el reto establecido en Temple (2001a) al indicar que la obtención de evidencia adicional a través de la estimación de ecuaciones de salarios o de crecimiento puede, a la larga, ser menos útil e informativa que aproximaciones novedosas que exploren estas cuestiones con una nueva perspectiva. Y ello, complementado con la idea recogida en Temple (2001b) en referencia a que la consideración conjunta de evidencia microeconómica, de la economía laboral, y de la teoría del crecimiento, acaba proporcionando evidencia de efectos sustanciales de la educación, aunque de forma aislada todas ellas presenten lagunas notables.

El resto del trabajo se organiza como sigue. En el apartado 2 se comenta la relación entre educación y capital humano, y se define y discute su rendimiento privado. Se obtiene una estimación del mismo para la economía española a partir de una amplia muestra de trabajadores. En el tercer apartado se profundiza en el efecto agregado del capital humano, definiéndose su rendimiento social y presentando el marco dual como apropiado para su estimación. Dicho marco es empleado en el apartado 4 para obtener el efecto del capital humano sobre los costes de producción y, en particular, su precio sombra. Los resultados obtenidos son ampliados en el quinto apartado con la comparación entre el rendimiento privado y el social, y con el análisis de la relación de complementariedad entre capital humano y físico. Dicho apartado finaliza con la comparación entre el coste de la provisión de educación y su precio sombra estimado. Finalmente, en el apartado 6 se presentan las principales conclusiones y se establecen algunas líneas de investigación futura.

## **2. CAPITAL HUMANO, EDUCACIÓN y SALARIOS**

### *2.1. Los problemas de delimitación y medición del capital humano*

Para el tipo de estudio que nos ocupa podemos considerar al capital humano como aquel conjunto de cualidades de los agentes implicados en la actividad productiva, que se supone hacen a ésta más eficaz. Topel (1999) define a este tipo de capital como “el conjunto de conocimientos y habilidades incorporados a las personas”, de forma bastante similar a como lo consideró Schultz (1960): “toda aquella inversión que los individuos realizan en ellos mismos para mejorar su capacidad productiva”. En consecuencia, se trata de un concepto bastante amplio, abstracto y difícil de medir, aunque la necesidad de su utilización en modelos empíricos ha justificado los esfuerzos realizados en las últimas décadas para su delimitación y medición, aunque sea de forma parcial e imperfecta.

Existe bastante consenso en considerar que el capital humano puede ser adquirido, básicamente, i) a través de la educación formal, es decir aquella adquirida a través del sistema educativo, ii) a través de la experiencia acumulada en el desarrollo de la vida laboral, y iii) mediante la interacción entre educación y experiencia. Respecto a la primera, cabe indicar por una parte que, indudablemente, no todo el estímulo que lleva a una persona a educarse tiene que ver con la posibilidad de obtención de mayores ingresos futuros. Y, por otra, que no todo el capital humano adquirido a través de la educación es utilizado en la actividad productiva, bien porque el individuo no participe voluntaria o involuntariamente en ésta, o porque la actividad laboral que desarrolla no explote todo su capital humano (sobreeducación). Respecto a la experiencia, es importante indicar que a través de ella incluso aquellos individuos que no hayan recibido educación formal habrán desarrollado habilidades específicas que integran su capital humano. No obstante, dichos individuos no serán capaces de explotar en mayor medida esas habilidades al no poder aprovecharse de la supuesta interacción entre conocimientos y aptitudes recibidas a través de la educación formal y la experiencia acumulada en el desarrollo de sus tareas laborales.

Los estudios que, desde una perspectiva microeconómica y utilizando datos individuales, han analizado la relación entre salarios, o ingresos, y capital humano suelen incorporar tanto la educación formal de los individuos como su capital humano experiencia. Por el contrario, los estudios basados en un enfoque agregado o macroeconómico sólo han podido considerar el

capital humano relacionado con la educación formal<sup>2</sup>. No obstante, parece razonable suponer que tanto individuos de una misma edad como las economías diferirán en mayor medida en cuanto a su capital humano educación que por lo que respecta a su capital humano experiencia. Los datos para la economía española apoyan este supuesto, tal y como se desprende del análisis efectuado en Pastor y Serrano (2002), quienes obtienen una escasa dispersión regional y, a su vez, una elevada persistencia en el capital humano experiencia; todo lo contrario de lo que ocurre en el caso del capital humano educación.

Centrándonos en el caso del capital humano educación, los indicadores agregados utilizados en la literatura pueden ser clasificados en de tipo flujo y de tipo stock. Los primeros se refieren a la cantidad de personas cursando estudios en los distintos niveles educativos en relación con la población en la edad de cursarlos, en lo que se ha dado en denominar como tasa de escolarización. Dichos indicadores han sido muy populares dada su disponibilidad para una amplia muestra de países a través de la información proporcionada por la UNESCO, habiendo sido utilizados por ejemplo en el trabajo de Mankiw et al (1992). No obstante, se han formulado importantes objeciones al uso de este tipo de indicador flujo. Entre ellas, quizás la más relevante sea la no necesaria correspondencia entre los porcentajes de personas que se encuentran inmersas en las distintas fases del proceso educativo en un instante del tiempo y el capital humano realmente empleado en el proceso productivo en ese mismo instante. Incluso no todas las personas que se encuentran cursando estudios tienen porqué acabar participando en la actividad productiva en el futuro. Por ello, la literatura más reciente parece haberse decantado por indicadores de tipo stock, por su mayor adecuación para recoger el capital humano realmente empleado en la actividad productiva.

Entre los indicadores de capital humano de tipo stock, nos encontramos en primer lugar con la tasa de alfabetización de una economía, que como su propio nombre indica recoge el porcentaje de población alfabetizada en el total de la población. Obviamente, el mayor inconveniente de este indicador es su escasa capacidad de explicación (dada su limitada variabilidad), sobre todo en economías desarrolladas. Por ello, parece más razonable en esos casos recurrir a la distribución de la población en los distintos niveles educativos, aunque la mayor limitación de su uso se encuentra en el coste asociado a su obtención para una amplia

---

<sup>2</sup> Una excepción es el trabajo de Klenow y Rodríguez-Clare (1997), quienes incorporan las diferencias en la inversión en capital humano de la etapa post-escolar en las economías de su muestra, a través de los perfiles salarios-edad obtenidos de regresiones mincerianas.

muestra de economías y periodos de tiempo<sup>3</sup>. En concreto, el porcentaje de población que ha alcanzado los diversos niveles de estudios se plantea como un indicador adecuado del potencial humano de una economía. No obstante, como se indica en Serrano (1996), este tipo de indicador no está exento de críticas. Por ejemplo, se está asumiendo que todos los individuos de un mismo nivel educativo poseen la misma dotación de capital humano, mientras que no se establece una cuantificación de la distancia que, en términos de capital humano relativo, existe entre los diversos niveles educativos. En parte, estas objeciones se pueden superar utilizando los años medios de escolarización implícito en cada uno de los niveles.

Precisamente, combinando años medios en cada nivel de estudios con el porcentaje de población en cada uno de los niveles se obtiene un indicador sintético atractivo de capital humano, como el de los años medios de educación de una economía. Este tipo de indicador ha sido construido para diversas muestras de economías por, entre otros, Kyriacou (1991), Barro y Lee (1993, 1996, 2001) y de la Fuente y Doménech (2000), habiendo sido utilizado para analizar la contribución de este factor al crecimiento en, por ejemplo, Benhabib y Spiegel (1994), Temple (1999), de la Fuente y Doménech (2001) y del Barrio et al (2002). No obstante, este indicador sintético tampoco está exento de crítica siendo su mayor defecto, posiblemente, el de no recoger adecuadamente la proporcionalidad entre años de estudio de los individuos y su dotación de capital humano<sup>4</sup>. Adicionalmente, no tiene en cuenta la calidad de la educación y, por tanto, plantea dudas en cuanto a la equivalencia del capital humano acumulado por un ingeniero en comparación con el de un filólogo, o con la de un individuo con estudios medios obtenidos en Madrid o en Cantabria, o con la de uno que obtuviese su formación en la década de los sesenta frente a otro que la obtuviese en la de los ochenta. Lo anterior apunta a la incorporación de indicadores de calidad de la enseñanza recibida que, no cabe insistir, resultan cuanto menos de elaboración costosa<sup>5</sup>. En esta línea, recientemente se han propuesto indicadores mixtos de capital humano (Jorgenson y Fraumeni, 1989; Mulligan y Sala-i-Martin, 1997 y 2000), que combinan niveles de educación con

---

<sup>3</sup> Véase el apartado 4.3 para una descripción de la información existente sobre este indicador en el caso de la economía española.

<sup>4</sup> Esta circunstancia se visualiza fácilmente si comparamos los años de educación de un individuo con, por ejemplo, estudios universitarios y otro sin estudios, con el salario relativo de ambos. Mientras que en el primer caso el ratio nos puede proporcionar una relación de 16 a 1, la evidencia con microdatos de salarios nos revela que esa relación no excede en demasía la razón 2 a 1.

<sup>5</sup> Cabe indicar que algunos trabajos han mostrado evidencia contradictoria entre medidas de calidad de la educación basadas en inputs del sistema educativo y diferencias salariales, pareciendo más intensa la relación entre medidas del output de dicho sistema (basadas en pruebas homogéneas) y las citadas diferencias.



salarios relativos obteniendo una suma ponderada de los primeros a través de los segundos, de forma que se incorpora la valoración que realiza el mercado de trabajo del capital humano educativo que poseen los individuos<sup>6</sup>.

## 2.2. Capital humano y salarios. La ecuación de Mincer

Los estudios pioneros que trataron de analizar la relación entre capital humano educación y salarios lo hicieron de forma *ad hoc* a través de la tabulación de los salarios percibidos por trabajadores con distintos niveles educativos. Pero, sin duda, el mayor desarrollo de esa literatura se produjo con la aportación de Mincer (1974), a través de lo que se ha dado en denominar como la función minceriana de salarios, que relaciona ingresos salariales con dotación de capital humano de los trabajadores. Dicha función integra en una especificación empírica los desarrollos teóricos acerca de la inversión en educación y formación en el puesto de trabajo de, entre otros, Becker (1962) y Mincer (1958, 1962). En su formulación típica se puede expresar como:

$$\ln w = \beta_0 + \beta_1 \text{educ} + \beta_2 \text{exp} + \beta_3 \text{exp}^2 + \varepsilon \quad (1)$$

donde  $\ln w$  denota el logaritmo del ingreso salarial del individuo, *educ* es un indicador de su capital humano educación (habitualmente los años de escolarización o el nivel de estudios alcanzado) y *exp* recoge la experiencia, como una medida de la formación en el puesto de trabajo. Por su parte  $\beta_1$  proporciona una estimación del rendimiento de la educación que se asume constante, mientras que  $\beta_2$  y  $\beta_3$  son los coeficientes de la forma cuadrática que sintetiza el efecto de la experiencia en los salarios. Dicha forma funcional se asume cóncava, por lo que  $\beta_2 > 0$  y  $\beta_3 < 0$ , es decir se asume que los salarios aumentan con la experiencia pero con una contribución marginal decreciente de ésta. Cabe señalar que tanto los argumentos teóricos como la evidencia empírica recogida apoyan este supuesto. Por último, la expresión (1) incluye un residuo, con media nula, que captura el efecto de cualquier factor inobservable, como la habilidad, que influye en la productividad del individuo. Idealmente podemos asumir que  $\varepsilon$  es independiente de *educ* y de *exp*, aunque la violación de este supuesto provoca problemas en la estimación de los coeficientes de la función.

Siguiendo a Willis (1986), el razonamiento tras la función de Mincer asume que las habilidades adquiridas por el individuo a través de la educación y de la formación en el puesto de trabajo pueden ser consideradas como un stock de capital humano homogéneo que afecta a

---

<sup>6</sup> Las primeras contribuciones en este sentido en el ámbito español lo constituyen los trabajos de Fernández y Mauro (2000) y de Pastor y Serrano (2002).

su productividad de forma también homogénea a cualquier otro individuo. La competencia forzará a los trabajadores a pagar por los costes de su formación pero, a su vez, les permitirá apropiarse de los rendimientos de su acumulación de capital humano. Esto es así dado que si la empresa pretendiese apropiarse de parte del rendimiento, entonces el trabajador podría ofrecer sus servicios a otra empresa a un salario que reflejase completamente la productividad marginal del capital humano que tiene incorporado.

En consecuencia, si el capital humano acumulado por los trabajadores se traduce en aumentos en su productividad, a través del argumento anterior se trasladará completamente a aumentos en sus ingresos salariales. De esta forma, para lo que aquí nos ocupa, la obtención de un valor positivo en la estimación de  $\beta_1$  será indicativo de que la acumulación de capital humano contribuye al crecimiento de la productividad (y bajo ciertas condiciones del producto per capita) de una economía. Pero hay algunos inconvenientes que, como mínimo, nos deben llevar a considerar con precaución la estimación de la contribución del capital humano a partir de la ecuación (1). Posiblemente los más destacados sean el denominado como *sesgo de habilidad* y la equivalencia observacional en (1) entre la teoría del capital humano y la de la señalización (o *screening*). Con respecto al sesgo de habilidad, éste puede afectar seriamente a la estimación del efecto del capital humano educación en los salarios, dado que la habilidad innata puede ser considerada como inobservable por lo que su efecto sobre los ingresos salariales quedará recogida en la perturbación. Si además existe relación entre habilidad y nivel educativo alcanzado por los trabajadores, por ejemplo porque los individuos más hábiles perciben que una mayor educación se traducirá en ingresos futuros más elevados y tienen mayor capacidad para el aprendizaje, entonces la estimación de mínimos cuadrados de (1) proporcionará estimaciones sesgadas al alza del rendimiento de la educación. El sesgo puede ser a la baja en el caso en que los más hábiles perciban un coste de oportunidad más elevado de su permanencia en el sistema educativo, que les conduce a abandonar antes los estudios. Esta cuestión es importante para nuestro ejercicio, dado que sólo podremos concluir que las inversiones en capital humano, a través de las mejoras en el nivel educativo de la población, contribuyen al crecimiento de la productividad si las diferencias salariales entre individuos con distintos niveles educativos reflejan verdaderos diferenciales de productividad entre ellos. Si, por el contrario, éstos fueran debidos a diferencias en su habilidad innata que se encuentra correlacionada con el nivel educativo adquirido entonces no cabría, por ejemplo,

sugerir la mejora en la educación de la población como medida para estimular el crecimiento económico<sup>7</sup>.

Por su parte, la teoría de la señalización (Arrow, 1973; Spence, 1973) se contrapone a la del capital humano, al señalar que una parte sustancial de la habilidad de cualquier trabajador no es directamente observable para las empresas y debe ser señalizado por la educación. De esa forma, el nivel educativo alcanzado es utilizado como filtro por las empresas a la hora de contratar a los trabajadores más capaces. La deducción es obvia, los mayores salarios de los más educados no serían consecuencia de la mayor productividad de éstos como causa directa de su mayor capital humano (teoría del capital humano), sino que sería el resultado de la señal, emitida a través del nivel educativo alcanzado, de su capacidad y percibida de esa forma por la empresa que contrata sus servicios. Es decir, el mayor salario recibido por los más educados reflejaría el funcionamiento de una especie de sistema de credenciales más que la garantía de una mayor productividad (Willis, 1986)<sup>8</sup>. Dado que el aumento del nivel educativo de la población no necesariamente se correspondería con mejoras en la productividad, en caso de que la teoría de la señalización fuese la explicación adecuada a los mayores salarios percibidos por los más educados, no habría ninguna garantía de que estimulase el crecimiento económico, por lo que no sería una medida efectiva de política de desarrollo de las economías menos desarrolladas. Adicionalmente, en ese caso, aún existiendo un rendimiento privado del capital humano, no podríamos afirmar la existencia de un rendimiento social, lo que podría cuestionar las subvenciones públicas a la educación de los individuos.

Un elemento final que nos interesa destacar a la hora de valorar la estimación del rendimiento del capital humano educación a través de una función de Mincer como la ecuación (1), tiene que ver con la inclusión en la especificación de variables de control adicionales relativas a las características del trabajador y del puesto de trabajo (sector de actividad, localización

---

<sup>7</sup> No obstante, Griliches (1977) y, más recientemente, Angrist y Krueger (1991) y Card (1999) sugieren que el sesgo de habilidad no es excesivamente importante. Los estudios que han tratado de corregir por dicho sesgo han utilizado variables instrumentales o muestras de individuos con habilidades supuestamente idénticas (muestras de gemelos). Para un mayor detalle véase, por ejemplo, Ashenfelter et al (1999).

<sup>8</sup> Resulta sorprendente que las empresas estén dispuestas a pagar salarios más elevados en el caso en que no obtengan ganancias de productividad por los trabajadores más formados. No obstante, los modelos de Arrow (1973) y Spence (1973) son capaces de explicar ese fenómeno bajo el supuesto de que la información sobre la productividad de los trabajadores está asimétricamente distribuida, de forma que sólo estos conocen su productividad mientras que las empresas no pueden distinguir a los trabajadores más productivos. Todo ello junto al supuesto de que los trabajadores más hábiles pueden invertir en obtener una *señal* de forma más barata que los menos hábiles.

geográfica, tipo de convenio, tipo de contrato, género, raza, tamaño de la empresa y la edad de la misma, etc). Desde un punto de vista econométrico, sabemos que la exclusión de esas variables determinantes del salario pueden sesgar la estimación de los rendimientos de la educación (Abowd et al, 1999). El problema es que el valor tomado por al menos algunas de esas variables puede estar determinado por el nivel de educación alcanzado por el trabajador, de forma que su inclusión puede estar absorbiendo parte del efecto de la educación en los salarios. En efecto, en aquellas estimaciones en las que se incluyen esas variables control el rendimiento estimado del capital humano sufre un descenso considerable. Así, aunque la mayor parte de la literatura en este tema se ha decantado por la no inclusión de variables control que pueden estar recogiendo los canales y mecanismos a través de los cuales los trabajadores más educados perciben mayores salarios, podemos suponer que el rendimiento estimado en una ecuación minceriana simple como la (1) es un límite superior para tales rendimientos<sup>9</sup>.

En resumen, a través de una ecuación de salarios tipo Mincer podemos obtener una estimación de los rendimientos privados al capital humano, siempre y cuando no exista un importante sesgo de habilidad y de la exclusión de otras variables de control del trabajador y del puesto de trabajo, y si la razón de los mayores salarios de los más educados se sustenta en la mayor productividad de éstos y no en la señal al mercado que puede suponer la educación.

Respecto a la evidencia empírica obtenida en la literatura, cabe señalar en primer lugar que existen incontables estimaciones de ecuaciones salarios-educación, para diversos periodos y economías. Psacharopoulos (1985, 1994), Cohn y Addison (1998) y Psacharopoulos y Patrinos (2002) proporcionan una recopilación de la evidencia internacional, mientras que Oliver et al (1999) sintetizan las estimaciones de los rendimientos del capital humano para la economía española. Recientemente, Trostel et al (2002) han estimado dichos rendimientos para 28 países (tanto desarrollados como en vías de desarrollo) utilizando microdatos procedentes de muestras comparables entre países desde 1985 a 1995. La media de los rendimientos estimados se encuentra en torno al 5% para el conjunto de los países analizados, aunque detectan una notable heterogeneidad (de un 2% a un 20%), que no parece seguir un claro patrón explicativo, y con sólo ligera evidencia de que los rendimientos decrecen con el capital humano acumulado, con el nivel de renta y, sorprendentemente, con los recursos

---

<sup>9</sup> Nótese que estamos excluyendo otras posibles fuentes de sesgo como el de habilidad.

destinados a la educación. Más contundente resulta la evidencia a favor de un rendimiento más elevado cuando los salarios se miden antes de impuestos, lo que apuntaría a que los sistemas impositivos son en general progresivos. Adicionalmente, y en contra de cierta evidencia para los Estados Unidos –Cawley et al 1995–, sus resultados no apuntan a un aumento en el rendimiento del capital humano a lo largo del periodo analizado, apreciando más bien una ligera disminución, especialmente en el caso de las mujeres. Por último, los resultados de este trabajo confirman un importante sesgo a la baja en la estimación de mínimos cuadrados, dado que los rendimientos estimados por variables instrumentales resultan un 20% más elevados que aquellos.

Para el caso de España, la disponibilidad de microdatos procedentes de encuestas a partir de la década de los ochenta (Encuesta de Presupuestos Familiares, Encuesta de Condiciones de Vida y Trabajo, Encuesta de Estructura, Conciencia y Biografía de Clase, y Encuesta de Estructura Salarial<sup>10</sup>) propició que apareciesen diversos trabajos que tenían como objetivo prioritario la estimación del rendimiento privado de la educación (Calvo, 1988; Andrés y García, 1991; Alba y San Segundo, 1995; San Segundo, 1997; Lassibille 1998; Vila y Mora 1998; Barceinas et al 2000a, 2001). Aunque el rango de valores es amplio, dependiendo de la definición de los salarios utilizados, de la consideración de muestras compuestas únicamente por hombres o mujeres, de asalariados del sector privado o del público, además de cuestiones relacionadas con el tratamiento econométrico, podemos resumir diciendo que gran parte de las estimaciones sitúan los rendimientos de un año de educación en el entorno del 5-7%. Asimismo, cuando se utilizan indicadores del nivel educativo alcanzado por el trabajador, en lugar del número de años de escolarización, los resultados en general indican un aumento en el rendimiento a medida que se avanza en los niveles educativos, de forma relativamente monótona. Además, la escasa evidencia disponible parece apoyar a la teoría del capital humano frente a la de la señalización en el caso de la economía española (Barceinas et al 2001).

### *2.3. Rendimientos privados al capital humano en España*

Considerando lo que se ha indicado hasta este punto, hemos estimado los rendimientos privados a la educación en la economía española, utilizando la información procedente de la

---

<sup>10</sup> Una descripción de las mismas en relación con la estimación de la ecuación de salarios se encuentra en, por ejemplo, Oliver et al (1999).

Encuesta de Estructura Salarial, realizada por el INE para 1995 (EES95)<sup>11</sup>. El objetivo es obtener evidencia del efecto del capital humano educación en España utilizando microdatos, y de la relación entre el stock acumulado de este tipo de capital y el rendimiento del mismo. La EES95 proporciona información detallada para una muestra representativa de trabajadores en España, acerca de sus ingresos salariales y de sus características personales y del puesto de trabajo que desempeñan. De la muestra original disponible en la encuesta (más de 175 mil individuos) se ha eliminado a un conjunto de observaciones para las que la información disponible no parecía razonable. En concreto, la depuración realizada ha consistido en la eliminación de aquellos individuos con un salario para el mes de octubre, unos pagos por IRPF y/o una cotización a la Seguridad Social inferior a 500 ptas. Se han excluido asimismo a los trabajadores para los que los salarios netos resultaban negativos y aquellos cuyos ingresos por pagas extraordinarias representaban más de la mitad del salario bruto anual. Finalmente, se han excluido a los trabajadores en los que el salario hora correspondiente al mes de octubre y el derivado del total anual diferían en más de 3500 ptas, para los que constaba una jornada anual de cero horas o los que declaraban una edad superior a los 65 años. La muestra final resultante está compuesta de 115021 trabajadores que prestaban sus servicios en 1995 en empresas del sector productivo privado.

La variable utilizada para aproximar el capital humano educación de los individuos se basa en los años que permanecieron cursando estudios en el sistema educativo formal. Para su calculo, hemos considerado el nivel de estudios declarado en la EES95 y el periodo medio de permanencia en cada uno de los niveles educativos. De esa forma, la estimación del parámetro asociado a esa variable nos proporcionará la variación porcentual en el salario correspondiente a un año adicional de educación.

La Tabla 1 sintetiza los resultados obtenidos en la estimación de mínimos cuadrados de la ecuación (1). Se estima, en primer lugar, una especificación en la que se incluye la experiencia total del trabajador en el mundo laboral (columna 1)<sup>12</sup>, y a continuación (columna 2) otra en la que se añade su experiencia en la empresa en la que prestaba en ese momento sus servicios. De esta forma se incorpora la formación genérica y específica en el puesto de trabajo. Por último, se incluyen otras variables que controlan por las diferencias en las

---

<sup>11</sup> Una descripción detallada de la EES95 se encuentra en Pérez e Hidalgo (2000).

<sup>12</sup> Calculada como la edad del individuo menos 6 y menos los años de educación, con la corrección necesaria en algunos casos para tener en cuenta la edad mínima de acceso al mercado laboral.

características del trabajador y del puesto de trabajo (columna 3)<sup>13</sup>. En todos los casos se ha utilizado como variable dependiente de la ecuación de Mincer el logaritmo del salario bruto por hora.

Los rendimientos a un año adicional de educación se sitúan por encima del 7%, con un ligero descenso cuando se incluye la experiencia específica en la empresa, aunque como se indicó anteriormente, cuando se incorporan las restantes variables de control los rendimientos estimados descienden notablemente hasta poco más del 3%. Por lo que respecta a la experiencia, tanto la genérica como la específica muestran, como cabía esperar, una relación cóncava con los salarios. La capacidad de ajuste se sitúa también en consonancia con lo obtenido en otros estudios tanto para España como para otros países. Así, cuando no se estima la versión simple de la ecuación de Mincer, se explica alrededor de un 30% de la variabilidad de los salarios, mientras que el ajuste aumenta notablemente al incorporar las otras variables. Ello es indicativo de que el capital humano, aunque importante, es únicamente una de las componentes explicativas de las diferencias salariales entre trabajadores.

Los resultados obtenidos apuntan claramente al papel del capital humano educación en la obtención de unos mayores ingresos salariales. De hecho, si a partir de los datos de la EES95 obtenemos los años medios de educación de un trabajador tipo en cada región española y lo comparamos con el salario de dicho trabajador, la imagen que obtenemos es concordante con tales resultados. Como se aprecia en el Gráfico 1, existe una intensa relación positiva entre el capital humano medio de cada región y su nivel salarial medio (coeficiente de correlación de 0.92). En este sentido, una cuestión importante tiene que ver con la existencia de rendimientos decrecientes a la acumulación de capital humano, al menos en términos agregados regionales. Raymond (2002), utilizando datos procedentes de la Encuesta de Presupuestos Familiares 90-91 concluye que existe una relación inversa entre rendimientos del capital humano y stock del mismo en las regiones españolas. Sin embargo, como se recoge en el Gráfico 2, nuestros resultados no parecen apoyar tal evidencia. De hecho, si excluimos la observación correspondiente a Madrid, que presenta el más elevado rendimiento junto al mayor stock, nada indica que se esté dando una relación inversa entre el rendimiento y el capital existente (correlación de 0.48 con toda la muestra y 0.11 cuando se excluye a Madrid).

---

<sup>13</sup> Ver el listado en la nota al pie de la Tabla 1.

En resumen, la evidencia obtenida con microdatos a través de la estimación de la ecuación de Mincer confirma que los individuos con mayores niveles de capital humano educación obtienen mayores ingresos salariales, de forma que si la teoría del capital humano fuese la causante de tal fenómeno, el aumento en los niveles educativos experimentados en España en las últimas décadas deberían ser causantes de gran parte de las mejoras en los niveles de productividad y de renta per cápita que se han venido observando. Además, del simple análisis efectuado no parece deducirse que las elevadas tasas de acumulación alcanzadas en ese tipo de capital hayan causado una disminución sustancial en su rendimiento. Todo ello haría aconsejable el apoyo a la inversión en educación en el contexto de las políticas diseñadas para potenciar el desarrollo, en particular de determinadas regiones.

Pero como hemos indicado anteriormente, el análisis realizado en esta sección puede estar afectado por una serie de circunstancias que no nos permiten garantizar que las mejoras en el capital humano se hayan trasladado totalmente a mejoras en la productividad y, con ello, al crecimiento de la economía española. En los siguientes apartados, y desde una perspectiva agregada, se pretende complementar los resultados obtenidos hasta este punto y aportar evidencia acerca de los mecanismos a través de los cuales el capital humano puede influir en la productividad de una economía.

### **3. CAPITAL HUMANO Y PRODUCTIVIDAD. UN ENFOQUE AGREGADO DUAL**

#### *3.1. El efecto del capital humano en la productividad y el crecimiento*

El rendimiento social del capital humano puede diferir del privado, debido a la existencia de externalidades, bien positivas o negativas, en la acumulación de capital humano. Aunque se han realizado estudios que han tratado de hacerlo desde un enfoque microeconómico, apoyamos la idea de que el contexto agregado o macroeconómico es el adecuado para incorporar las externalidades y medir así el rendimiento social de la educación a través de su efecto en el capital humano y, a través de éste, en el crecimiento económico. Los análisis en este sentido no son novedosos. Schultz (1960, 1961) concluyó con sus trabajos que una parte muy importante del crecimiento era debido a las mejoras en la dotación de capital humano de los países, conseguido a través de la inversión en educación. Este tipo de trabajos se han planteado dos posibilidades diferenciadas para considerar el efecto del capital humano. Por una parte, una línea de investigación lo ha considerado como cualquier otro factor productivo



reproducible (similar en la esencia de su mecanismo al capital físico), de forma que su acumulación afecta positivamente al crecimiento, en lo que ha dado en denominarse como *efecto nivel* del capital humano. Por otra, se le ha considerado como un factor que facilita la generación y adopción de tecnología, de forma que cabría esperar una relación positiva entre el stock de capital y el crecimiento de la productividad, en lo que se califica como *efecto tasa* del capital humano.

Dado que los modelos con efecto nivel, como el de Lucas (1988), predicen que la inversión en capital humano se traslada directamente a crecimiento de la productividad y, bajo ciertos supuestos, a crecimiento del ingreso per cápita, ejercicios de contabilidad del crecimiento permiten medir su contribución de la misma forma que en el caso de otros factores productivos. Así, Griliches (1997) manifiesta que un tercio de la productividad de los Estados Unidos desde la post-guerra es debida a mejoras en la educación. A similares conclusiones llegan Maddison (1987), para un conjunto de economías occidentales, y Young (1995), para un grupo de países asiáticos de rápido crecimiento. No obstante, cabe indicar que los ejercicios de contabilidad del crecimiento presentan ciertas limitaciones para captar el efecto del capital humano si, por ejemplo, éste interacciona con la acumulación de capital físico o interviene en la generación de progreso técnico. Otra opción consiste en estimar su efecto en el contexto de una ecuación de crecimiento. En esa línea, Mankiw et al (1992) concluyeron que el 80% de la variabilidad del ingreso per cápita en una amplia muestra de países se podía explicar mediante la acumulación de factores productivos, en especial de capital humano. En ese trabajo, el crecimiento en un largo periodo de tiempo en la muestra de países depende, entre otros factores, de la tasa de inversión en capital humano aproximada mediante la tasa de escolarización.

Pero esos resultados favorables al efecto nivel del capital humano fueron criticados y matizados por otros estudios. Quizás los más destacados son los trabajos de Pritchett (1996) y Benhabib y Spiegel (1994), quienes no encuentran un efecto significativo de la inversión en capital humano en las tasas de crecimiento, e incluso en algunas especificaciones llegan a obtener una relación negativa. Trabajos posteriores corroboraron esos sorprendentes resultados e incentivaron los argumentos de los abogados del efecto tasa del capital humano. La idea de que el capital humano resulta un estímulo para la generación y adopción de tecnología fue inicialmente expuesta por Nelson y Phelps (1966) y ha sido incorporada más recientemente en, por ejemplo, Romer (1990). El argumento resulta atractivo porque, entre

otras cosas, permite explicar la razón de que la difusión de tecnología se produzca básicamente entre economías con similares niveles de desarrollo y, sobre todo, de ciertos niveles de dotación de capital humano de la población. Empíricamente, se ha contrastado si el nivel inicial del capital humano (a través del porcentaje de población con cierto nivel de estudios o de los años medios de educación de la misma) tiene un efecto significativo y positivo sobre el crecimiento, una vez se incluyen ciertas variables condicionantes. Por ejemplo, Barro (1991, 1998) detecta un efecto positivo ciertamente destacado. De hecho, algunos autores como Topel (1999) han indicado que el efecto estimado en ese tipo de estudios es demasiado elevado para ser creíble, sobre todo si se tienen en cuenta las estimaciones del rendimiento privado de la educación.

En este sentido, el efecto nivel es el que tiene una relación más directa con el rendimiento obtenido a través de la estimación de funciones mincerianas de salarios. Esta circunstancia, junto al argumento de que la no significación del efecto nivel podía ser debida a la potenciación del efecto pernicioso de los errores de medida al utilizar el crecimiento de los indicadores de capital humano (Krueger y Lindahl, 2001), ha hecho resurgir en los últimos años los argumentos a favor de dicho efecto. En ello sin duda ha influido la mejora en las bases de datos de educación disponibles y la detección de algunos casos anómalos que aparentemente distorsionaban los resultados (Vasudeva y Chien, 1997; de la Fuente y Doménech, 2000; Temple, 1999; Englebrecht, 1997; del Barrio et al, 2002). Bassanini y Scarpeta (2001 y 2002) llegan a la conclusión de que, en una muestra de países de la OCDE, un año adicional de educación de la población aumenta el producto per cápita en un 6%, lo que está en consonancia con la estimación de los rendimientos privados obtenidos en las ecuaciones mincerianas de salarios. A pesar de todo, y en comparación con la contundente evidencia microeconómica acerca de los rendimientos privados, la evidencia acerca del efecto nivel puede seguir siendo considerada como frágil (Temple, 2001).

Conviene insistir en que los efectos flujo o nivel y stock o tasa tienen implicaciones distintas para las políticas de desarrollo económico. Como señalan Sianesi y Van Reenen (2000), un subsidio a la educación que aumente la dotación de capital humano tendrá un efecto sobre la productividad que se limitará a un periodo concreto en el caso de que exista únicamente un efecto nivel, mientras que incrementará la tasa de crecimiento de la economía de forma permanente en el caso del efecto tasa. Además, en el caso del primero, la influencia que se puede ejercer sobre el nivel de productividad a través de la acumulación de capital humano es

limitado, dado que razonablemente existe un límite a los años de educación o al porcentaje de población que alcanza determinados niveles educativos<sup>14</sup>.

En cualquier caso, no está claro que sea factible diferenciar empíricamente entre ambos tipos de efectos, dada la equivalencia observacional en los modelos empíricos utilizados hasta el momento (Cannon, 2000). Asimismo, Topel (1999) ha evidenciado que el incremento en los años medios de educación aumenta tanto el nivel de la productividad como el crecimiento económico. Además, indica que los rendimientos sociales podrían llegar a ser mayores que los privados, lo que apoyaría la existencia de externalidades en la acumulación de capital humano, en el sentido de Lucas (1988). Siendo así, Topel concluye que *“la expansión pública de la educación sería un ingrediente clave del crecimiento”*.

En el caso de la economía española, la disponibilidad de datos acerca del producto y de los factores productivos en un largo periodo de tiempo, y desagregados territorialmente, ha permitido valorar la contribución del capital humano (tanto en su efecto nivel como tasa) sobre el crecimiento experimentado en las últimas décadas. Los trabajos existentes han utilizado como marco de análisis el de una función de producción ampliada con capital humano obteniendo resultados contradictorios, en línea con la evidencia internacional. Así, Serrano (1996) obtiene un efecto nivel no significativo cuando utiliza los años medios de educación y significativo cuando la variable utilizada para aproximar el capital humano es el porcentaje de población ocupada con estudios medios. En un trabajo posterior este mismo autor confirma ese efecto significativo y positivo, incluso en el caso de los años de educación medios, cuando se emplean datos sectoriales (Serrano, 1997). Por su parte, Gorostiaga (1999) obtiene un efecto negativo de la acumulación de capital humano en las tasas de crecimiento entre 1964 y 1991, que Freire-Serén (2002) atribuye a que no se tiene en cuenta la simultaneidad de la relación entre crecimiento del producto y acumulación de capital humano. Esta autora estima un modelo simultáneo concluyendo que el producto afecta positivamente a la acumulación de capital humano y que éste, a su vez, causa el crecimiento de aquél.

### *3.2. Rendimiento social del capital humano*

Hasta este punto nos hemos referido a rendimiento privado y social del capital humano. Mientras respecto al primero no se plantean dudas acerca de su definición y delimitación (la

---

<sup>14</sup> Aunque se podría argumentar que la calidad de la educación recibida por una cohorte es superior a la de la anterior, por lo que se contrarrestaría el argumento esgrimido en el texto.

comparación entre el flujo actualizado de los ingresos salariales debidos a la dotación de capital humano educación de los individuos y los costes en que incurre el individuo para alcanzar ese nivel educativo, incluido el coste de oportunidad por no incorporarse al mercado de trabajo), respecto al segundo cabe indicar que existen dos acepciones habitualmente utilizadas. Por una parte, desde los estudios en el ámbito de la economía laboral de perfil microeconómico, se suele incorporar al cómputo del rendimiento privado el coste directo en el que incurre el estado por las subvenciones que realiza a la educación de los individuos y los ingresos adicionales que recibe vía impuestos, como resultado de los mayores ingresos que le supondrán al individuo la educación<sup>15</sup>. Por otra, en un contexto más próximo al que aquí nos interesa, se ha definido como el rendimiento total a la educación de un individuo desde el punto de vista del conjunto de la sociedad (Temple 2001). En esta segunda acepción, Krueger y Lindahl (2001) argumentan que los rendimientos sociales a la educación pueden ser mayores o menores a los privados. En el primer caso sería debido a las externalidades que produce la educación, por ejemplo si la mayor educación contribuye a generar progreso técnico cuyo resultado no es capturado por los rendimientos privados. Además, y aunque no los incorporemos en el ámbito de análisis de este trabajo, la educación puede provocar externalidades positivas en el conjunto de la sociedad si contribuye a reducir la criminalidad, mejorar el bienestar de los individuos y, por ejemplo, su cultura y comportamiento político.

Desde el punto de vista de los efectos externos sobre la actividad productiva, cabe mencionar que la acumulación de capital humano por parte de los trabajadores puede acabar ejerciendo efectos indirectos sobre la productividad de las empresas y, en forma agregada, sobre el conjunto de la economía. Por ejemplo, siguiendo a Martín (2000), el capital humano es fundamental para alcanzar mejoras en la competitividad de las empresas, lo que redundará en un aumento de las exportaciones (véase Serrano et al, 2002, para un análisis en el caso español); contribuirá decisivamente a la atracción de inversiones externas; y contribuirá a la atracción de mano de obra cualificada que buscará un mayor rendimiento al capital humano en aquellas áreas caracterizadas por unas ciertas economías de aglomeración. En la medida en la que los trabajadores, poseedores del capital humano educación, no se apropien totalmente de los rendimientos externos, el rendimiento social excederá del privado.

---

<sup>15</sup> Barceinas et al (2000b) para el caso español concluyen que el coste en el que incurre el estado a la hora de financiar el sistema educativo es compensado con creces por los mayores ingresos a través de la imposición de la renta.

Pero también cabe la posibilidad de que sea menor. Como se ha indicado anteriormente, la teoría de la señalización establece que la educación no es más que un sistema de credenciales, de forma que mayor educación no supone mayor productividad del trabajador que la posee. También cabe plantearse otras posibilidades, como que en algunas economías el desempleo aumente con el nivel de educación o que los rendimientos del capital físico excedan a los del capital humano, por lo que la inversión en educación puede acabar reduciendo la producción. En cualquiera de esos casos, el rendimiento social sería inferior al privado.

Tal y como se indicó en el apartado 2.2, las estimaciones de las funciones de salarios capturan, en el mejor de los casos de forma adecuada, el rendimiento privado de la educación. No obstante, lo realmente relevante para el diseño de las políticas que pretendan estimular el crecimiento y el desarrollo de las economías más desfavorecidas es el rendimiento social de la educación. Y como se acaba de señalar, la diferencia entre ambos radica en el efecto neto de diversos tipos de externalidades en la acumulación de capital humano. La idea de dichas externalidades fue resucitada en el trabajo de Lucas (1988), bajo el supuesto de que los agentes se benefician no únicamente del stock de capital humano propio (o el que directamente emplean en el caso de las empresas), sino que también lo hacen del stock existente en el conjunto de la economía en la que operan. Acemoglu (1996) formula un ingenioso mecanismo a través del cual las citadas externalidades pueden operar, al considerar que el nivel medio de capital humano en la economía tiene un efecto positivo sobre el rendimiento privado de la educación. La clave está en su complementariedad con el capital físico: si un conjunto de trabajadores deciden adquirir más capital humano, aumentarán el nivel medio del mismo. Ante tal circunstancia las empresas deciden invertir en capital físico, pero a la hora de contratar a los trabajadores, y dado que el emparejamiento entre éstos y las empresas no será plenamente eficiente, no necesariamente las empresas que han invertido en capital físico acabarán empleando a los trabajadores que adquirieron capital humano, por lo que otros trabajadores se aprovecharán del incremento medio en el capital humano dado que se emplearán en empresas con mayor capital físico que antes de que se iniciase el proceso.

No obstante, y a pesar de lo atractivo de los argumentos de los trabajos teóricos y de la evidencia empírica más inmediata, algunos trabajos recientes han apuntado a que los rendimientos sociales de la educación podrían no diferir sustancialmente de los privados, lo que llevaría asociada la irrelevancia (al menos en términos netos) de las externalidades a la acumulación de capital humano (Acemoglu y Angrist, 1999; Ciccone y Peri, 2002). En

cualquier caso, nos sumamos a la opinión de Sianesi y Van Reenen (2000) y Temple (2001), quienes manifiestan que la consideración de los efectos externos de la educación, y con ello de sus rendimientos sociales, proporcionan una clara razón para analizar el efecto del capital humano desde una perspectiva macroeconómica.

### *3.3. Efectos del capital humano en el marco dual*

La mayor parte de los trabajos que han analizado la cuestión planteada desde una perspectiva agregada han considerado una función de producción Cobb-Douglas que incorpora al capital humano como un factor adicional. Pero la especificación de tipo Cobb-Douglas conlleva la imposición de elasticidades de sustitución entre factores constantes y unitarias, lo que puede resultar ciertamente restrictivo, en particular para el caso del capital humano<sup>16</sup>. Además, se establece una rígida relación entre capital humano y productividad (log-linealidad y homogeneidad en el coeficiente). Por ejemplo, de la evidencia microeconómica parece deducirse la variación en el tiempo y entre economías del rendimiento de la educación, de lo que se deduce que el impacto del capital humano en la productividad se habrá visto afectado, lo que lleva a cuestionar la imposición de la homogeneidad en el coeficiente que captura ese efecto. Sería razonable permitir a priori que, por ejemplo, el efecto del capital humano en la actividad productiva variase con su stock y con el de otros factores productivos, en particular con el del capital físico. Precisamente, la relajación de algunos de esos supuestos permite observar la significación no sólo del efecto tasa sino también del efecto nivel de la educación en el crecimiento (Topel, 1999; Krueger y Lindahl, 2001; Temple 2001). Junto a ello, el enfoque primal del análisis, al considerar la estimación de una función de producción o una transformación de la misma, ha suscitado inquietudes adicionales, como el posible sesgo de endogeneidad comentado anteriormente, debido a la posible influencia del producto sobre las decisiones de acumulación de educación, la falta de robustez de los resultados obtenidos a la elección del conjunto de regresores de las ecuaciones de crecimiento, y la no consideración de la posible no linealidad del efecto del capital humano (Sianesi y Van Reenen, 2000).

Por esta razón, en este trabajo seguimos la propuesta de Morrison y Siegel (1997), al estimar el efecto del capital humano a través del marco establecido por la teoría de la dualidad, mediante la estimación de un sistema de costes. En concreto, Morrison y Siegel incorporan los gastos de I+D, el capital tecnológico y la educación con el objetivo de cuantificar los

---

<sup>16</sup> Véase Duffy et al (2003) para una discusión de esta circunstancia y para la formulación de funciones alternativas, en el análisis de la complementariedad entre trabajo cualificado y capital físico.

rendimientos de *inputs de conocimiento externos* en una muestra de sectores de la economía americana. La consideración del marco dual, mediante una función de costes suficientemente flexible permite superar en unos casos y atenuar en otros algunas de las limitaciones planteadas anteriormente en el caso de los estudios basados en el enfoque primal. Además, permite la definición y obtención de medidas interesantes para discernir los mecanismos a través de los cuales el capital humano ejerce su influencia sobre la actividad productiva, como su relación de complementariedad/sustituibilidad con otros inputs y lo que estarían dispuestas a pagar por su provisión las empresas que operan en la economía. Ello sin detrimento de la obtención de las medidas habituales en el enfoque primal, como el rendimiento del factor o los rendimientos a escala de la tecnología de producción.

La teoría dual asume que el problema de minimización al que se enfrenta toda empresa consiste en elegir los inputs de forma que se minimicen los costes de producción, dados unos precios de los inputs, el nivel de output y la forma de la función de producción (Chambers, 1988). La solución a tal problema de minimización nos lleva a una función de costes que es dual a una función de producción. En este marco se va a introducir el capital humano a fin de tener en cuenta el efecto que tiene dicho factor en los costes de producción de las empresas.

Consideremos una función de producción, donde  $Y$  es el output y  $X_i$  ( $i = 1, \dots, r$ ) la cantidad del input  $i$ -ésimo:

$$Y = F(X_1, \dots, X_r) \quad (2)$$

Asumimos que la empresa está restringida a un vector de precios de los inputs,  $P_1, \dots, P_r$ , de forma que el problema de minimización al que se enfrenta consiste en decidir la cantidad de inputs que minimiza el coste para producir un nivel de output dado,  $Y$ . De esta forma, el nivel de coste óptimo, es decir, la solución al problema de minimización, nos lleva a una función de costes que es dual a (2), siendo dependiente del precio de los inputs, del output y de la tecnología implícita en la función de producción:

$$C = C(P_1, \dots, P_r, Y) \quad (3)$$

En este marco teórico se está asumiendo que las empresas pueden ajustar instantáneamente las cantidades de factores a sus niveles óptimos, definiendo una función de costes totales. Es la hipótesis de equilibrio estático completo (FSE), siguiendo la terminología de Brown y Christensen (1981). Sin embargo, existen razones para pensar que tal mecanismo de ajuste

instantáneo no se cumple en el caso de algunos factores productivos. Pueden existir costes de ajuste así como regulaciones y restricciones institucionales más allá del control de la empresa, que impiden a ésta alcanzar los niveles óptimos de algunos factores productivos en cada momento del tiempo. En este caso, las empresas se encuentran en equilibrio estático respecto a un subgrupo de inputs, condicionadas a los niveles observados del resto de inputs. A tal escenario se le conoce como equilibrio estático parcial (PSE). Los inputs que se encuentran en equilibrio estático se denominan inputs variables, mientras que los restantes son calificados como cuasi-fijos.<sup>17</sup>

Partiendo de estas ideas, vamos a adoptar un marco que distingue entre los inputs variables y los inputs cuasi-fijos, donde estos últimos se ajustan sólo de forma parcial a sus niveles de equilibrio en cada período temporal. Esto nos permite definir una función de costes variables referida a una situación de PSE. En esta última, los inputs cuasi-fijos aparecen en la función de costes variables no a través de sus precios sino de sus cantidades. Siendo Z el subgrupo de factores de X que no se encuentran en equilibrio, la función de costes variables presenta la siguiente expresión:

$$CV = CV(P_1, \dots, P_s, Y, Z_1, \dots, Z_m) \quad (4)$$

donde  $CV = \sum_{i=1}^s P_i X_i$  y  $s+m=r$ , siendo r el número total de factores. Mientras que en el FSE, dado que todos los inputs son considerados como variables, el objetivo de la empresa es minimizar los costes totales en (3), en una situación de PSE el objetivo de la empresa es minimizar el coste de los factores variables condicionada a un stock dado de factores cuasi-fijos y un determinado nivel de output (Y).

Bien utilizando un entorno de equilibrio completo o parcial, las funciones de costes han sido ampliamente consideradas para analizar las relaciones de sustitución entre inputs productivos, además de permitir el cálculo de los efectos habitualmente estudiados a través de la función de producción, como el tipo de rendimientos. Como se indicó anteriormente, en el presente trabajo se pretende utilizar un marco dual a fin de obtener los efectos relacionados con el capital humano. Por ello, partimos de una función de producción ampliada con el stock de este tipo de capital que, considerando el modelo de PSE, tendrá una función de costes variables asociada como la siguiente:

---

<sup>17</sup> Para una discusión acerca de las causas que conducirían al modelo de equilibrio parcial, véase Brown y Christensen (1981).



$$CV = CV(P_L, P_M, Y, K, H) \quad (5)$$

donde se consideran dos inputs privados variables, el trabajo (L) y los consumos intermedios (M) que aparecen en la función de costes a través de sus precios,  $P_L$  y  $P_M$  respectivamente; un factor cuasi-fijo, el capital físico (K); el output (Y) y un factor externo, el capital humano (H). Cabe notar que en la consideración del tipo de economías de escala en la función de costes habrá que tener en cuenta el papel del capital humano, dado que la posición y la forma de las curvas de costes, tanto totales como medios, se verán influidas por la dotación de ese tipo de capital. Ante incrementos en el stock de capital humano las empresas ajustarán sus decisiones sobre las cantidades de los inputs usadas en el proceso productivo según la relación de complementariedad o sustituibilidad que mantengan cada uno de ellos con el capital humano.

Dado que las empresas retribuyen al factor capital humano de los trabajadores que emplean a través de su salario, mientras que no retribuyen al restante capital humano disponible en la economía, la función de costes en el corto plazo vendrá dada por la suma de los costes variables y el coste de los servicios del capital físico existente:

$$SC = CV(\cdot) + P_K \cdot K \quad (6)$$

Si se asume que los precios de los inputs son variables exógenas al productor, aplicando el lema de Shephard se obtiene el único vector de los diferentes inputs variables que permite minimizar los costes (demandas de inputs minimizadoras de costes):

$$X_i = X_i(P_L, P_M, Y, K, H) = \frac{\partial CV}{\partial P_i} \quad i = L, M \quad (7)$$

Asimismo, el porcentaje que representa cada uno de los factores de producción en el coste variable ( $S_i$ ) vendrá dado por:

$$S_i \equiv \frac{P_i \cdot X_i}{CV} = \frac{\partial \ln CV}{\partial \ln P_i} = \frac{\partial CV}{\partial P_i} \frac{P_i}{CV} \quad (8)$$

El sistema formado por las ecuaciones (5) y (7) constituye la solución a lo que puede definirse como el equilibrio en el corto plazo relativo a los factores variables, restringido a los valores fijos de Y, K y H.<sup>18</sup> Es decir, las funciones precedentes, y en consecuencia la solución en el corto plazo, no son independientes del factor cuasi-fijo y del externo.

---

<sup>18</sup> El uso de las funciones de demanda de los factores o el uso de las funciones de participación porcentual de los mismos es igualmente correcto. Por tanto, de forma alternativa podríamos hablar del sistema formado por las ecuaciones (5) y (8).

Por otra parte, la condición de equilibrio en el largo plazo para el factor cuasi-fijo, se encuentra minimizando la función de costes en el corto plazo respecto a K:

$$\begin{aligned}\frac{\partial SC}{\partial K} &= \frac{\partial CV}{\partial K} + P_K = 0 \\ -P_K &= \frac{\partial CV}{\partial K}\end{aligned}\quad (9)$$

Es decir, el factor fijo se encontrará en su nivel de equilibrio estático cuando la reducción en costes que genera (precio sombra) iguale su precio de mercado. Resolviendo (9) para el capital físico obtenemos su stock de equilibrio:

$$K^* = G(P_L, P_M, P_K, Y, H) \quad (10)$$

Por tanto, la cantidad óptima de K depende de los precios de los inputs variables, de su propio precio, del nivel de producto y del stock existente de capital humano. De esta manera, el sistema formado por las ecuaciones (5), (7) –ó (8)– y (10) caracteriza el equilibrio en el largo plazo.

Sustituyendo (10) en (6) se obtiene la función de costes en el largo plazo, equivalente a la de FSE:<sup>19,20</sup>

$$C = CV(P_L, P_M, Y, K^*, H) + P_K \cdot K^* = C(P_L, P_M, P_K, Y, H) \quad (11)$$

A partir de las funciones que se han descrito previamente es posible obtener toda una serie de medidas que conciernen tanto al capital físico como al humano y a sus efectos sobre los costes y la demanda de factores variables. En concreto, el cambio en el coste debido a un aumento marginal del stock de capital humano se define como:

$$\varepsilon_{SCH} \equiv \frac{\partial \ln SC}{\partial \ln H} = \frac{\partial SC}{\partial H} \frac{H}{SC} = \frac{\partial CV}{\partial H} \frac{H}{SC} \quad (12)$$

Si las empresas obtienen disminuciones de costes gracias al capital humano, se puede pensar que estarían dispuestas a pagar por la provisión de éste hasta una cantidad igual al ahorro de costes que su mayor dotación supone. De este modo, se puede construir una medida que recoja la disponibilidad implícita de las empresas a pagar por el capital humano existente. Es lo que denominamos como precio sombra del capital humano:

<sup>19</sup> Por tanto, resulta evidente como el FSE puede ser entendido como un caso particular del PSE en el que el stock de capital físico se ajusta instantáneamente a su óptimo.

<sup>20</sup> Nótese como el capital humano ejercerá un efecto directo sobre los costes de producción a través de su influencia en los costes variables, y uno indirecto a través del que ejercerá sobre el stock de capital óptimo.

$$Z_H \equiv -\frac{\partial CV}{\partial H} = \epsilon_{CVH} \left( -\frac{CV}{H} \right) \quad (13)$$

donde  $\epsilon_{CVH}$  denota la elasticidad de los costes variables respecto al capital humano. El precio sombra se define, por tanto, como la reducción en los costes variables resultado de un aumento de una unidad de capital humano.<sup>21</sup> Dado que teóricamente esta medida será positiva, el capital humano mantendrá, en mayor o menor grado, una relación de sustituibilidad neta con los factores variables, de forma que inversiones en ese tipo de capital representarán mejoras de eficiencia entendida como ahorros netos procedentes de la utilización de inputs variables. Así, se puede decir que las empresas ajustarán el uso de factores variables según la relación entre ellos y el capital humano. Ésta puede definirse como la elasticidad del capital humano sobre la demanda condicional de los inputs variables en el corto plazo:

$$\epsilon_{X_iH} \equiv \frac{\partial \ln X_i}{\partial \ln H} = \frac{\partial X_i}{\partial H} \frac{H}{X_i} \quad i = L, M \quad (14)$$

La relación entre el capital humano y los factores variables puede ser de sustituibilidad o de complementariedad, es decir, el capital humano puede ser ahorrador ( $\epsilon_{XiH} < 0$ ), consumidor ( $\epsilon_{XiH} > 0$ ) o neutral ( $\epsilon_{XiH} = 0$ ) de cada input variable. Teniendo esto en cuenta, es posible descomponer el ahorro en costes atribuible a la inversión en capital humano en los distintos efectos sobre las demandas de los factores variables considerados:

$$Z_H \equiv \sum_i -P_i \frac{\partial X_i}{\partial H} \quad i = L, M \quad (15)$$

donde se muestra cómo el precio sombra del capital humano depende del valor de las relaciones entre éste y los inputs variables.

Finalmente, todos los efectos analizados hasta este punto para el capital humano pueden obtenerse para el caso del capital físico, siempre y cuando éste no se encuentre en su nivel de equilibrio en cada periodo de tiempo. La elasticidad  $\epsilon_{XiK}$ , así como el precio sombra,  $Z_K$ , se obtienen exactamente igual que en el caso del capital humano. Sin embargo, dado que las empresas pagan por las inversiones en capital físico que realizan, la  $\epsilon_{SCK}$  tiene que tener en cuenta el coste de las unidades adicionales de capital. En concreto:

---

<sup>21</sup> En este punto suponemos que las empresas no pagan directamente por el capital humano del conjunto de la economía en la que operan, sino que simplemente retribuyen al capital humano de sus empleados a través de los salarios. De esta forma, la medida que se está definiendo estará exagerando los beneficios sociales del capital humano. Véase el apartado 5.3 para una comparación del precio sombra del capital humano con los costes sociales de la inversión en dicho factor.

$$\varepsilon_{\text{SCK}} \equiv \frac{\partial \ln \text{SC}}{\partial \ln K} = (P_K - Z_K) \frac{K}{\text{SC}} \quad (16)$$

Evidentemente, si el capital físico se encontrase en su nivel de equilibrio óptimo en cada instante, su precio sombra igualaría su precio de mercado, obteniéndose en tal caso que  $\varepsilon_{\text{SCK}} = 0$ . En caso contrario, dicha elasticidad diferiría de cero, en clara indicación de que las empresas no son capaces de ajustar instantáneamente  $K$  a su nivel óptimo. De esta forma, resulta interesante comparar los beneficios de inversiones adicionales en capital físico con el coste de las mismas. Esto puede ser recogido a través de una medida del tipo  $q$  de Tobin, como la ratio  $Z_K/P_K$ . En caso de que el precio sombra del capital fuera mayor (menor) que el precio del servicio por él provisto, estaríamos ante una clara indicación de infrainversión (suprainversión) en capital físico, obteniendo un ratio superior (inferior) a 1 y concluyendo que la empresa tiene un stock de capital físico inferior (superior) al óptimo. La ratio tomaría valor 1 en la situación de equilibrio en el largo plazo.<sup>22</sup> El mismo ejercicio se podría realizar en el caso de disponer de la medida del coste de la inversión en capital humano, es decir, definiríamos una medida  $q$ -Tobin para este tipo de capital como la ratio  $Z_H/P_H$ .

#### 4. CAPITAL HUMANO Y PRODUCTIVIDAD. RESULTADOS PARA LA ECONOMIA ESPAÑOLA

##### 4.1. Modelo empírico

La forma funcional seleccionada para la implementación empírica de la función de costes variables en nuestro trabajo ha sido la translogarítmica, cuya expresión es la siguiente:

$$\begin{aligned} \ln (CV / P_M) = & \beta_0 + \beta_L \ln \frac{P_L}{P_M} + \beta_Y \ln Y + \beta_K \ln K + \beta_H \ln H + \beta_T t + \\ & 0.5 \left[ \beta_{LL} \ln^2 \frac{P_L}{P_M} + \beta_{YY} \ln^2 Y + \beta_{KK} \ln^2 K + \beta_{HH} \ln^2 H + \beta_{TT} t^2 \right] \\ & + \beta_{LY} \ln \frac{P_L}{P_M} \ln Y + \beta_{LK} \ln \frac{P_L}{P_M} \ln K + \beta_{LH} \ln \frac{P_L}{P_M} \ln H + \beta_{LT} \ln \frac{P_L}{P_M} t \\ & + \beta_{YK} \ln Y \ln K + \beta_{YH} \ln Y \ln H + \beta_{YT} \ln Y t + \beta_{KH} \ln K \ln H + \beta_{KT} \ln K t + \beta_{HT} \ln H t \end{aligned} \quad (17)$$

La expresión (17) impone las condiciones de simetría y de homogeneidad en los precios que debe cumplir toda función translog (véase Berndt, 1991). Las ecuaciones de demanda de los

<sup>22</sup> Siguiendo a Kulatilaka (1985) esta ratio constituye una medida de la desviación con respecto al óptimo en el espacio del precio. La misma imagen es proporcionada en el espacio de la cantidad mediante la ratio  $K_p^*/K_p$ .

factores variables que minimizan los costes se obtienen diferenciando la función (17) respecto a los precios de los inputs variables,  $\partial CV(\cdot)/\partial P_i$ , con  $i=L, M$ . Dado que únicamente consideramos dos factores variables, las participaciones porcentuales de los inputs variables en los costes se obtienen como

$$S_L \equiv \frac{P_L \cdot L}{CV} = \frac{\partial \ln CV}{\partial \ln P_L} = \beta_L + \beta_{LL} \ln \frac{P_L}{P_M} + \beta_{LY} \ln Y + \beta_{LK} \ln K + \beta_{LH} \ln H + \beta_{LT} t \quad (18)$$

$$S_M \equiv 1 - S_L$$

Por otra parte, si los factores fijos se encuentran en sus niveles de equilibrio estático, se tiene que cumplir la siguiente condición envolvente:

$$-S_K \equiv -\frac{P_K \cdot K}{CV} = \frac{\partial \ln CV}{\partial \ln K} = \beta_K + \beta_{KK} \ln K + \beta_{LK} \ln \frac{P_L}{P_M} + \beta_{YK} \ln Y + \beta_{KH} \ln H + \beta_{KT} t \quad (19)$$

Es decir, en esa situación la reducción marginal de costes variables debida a incrementos en el capital, se iguala al precio de dicho input,  $-\partial CV(\cdot)/\partial K = P_K$ .

Finalmente, diferenciando logarítmicamente la función de  $CV(\cdot)$  respecto a  $Y$  e introduciendo la condición de igualdad entre el precio del producto y el coste marginal, obtenemos que

$$S_Y \equiv \frac{P_Y \cdot Y}{CV} = \frac{\partial \ln CV}{\partial \ln Y} = \beta_Y + \beta_{YY} \ln Y + \beta_{LY} \ln \frac{P_L}{P_M} + \beta_{YK} \ln K + \beta_{YH} \ln H + \beta_{YT} t \quad (20)$$

El conjunto de expresiones (17)-(20) conformarían el marco de equilibrio estático completo. Por el contrario, bajo el modelo de equilibrio estático parcial los parámetros en (19) no se corresponderían con los de (17)<sup>23</sup>.

#### 4.2. Cuestiones econométricas

Para proceder a la estimación de los parámetros que caracterizan al sistema de costes expuesto anteriormente, se incorpora un término de error a cada una de las ecuaciones que lo constituyen. Los correspondientes a la ecuación de costes variables y a las de demanda de factores variables se supone que son debidos a errores en el proceso de optimización que realizan las empresas en el corto plazo, mientras que los de las relaciones de equilibrio (para el capital físico y el producto) representan información no anticipada de la que dispone la empresa una vez han sido tomadas las decisiones de inversión y de nivel de producto. Los modelos especificados tanto en el corto plazo (incorporando las restricciones en las

<sup>23</sup> Nótese que de igual forma se podría cuestionar el comportamiento óptimo en el mercado del output. Es decir, podríamos cuestionar el cumplimiento de las restricciones entre los parámetros de las ecuaciones (17) y (20). En este ejercicio se imponen a priori tales restricciones para dotar de mayor estructura al sistema analizado, al igual que se hace en, por ejemplo, Morrison y Schwartz (1996) y Boscá et al (1999).

ecuaciones 17, 18 y 20) como en el largo plazo (con las correspondientes en las ecuaciones 17 a 20) se estiman por el método de Zellner iterativo para modelos de ecuaciones aparentemente no relacionadas, que converge al estimador de máxima verosimilitud para este tipo de modelos.<sup>24</sup>

Para seleccionar el modelo final mediante el cual calcular las elasticidades de interés se va a analizar si el capital físico se encuentra en cada momento en sus niveles de equilibrio estático. Esto va a permitir determinar el tipo de marco (equilibrio parcial o completo) más adecuado para la muestra utilizada, sin decantarse a priori por alguno de ellos como se ha hecho habitualmente en la literatura. Para ello vamos a utilizar el test desarrollado por Schankerman y Nadiri (1986). Consideremos a  $\beta_0$  el vector de parámetros de la ecuación de costes variables (17),  $\beta_1$  el vector de parámetros en la ecuación de demanda (o de participación porcentual en costes) para los inputs variables (18) y  $\beta_2$  el vector de parámetros de la ecuación del input cuasi-fijo (19). El test se construye bajo la hipótesis nula de que los factores cuasi-fijos están en sus niveles de equilibrio estático, de forma que  $\beta_2 \subset \beta_0$ . De hecho, si particionamos el vector  $\beta_0 = (\beta_0^1, \beta_0^2)$  donde los elementos de  $\beta_0^1$  aparecen en (17) pero no en (19) bajo la hipótesis nula, entonces es posible especificar la hipótesis nula como  $\beta_2 = \beta_0^2$ . De esta manera, el estimador del modelo de equilibrio en el largo plazo (digamos  $\hat{\beta}$ ) impone la restricción implicada por la hipótesis nula, mientras que el estimador del modelo de equilibrio en el corto plazo (llamémosle  $\check{\beta}$ ) no impone dicha restricción. El estimador restringido  $\hat{\beta}$  es consistente bajo la hipótesis nula pero no bajo la alternativa, mientras que el estimador no restringido  $\check{\beta}$  es consistente tanto bajo la nula como bajo la alternativa. Sin embargo, según Schankerman y Nadiri, bajo una formulación general de la hipótesis alternativa en la cual, por ejemplo, algunos regresores aparecen únicamente en la función de demanda del input cuasi-fijo, el estimador no restringido sería inconsistente dado que la ecuación (19) estaría mal especificada bajo la alternativa. Por tanto, el test adecuado debiera comparar un estimador restringido y eficiente asintóticamente,  $\hat{\beta}$ , obtenido a partir del sistema completo bajo las restricciones  $\beta_2 = \beta_0^2$  con otro estimador no restringido,  $\check{\beta}$ , del sistema de corto plazo (ecuaciones 17, 18 y 20). Al hacer esto, el sistema en el corto plazo sigue siendo válido independientemente de cómo se determine la ecuación (19) bajo la alternativa. Así, Schankerman y Nadiri proponen

---

<sup>24</sup> Esto es así dado que las condiciones de Oberhofer-Kmenta (1974) se cumplen para el caso de los modelos de ecuaciones aparentemente no relacionadas. Véase, por ejemplo, Greene (2001).

contrastar la hipótesis nula de que las empresas se encuentran en su equilibrio en el largo plazo mediante un test tipo Hausman:

$$N(\tilde{\beta} - \hat{\beta})' \hat{V}^{-1} (\tilde{\beta} - \hat{\beta}) \sim \chi_q^2 \quad (21)$$

donde  $N$  es el número de observaciones,  $\hat{V}$  es el estimador consistente de  $V$ , con  $V = V_1 - V_2$ , siendo  $V_1$  la matriz de covarianzas asintótica de  $\tilde{\beta}$  y  $V_2$  la matriz de covarianzas asintótica de  $\hat{\beta}$ . El test se distribuye como una chi-cuadrado con tantos grados de libertad como el número de restricciones,  $q$ , es decir tantas como parámetros en la ecuación (19).

#### 4.3. Los datos

La implementación del ejercicio empírico que nos proponemos requiere la utilización de información estadística referida a producción, empleo, capital físico, consumos intermedios, y capital humano. Además, dado que realizamos el análisis en el marco de la teoría de la dualidad precisamos de los precios del producto y de los factores productivos, con excepción del capital humano disponible en la economía, dado que suponemos que las empresas no lo costean, al menos directamente. A continuación vamos a describir brevemente las fuentes de los datos utilizados y a comentar, también sintéticamente, los rasgos más destacados de las variables empleadas en el análisis, teniendo en cuenta que vamos a explotar la dimensión temporal y territorial de la información estadística. Esto es así dado que nuestras unidades de observación van a ser las Comunidades Autónomas españolas en el periodo comprendido entre 1980 y 1995. En concreto, vamos a considerar la influencia del capital humano educación en el sector productivo privado de las regiones españolas en un periodo en el que se produjo un intenso proceso de acumulación de educación en todas las regiones, junto a la modernización de la economía española y a su apertura al exterior. La máxima expresión de esta última concretada en el proceso de integración en la Unión Europea.

Por lo que respecta al capital humano educación cabe indicar, en primer lugar, que los datos empleados proceden de Mas et al (2002)<sup>25</sup>, resultado de la colaboración entre Bancaja y el Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas. Dicho trabajo explota los registros individuales de la Encuesta de Población Activa, incorporando cuando es necesario información complementaria procedente, fundamentalmente, de Censos y Padrones y de las Estadísticas de la Enseñanza en España. Aunque remitimos al lector a la sección

---

<sup>25</sup> En realidad constituye la segunda actualización de los trabajos publicados en 1995 y 1999 por los mismos autores e instituciones.

metodológica de la citada obra para un mayor detalle en cuanto a la elaboración de los datos, sí queremos indicar que se proporciona información para cinco niveles de estudios: analfabetos, sin estudios y estudios primarios (menos de ocho años de estudios terminados), estudios medios (de ocho a doce años de estudios terminados), estudios anteriores al superior (al menos quince años de estudios completados), y estudios superiores (diecisiete años de estudios). Dado que dicha información se tabula para, entre otros colectivos, los trabajadores ocupados en cada periodo, es posible obtener el porcentaje de ocupados en cada uno de esos niveles educativos, para el periodo 1964 a 2001. De esa forma disponemos de uno de los indicadores utilizado habitualmente para aproximar la dotación de capital humano educación de una economía.

El gráfico 3 recoge la evolución en la composición educativa de la población ocupada en el sector productivo privado del conjunto de la economía española. Se aprecia claramente lo que ya ha sido comentado: un crecimiento muy importante del nivel educativo de la población ocupada. Se observa como prácticamente desaparecen los ocupados analfabetos y como la educación primaria, nivel educativo característico durante buena parte del periodo para el que se dispone de información, cede su papel preponderante a la educación secundaria. Podemos afirmar así que, a finales del siglo XX, el ocupado característico en la economía española era un individuo con estudios medios. Aunque de menor cuantía numérica, es cualitativamente destacable el aumento en el porcentaje de ocupados con estudios universitarios (estudios anteriores al superior y superiores).

Como se ha indicado en el apartado 2.1, combinando años medios en cada nivel de estudios con el porcentaje de población que ha completado cada uno de los niveles, obtenemos un indicador sintético atractivo de capital humano, el de los años medios de educación. Para ello, hemos seguido a Serrano (1996 y 1997) al asignar 0 años a los analfabetos, 3.5 años a los ocupados sin estudios o con estudios primarios, 11 años a los ocupados con estudios medios, 16 años a los ocupados con estudios anteriores al superior y 17 años a los ocupados con estudios superiores. El Gráfico 4 representa la evolución de ese indicador para el caso del conjunto de la economía española. La imagen que se obtiene es lo suficientemente expresiva como para que no sean necesarios demasiados comentarios adicionales: a lo largo de todo el periodo los años medios de escolarización en el sector productivo privado aumentan notablemente. En particular, el incremento a lo largo del periodo en el que centramos nuestro análisis es incluso más intenso que en el periodo precedente. Así, en un periodo de una década



y media aumentan en más de tres los años medios de escolarización, alcanzando en 1995 los 8.34 años. Aunque los periodos posteriores a esa fecha no sean incluidos en el análisis de este trabajo, si nos interesa destacar que la tendencia no parece mostrar indicios de agotamiento.

Los resultados obtenidos para el conjunto de España se reproducen básicamente en el caso de todas las CCAA, aunque persisten diferencias relevantes en la dotación regional de capital humano educación al final del periodo. En concreto, el Gráfico 5 muestra los años medios de educación de los ocupados en el sector privado en 1980 y en 1995, los periodos extremos de la muestra que utilizamos en nuestro análisis posterior. Se aprecia como, a pesar del proceso de convergencia en los niveles de capital humano acontecidos en el periodo (véase por ejemplo Mas et al, 1996 o Serrano et al, 2002) persisten notables diferencias entre las regiones. Así, frente a los 9.6 años medios de Madrid en 1995, Galicia y Extremadura no alcanzaban los 7 años.

Por tanto, el aumento experimentado en el stock educativo de la población ocupada en todas las regiones y la existencia de notable variabilidad entre ellas, nos debe aportar una sustancial información de cara a contrastar el efecto que tiene el capital humano educación en la productividad y el crecimiento económico agregado lo que, como se ha argumentado previamente, nos permitirá extraer conclusiones acerca del rendimiento social de la inversión en educación.

La restante información estadística utilizada procede de la base BD.MORES, elaborada en la Dirección General de Análisis y Programación Presupuestaria del Ministerio de Economía y Hacienda (en la actualidad Subdirección General de Análisis y Programación Económica, Dirección General de Presupuestos del Ministerio de Hacienda). En la misma se ofrecen aquellas variables que se consideran imprescindibles para el análisis regional de la economía española, en cuya elaboración se ha seguido el criterio de, por un lado, utilizar en la medida de lo posible estadísticas oficiales y por otro, asegurar la compatibilidad regional, sectorial y temporal en cuanto a unidades de medida, clasificaciones y definiciones de las variables.<sup>26</sup> La

---

<sup>26</sup> En Dabán et al (1998) se describen las variables que se ofrecen en la Base de Datos BD.MORES, y se detallan las fuentes estadísticas utilizadas en su elaboración, así como la manera en que se han realizado los cálculos o revisiones a las que ha sido sometida en ocasiones la información estadística de base. Adicionalmente, en Dabán et al (2002) se realiza una breve descripción de la estimación de las principales variables de la Base BD.MORES y se analizan las diferencias entre ésta y otras bases de datos existentes.

base de datos está disponible en la página web del Ministerio de Hacienda en la Secretaría de Estado de Presupuestos y Gastos ([www.igae.minhac.es/documentos/Documentos.htm](http://www.igae.minhac.es/documentos/Documentos.htm)).

En concreto, de los datos proporcionados por la Base BD.MORES se han utilizado las series relativas a Valor Añadido Bruto (VAB) a coste de factores, población ocupada, rentas del trabajo, stock de capital y coste de uso del capital productivo privado. Asimismo, los datos referidos a los consumos intermedios provienen del trabajo de Díaz (1998), de forma que la variable output con la que se trabajará es el valor de la producción, que resulta de sumar al valor añadido los consumos intermedios. El periodo temporal para el que se ofrecen las series es el comprendido entre 1980 y 1995. Si bien algunas variables como el stock de capital tienen una cobertura temporal mayor, 1964-1995, la información utilizada en la elaboración del resto de variables es la Contabilidad Regional de España del INE, cuya publicación empieza en 1980, por lo que éste será el año inicial del periodo considerado en este trabajo. La información utilizada es la correspondiente al sector productivo privado.

En la Tabla 2 se muestra la evolución temporal de algunas de las macromagnitudes más relevantes del sector productivo privado de la economía española: la producción (Y), los costes variables (CV), el stock de capital (K), la población ocupada (L) y los consumos intermedios (M), durante los años ochenta y primera mitad de los noventa. Se observa que los costes y el producto han experimentado un crecimiento neto que, sin embargo, no se reparte por igual a lo largo de todo el periodo. Así, durante la primera mitad de los años ochenta, ambas variables experimentaron una tasa de crecimiento media anual positiva pero de baja magnitud, convirtiéndose en tasas elevadas durante la segunda mitad, en torno al 5.8%. En los primeros años noventa, sin embargo, la tendencia se invierte, presentando ambas variables tasas de crecimiento anuales relativamente bajas, algo mayores en el caso del producto (0.38 versus 0.28). Respecto a los distintos factores de producción se observa una desigual evolución en el periodo analizado. El trabajo experimentó una caída importante en los primeros ochenta, creciendo en la fase expansiva en torno al 3.5% anual, es decir, a tasas importantes pero que no llegan a ser asimilables a las del producto. Por el contrario, el capital y los consumos intermedios crecieron durante toda la década de los ochenta, si bien con muy desigual intensidad en la primera y segunda mitad, siendo mayor en esta última. Entrando en los noventa, nuevamente el capital y los consumos intermedios siguieron creciendo a tasas discretas, mientras que el empleo presentaba tasas de crecimiento negativas.

A fin de poder realizar una comparación regional del proceso de crecimiento que han seguido los principales factores de producción, el output y el coste de producción, en la Tabla 3 se ofrecen las tasas de crecimiento de dichas variables en cada una de las CCAA españolas. Baleares, Canarias, Cataluña, Madrid, Navarra y La Rioja son las que presentan unas tasas de crecimiento del producto, costes variables, capital y consumos intermedios superiores a la media nacional, a la vez que presentan crecimientos en el caso del empleo, con tasas también superiores al promedio (la única excepción es La Rioja, que experimentó pérdida neta de empleo en el periodo). Por su parte, Aragón y Extremadura tienen la peculiaridad de presentar tasas de crecimiento del producto superiores a la media nacional, mientras que los incrementos del stock de capital son inferiores, particularmente en el caso de Extremadura, y observándose en ambos casos pérdidas de empleo. Otros dos casos particulares, dada la fuerte capitalización que han conseguido a lo largo del periodo considerado, con tasas de crecimiento del capital notablemente superiores a la media, pero con tasas de crecimiento del output inferiores son las de Valencia y Murcia. En ambas regiones, sin embargo, la población ocupada ha continuado aumentando a lo largo del periodo analizado, con tasas superiores a la media nacional. Finalmente, en la última columna de la Tabla 3 se presenta el porcentaje que representa el producto de cada Comunidad Autónoma sobre el total de España, como media del periodo bajo análisis. Tres regiones españolas, Cataluña, Madrid y Andalucía concentran, en media del periodo, el 46% de la producción total.

Adicionalmente, en la Tabla 4 se ofrecen algunas ratios que pueden resultar de interés en el estudio del sector productivo privado, todas ellas en relación al valor obtenido para el conjunto de la economía española. Como aproximación a la eficiencia productiva se muestra la ratio de los costes variables respecto al producto, que presenta una media de 0.817. Las regiones que más se alejan de dicho promedio por la banda alta son las de Asturias, Castilla y León, Extremadura, Galicia y País Vasco, que presentan un mayor coste variable por unidad de producto, siendo las de Baleares y Canarias las que presentan unas menores ratios. En la explicación del valor observado en estas dos últimas comunidades influye, sin duda, la especial estructura productiva de las mismas, fuertemente centrada en el sector servicios y con una elevada especialización en el sector turístico. Analizando las disparidades de la productividad del empleo y del capital, consideradas piezas clave del crecimiento, se observa como las regiones de Cataluña, Navarra, País Vasco, La Rioja y Madrid presentan unas productividades superiores a la media española. La situación contraria la presentan las

regiones de Andalucía, Castilla y León, Castilla-La Mancha, Extremadura y Galicia, con productividades menores al promedio nacional.

Finalmente, en las dos últimas columnas de la Tabla 4 se ofrecen el output y el capital por año de educación, respectivamente, con un valor para el conjunto de la economía española de alrededor de 400 mil pesetas, en ambos casos. En la primera de dichas ratios, a pesar de que se observa una cierta homogeneidad en los valores del mismo, destacan La Rioja y País Vasco como las comunidades con un elevado valor de producto por año de educación, por lo que podría parecer que el capital humano es más rentable en ellas. En el caso opuesto se encuentran Galicia, Extremadura y Valencia, con valores bastante inferiores al promedio. Por lo que respecta a la ratio entre capital físico y humano, que será un factor fundamental en nuestro posterior análisis, se aprecian regiones con ratios muy por encima de la media (particularmente Extremadura y Castilla La Mancha) debido fundamentalmente a una baja dotación de capital humano, y no tanto una gran dotación relativa de capital físico. En la posición opuesta se encuentra Madrid, donde el capital humano se encuentra en mucha mayor proporción que el físico, sin duda debido al tipo de actividades que concentra esta región, caracterizadas por el empleo de trabajo cualificado y poco intensivas en capital físico.

#### *4.4. Resultados*

Tal y como se ha descrito anteriormente, en primer lugar realizamos el test propuesto por Shankerman y Nadiri para discriminar entre el sistema de costes del FSE y el del PSE. El resultado del mismo se muestra en el panel inferior de la Tabla 5. El resultado es contundente: para la muestra de regiones españolas en el periodo comprendido entre 1980 y 1995 el modelo que mejor recoge el comportamiento de la tecnología de producción del sector privado es el de equilibrio estático parcial, o lo que es lo mismo, resulta claramente rechazado el supuesto de que el stock de capital en dicho sector se ajustó en cada instante al óptimo en función de la tecnología de producción existente. En consecuencia, estimamos el modelo de PSE y calculamos los efectos de interés a partir de sus parámetros. Los resultados se reproducen en la Tabla 5 donde, además, se recogen los resultados obtenidos para el test de razón de verosimilitud de la hipótesis nula de que la matriz de covarianzas de la perturbación del sistema de ecuaciones es diagonal. Es decir, el contraste de la adecuación de la consideración del sistema de costes como un modelo de ecuaciones aparentemente no

relacionadas. Dicho contraste, que se obtiene como  $RV = T \left[ \sum_{i=1}^4 \ln \hat{\sigma}_i^2 - \ln |\hat{\Sigma}| \right]$  donde  $T$  es el número de observaciones utilizadas en la estimación,  $\hat{\sigma}_i^2$  es la estimación de máxima verosimilitud de la varianza de la ecuación  $i$ -ésima de forma aislada y  $\hat{\Sigma}$  la estimación de máxima verosimilitud de la matriz de covarianzas de la perturbación del sistema de ecuaciones. Bajo la hipótesis nula de no correlación entre las perturbaciones de las distintas ecuaciones el contraste se distribuye como una  $\chi^2$  con 6 grados de libertad. El valor obtenido por el estadístico de prueba (108.8) se encuentra claramente en la zona de rechazo de la hipótesis nula, por lo que la estimación de Zellner para el modelo tipo SURE resulta adecuada.

Con respecto a los parámetros estimados cabe indicar que no es razonable realizar ningún tipo de interpretación o análisis estructural directamente a través de ellos, dado que se está utilizando la aproximación translog a la forma funcional desconocida subyacente al sistema de costes. Sí conviene destacar que la convergencia en la estimación se alcanzó con un número relativamente pequeño de iteraciones y, lo que es más importante desde un punto de vista económico, que tanto las variables ficticias que controlan por diferencias regionales en las demandas exógenas de factores y de coste marginal por un lado, como todas las variables que recogen el efecto del capital humano por otro, resultan conjuntamente significativas. En consecuencia, el test de Wald confirma la existencia de un efecto significativo del capital humano en los costes.

Llegados a este punto, para poder cuantificar y valorar la contribución del capital humano debemos obtener las diversas medidas definidas en el apartado 3.3, utilizando para ello la estimación obtenida para los parámetros del sistema de costes. La Tabla 6 sintetiza los resultados, proporcionando la media global para el conjunto de regiones en todo el periodo considerado, los valores medios regionales para cada uno de los años, lo que permite inferir su evolución, y la media temporal en cada una de las regiones, lo que permite detectar la variabilidad espacial en los efectos. En cualquier caso conviene destacar que las medias que se proporcionan no son ponderadas, es decir no se tiene en cuenta en su cálculo el tamaño de cada economía regional o el nivel de producción en cada uno de los años. El conjunto de efectos para cada una de las regiones en cada uno de los años se encuentra a disposición del lector interesado.

Se aprecia como las mejoras en la dotación de capital humano conllevan un ahorro en los costes totales de producción ( $\epsilon_{SCH} < 0$ ), que es generalizado en todos los años estudiados así como en todas las regiones españolas. Esto implica que el capital humano contribuyó positivamente a los rendimientos a escala de la actividad productiva privada. En concreto, su precio sombra,  $Z_H$ , es decir lo que las empresas hubiesen estado dispuestas a pagar por un año adicional en la educación de todos sus trabajadores, alcanza un valor para la media global de mas de 300 mil millones de ptas. Si relativizamos esta cifra por el número de ocupados en la economía ( $Z_H/L$ ) obtenemos que las empresas en media hubiesen estado dispuestas a pagar más de 500 mil ptas por un año adicional de educación de cualquiera de sus trabajadores. Eso es así dado que esa es la cantidad de ahorro en costes variables que supuso un año adicional de educación. Dicho ahorro en costes se debió a una relación de sustitución del capital humano con el factor trabajo ( $\epsilon_{LH} < 0$ ), dado que la relación con los consumos intermedios es de complementariedad ( $\epsilon_{MH} > 0$ ). Cabe destacar la importante variabilidad regional en el precio sombra unitario del capital humano (la desviación estándar sobrepasa las 95 mil ptas). Así, mientras Aragón, Cantabria y Extremadura excedían las 650 mil ptas, Galicia no alcanzaba las 350 mil.

Estos resultados nos indican que el capital humano educación sí tuvo, para el caso de las regiones españolas y en el periodo considerado, un efecto positivo sobre la actividad productiva. Con el objetivo de alcanzar una imagen más nítida de la relevancia de esos efectos y de los mecanismos a través de los que operan, calcularemos a continuación algunas medidas adicionales. Pero antes conviene indicar que, salvo escasas excepciones, el precio sombra del capital físico fue inferior al precio de mercado de éste, lo que explica que la elasticidad capital físico a los costes totales ( $\epsilon_{SCK}$ ) resulte positiva en la mayoría de casos (Tabla 7). Esa circunstancia se traduce en una ratio  $q_k$  que en media toma un valor de 0.81, indicando una cierta infrautilización de la capacidad productiva. Esta circunstancia se aprecia claramente a partir de la segunda mitad de la década de los ochenta, aunque no parece afectar por igual a todas las regiones. En concreto, debemos destacar los resultados obtenidos para Extremadura y Galicia. En media, estas dos regiones presentan un precio sombra del capital físico negativo, lo que teóricamente no constituye un resultado factible. No obstante, en el caso de Extremadura éste resultado debe estar motivado por la elevada dotación relativa de capital físico respecto al capital humano. Es decir, el resultado nos estaría revelando el desequilibrio

en la combinación de ambos tipos de capital para dicha región, en contra de la acumulación adicional de capital físico. Los resultados obtenidos para Galicia, por el contrario, merecen un mayor análisis futuro.

Por su parte, los rendimientos a escala, obtenidos como  $(\epsilon_{SCY})^{-1}$ , se sitúan por debajo aunque no demasiado alejados de la unidad, en consonancia con otros trabajos en la literatura de nuestro país (Suárez, 1992; Goerlich y Orts, 1996). Además debemos tener en cuenta que en este ejercicio estamos incluyendo la actividad del sector servicios destinados a la venta, en el que cabe esperar menores rendimientos que en el sector industrial. Los rendimientos a escala muestran una cierta tendencia a decrecer en el periodo y presentan, a su vez, una cierta variabilidad regional, destacando de nuevo Extremadura y Galicia como las únicas regiones que en la media del periodo presentan rendimientos ligeramente crecientes.

## 5. RENDIMIENTO DE LAS INVERSIONES EN CAPITAL HUMANO

*“The key empirical issue is not whether schooling raises aggregate output... Rather, the significant open question is whether the social returns to human capital investment substantially exceed the private returns. Then public expansion of education may be a key ingredient in economic growth”* (Topel, 1999 pág 2972-2973)

### 5.1. Estimación del rendimiento social del capital humano y complementariedad con el capital físico

En este apartado vamos a comentar los resultados obtenidos para la estimación de los rendimientos del capital humano, con una medida equivalente a la habitualmente obtenida en los trabajos que utilizan el marco primal, a través de la estimación de funciones de producción. Así, el efecto del capital humano sobre la producción se puede definir como la elasticidad del output respecto a éste factor, que puede ser calculado en el contexto del sistema de costes empleando el teorema de la envolvente (Chambers, 1988) como:

$$\epsilon_{YH} \equiv \frac{\partial \ln Y}{\partial \ln H} = \frac{Z_H}{\frac{\delta SC}{\delta Y}} \frac{H}{Y} \quad (22)$$

No obstante, en el caso del capital humano resulta más intuitivo analizar el impacto sobre la producción de un año adicional de educación, por lo que definiremos como rendimiento del capital humano el aumento en la producción motivado por un incremento de un año del nivel

medio de educación de los ocupados. Es decir, la semi-elasticidad producto del capital humano:

$$RTO\ H \equiv \frac{\partial \ln Y}{\partial H} = \epsilon_{YH} \frac{1}{H} \quad (23)$$

En el caso del capital físico, definimos el rendimiento como su elasticidad producto, de forma equivalente a (22), es decir como la variación porcentual en el producto resultado de variar el stock de capital físico en un 1%.

Los resultados obtenidos para estas medidas se recogen en las tres primeras columnas de la Tabla 8. Respecto a la media global, se observa como el rendimiento del capital humano superó ligeramente al del capital físico, en línea con los resultados obtenidos para la economía americana por Willis (1986), aunque en su caso en base al rendimiento privado de la educación. Como indica ese autor, este resultado justificaría las subvenciones a la formación de capital humano, es decir a la educación de los individuos, dado que los recursos que se estarían desviando con este objetivo no resultarían menos rentables –más bien al contrario– de lo que lo serían financiando las inversiones en capital físico. La importancia del capital humano sobre la producción que se deduce de ese resultado se corresponde con la obtenida por Serrano (1997), dado que en su caso los resultados indican que este factor habría sido responsable de entre un tercio y la mitad del crecimiento de la productividad del factor trabajo en la economía española en las últimas décadas.

Pero ese resultado global esconde una importante heterogeneidad regional. En efecto, el rendimiento medio en el periodo del capital humano dobló, o estuvo próximo a hacerlo, al del capital físico en Castilla y León y Castilla-La Mancha, Murcia y La Rioja, a las que cabría añadir a Extremadura y Galicia para las que el rendimiento del capital físico es incluso negativo. Por el contrario, en Catalunya, Madrid, País Vasco y Navarra, el rendimiento del capital humano fue poco más de la mitad del obtenido a través del capital físico.

Otra circunstancia interesante por lo que respecta al rendimiento de ambos tipos de capital tiene que ver con su evolución a lo largo del periodo. En el caso del capital humano se produce un apreciado descenso en el rendimiento de forma que, al final del periodo, éste representaba poco más del 50% del que se daba en 1980. Si recordamos el continuo aumento en el stock de este factor, ese resultado apuntaría a un claro mecanismo de rendimientos decrecientes en la acumulación de capital humano. No obstante, al final del periodo el



rendimiento de un año extra de educación sigue siendo considerable (próximo al 7%). Curiosamente, la evolución del rendimiento del capital físico es la contraria. Aunque no de forma monótona, sí parece deducirse un aumento en su rendimiento a lo largo del periodo (de algo más de dos puntos porcentuales entre 1980 y 1995), a pesar de que también en este caso la economía española en su conjunto experimentó un aumento en el stock de dicho factor. Así, no parece que el mecanismo de rendimientos decrecientes a la acumulación de capital físico esté funcionando (al menos en términos netos). Una posible explicación a este fenómeno lo podríamos encontrar en la relación de complementariedad entre ambos tipos de capital.

De hecho, ésta es una cuestión que ha sido ampliamente destacada en la literatura, bien de forma directa o indirecta. Por ejemplo, de la Fuente y da Rocha (1996) sugieren que el capital humano de una economía no sólo favorecerá la generación y absorción de tecnología sino que también el incentivo a invertir en educación tenderá a aumentar con el progreso técnico, de forma que si éste último está vinculado a la inversión en capital físico se manifestará una relación de complementariedad entre ambos tipos de capital. A través del estímulo al cambio en la estructura productiva, desde sectores con menores a mayores ratios de capitalización, se puede deducir asimismo una relación positiva entre educación e inversión en capital físico (Tamura, 2002). De hecho, el argumento de la complementariedad ha sido utilizado en los trabajos empíricos para justificar la escasa repercusión del capital humano en las estimaciones de regresiones de crecimiento que controlan por la acumulación de capital físico. Barro (1991), por ejemplo, argumenta que parte significativa del efecto del capital humano se canaliza a través de un aumento en la tasa de inversión en capital físico, en lo que también coinciden Sianesi y Van Reenen (2000) y Krueger y Lindahl (2001). De hecho, alguna evidencia más desagregada parece apoyar esta conclusión: Van de Walle (2000) detecta que el beneficio marginal neto de las inversiones en los sistemas de riego en Vietnam dependen del nivel de educación de los agricultores que las realizan.

En particular, la evolución del rendimiento del capital físico nos lleva a sugerir que la acumulación de capital humano podría haber estado contrarrestando el mecanismo neoclásico de rendimientos decrecientes a la acumulación de capital físico. En este sentido, Barro (1998) manifiesta que una economía que parta inicialmente con una baja ratio de capital físico-capital humano (como podría ocurrir tras una guerra u otra catástrofe, o tras un periodo de rápida acumulación de capital humano por motivos no estrictamente económicos), tenderá a crecer

rápido debido al crecimiento en el stock de capital físico, hasta reequilibrar la ratio entre ambos tipos de capital. Esta circunstancia se deduce de los modelos de crecimiento en los que la ratio capital físico/capital humano es constante en el largo plazo<sup>27</sup>, de forma que si se produce un desequilibrio en la misma en cualquier instante del tiempo, por ejemplo por el hecho de que el humano sea abundante en relación al físico, entonces en periodos posteriores se producirá un reequilibrio a través de la mayor inversión en el capital inicialmente menos abundante (Barro y Sala-i-Martin, 1995). Lo que puede haber estado sucediendo en la economía española en el periodo considerado es que el ritmo de acumulación en capital humano haya superado con creces al del capital físico, produciendo una descompensación en la ratio, que haya contrarrestado a lo largo de todo el periodo el mecanismo de reequilibrio en la ratio de ambos capitales y con ello de los rendimientos decrecientes en la acumulación del físico, al elevar la productividad marginal de este factor (predicciones de los modelos de Uzawa, 1965 y Lucas, 1988)<sup>28</sup>. En esa misma circunstancia el rendimiento del capital humano habría descendido rápidamente.

Con el objetivo de confirmar esta intuición, los gráficos 6 y 7 muestran la relación entre la ratio capital físico/capital humano<sup>29</sup> y los rendimientos de ambos factores en la muestra. Para el caso del rendimiento del capital humano (Gráfico 6) se aprecia claramente como, cuando el capital físico es abundante en relación al humano, el rendimiento de este último es mucho más elevado que cuando el desequilibrio se produce a favor del stock educativo. El coeficiente de correlación entre ambas magnitudes toma un valor significativo de 0.74. El mismo fenómeno se produce en el caso del rendimiento del capital físico (Gráfico 7), donde la relación con la ratio de capitales es inversa y algo menos intensa, aunque igualmente significativa (correlación de -0.49).

Por su parte, los gráficos 8 y 9 proporcionan información adicional a la comentada anteriormente. El Gráfico 8 muestra el rendimiento del capital humano obtenido para las diversas combinaciones de capital físico y humano, mientras que el Gráfico 9 nos proporciona los resultados para el caso de los rendimientos del capital físico. La imagen que se desprende

<sup>27</sup> Ratio que determina precisamente la tasa de crecimiento (constante) de la economía en el equilibrio.

<sup>28</sup> En el modelo de Lucas, el output y la acumulación de capital humano se rigen por  $Y = K^\alpha (uH)^{1-\alpha}$   $\dot{H} = BH(1-u) - \delta H$ , donde  $u$  es la fracción de tiempo destinada a la producción de capital humano. En este modelo la productividad media del capital físico en la producción de bienes, su productividad marginal y su rendimiento dependen del ratio  $K/uH$ .

<sup>29</sup> En los gráficos el capital humano hace referencia al stock total de este factor en la economía y no al medio. Es decir es el stock medio,  $H$ , por el número de ocupados,  $L$ .

del último es mucho más nítida que la del primero y nos indica como, para un nivel dado de dotación de capital físico, su rendimiento aumenta claramente con el stock de capital humano. Ello nos sugiere una relación de complementariedad entre ambos factores que, dada la proporción existente entre ellos habría favorecido a la rentabilidad del capital físico.

De hecho, podemos definir una medida que nos permite sintetizar la intensidad en la complementariedad entre ambos, la semi-elasticidad de la demanda óptima de capital físico al capital humano:

$$\text{Semi} - \epsilon_{K^*H} \equiv \frac{\partial \ln K^*}{\partial H} = \epsilon_{K^*H} \frac{1}{H} = -\beta_{KH} \frac{1}{S_K H} \quad (24)$$

Esta medida nos indica el cambio porcentual en el stock de capital óptimo ante una variación de un año en la educación media de los ocupados. En consecuencia, en el caso en que  $\text{Semi} - \epsilon_{K^*H} > (<) 0$  la relación entre ambos factores será de complementariedad (sustituibilidad).

En la última columna de la Tabla 8 se aprecia como esta medida es positiva en todos los casos, indicando una relación de complementariedad que, además, resulta bastante importante dado que, en términos medios en el periodo, un año adicional de educación suponía un aumento de algo más de un 15% en el stock de capital óptimo. Un efecto que, siendo más marcado al inicio de los ochenta<sup>30</sup>, se estabiliza desde la segunda parte de esa década en niveles próximos al 10%. La influencia del capital humano sobre la cantidad óptima de capital físico presenta una notable variabilidad regional. Destaca la respuesta en La Rioja y Galicia, donde un año adicional de escolarización aumenta el stock físico óptimo en un 23.6% y 22.6% respectivamente. De forma menos intensa pero aún por encima de la media se encuentran las respuestas en Murcia, Andalucía y Asturias. Por el contrario, Extremadura y Aragón presentan las menores semi-elasticidades con más de tres puntos porcentuales por debajo de la media. En una situación similar se encuentran regiones con mayores niveles de desarrollo, aunque heterogéneas en sus estructuras productivas como Baleares, Madrid y el País Vasco.

En cualquier caso, de la evidencia presentada podemos derivar una clara relación de complementariedad entre capital humano y capital físico que, dada la proporción existente entre el stock de ambos tipos de capital en las economías consideradas en la muestra, habría

---

<sup>30</sup> De hecho el valor estimado para la media del año 1980 resulta demasiado elevado para resultar verosímil, por lo que cabría tomarlo con las debidas precauciones.

estimulado la inversión en capital físico, revirtiendo incluso la tendencia al decrecimiento en el rendimiento a las inversiones en este tipo de capital. Ello tiene una repercusión importante a la hora de decidir la inversión en educación dado que, en la medida en la que a nivel individual no se percibirá su influencia indirecta sobre la productividad a través de la inversión inducida en capital físico, se producirá un infrainversión en capital humano. Dicho de otra forma, el resultado obtenido apoyaría desde un punto de vista estrictamente económico la subvención estatal de la adquisición de educación por parte de los individuos en el periodo analizado.

Para finalizar esta discusión quisiera destacar que los resultados obtenidos son opuestos a los recientemente obtenidos en Duffy et al (2003). Para una muestra amplia de países estos autores estiman una función de producción CES en la que se relaja el supuesto de elasticidades de sustitución constantes entre factores, no encontrando relación de complementariedad entre la cualificación del trabajo y el capital físico. No obstante, los propios autores reconocen que ello puede ser debido a la heterogeneidad de la muestra de países utilizada para contrastar dicho supuesto, en la que se encuentran economías con niveles de desarrollo muy distintos, en base al argumento de Goldin y Katz (1998) según el cual el grado de complementariedad varía según el nivel de desarrollo.

### *5.2. Rendimiento social versus rendimiento privado*

Los resultados obtenidos anteriormente confirman la existencia de un efecto directo positivo y significativo del capital humano sobre la productividad de la economía en su conjunto, que además se complementa con un efecto indirecto a través de su influencia positiva en las inversiones en capital físico. En consecuencia, debemos concluir a favor del supuesto de que las inversiones en educación tienen, además de un rendimiento para el individuo que las realiza, un rendimiento de tipo social, entendido como una contribución positiva a la actividad productiva. Este resultado se encuentra en la línea de algunas de las recientes aportaciones que han analizado la contribución del capital humano al crecimiento, obteniendo un efecto nivel positivo, y con un rendimiento social asociado próximo al privado (Topel, 1999; Krueger y Lindahl, 2001)<sup>31</sup>.

---

<sup>31</sup> Una cuestión importante a destacar es que la conclusión a la que llegan los citados trabajos está condicionada a la inclusión en el análisis del capital físico para controlar la variabilidad en el ratio entre éste y el producto (supuesto fijo en el equilibrio en los modelos de crecimiento endógeno) y a la imposición de un determinado rendimiento al capital físico. En este sentido, nótese que nuestro análisis controla por dicho tipo de capital sin necesidad de imponer a priori ninguna restricción sobre su contribución a la actividad productiva.

En la sección 2.3 de este trabajo hemos estimado los rendimientos privados para el conjunto de la economía española y para cada una de las regiones en el año 1995, mientras que a partir de los resultados de la sección anterior disponemos de la estimación para ese mismo año del rendimiento social medio para la economía española y para cada una de las regiones. En consecuencia, podemos establecer una comparación entre rendimientos privados y sociales del capital humano educativo. Obviamente dicha comparación debe ser más cualitativa que cuantitativa, pero sí creemos que nos puede proporcionar cierta evidencia acerca, en primer lugar, de la existencia de efectos señalización en la economía española y, en segundo, de la presencia de externalidades al citado tipo de capital. Con respecto a la primera cuestión, y como se indicó en la sección 3.2, el rendimiento social podría ser inferior al privado, e incluso nulo, en el caso en que la acumulación de educación no condujese a sus poseedores a una mayor productividad, de forma que el efecto en el salario (rendimiento privado) fuese debido a que la educación alcanzada por los individuos es utilizada por las empresas como una señal a la hora de contratar a sus trabajadores. En consecuencia, si no existe una desviación a la baja sustancial entre el rendimiento social y el privado podremos deducir que los supuestos de la teoría del capital humano son los acertados para el caso de la economía española, mientras que si son sustancialmente inferiores lo interpretaríamos como indicio de señalización.

Respecto a la presencia de externalidades, éstas existirán y serán positivas cuando el rendimiento social exceda al privado. En ese caso, la acumulación de capital humano reporta beneficios a la actividad productiva que exceden a los que son apropiados por sus poseedores, los trabajadores. Ya hemos indicado que pueden existir efectos indirectos que no habremos captado en nuestra estimación de los rendimientos sociales<sup>32</sup>, por lo que dicha estimación supondrá, en este sentido, un umbral mínimo del efecto de la educación en la actividad económica. Como se ha señalado anteriormente también podrían darse externalidades negativas que se verían, al menos en parte, reflejadas en la productividad. Por ello, de darse, la diferencia entre el rendimiento social y el privado será el resultado neto de ambos tipos de externalidades. No obstante, para el caso de detectarse rendimientos sociales inferiores a los

---

<sup>32</sup> De hecho, en un trabajo en curso estamos tratando de estimar el rendimiento social indirecto del capital humano a través de su influencia en la dotación óptima de capital físico, mediante el marco metodológico propuesto en Moreno et al (2002).

privados no podríamos identificar de forma independiente los efectos debidos a externalidades negativas de los causados por la señalización<sup>33</sup>.

La Tabla 9 recopila la estimación para ambos tipos de rendimientos obtenidos en apartados anteriores para el año 1995. Se puede apreciar como, para el conjunto de la economía española rendimientos sociales y privados en esencia son coincidentes. Este resultado nos lleva a concluir que para la economía española la inversión en educación se refleja en aumentos en productividad por lo que resulta rentable, además de desde una perspectiva privada, desde un punto de vista social. La coincidencia de ambos tipos de rendimiento nos lleva a descartar la existencia de externalidades o a sugerir que si éstas se producen son de tipo tanto positivo como negativo de forma que el efecto neto sobre la producción es nulo. En la tabla también se recoge la estimación del rendimiento de cada tipo para el conjunto de las regiones españolas. Aunque para algunas regiones (Andalucía, Baleares, Canarias, Castilla y León, Valencia y el País Vasco) la conclusión es la misma que para la economía española en su conjunto, hay otras en las que la estimación del rendimiento social y privado difieren lo suficiente como para no rechazar automáticamente que en ellas se produzcan bien externalidades o que funcionen mecanismos de tipo señalización. En particular, el rendimiento social excede al privado en una cuantía muy importante en Extremadura (10.2% y 5.6%) y en Cantabria (7.3% y 5%). Aunque de forma más moderada el rendimiento social también excede al privado en Castilla-La Mancha, Navarra, Aragón, Asturias y Murcia. Por otra parte, en Madrid, Catalunya, Galicia y La Rioja el rendimiento privado excede lo suficientemente al social como para no descartar efectos señalización en estas regiones.

En consecuencia, y recuperando la cita de Topel (1999) con la que iniciaba este apartado, podemos concluir que el apoyo por parte del sector público a la inversión en capital humano debió favorecer el crecimiento económico experimentado por la economía española en el periodo considerado, particularmente en aquellas regiones en las que su rendimiento sobre la actividad productiva excedió al rendimiento privado.

---

<sup>33</sup> También podría argumentarse que la estimación del rendimiento social podría exceder a la del privado si está última padeciese de sesgo de, por ejemplo, habilidad. No obstante, como se indicó en la sección 2, estimaciones recientes han relativizado el impacto de este tipo de sesgo.

### *5.3. Rendimiento social del capital humano y coste social de la provisión de educación*

La evidencia anterior nos permite afirmar que el capital humano educativo contribuye positivamente a la actividad productiva. Dado que hemos aproximado a éste a través de los años de escolarización, estamos implícitamente asumiendo que dicho capital se adquiere a través del sistema educativo formal, el cual incurre en unos costes. Es decir, la sociedad en su conjunto debe asumir de una forma u otra el coste de la educación de los individuos. En este contexto, parece interesante comparar ese coste de la inversión en capital humano educativo con el rendimiento social que éste acaba produciendo. Para ello, lo óptimo es comparar todo tipo de costes asociados a un año de educación, tanto los directos (los más directamente relacionados con el funcionamiento de los centros educativos) como los indirectos (básicamente los que realizan los individuos en relación a su formación, como por ejemplo los de material, transporte, etc) con el rendimiento social. Cabría la posibilidad de incluir entre los costes también al de oportunidad, por los ingresos no percibidos por los individuos que realizan estudios a partir de la edad de incorporación al mercado laboral, y entre los rendimientos los ingresos impositivos adicionales que percibirá el estado dada la progresividad del sistema impositivo y los mayores salarios que retribuirán al capital humano adicional.

En este trabajo nos vamos a centrar en la comparación entre el coste medio de un año adicional de educación de un individuo (coste unitario) y el rendimiento social medio de ese año adicional. Mientras que éste último lo tomaremos de las estimaciones obtenidas y comentadas en los apartados previos, para el primero recurriremos a los datos proporcionados en Uriel et al (1997) sobre los costes de la educación en el contexto de la elaboración de las Cuentas de la Educación de España. En este sentido, conviene indicar que los datos de los que disponemos proporcionan el coste unitario en el sistema público de educación, desagregado territorialmente para las Comunidades Autónomas, en el periodo comprendido entre 1980 y 1991. Aunque la citada fuente proporciona también los costes correspondientes al sistema privado, hemos renunciado a su utilización dado que resultan de menor fiabilidad, al haber sido obtenidos por medios indirectos y, en principio, menos fiables que en el caso del público. En cualquier caso, cabe señalar que los correspondientes al sistema público son más elevados debido básicamente a los mayores costes de personal asociados a la enseñanza pública respecto a la privada.

Para realizar el análisis hemos definido una ratio tipo q-Tobin, equivalente a la calculada para el caso del capital físico en el apartado 4.4, entre el precio sombra del capital humano por ocupado y el coste unitario de la educación ( $q_H$ ). La idea es que de esta forma tenemos un indicador que nos proporciona información acerca de la rentabilidad de la inversión en capital humano educativo al comparar su precio sombra con el precio de mercado. Si  $q_H > 0$ , la inversión en educación resultará socialmente rentable, mientras que si  $q_H < 0$  no estaría justificada socialmente la financiación de la educación, en base a criterios estrictamente productivos.

La Tabla 10 sintetiza los resultados obtenidos para  $q_H$ . En concreto, se proporciona la media global para todas las regiones y años considerados en el análisis, las medias para cada uno de los años, lo que permite seguir la evolución de la ratio, y las medias regionales en el periodo para el que disponemos de toda la información necesaria. Por último, en el caso de las regiones reproducimos los resultados obtenidos para el último año en el que podemos hacer este ejercicio, 1991. De la media global se deduce que las inversiones en capital humano educativo resultaron socialmente muy rentables: lo que el sistema productivo hubiera estado dispuesto a pagar en su conjunto por la provisión de un año adicional de educación para un ocupado representó más de tres veces el coste de la inversión. La tendencia a lo largo del periodo, en consonancia con la disminución en el rendimiento del capital humano detectado anteriormente, fue a la disminución progresiva de la  $q_H$ , desde un valor por encima de 4 en 1980 a 1.9 en 1991. Pero aún así, y a pesar del ritmo de acumulación de capital humano en la economía española, ese resultado nos indica que al final del periodo la inversión en educación continuaba teniendo una elevada rentabilidad social, o lo que es lo mismo, continuaba existiendo una infradotación de capital humano.

Para concluir indicar que, como con otras medidas comentadas en apartados anteriores, la rentabilidad social del capital humano muestra una cierta dispersión regional. Extremadura es la región con una mayor  $q_H$ , al combinar un elevado precio sombra con un reducido coste unitario, a la que siguen Cantabria y Castilla-La Mancha. Por el contrario, destaca la relativa baja rentabilidad media en el periodo de Galicia, que persiste en 1991, aunque ahora a menor distancia, dado que Murcia, Navarra, Madrid o Navarra también presentaban ese año ratios inferiores a los medios. En definitiva, la inversión en capital humano, adquirido a través del sistema educativo formal, no sólo se tradujo en mejoras en la productividad y estimuló la acumulación de capital físico, sino que además resultó rentable socialmente, en el sentido de



que los costes de su provisión fueron superados con creces por el rendimiento social que produjo.

## 5. CONCLUSIONES

El objetivo fundamental planteado al inicio de este trabajo era el de proporcionar evidencia acerca de la contribución del capital humano educativo al crecimiento de la economía española en las últimas décadas. Bajo determinadas condiciones, la obtención de un efecto positivo justificaría, desde una perspectiva exclusivamente económica, los recursos públicos destinados a financiar la educación de la población. Asimismo, los resultados deberían permitir valorar el uso del sistema educativo formal como un instrumento para la promoción del desarrollo económico en las regiones españolas menos favorecidas. O lo que es lo mismo, utilizar la educación como un instrumento de la política de desarrollo económico.

Tras haber revisado las aportaciones previas de la literatura y haber implementado una estrategia de análisis apoyada, por una parte, en ecuaciones micro de salarios y, por otra, en el marco de la teoría de la dualidad, los resultados obtenidos apuntan a que los rendimientos privados de la educación en España no difieren de los obtenidos para otros países del entorno de la OCDE. Además, para el conjunto de la economía española los rendimientos sociales son, en esencia, coincidentes con los privados, lo que sugiere que no existen externalidades en la acumulación de capital humano y, a su vez, que la teoría del capital humano es la adecuada para explicar las diferencias salariales entre trabajadores con diferentes niveles de educación, descartando así fenómenos de señalización en el mercado de trabajo. Eso implica que los mayores salarios percibidos por los trabajadores más educados son debidos a su mayor productividad, como resultado de su mayor dotación de capital humano.

No obstante, para el periodo considerado en la economía española parece cumplirse otra condición requerida para considerar las inversiones en capital humano como socialmente rentables: que su rendimiento social como mínimo iguale al rendimiento del capital físico. En caso contrario, los recursos destinados a financiar el capital humano hubiesen obtenido una mayor rentabilidad financiando al capital físico.

En resumen, podemos afirmar que estuvo socialmente justificado que se destinasen recursos a financiar la acumulación de capital humano dado que, aunque no provocó un excedente social, sí que se tradujo en aumentos de productividad y, en consecuencia, en mayor crecimiento económico. Pero adicionalmente hemos alcanzado otros resultados interesantes que apoyan esta conclusión. En primer lugar, hemos obtenido evidencia acerca de un efecto indirecto del capital humano a través de la complementariedad de éste y el capital físico. En concreto, aumentar en uno los años medios de educación de los ocupados supuso un incremento de un 15% en el stock de capital óptimo de la economía. De ello deducimos que el capital humano supone un estímulo a la inversión en capital físico, al aumentar su rentabilidad y contrarrestar el mecanismo de rendimientos decrecientes a su acumulación. Es interesante destacar como, mientras el rendimiento del capital humano disminuía progresivamente a medida que aumentaba el nivel educativo, el rendimiento del privado mostraba la tendencia opuesta. El segundo resultado al que nos referíamos tiene que ver con la rentabilidad de las inversiones en capital humano. El precio sombra estimado excedió a lo largo de todo el periodo al coste de la provisión de un año adicional de educación. Y aunque el excedente mostró una tendencia rápida a reducirse, al final del periodo analizado todavía parecían existir rentabilidades elevadas a inversiones adicionales en educación, sobre todo en algunas regiones en las que el capital humano continuaba siendo un recurso escaso en relación a la dotación de capital físico.

La desagregación regional empleada ha permitido detectar una importante variabilidad espacial en los efectos del capital humano. Así, el mayor rendimiento se produce, como cabía esperar, en regiones donde este factor era relativamente escaso (Extremadura, Castilla-La Mancha, Cantabria), mientras que en aquéllas en las que era abundante en relación al capital físico se obtienen menores rendimientos. Pero quizás más importante que esta circunstancia lo sea el hecho de que en algunas regiones el rendimiento social era mucho mayor al privado, de lo que deducimos que en ellas se produjo una infrainversión en educación. En consecuencia, en esas economías hubiese estado justificada una intervención pública aún más intensa en apoyo de la acumulación de capital humano de su población, junto al establecimiento de los estímulos necesarios para que el capital humano adquirido por los individuos fuese utilizado en actividades en las que obtuviese mayor rendimiento, de forma que aquellos fuesen recompensados adecuadamente por la inversión realizada.

La conclusión desde una perspectiva social no puede ser otra que la confirmación de que la política educativa ha jugado y debe seguir jugando un papel clave en el desarrollo económico. Utilizada adecuadamente y en combinación con otros incentivos debe permitir mayores niveles de productividad y renta en la economía española, junto a un mayor desarrollo de las regiones más desfavorecidas. En este sentido, y teniendo en cuenta los resultados obtenidos acerca del rendimiento de las inversiones en infraestructura pública en Boscá et al (1999) y Moreno et al (2002), planteamos como razonable la redistribución de recursos destinados a la financiación de ambos tipos de capital en las regiones menos favorecidas.

En todo caso hay algunos aspectos derivados del estudio que merecen ser tratados con mayor atención en análisis futuros. Por ejemplo, sería interesante obtener medidas de la rentabilidad de la inversión en distintos niveles educativos. En este trabajo hemos considerado el precio sombra y el coste de la educación de forma homogénea para todos los niveles educativos, pero hay evidencia en la literatura de que los efectos entre ellos pueden diferir significativamente. Asimismo, tenemos pendiente la obtención de una medida del impacto total del capital humano que incorpore al efecto directo el que se produce a través de su influencia en el rendimiento del capital físico. Por otra parte, el análisis efectuado ha considerado la totalidad del sector productivo privado de la economía, pero cabe esperar que los efectos del capital humano no sean los mismos en la agricultura que en la industria. De hecho, tampoco descartamos que algunos de los resultados obtenidos para algunas regiones concretas sean debidos a la distorsión que provocan los datos correspondientes al sector energético, caracterizado por su intensidad de capital físico. Los resultados para el sector industrial, más expuesto a la competencia y a los cambios tecnológicos pueden revelar conclusiones adicionales a las aquí derivadas.

De todas formas y para finalizar, creo que con los resultados obtenidos podemos responder a la pregunta formulada por Pritchett, quien en el título de su influyente trabajo se planteaba *¿A dónde ha ido toda la educación?*. Al menos en el caso de la economía española no nos parece inverosímil afirmar que a promover una parte sustancial del crecimiento económico.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abowd J.M., Kramarz F y Margolis D.N. (1999) High wage workers and high wage firms, *Econometrica* 67: 251-333
- Acemoglu D (1996) A microfoundation for social increasing returns in human capital accumulation, *Quarterly Journal of Economics* 111: 779-804
- Acemoglu D y Angrist J (1999) How large are the social returns to education? Evidence from compulsory schooling laws, mimeo, MIT
- Alba R.A. y San Segundo M.J. (1995) The return to education in Spain, *Economics of Education Review* 14: 155-166
- Andrés J y García J (1991) El nivel de estudios como factor explicativo del desempleo, de los ingresos y de la movilidad laboral, *Economía Industrial* 278:13-22
- Angrist J.D. y Krueger A.B. (1991) Does compulsory school attendance affect schooling and earnings?, *Quarterly Journal of Economics* 106: 979-1014
- Arrow K.J. (1973) Higher education as a filter, *Journal of Public Economics* 2: 193-216
- Ashenfelter O, Harmon C y Oosterbeek H (1999) A review of estimates of schooling/earnings relationship, with tests for publication bias, *Labour economics* 6: 453-470
- Barceinas F, Oliver J, Raymond J.L. y Roig J.L. (2000a) Los rendimientos de la educación y la inserción laboral en España, *Papeles de Economía Española* 86: 128-148
- Barceinas F, Oliver J, Raymond J.L. y Roig J.L. (2000b) Rendimiento público de la educación y restricción presupuestaria, *Papeles de Economía Española* 86: 236-248
- Barceinas F, Oliver J, Raymond J.L. y Roig J.L. (2001) Hipótesis de señalización frente a capital humano, *Revista de Economía Aplicada* 26: 125-145
- Barro R (1991) Economic growth in a cross section of countries, *Quarterly Journal of Economics* 106: 407-443
- Barro R y Lee J.W. (1993) International comparisons of educational attainment, *Journal of Monetary Economics* 32: 363-394
- Barro R y Lee J.W. (1996) International Measures of Schooling Years and Schooling Quality, *American Economic Review* 86: 218-223
- Barro R y Lee J.W. (2001) International data on educational attainment: updates and implications, *Oxford Economic Papers* 53: 541-563
- Barro R.J. (1998) Human capital and growth in cross-country regressions, mimeo, Harvard University
- Barro R y Sala-i-Martin X (1995) *Economic growth*, McGraw-Hill, Nueva York
- Bassanini A y Scarpeta S (2001) Does human capital matter for growth in OECD countries? Evidence from pooled mean-group estimates, *OECD Economics Department Working Papers*, # 282

- Bassanini A y Scarpeta S (2002) Does human capital matter for growth in OECD countries? A pooled mean-group approach, *Economics Letters* 74: 399-405
- Becker G (1962) Investment in human capital: a theoretical analysis, *Journal of Political Economy* 70: 9-49
- Benhabib J y Spiegel M.M. (1994) The role of human capital in economic development: evidence from aggregate cross-country data, *Journal of Monetary Economics* 34: 143-173
- Berndt E.R. (1991) Modelling the interrelated demands for factors of production: estimation and inference in equation systems, en *The Practice of Econometrics: Classic and Contemporary*, Addison-Wesley, Nueva York
- Boscá J.E., Dabán T y Escribá F.J. (1999) Capital privado e infraestructuras en la producción industrial regional, *Revista de Economía Aplicada* 21: 61-94
- Brown R.S. y Christensen L.R. (1981) Estimating elasticities of substitution in a model of partial static equilibrium: an application to US agriculture, 1947 to 1974, en Berndt E.R. y Fields B.C. (Eds) *Modelling and measuring natural resource substitution*, MIT Press, Cambridge MA
- Calvo J.L. (1988) Rendimientos del capital humano en educación en España, *Investigaciones Económicas* 12: 473-482
- Cannon E (2000) Human capital: level versus growth effects, *Oxford Economic Papers* 52: 670-676
- Card D (1999) The causal effects of education on earnings, en Ashenfelter O y Card D (Eds) *Handbook of Labour Economics* vol III, North-Holland
- Cawley J, Heckman J y Vytlacil E (1995) Cognitive ability and the rising returns to education, *National Bureau of Economic Research*, WP6388
- Chambers R (1988) *Applied production analysis*, Cambridge University Press, Cambridge
- Ciccone A y Peri G (2002) Identifying human capital externalities: Theory with an application to US cities, *IZA working Paper* # 488
- Cohn E y Addison J.T. (1998) The economic returns to lifelong learning, *Education Economics* 6: 253-308
- Dabán T, Díaz A, Escribá F.J. y Murgui M.J. (1998) La base de datos BD.MORES, Dirección General de Análisis y Programación Presupuestaria, *Ministerio de Economía y Hacienda. Doc Trab D-98001*
- Dabán T, Díaz A, Escribá F.J. y Murgui M.J. (2002) La base de datos BD.MORES, *Revista de Economía Aplicada* 30: 165-184
- 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: 43-84
- de la Fuente A y Doménech R (2000) Human capital in growth regressions: how much difference does data quality make?, *OECD Economics Department, Working Papers* # 262
- de la Fuente A y Doménech R (2001) Schooling data, technological diffusion, and the neoclassical model, *American Economic Review* 91: 323-327

- del Barrio T, López-Bazo E y Serrano G (2002) New evidence on international R&D spillovers, human capital and productivity in the OECD, *Economics Letters* 77:41-45
- Díaz A (1998) Series de consumos intermedios por ramas de actividad y regiones españolas, 1980-1995, Dirección General de Análisis y Programación Presupuestaria, Ministerio de Economía y Hacienda
- Duffy J, Papageorgiou C y Pérez-Sebastian F (2003) Capital-Skill complementarity?, *Review of Economics and Statistics*, forthcoming
- Easterly W (2002) Barren Land, *Education Next*, Fall. Disponible online en <<http://www.educationnext.org/20023.10.html>>
- Engelbrecht H.J. (1997) International R&D spillovers, human capital and productivity in OECD economies: an empirical investigation, *European Economic Review* 41: 1479–1488
- Fernández E y Mauro P (2000) The role of human capital in economic growth: the case of Spain, *IMF Working Paper* /00/8
- Freire-Serén M.J. (2002) Human capital accumulation and economic growth, *Investigaciones Económicas* 25: 585-602
- Goerlich F.J. y Orts V (1996) Economías de escala, externalidades y atesoramiento de trabajo en la industria española, 1964-1989, *Revista de Economía Aplicada* 11: 151-166
- Goldin C y Katz L.F. (1998) The origins of technology-skill complementarity, *Quarterly Journal of Economics* 113: 693-732
- Gorostiaga A (1999) ¿Cómo afectan el capital público y el capital humano al crecimiento?: un análisis para las regiones españolas en el marco neoclásico, *Investigaciones Económicas* 23: 95-114
- Greene W (2001) *Econometric Analysis*, Prentice Hall, Nueva York
- Griliches Z (1977) Estimating the returns to schooling: some econometric problems, *Econometrica* 45: 1-22
- Griliches Z (1997) Education, human capital, and growth: a perspective, *Journal of Labour Economics* 15: S330-S344
- Jorgenson D y Fraumeni B (1989) Investment in education, *Educational Researcher* 18: 35-44
- Klenow P y Rodríguez-Clare A (1997) The neoclassical revival in growth economics: Has it gone too far?, *NBER Macroeconomics Annual*, MIT Press, Cambridge MA
- Krueger A.B. y Lindahl M (2001) Education and growth: why and for whom?, *Journal of Economic Literature* 39:1101-1136
- Kulatilaka N (1985) Tests on the validity of static equilibrium models, *Journal of Econometrics* 28: 253-268.
- Kyriacou G (1991) Level and growth effects of human capital, *Working paper C. Starr Center*, New York University
- Lassibille G (1998) Wage gaps between the public and private sectors in Spain, *Economics of Education Review* 17: 83-92

- Lucas R (1988) On the mechanics of economic development, *Journal of Monetary Economics* 22: 3-42
- Lucas R (1990) Why doesn't capital flow from rich to poor countries?, *American Economic Review*, 80(2): 92-96
- Maddison A (1987) Growth and slowdown in advanced capitalist economies: techniques of quantitative assessment, *Journal of Economic Literature* 25: 649-698
- Mankiw N.G, Romer D y Weil D.N. (1992) A contribution to the empirics of economic growth, *Quarterly Journal of Economics* 107: 407-437
- Martín C (2000) El capital humano y la eficiencia y calidad del sistema educativo en España, *Papeles de Economía Española* 86: 2-19
- Mas M, Goerlich F.J. y Pérez F (1996) *Capitalización y crecimiento en España y sus regiones, 1955-1995*, Fundación BBV, Madrid
- Mas M, Pérez F, Uriel E, Serrano L y Soler A (2002) *Capital humano y actividad económica, series 1964-2001*, Fundación Bancaixa, Valencia
- Mincer J (1958) Investment in human capital and personal income distribution, *Journal of Political Economy* 66: 281-302
- Mincer J (1962) On-the-job training: costs, returns and some implications, *Journal of Political Economy* 70: 50-79
- Mincer J (1974) *Schooling, experience and earnings*, Columbia University Press, Nueva York
- Moreno R, López-Bazo E y Artís M (2002) Public Infrastructure and the performance of manufacturing industries: short- and long-run effects, *Regional Science and Urban Economics* 32: 97-121
- Morrison C y Schwartz A.E. (1996) Public infrastructure, private input demand, and economic performance in New England manufacturing, *Journal of Business & Economic Statistics* 14: 91-101
- Morrison C y Siegel D (1997) External capital factors and increasing returns in U.S. manufacturing, *Review of Economics and Statistics* 79: 647-655
- Mulligan C.B. y Sala-i-Martin X (1997) A labor-income-based measure of the value of human capital, *Japan and the World Economy* 9:159-191
- Mulligan C.B. y Sala-i-Martin X (2000) Measuring aggregate human capital, *Journal of Economic Growth* 5: 215-252
- Nelson R y Phelps E (1966) Investment in humans, technological diffusion, and economic growth, *American Economic Review* 56: 69-75
- Oberhofer W y Kmenta J (1974) A general procedure for obtaining maximum likelihood estimates in generalized regression models, *Econometrica* 42: 579-590

- Oliver J, Raymond J.L., Roig J.L. y Barceinas F (1999) Returns to human capital in Spain: a survey of the evidence, en Asplund R y Pereira P.T. (Eds) *Returns to human capital in Europe: a literature review*, Helsinki; ETLA
- Pastor J.M. y Serrano L (2002) *El valor económico del capital humano en España*, Fundación Bancaixa, Valencia
- Pérez S e Hidalgo A (2000) *Los salarios en España*, Colección Economía Española vol. XII, Fundación Argentaria, Madrid
- Pritchett L (1996) Where has all the education gone? *World Bank Policy Research Working Paper* #1581, Washington
- Psacharopoulos G (1985) Returns of education: a further international update and implications, *Journal of Human Resources* 20(4): 583-604
- Psacharopoulos G (1994) Returns to investment in education: a global update, *World Development* 22: 1325-1343
- Psacharopoulos G y Patrinos H.A. (2002) Returns to investment in education: a further update, *World Bank Policy Research Working Paper* #2881, Washington
- Raymond JL (2002) Convergencia real de las regiones españolas y capital humano, *Papeles de Economía Española* 93: 109-121
- Romer P (1990) Endogenous technological change, *Journal of Political Economy* 98: S71-S102
- San Segundo M.J. (1997) Educación e ingresos en el mercado de trabajo español, *Cuadernos Económicos del ICE* 63
- Schankerman, M. y Nadiri M.I. (1986) A test of static equilibrium models and rates of return to quasi-fixed factors, with an application to the bell system, *Journal of Econometrics* 33: 97-118
- Schultz T.W. (1960) Capital formation by education, *Journal of Political Economy* 68: 571-583
- Schultz T.W. (1961) Investment in human capital, *American Economic Review* 51:1-17
- Serrano (1997) Productividad y capital humano en la economía española, *Moneda y Crédito* 205: 79-101
- Serrano G, López-Bazo E y García J.R.(2002) Complementarity between human capital and trade in regional technological progress, *Documento de trabajo Universidad de Barcelona* #E0283
- Serrano L (1996) Indicadores de capital humano y productividad, *Revista de Economía Aplicada* 11: 177-190
- Sianesi B y Reenen van J (2000) *The returns to education: a review of the macro-economic literature*, Centre for the Economics of Education, LSE, Londres
- Spence M (1973) Job market signaling, *Quarterly Review of Economics* 87: 355-374
- Suárez F.J. (1992) Economías de escala, poder de mercado y externalidades: Medición de las fuentes del crecimiento español, *Investigaciones Económicas* 16: 411-441
- Tamura R (2002) Human capital and the switch from agriculture to industry, *Journal of Economic Dynamics and Control* 27: 207-242



- Temple J (1999) The new growth evidence, *Journal of Economic Literature*, 37: 112-156
- Temple J (2001a) Generalizations that aren't? Evidence on education and growth, *European Economic Review* 45: 905-918
- Temple J (2001b) Growth effects of education and social capital in the OECD countries, *OECD Economic Studies* 33: 57-101
- Topel R (1999) Labour Market and economic growth, en Ashenfelter, O. y Card, D (Eds), *The Handbook of Labour Economics*, North-Holland, Amsterdam
- Trostel P, Walker I y Woolley P (2002) Estimates of the economic return to schooling for 28 countries, *Labour Economics* 9: 1-16
- Uriel E, Moltó M.L., Pérez F, Aldás J y Cucarella V (1997) *Las cuentas de la educación en España y sus comunidades autónomas: 1980-1992*, Colección Economía Española vol. 4, Fundación Argentaria, Madrid
- Uzawa H (1965) Optimal technical change in an aggregative model of economic growth, *International Economic Review* 6: 18-31
- Vasudeva N.R. y Chien I.S. (1997) The empirics of economic growth for OECD countries: some new findings, *Economics Letters* 55: 425-429
- Vila L y Mora J (1998) Changing return to education in Spain during the 1980s, *Economics of Education Review* 17: 173-178
- Walle D van de (2000) Are Returns to Investment Lower for the Poor? Human and Physical Capital Interactions in Rural Vietnam, *World Bank Working Paper*
- Willis R.J. (1986) Wage determinants: A survey and reinterpretation of human capital earning functions, en Ashenfelter O y Layard R (Eds) *Handbook of Labour Economics* vol I, North-Holland
- Young A (1995) The tyranny of numbers: confronting the statistical realities of the East Asian growth experience, *Quarterly Journal of Economics* 110: 641-680

**Tabla 1. Resultados de la estimación MCO de la ecuación de Mincer. Datos de la EES95.**

|                                     | (1)                  | (2)                  | (3)                  |
|-------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| <b>Constante</b>                    | 5.7628*<br>(757.07)  | 5.8941*<br>(783.21)  | 6.1096*<br>(499.78)  |
| <b>Educación</b>                    | 0.0794*<br>(186.24)  | 0.0726*<br>(172.72)  | 0.0332*<br>(67.75)   |
| <b>Exper. Total</b>                 | 0.0516*<br>(100.34)  | 0.0355*<br>(64.47)   | 0.0262*<br>(53.73)   |
| <b>(Exper. Total)<sup>2</sup></b>   | -0.0006*<br>(-59.22) | -0.0004*<br>(-43.83) | -0.0004*<br>(-39.06) |
| <b>Exper. Empresa</b>               |                      | 0.0257*<br>(51.80)   | 0.0191*<br>(43.01)   |
| <b>(Exper. Empresa)<sup>2</sup></b> |                      | -0.0003*<br>(-22.00) | -0.0003<br>(-23.19)  |
| <b>Otras Vars</b>                   | NO                   | NO                   | SI*                  |
| $\bar{R}^2$                         | 0.287                | 0.331                | 0.492                |
| <b>SCE</b>                          | 27822.048            | 26099.812            | 19820.205            |
| <b># observaciones</b>              | 115021               | 115021               | 115021               |

**Notas:** La variable dependiente en todas las regresiones es el logaritmo del salario bruto por hora.  
t-ratios basados en estimación robusta de la matriz de varianzas y covarianzas entre paréntesis.

\* denota significativo al 1%.

Las Otras Variables son ficticias del tipo de ocupación, del tipo de mercado (local o nacional/internacional), del sector productivo, la comunidad autónoma, el tipo de convenio, el sexo y el tipo de propiedad de la empresa, además del tamaño de la empresa a través del número total de empleados de ésta.

**Tabla 2. Evolución temporal de las variables utilizadas en el análisis (España)**

|             | <b>Y</b>     | <b>CV</b>    | <b>K</b>     | <b>L</b> | <b>M</b>     |
|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|--------------|
| <b>1980</b> | 22147102.800 | 18521607.300 | 21310254.900 | 10053906 | 10181627.200 |
| <b>1981</b> | 21845793.800 | 18295213.400 | 21758400.200 | 9701401  | 9978614.000  |
| <b>1982</b> | 21986117.400 | 18230139.800 | 22106028.600 | 9546001  | 10019357.300 |
| <b>1983</b> | 22311043.000 | 18497915.600 | 22447440.600 | 9448303  | 10132713.500 |
| <b>1984</b> | 22598412.200 | 18151588.700 | 22667222.000 | 9156899  | 10203269.600 |
| <b>1985</b> | 23268487.800 | 18542464.700 | 22831785.400 | 9257500  | 10587328.800 |
| <b>1986</b> | 23691124.900 | 19171706.000 | 23209927.900 | 9359099  | 10628489.000 |
| <b>1987</b> | 25076132.700 | 20266370.600 | 23947817.500 | 9750400  | 11282255.500 |
| <b>1988</b> | 26556678.800 | 21353906.800 | 24920283.100 | 10053300 | 12063785.400 |
| <b>1989</b> | 28041455.900 | 22506825.100 | 26162063.700 | 10330401 | 12895660.600 |
| <b>1990</b> | 29115984.300 | 23625504.900 | 27343616.100 | 10654100 | 13431285.900 |
| <b>1991</b> | 29722421.800 | 24364278.700 | 28469618.600 | 10690080 | 13751169.000 |
| <b>1992</b> | 29775780.000 | 24735866.400 | 29418449.200 | 10441000 | 13794733.000 |
| <b>1993</b> | 29082105.500 | 24094883.800 | 29743631.100 | 10030816 | 13273209.700 |
| <b>1994</b> | 30385947.700 | 24948358.000 | 30125823.700 | 9998600  | 14184787.100 |
| <b>1995</b> | 31303298.200 | 25307244.700 | 30877038.800 | 10155200 | 14628113.000 |

**Crecimiento  
Anual<sup>(1)</sup>**

|                  |       |       |       |        |       |
|------------------|-------|-------|-------|--------|-------|
| <b>1980-1995</b> | 2.756 | 2.442 | 2.993 | 0.067  | 2.911 |
| <b>1980-1985</b> | 1.013 | 0.023 | 1.428 | -1.584 | 0.797 |
| <b>1986-1990</b> | 5.725 | 5.808 | 4.453 | 3.459  | 6.593 |
| <b>1991-1995</b> | 0.380 | 0.276 | 0.604 | -0.357 | 0.456 |

<sup>(1)</sup> Tasas de crecimientos anuales medias en el periodo

**Tabla 3. Tasas de crecimiento medias en el periodo 1980–1995**

|                        | <b>Y</b> | <b>CV</b> | <b>K</b> | <b>L</b> | <b>M</b> | <b>Y<sub>i</sub>/Y<sup>(1)</sup></b> |
|------------------------|----------|-----------|----------|----------|----------|--------------------------------------|
| <b>ANDALUCIA</b>       | 2.564    | 2.165     | 2.825    | 0.158    | 2.593    | 13.007                               |
| <b>ARAGON</b>          | 3.436    | 3.216     | 2.177    | -0.246   | 3.986    | 3.556                                |
| <b>ASTURIAS</b>        | 0.881    | 0.671     | 1.922    | -1.501   | 0.996    | 3.117                                |
| <b>BALEARES</b>        | 3.674    | 3.291     | 2.950    | 1.143    | 3.788    | 2.172                                |
| <b>CANARIAS</b>        | 3.344    | 2.629     | 3.824    | 1.092    | 3.361    | 3.029                                |
| <b>CANTABRIA</b>       | 2.513    | 2.543     | 1.451    | -1.099   | 2.742    | 1.522                                |
| <b>CAST. Y LEON</b>    | 2.443    | 2.130     | 1.945    | -0.968   | 2.676    | 6.506                                |
| <b>CAST.-LA MANCHA</b> | 2.005    | 1.614     | 2.512    | -0.431   | 1.854    | 3.600                                |
| <b>CATALUÑA</b>        | 3.236    | 2.676     | 3.549    | 0.480    | 3.263    | 19.728                               |
| <b>VALENCIA</b>        | 2.358    | 2.356     | 4.014    | 0.678    | 2.852    | 9.355                                |
| <b>EXTREMADURA</b>     | 2.989    | 1.992     | 1.623    | -0.875   | 2.949    | 1.689                                |
| <b>GALICIA</b>         | 2.330    | 2.340     | 2.576    | -1.234   | 2.730    | 6.285                                |
| <b>MADRID</b>          | 3.504    | 2.999     | 5.371    | 1.295    | 3.452    | 13.356                               |
| <b>MURCIA</b>          | 2.333    | 1.949     | 3.057    | 0.758    | 1.976    | 2.395                                |
| <b>NAVARRA</b>         | 3.503    | 3.490     | 3.984    | 0.515    | 4.208    | 1.868                                |
| <b>PAIS VASCO</b>      | 1.949    | 2.177     | 1.103    | -0.294   | 2.390    | 7.646                                |
| <b>LA RIOJA</b>        | 4.509    | 4.912     | 3.581    | -0.169   | 5.988    | 1.169                                |

<sup>(1)</sup> Porcentaje medio en el periodo de participación del producto regional en el total español

**Tabla 4. Ratios de variables en el análisis –medias 1980-1995–**

|                        | <b>CV/Y</b> | <b>Y/L</b>           | <b>Y/K</b> | <b>Y/HL</b>          | <b>K/HL</b>          |
|------------------------|-------------|----------------------|------------|----------------------|----------------------|
| <b>ANDALUCIA</b>       | 99.572      | 94.780               | 97.396     | 102.139              | 104.693              |
| <b>ARAGON</b>          | 101.294     | 104.684              | 81.525     | 100.949              | 123.107              |
| <b>ASTURIAS</b>        | 104.559     | 100.515              | 100.573    | 100.988              | 100.885              |
| <b>BALEARES</b>        | 89.450      | 104.457              | 97.559     | 101.472              | 104.017              |
| <b>CANARIAS</b>        | 95.482      | 90.529               | 93.874     | 92.547               | 98.948               |
| <b>CANTABRIA</b>       | 100.554     | 107.551              | 95.565     | 101.413              | 105.695              |
| <b>CAST. Y LEON</b>    | 102.768     | 94.073               | 83.526     | 97.267               | 116.131              |
| <b>CAST.-LA MANCHA</b> | 99.778      | 88.074               | 64.126     | 98.954               | 153.869              |
| <b>CATALUÑA</b>        | 100.138     | 111.549              | 111.391    | 98.788               | 88.524               |
| <b>VALENCIA</b>        | 99.422      | 90.405               | 102.577    | 89.673               | 87.913               |
| <b>EXTREMADURA</b>     | 103.240     | 74.519               | 48.439     | 89.095               | 182.941              |
| <b>GALICIA</b>         | 105.599     | 70.610               | 93.987     | 83.507               | 88.839               |
| <b>MADRID</b>          | 96.524      | 113.723              | 133.803    | 91.016               | 68.834               |
| <b>MURCIA</b>          | 98.106      | 96.472               | 101.774    | 103.124              | 101.166              |
| <b>NAVARRA</b>         | 99.952      | 117.500              | 116.586    | 104.197              | 89.329               |
| <b>PAIS VASCO</b>      | 102.566     | 127.321              | 111.112    | 109.458              | 98.250               |
| <b>LA RIOJA</b>        | 101.318     | 145.028              | 149.066    | 145.071              | 97.494               |
| <b>Valores ESPAÑA</b>  | 0.817       | 2.622 <sup>(1)</sup> | 1.023      | 0.404 <sup>(2)</sup> | 0.395 <sup>(2)</sup> |

Nota: los valores para las CCAA corresponden a su porcentaje respecto al valor de España

(1) En millones de pesetas por ocupado. (2) En millones de pesetas por año de educación

**Tabla 5. Estimación del modelo de equilibrio estático parcial**

| Coefficient                                                       | Var. dep. : CV, S <sub>L</sub> , S <sub>Y</sub> |         | Var. dep.: -S <sub>K</sub> |              |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------|----------------------------|--------------|
|                                                                   | Estimate                                        | t-Ratio | Estimate                   | t-Ratio      |
| $\beta_0$                                                         | -3.484                                          | -5.231  | 0.160                      | 1.976        |
| $\beta_L$                                                         | 0.338                                           | 3.688   |                            |              |
| $\beta_Y$                                                         | -0.483                                          | -4.093  |                            |              |
| $\beta_K$                                                         | 1.866                                           | 13.954  |                            |              |
| $\beta_H$                                                         | 1.830                                           | 3.836   |                            |              |
| $\beta_T$                                                         | -0.089                                          | -5.242  |                            |              |
| $\beta_{LL}$                                                      | 0.132                                           | 11.259  |                            |              |
| $\beta_{YY}$                                                      | 0.012                                           | 1.848   |                            |              |
| $\beta_{KK}$                                                      | -0.041                                          | -4.482  | -0.062                     | -11.573      |
| $\beta_{HH}$                                                      | -0.900                                          | -6.869  |                            |              |
| $\beta_{TT}$                                                      | -0.001                                          | -3.324  |                            |              |
| $\beta_{LY}$                                                      | -0.152                                          | -12.269 |                            |              |
| $\beta_{LK}$                                                      | 0.171                                           | 15.484  | 0.011                      | 0.546        |
| $\beta_{LH}$                                                      | -0.067                                          | -2.487  |                            |              |
| $\beta_{LT}$                                                      | -0.005                                          | -4.101  |                            |              |
| $\beta_{YK}$                                                      | 0.012                                           | 0.951   | 0.120                      | 9.369        |
| $\beta_{YH}$                                                      | 0.659                                           | 19.873  |                            |              |
| $\beta_{YT}$                                                      | -0.015                                          | -12.036 |                            |              |
| $\beta_{KH}$                                                      | -0.639                                          | -14.075 | -0.120                     | -4.776       |
| $\beta_{KT}$                                                      | 0.015                                           | 9.421   | -0.002                     | -1.815       |
| $\beta_{HT}$                                                      | 0.060                                           | 6.829   |                            |              |
| $F_1\beta_L$                                                      | 0.007                                           | 0.718   |                            |              |
| $F_1\beta_Y$                                                      | -0.064                                          | -5.590  |                            |              |
| $F_1\beta_K$                                                      | 0.066                                           | 5.537   |                            |              |
| $F_2\beta_L$                                                      | 0.008                                           | 0.857   |                            |              |
| $F_2\beta_Y$                                                      | 0.040                                           | 3.317   |                            |              |
| $F_2\beta_K$                                                      | -0.042                                          | -3.311  |                            |              |
| $F_1$                                                             |                                                 |         | 0.0112                     | 1.247        |
| $F_2$                                                             |                                                 |         | -0.003                     | -0.374       |
| <b>R<sup>2</sup> Función de Costes</b>                            |                                                 |         | 0.997                      |              |
| <b>R<sup>2</sup> Demanda de Trabajo</b>                           |                                                 |         | 0.676                      |              |
| <b>R<sup>2</sup> Demanda de Capital</b>                           |                                                 |         | 0.580                      |              |
| <b>R<sup>2</sup> Ecuación Precio = Coste Marginal</b>             |                                                 |         | 0.755                      |              |
| <b># observaciones</b>                                            |                                                 |         | 272                        |              |
| <b># iteraciones</b>                                              |                                                 |         | 11                         |              |
| <b>Test RV de SURE <math>-\chi^2(6)</math> –</b>                  |                                                 |         | 108.8                      | p-val: 0.000 |
| <b>Test Wald:</b>                                                 |                                                 |         |                            |              |
| <b>Significación dummies regionales <math>-\chi^2(8)</math> –</b> |                                                 |         | 40.8                       | p-val: 0.000 |
| <b>Significación capital humano <math>-\chi^2(7)</math> –</b>     |                                                 |         | 818.1                      | p-val: 0.000 |
| <b>Test de Shankerman y Nadiri <math>-\chi^2(27)</math> –</b>     |                                                 |         | 534.8                      | p-val: 0.000 |

**Tabla 6. Efectos del capital humano**

|                           | $\epsilon_{SCH}$ | $Z_H$      | $Z_H/L$  | $\epsilon_{LH}$ | $\epsilon_{MH}$ |
|---------------------------|------------------|------------|----------|-----------------|-----------------|
| <b>Media Total</b>        | -0.652           | 302688.301 | 0.544773 | -0.141          | 0.133           |
| <b>Evolución Temporal</b> |                  |            |          |                 |                 |
| 1980                      | -0.708           | 167955.194 | 0.297348 | -0.136          | 0.136           |
| 1981                      | -0.676           | 187939.700 | 0.344965 | -0.140          | 0.133           |
| 1982                      | -0.672           | 209174.957 | 0.389317 | -0.141          | 0.131           |
| 1983                      | -0.686           | 233431.672 | 0.438052 | -0.144          | 0.129           |
| 1984                      | -0.638           | 245247.676 | 0.473231 | -0.149          | 0.125           |
| 1985                      | -0.628           | 251839.173 | 0.479153 | -0.153          | 0.122           |
| 1986                      | -0.649           | 270993.939 | 0.517169 | -0.143          | 0.132           |
| 1987                      | -0.629           | 287837.269 | 0.530509 | -0.142          | 0.132           |
| 1988                      | -0.632           | 302941.218 | 0.541758 | -0.142          | 0.132           |
| 1989                      | -0.632           | 330984.314 | 0.575878 | -0.142          | 0.132           |
| 1990                      | -0.630           | 355576.319 | 0.604498 | -0.139          | 0.134           |
| 1991                      | -0.640           | 378461.997 | 0.643690 | -0.136          | 0.137           |
| 1992                      | -0.633           | 396305.986 | 0.688500 | -0.133          | 0.140           |
| 1993                      | -0.671           | 403719.996 | 0.723631 | -0.131          | 0.141           |
| 1994                      | -0.664           | 407544.764 | 0.734569 | -0.135          | 0.138           |
| 1995                      | -0.632           | 413058.646 | 0.734100 | -0.138          | 0.135           |
| <b>Medias regionales</b>  |                  |            |          |                 |                 |
| ANDALUCIA                 | -0.496           | 593880.724 | 0.433023 | -0.132          | 0.138           |
| ARAGON                    | -0.791           | 227841.294 | 0.672515 | -0.131          | 0.139           |
| ASTURIAS                  | -0.637           | 166979.883 | 0.553046 | -0.138          | 0.133           |
| BALEARES                  | -0.678           | 115640.783 | 0.553829 | -0.138          | 0.132           |
| CANARIAS                  | -0.620           | 161217.674 | 0.479670 | -0.143          | 0.127           |
| CANTABRIA                 | -0.767           | 93573.651  | 0.670221 | -0.137          | 0.133           |
| CAST. y LEON              | -0.668           | 399437.183 | 0.585630 | -0.125          | 0.147           |
| CAST. – LA MANCHA         | -0.668           | 241670.240 | 0.595673 | -0.122          | 0.151           |
| CATALUÑA                  | -0.729           | 981093.716 | 0.553841 | -0.142          | 0.128           |
| VALENCIA                  | -0.599           | 467510.044 | 0.451280 | -0.144          | 0.126           |
| EXTREMADURA               | -0.726           | 149967.334 | 0.665719 | -0.109          | 0.176           |
| GALICIA                   | -0.404           | 301521.541 | 0.345172 | -0.129          | 0.142           |
| MADRID                    | -0.800           | 620221.407 | 0.523010 | -0.159          | 0.117           |
| MURCIA                    | -0.508           | 106744.125 | 0.428500 | -0.151          | 0.122           |
| NAVARRA                   | -0.748           | 94939.109  | 0.596046 | -0.164          | 0.114           |
| PAIS VASCO                | -0.795           | 382568.680 | 0.644969 | -0.146          | 0.125           |
| LA RIOJA                  | -0.439           | 40893.732  | 0.508994 | -0.172          | 0.111           |

**Tabla 7. Efectos del capital físico y rendimientos a escala**

|                           | $\epsilon_{SCK}$ | $Z_K$  | $\epsilon_{LK}$ | $\epsilon_{MK}$ | $q_K$  | RTS   |
|---------------------------|------------------|--------|-----------------|-----------------|--------|-------|
| <b>Media Total</b>        | 0.031            | 0.211  | 0.357           | -0.339          | 0.812  | 0.910 |
| <b>Evolución Temporal</b> |                  |        |                 |                 |        |       |
| <b>1980</b>               | -0.023           | 0.077  | 0.345           | -0.346          | 1.431  | 0.938 |
| <b>1981</b>               | 0.003            | 0.096  | 0.355           | -0.338          | 0.959  | 0.932 |
| <b>1982</b>               | 0.018            | 0.119  | 0.360           | -0.334          | 0.821  | 0.923 |
| <b>1983</b>               | -0.000           | 0.149  | 0.366           | -0.328          | 1.026  | 0.914 |
| <b>1984</b>               | 0.029            | 0.174  | 0.379           | -0.318          | 0.787  | 0.908 |
| <b>1985</b>               | 0.012            | 0.194  | 0.389           | -0.312          | 0.898  | 0.903 |
| <b>1986</b>               | 0.038            | 0.187  | 0.362           | -0.335          | 0.732  | 0.912 |
| <b>1987</b>               | 0.061            | 0.210  | 0.362           | -0.335          | 0.623  | 0.906 |
| <b>1988</b>               | 0.038            | 0.222  | 0.361           | -0.335          | 0.730  | 0.904 |
| <b>1989</b>               | 0.048            | 0.256  | 0.361           | -0.335          | 0.692  | 0.897 |
| <b>1990</b>               | 0.060            | 0.267  | 0.354           | -0.341          | 0.640  | 0.897 |
| <b>1991</b>               | 0.053            | 0.268  | 0.345           | -0.349          | 0.670  | 0.901 |
| <b>1992</b>               | 0.075            | 0.264  | 0.338           | -0.357          | 0.569  | 0.905 |
| <b>1993</b>               | 0.038            | 0.266  | 0.334           | -0.360          | 0.733  | 0.906 |
| <b>1994</b>               | 0.012            | 0.297  | 0.343           | -0.350          | 0.907  | 0.899 |
| <b>1995</b>               | 0.031            | 0.319  | 0.351           | -0.343          | 0.774  | 0.896 |
| <b>Medias regionales</b>  |                  |        |                 |                 |        |       |
| <b>ANDALUCIA</b>          | 0.046            | 0.172  | 0.335           | -0.351          | 0.632  | 0.954 |
| <b>ARAGON</b>             | 0.017            | 0.224  | 0.334           | -0.352          | 0.932  | 0.879 |
| <b>ASTURIAS</b>           | 0.041            | 0.164  | 0.352           | -0.338          | 0.760  | 0.911 |
| <b>BALEARES</b>           | 0.034            | 0.222  | 0.351           | -0.335          | 0.792  | 0.876 |
| <b>CANARIAS</b>           | 0.049            | 0.173  | 0.364           | -0.324          | 0.645  | 0.911 |
| <b>CANTABRIA</b>          | 0.022            | 0.221  | 0.348           | -0.338          | 0.879  | 0.872 |
| <b>CAST. y LEON</b>       | 0.069            | 0.116  | 0.317           | -0.374          | 0.497  | 0.957 |
| <b>CAST. – LA MANCHA</b>  | 0.094            | 0.097  | 0.309           | -0.384          | 0.419  | 0.956 |
| <b>CATALUÑA</b>           | -0.085           | 0.465  | 0.362           | -0.326          | 1.797  | 0.832 |
| <b>VALENCIA</b>           | 0.010            | 0.254  | 0.367           | -0.321          | 0.956  | 0.906 |
| <b>EXTREMADURA</b>        | 0.186            | -0.010 | 0.278           | -0.448          | -0.057 | 1.037 |
| <b>GALICIA</b>            | 0.124            | -0.058 | 0.329           | -0.362          | -0.238 | 1.046 |
| <b>MADRID</b>             | -0.117           | 0.573  | 0.405           | -0.297          | 2.157  | 0.797 |
| <b>MURCIA</b>             | 0.076            | 0.098  | 0.384           | -0.310          | 0.321  | 0.943 |
| <b>NAVARRA</b>            | -0.047           | 0.386  | 0.418           | -0.291          | 1.490  | 0.820 |
| <b>PAIS VASCO</b>         | -0.039           | 0.355  | 0.372           | -0.318          | 1.422  | 0.846 |
| <b>LA RIOJA</b>           | 0.049            | 0.122  | 0.438           | -0.282          | 0.403  | 0.907 |

**Tabla 8. Rendimientos del capital humano y físico**

|                           | $\epsilon_{YH}$ | Rto H | $\epsilon_{YK}$ | Semi- $\epsilon_{K*H}$ |
|---------------------------|-----------------|-------|-----------------|------------------------|
| <b>Media</b>              | 0.588           | 0.093 | 0.083           | 0.153                  |
| <b>Evolución Temporal</b> |                 |       |                 |                        |
| <b>1980</b>               | 0.657           | 0.131 | 0.067           | 0.4386                 |
| <b>1981</b>               | 0.625           | 0.121 | 0.071           | 0.2621                 |
| <b>1982</b>               | 0.615           | 0.115 | 0.077           | 0.1972                 |
| <b>1983</b>               | 0.621           | 0.112 | 0.086           | 0.2073                 |
| <b>1984</b>               | 0.574           | 0.100 | 0.087           | 0.1462                 |
| <b>1985</b>               | 0.562           | 0.095 | 0.091           | 0.1610                 |
| <b>1986</b>               | 0.588           | 0.096 | 0.080           | 0.1338                 |
| <b>1987</b>               | 0.566           | 0.089 | 0.082           | 0.1045                 |
| <b>1988</b>               | 0.567           | 0.086 | 0.084           | 0.1194                 |
| <b>1989</b>               | 0.562           | 0.082 | 0.088           | 0.1009                 |
| <b>1990</b>               | 0.560           | 0.079 | 0.087           | 0.0900                 |
| <b>1991</b>               | 0.573           | 0.078 | 0.084           | 0.0944                 |
| <b>1992</b>               | 0.569           | 0.076 | 0.080           | 0.0817                 |
| <b>1993</b>               | 0.603           | 0.078 | 0.082           | 0.1041                 |
| <b>1994</b>               | 0.592           | 0.074 | 0.088           | 0.1191                 |
| <b>1995</b>               | 0.562           | 0.069 | 0.089           | 0.0966                 |
| <b>Medias regionales</b>  |                 |       |                 |                        |
| <b>ANDALUCIA</b>          | 0.473           | 0.081 | 0.072           | 0.1709                 |
| <b>ARAGON</b>             | 0.696           | 0.106 | 0.110           | 0.1203                 |
| <b>ASTURIAS</b>           | 0.581           | 0.091 | 0.070           | 0.1694                 |
| <b>BALEARES</b>           | 0.594           | 0.092 | 0.094           | 0.1265                 |
| <b>CANARIAS</b>           | 0.565           | 0.092 | 0.074           | 0.1499                 |
| <b>CANTABRIA</b>          | 0.669           | 0.100 | 0.090           | 0.1387                 |
| <b>CAST. y LEON</b>       | 0.640           | 0.104 | 0.058           | 0.1482                 |
| <b>CAST. – LA MANCHA</b>  | 0.639           | 0.114 | 0.060           | 0.1350                 |
| <b>CATALUÑA</b>           | 0.607           | 0.085 | 0.174           | 0.1325                 |
| <b>VALENCIA</b>           | 0.542           | 0.085 | 0.102           | 0.1580                 |
| <b>EXTREMADURA</b>        | 0.754           | 0.144 | -0.008          | 0.1198                 |
| <b>GALICIA</b>            | 0.423           | 0.078 | -0.022          | 0.2260                 |
| <b>MADRID</b>             | 0.638           | 0.080 | 0.187           | 0.1290                 |
| <b>MURCIA</b>             | 0.479           | 0.081 | 0.038           | 0.1791                 |
| <b>NAVARRA</b>            | 0.613           | 0.086 | 0.135           | 0.1429                 |
| <b>PAIS VASCO</b>         | 0.673           | 0.091 | 0.140           | 0.1281                 |
| <b>LA RIOJA</b>           | 0.398           | 0.062 | 0.032           | 0.2361                 |



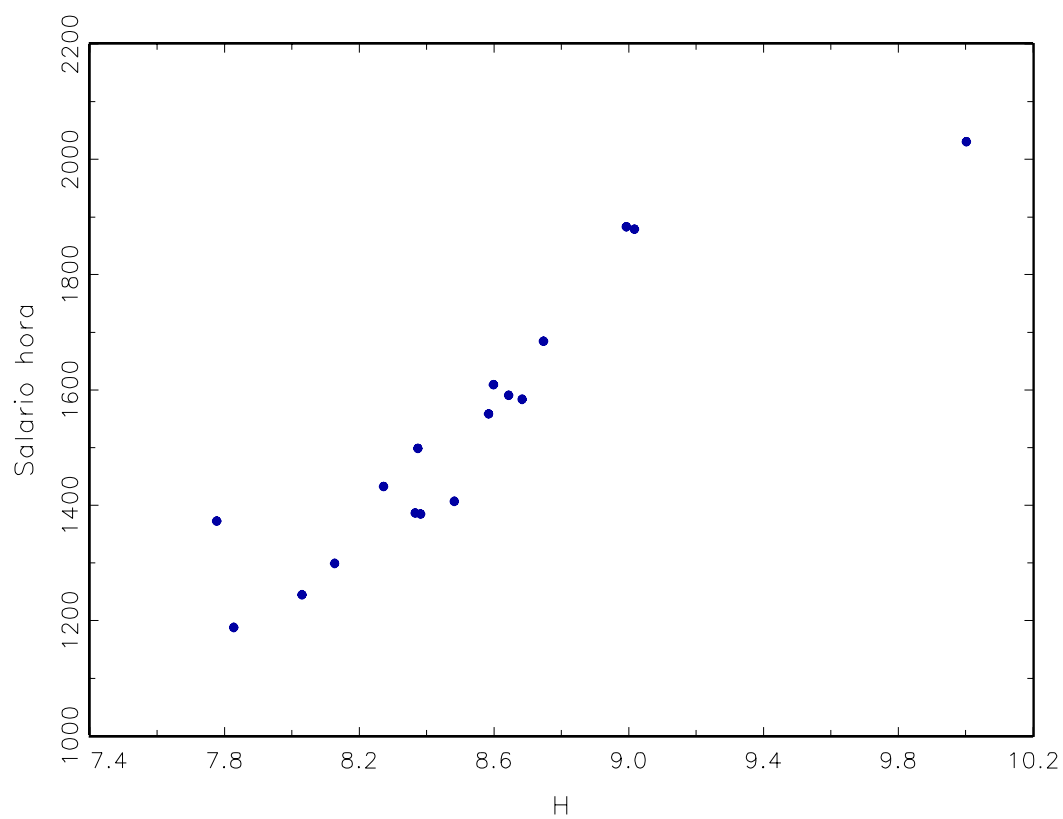
**Tabla 9. Comparación entre el rendimiento privado y el social. Año 1995**

|                   | <b>Rto Privado</b> | <b>Rto Social</b> |
|-------------------|--------------------|-------------------|
| ANDALUCIA         | 0.064              | 0.064             |
| ARAGON            | 0.062              | 0.076             |
| ASTURIAS          | 0.055              | 0.069             |
| BALEARES          | 0.068              | 0.069             |
| CANARIAS          | 0.074              | 0.072             |
| CANTABRIA         | 0.050              | 0.073             |
| CAST. y LEON      | 0.064              | 0.073             |
| CAST. – LA MANCHA | 0.068              | 0.083             |
| CATALUÑA          | 0.072              | 0.060             |
| VALENCIA          | 0.067              | 0.068             |
| EXTREMADURA       | 0.056              | 0.102             |
| GALICIA           | 0.070              | 0.059             |
| MADRID            | 0.083              | 0.062             |
| MURCIA            | 0.055              | 0.065             |
| NAVARRA           | 0.051              | 0.065             |
| PAIS VASCO        | 0.059              | 0.064             |
| LA RIOJA          | 0.063              | 0.045             |
| <b>ESPAÑA</b>     | <b>0.073</b>       | <b>0.070</b>      |

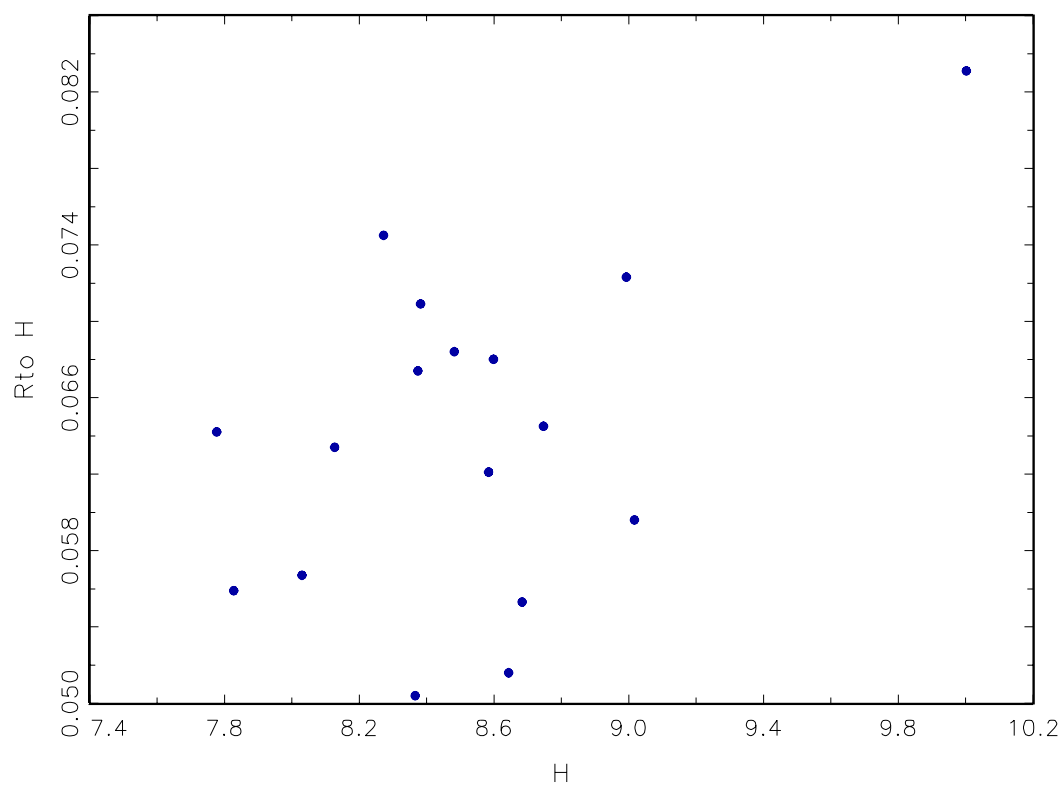
**Tabla 10. Ratio precio sombra del capital humano por ocupado y coste de un año educación por alumno ( $q_H$ )**

|                          |       |                          |                  |             |
|--------------------------|-------|--------------------------|------------------|-------------|
| <b>Media</b>             | 3.24  |                          |                  |             |
| <b>Medias temporales</b> |       | <b>Medias regionales</b> | <b>1980-1991</b> | <b>1991</b> |
| <b>1980</b>              | 4.060 | <b>ANDALUCIA</b>         | 2.907            | 1.796       |
| <b>1981</b>              | 4.189 | <b>ARAGON</b>            | 3.643            | 2.017       |
| <b>1982</b>              | 4.497 | <b>ASTURIAS</b>          | 3.005            | 2.007       |
| <b>1983</b>              | 4.022 | <b>BALEARES</b>          | 3.514            | 2.022       |
| <b>1984</b>              | 3.685 | <b>CANARIAS</b>          | 2.863            | 1.686       |
| <b>1985</b>              | 3.381 | <b>CANTABRIA</b>         | 3.497            | 2.352       |
| <b>1986</b>              | 3.249 | <b>CAST. y LEON</b>      | 3.088            | 1.893       |
| <b>1987</b>              | 2.944 | <b>CAST. – LA MANCHA</b> | 4.076            | 2.230       |
| <b>1988</b>              | 2.581 | <b>CATALUÑA</b>          | 3.558            | 1.916       |
| <b>1989</b>              | 2.333 | <b>VALENCIA</b>          | 3.034            | 1.806       |
| <b>1990</b>              | 2.050 | <b>EXTREMADURA</b>       | 4.037            | 2.471       |
| <b>1991</b>              | 1.899 | <b>GALICIA</b>           | 1.971            | 1.487       |
|                          |       | <b>MADRID</b>            | 2.923            | 1.699       |
|                          |       | <b>MURCIA</b>            | 2.944            | 1.582       |
|                          |       | <b>NAVARRA</b>           | 3.464            | 1.674       |
|                          |       | <b>PAIS VASCO</b>        | 3.630            | 1.751       |
|                          |       | <b>LA RIOJA</b>          | 2.941            | 1.890       |

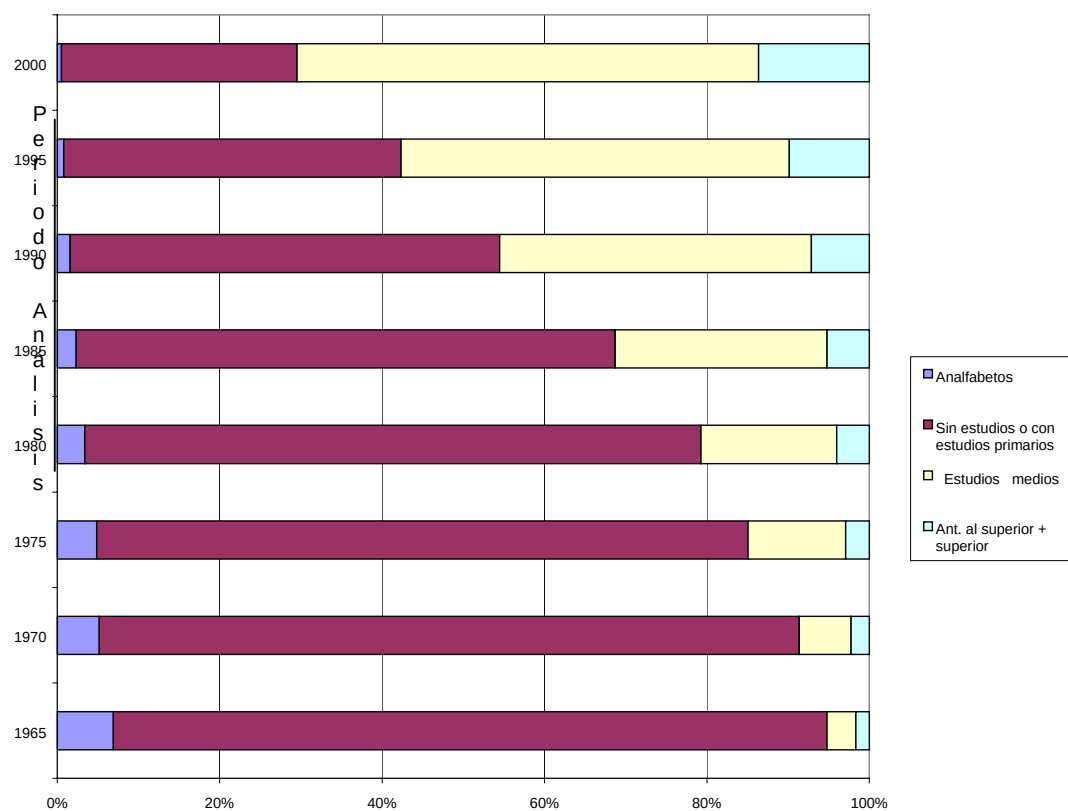
**Gráfico 1. Relación entre salarios y capital humano en las regiones españolas. EES95.**



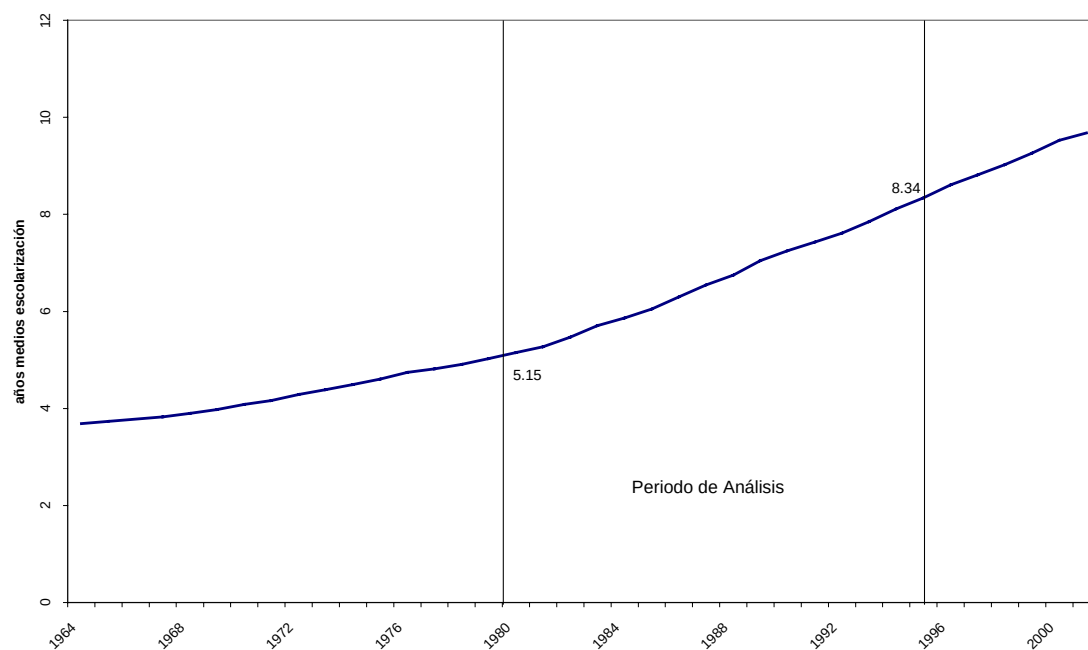
**Gráfico 2. Relación entre rendimiento y dotación de capital humano en las regiones españolas. EES95.**



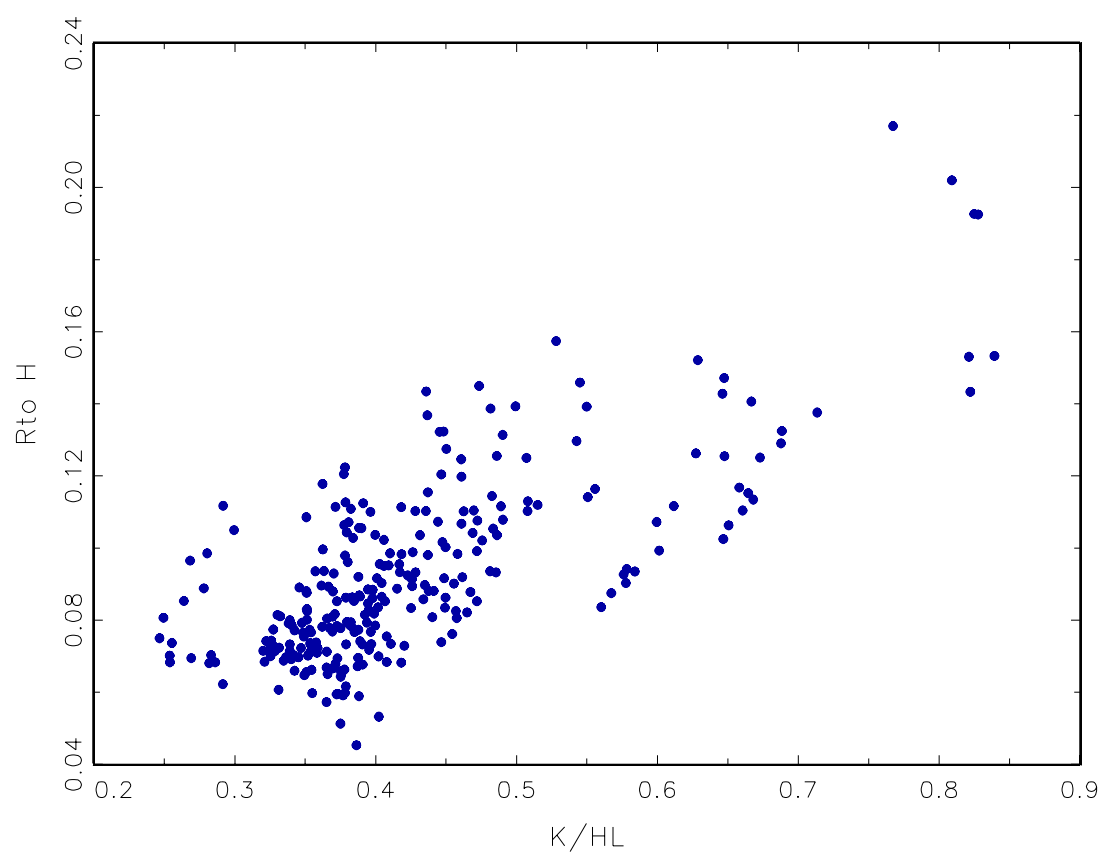
**Gráfico 3. Población ocupada por nivel de estudios en España**



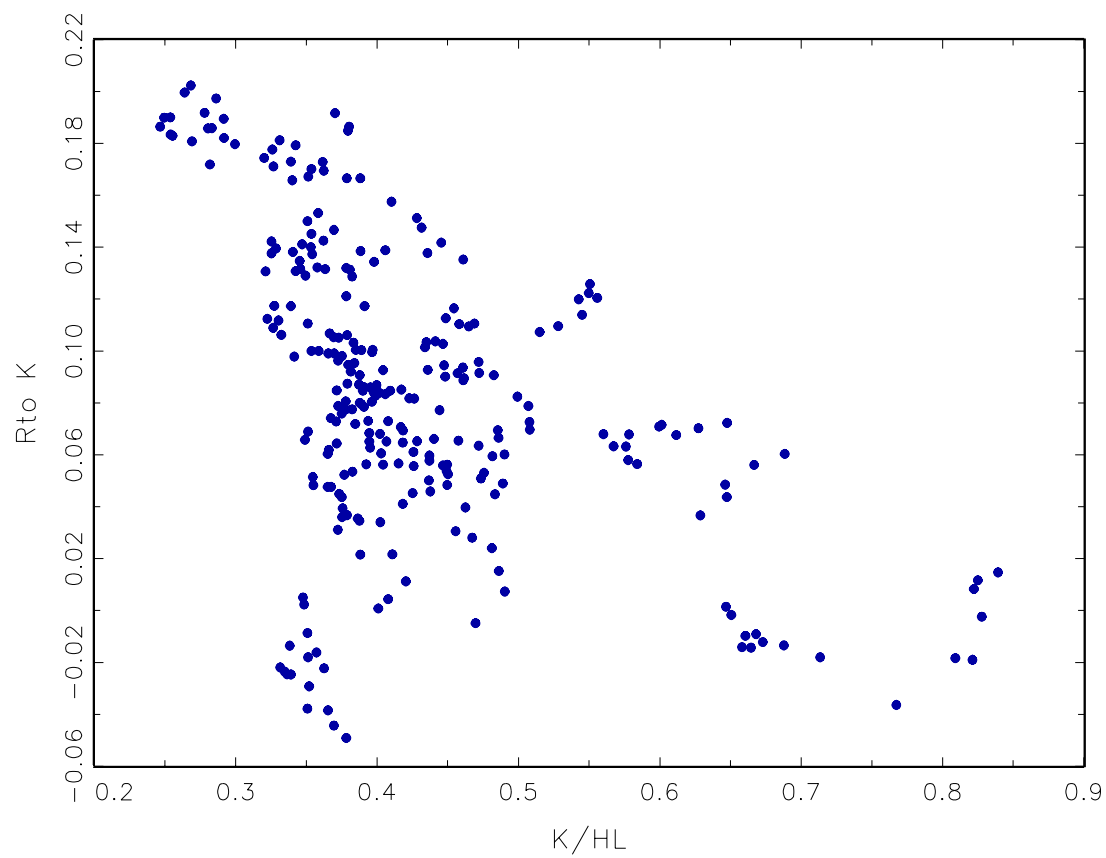
**Gráfico 4. Años de estudios medios de la población ocupada en España**



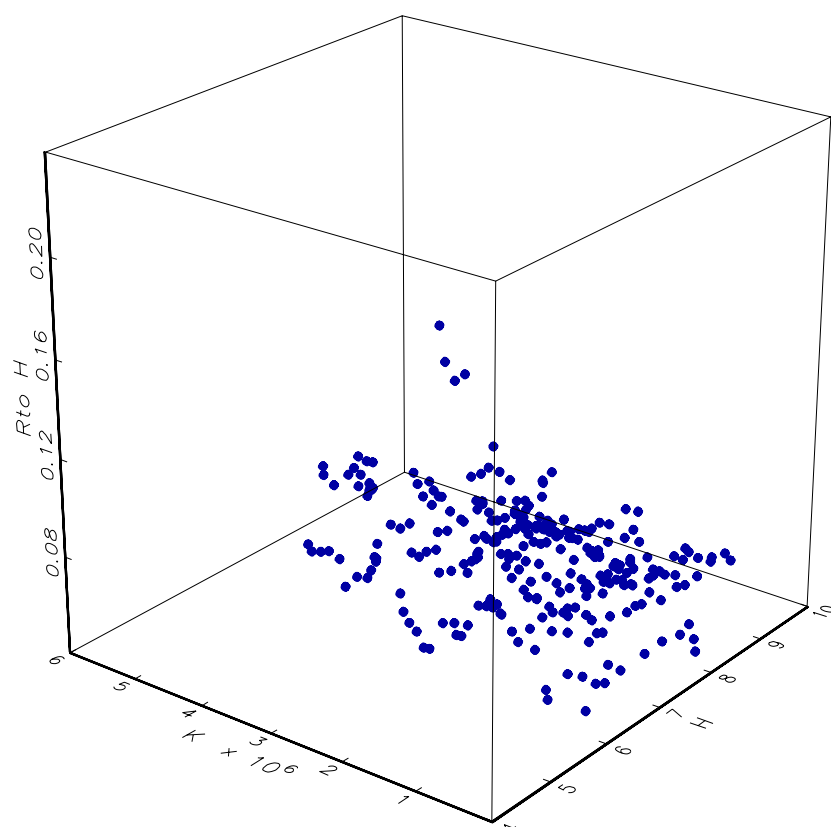
**Gráfico 6. Rendimiento del capital humano y ratio capital físico-capital humano**



**Gráfico 7. Rendimiento del capital físico y ratio capital físico-capital humano**



**Gráfico 8. Rendimiento del capital humano y stocks de capital físico y humano**



**Gráfico 9. Rendimiento del capital físico y stocks de capital físico y humano**

