

**CAPITAL HUMANO Y DESARROLLO ECONÓMICO
MUNDIAL: MODELOS ECONOMETRÍCOS Y
PERSPECTIVAS
NEIRA, Isabel***

Resumen: En este trabajo se presentan varios modelos econométricos con datos de panel internacionales, que ponen de manifiesto el importante impacto positivo y significativo que el capital humano tiene sobre el desarrollo económico, a través del efecto inversión y mediante otros efectos indirectos, e insistimos en la conveniencia de desarrollar políticas de cooperación internacional que impulsen la educación y el desarrollo a nivel mundial y en particular en los países en vías de desarrollo. Otros efectos de nivel y tasa se analizan en el trabajo complementario de Neira(2003).

Palabras clave: Modelos capital humano, educación y desarrollo económico, modelos econométricos de la función de producción, países de la OCDE.

Abstract: We present the estimation of several econometric models, with an international panel of countries, which show the important positive and significant impact that human capital has on economic development, through the investment effect and other indirect effects, and we insist upon the convenience of fostering international cooperation policies in order to support education and development World wide, and particularly in less developed countries. Other level and rate effects of education on economic development are analyses in a supplementary study by Neira(2003).

JEL classification: C5, C51, I2, J1, O1, O11, O57

Keywords: Models of human capital, education and economic development, production functions models, OECD countries.

* Isabel Neira, Profesora Titular de Econometría, Facultad de CC. Económicas y Empresariales, Universidad de Santiago de Compostela (España), e-mail: ineria@usc.es.

1.- Introducción.

El objetivo de este trabajo es analizar el papel que el capital humano ejerce en el crecimiento económico. Para ello comenzamos presentando una breve reseña del crecimiento económico mundial a lo largo del siglo XX. Los datos analizados a nivel de educación y PIB permiten constatar la existencia de una importante relación entre ambos factores, relación que se modeliza en los trabajos presentados en el apartado 3. Una vez situadas las principales investigaciones de crecimiento económico, tratamos de dar un paso más en el análisis, estudiando la relación existente entre el capital físico y humano. Dicho análisis se realiza a través de un modelo con datos de panel para los países de la OCDE; comparando los resultados con los obtenidos para Asia y América Latina. El trabajo finaliza con las principales conclusiones extraídas del mismo.

2.- Educación y crecimiento económico: evidencia empírica

Los países que han alcanzado los máximos niveles de educación en el siglo XX son también los que han tenido un puesto más destacado en su nivel de desarrollo económico, incluso en circunstancias de escasa dotación de recursos naturales en proporción a su territorio y/o a su población.

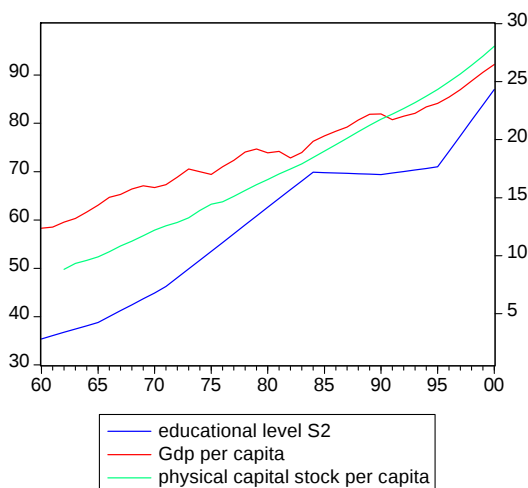
Entre estos países se encuentran Estados Unidos, Suiza, los países escandinavos y otros importantes países de la OCDE como Canadá, la mayoría de los de los 15 países de la Unión Europea (UE15), Australia y Japón.

Si examinamos la evolución comparada de los países de la OCDE vemos que los que antes han invertido en educación son los que han alcanzado en primer lugar los niveles más altos de desarrollo en los sectores de industria y servicios. En ese sentido destacan Estados Unidos, Suiza y los países del Norte de Europa.

En el gráfico 1 presentamos la evolución comparada de las variables PIB per capita, stock de capital per capita y nivel educativo

de la población en USA en el período 1960-2000. El indicador de nivel educativo en este gráfico es el porcentaje de población mayor de 25 años con estudios secundarios completos (PS2), medido en la escala de la izquierda, mientras que las otras dos variables están expresadas en dólares a precios constantes por habitante según la escala de la derecha. Se observa la evolución positiva de las tres variables.

Gráfico1. Evolución del PIB per capita, el Stock de Capital per capita y PS2 en USA, 1960-2000



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la OCDE

El estudio del papel de la educación sobre el desarrollo ha avanzado de forma importante en la segunda mitad del siglo XX, como ponen de manifiesto los estudios que analizamos en este trabajo, y que han seguido la siguiente evolución:

En la década de 1961-70, se publicaron algunos de los primeros trabajos importantes sobre la importancia de la educación en el desarrollo, como el famoso estudio, titulado *El factor residual y el progreso económico*, publicado por la OCDE en 1964, en el que se presenta uno de los trabajos más importantes de Denison y otras

contribuciones también de gran interés como la de Brown, Leicester y Pyatt.

Durante el período 1970-90 fueron pocos los trabajos publicados sobre este tema, debido a dificultades de disponibilidad de datos, destacando en este sentido algunos estudios econométricos como los realizados por Guisán(1976) y (1980) sobre los efectos del capital humano y otros factores en el desarrollo económico y el empleo en 23 países de la OCDE

Es a partir de 1990 cuando comienza un período de gran actividad en la publicación de estudios del capital humano que van poniendo de relieve la importancia esencial que la educación tiene sobre el desarrollo. En este sentido queremos destacar de forma especial a los estudios que exponemos en la sección 5, que suponen un avance importante al incorporar la relación entre capital humano y capital físico, como uno de los factores esenciales del proceso de dinamización del desarrollo.

Los países que han mantenido tasas de crecimiento de la natalidad por debajo de la tasa de crecimiento del PIB, han logrado en general importantes avances en sus niveles de renta per cápita, pero los países en los que el déficit educativo provocó excesivas tasas de natalidad generalizadas, han tenido crecimientos muy moderados de renta per cápita porque el importante crecimiento de la producción se ha visto contrarrestado por un crecimiento similar en muchos casos de la población.

La importancia de la educación sobre el crecimiento y el desarrollo económico y social es fundamental en varios sentidos: la generalización de los estudios primarios modera las tasas de natalidad y la generalización de los estudios secundarios incrementa la inversión y la producción por habitante, mientras que los estudios superiores tienen también otras importantes influencias positivas. En la sección tres de este trabajo se exponen algunos de los trabajos empíricos más importantes sobre el tema.

3.- Modelos de capital humano y crecimiento.

Desde los primeros trabajos de Adam Smith en los que ya se hablaba de educación como un elemento clave para el desarrollo de las economías, a su cuantificación por la teoría del capital humano y a la posterior universalización del concepto en los trabajos de crecimiento económico, hemos cambiado de siglo, de metodologías y de sistemas de trabajo. Lo que en un comienzo se considera de modo teórico se consigue modelizar a finales del siglo XX, gracias a los avances teóricos y fundamentalmente a las nuevas bases de datos disponibles. Todo ello ha dado lugar a que el capital humano se constituya como una línea de investigación propia y con un peso importante en las teorías del crecimiento económico.

Como ya se ha comentado, la recta final del siglo XX concluyó tratando de demostrar empíricamente lo que para la teoría del capital humano comenzó como un reto en la década de los setenta, la importancia que el capital humano ejerce sobre el crecimiento económico.

Este principio que a priori podría resultar claro, no lo fue tanto a nivel empírico en los modelos econométricos que trataron de cuantificar el crecimiento económico, problemas de significatividad de la variable capital humano en la función de producción¹ que a nuestro juicio pueden deberse entre otros a los siguientes factores:

- En los primeros modelos existían problemas de cuantificación de la variable capital humano (H), se incluía como proxy una variable flujo número de años de escolarización, tasas de matrícula y en algunos trabajos años de estudio de la población. Los trabajos de Barro y Lee a principios de los años noventa establecieron una nueva base de datos de stock de capital humano² que relanzó en gran medida los estudios empíricos sobre el tema y que presentaron ya a

¹ $Y_t = A K^\alpha L^\beta H^\gamma$

² A partir de la publicación de estos nuevos datos, la variable más utilizada en los trabajos empíricos ha sido el porcentaje de población activa con un determinado nivel de formación, primaria, secundaria o universitaria.

la variable capital humano como significativa en un importante número de trabajos.

- Solucionado el problema de la cuantificación, la principal dificultad a la que se enfrentan los nuevos modelos es a la interrelación existente entre capital físico y humano, ya que surge el doble papel del capital humano, por un lado como motor del crecimiento económico y por otro como elemento dinamizador de la tecnología. Este doble papel del capital humano supone que en muchos modelos, la variable capital humano no resulte significativa directamente sino a través de un efecto indirecto en la acumulación de tecnología.

- En la mayor parte de los trabajos realizados sobre el tema se ha encontrado una fuerte relación entre el capital físico y humano, un elevado grado de correlación entre las variables proxy tradicionalmente utilizadas en los modelos de capital humano, lo que desde el punto de vista econométrico supone altos niveles de multicolinealidad y por lo tanto problemas de significatividad de las variables. Es difícil por lo tanto la estimación de estos modelos, en los que se ha tratado de demostrar la significatividad de las variables, ignorando los problemas de especificación econométrica que invalidan en cierta medida muchos de los procesos realizados.

Todos estos factores plantearon cierto escepticismo en los primeros momentos de auge de la investigación del capital humano que con el tiempo, y debido a la mejor calidad de los datos, la introducción de nuevas técnicas econométricas y al mayor desarrollo de los modelos teóricos han supuesto la solución de muchos de los problemas anteriormente planteados.

En las tablas 1 ,2 y 3 se recogen los principales modelos econométricos que relacionan capital humano y crecimiento económico. La tabla 1 recoge los modelos en los que se plantea el capital humano como efecto nivel, es decir, de forma directa en la función de producción.

Tabla 1: Principales modelos empíricos de efectos de nivel

	BARRO (1991) Y (1997)	MANKIEW, ROMER Y WEILL (1992)	NONEMAN Y VANHOUDT (1996)
Muestra	80-100 países (1960-90)	98,75 y 22 países de la OCDE (1960-85)	22 países de la OCDE (1960-85)
Estimación	MCO, MC3E (VI), SURE, panel	MCO	MCO
Variable dependiente	Crecimiento PIB quinquenal	PIB por persona activa. Log de la diferencia PIB por persona activa (1960-85)	Log diferencia PIB por persona activa (1960-85)
Variables Explicativas	PIB, esperanza de vida y capital humano referidas al período inicial Comercio exterior, consumo gobierno, índice democracia.	PIB inicial, tasa de crecimiento de la población activa, Inversión como proporción del PIB.	Añade a MRW la media de los ratios de inversión en I+D en el PIB
Variable capital humano	Años de escolarización de la población activa. Años de escolarización de la población activa PIB	Porcentaje de población con estudios secundarios	Porcentaje de población con estudios secundarios
Conclusiones: Efecto del capital humano sobre el crecimiento económico	Positivo efecto del capital humano en el crecimiento Acelera el ratio de convergencia entre países	Efecto positivo del capital humano sobre el crecimiento económico y sobre el capital físico Ralentiza la velocidad de convergencia que se presenta en el modelo de Solow	El capital humano pierde parte de su influencia en el crecimiento en favor de la tecnología

Tabla 2: Principales modelos empíricos de efectos tasa

	ROMER (1990)	KYRIACOU (1991)	BENHABID Y SPIEGEL (1994)
Muestra	112 países (1960-85)	80, 39, 40 países (1965-85)	
Estimación	MCO, VI	MCO	MCO (Corrección de Withe)
Variable dependiente	Crecimiento PIB 1960-85	Tasas crecimiento PIB 70-85, 65-85	Incremento del Ingreso per capita
Variables Explicativas	PIB inicial, inversión como proporción del PIB, proporción del consumo del gobierno.	Incremento de K, L y H	Incremento de K, L y H Progreso tecnológico exógeno + endógeno (habilidad de cada país para innovar)
Variable capital humano	Tasas de alfabetización de la población	Años de escolarización de la población activa	Años de escolarización de la población activa
Conclusiones: Efecto del capital humano sobre el crecimiento económico	Efecto positivo de la educación Correlación entre el capital humano y el físico Efecto “catch-up” de la tecnología, en los países pobres esta podría desarrollarse más rápido lo que potencia la convergencia.	Efecto del capital humano a través del desarrollo de nuevas tecnologías Efecto umbral del capital humano, a partir de un determinado nivel es positivo para el crecimiento.	Efecto doble del capital humano, provoca una mayor innovación en el país y favorece la adopción de tecnología exterior.

Tabla 3. Capital humano y su relación con el capital físico.

	ROMER (1990)	BENHABID Y SPIEGEL (1994)	BARRO (1997)
Muestra	51 países 1960 /1985	40- 97 países 1965	80 -87países 65-74, 75-84, 85-89
Estimación	Variables Instrumentales (VI) Cross-section	MCO Cross-section	Ecuaciones simultáneas, MC3E y VI
Variable dependiente	Media de la Inversión (60-85) como proporción del PIB	Ratio de acumulación de capital	Media de los ratios de inversión para los 3 periodos
Variables Explicativas	% Inversiones gobierno PIB % Población escolarizada 1960 Cambio en la escolarización entre 1960-80 Consumo per capita de periódicos en 1960 Nº radios por 1000h en 1960 Dummy África y Latinoamérica	K, L stock de capital y empleo H: Número de años de escolarización de la población Variables ficticias para los países exportadores de petróleo, África y Latinoamérica. Tamaño de la clase media Inestabilidad política	PIB Años de escolarización secundaria y superior Tasas de fertilidad Expectativas de vida Índices democracia y cumplimiento de la ley Comercio exterior Consumo del gobierno Ratio de inflación Ficticias para África y Asia
Conclusiones: Efecto sobre el capital físico	Complementariedad entre el capital físico y el humano	Negativo efecto de K y L Positivo efecto del capital humano en la acumulación de capital físico.	Positivo efecto de las variables políticas y del capital humano a través de las expectativas de vida, (calidad educativa) Efecto no siempre significativo de la escolarización secundaria

La tabla 2 presenta aquellos modelos en los que el capital humano no presenta una relación directa con el crecimiento, sino que su influencia es indirecta a través de su relación con la acumulación de tecnología (efecto tasa) y, por último en la tabla 3 se plantean algunos modelos en los que se sugería la existencia de una interrelación entre capital físico y humano, de modo que este último podría contribuir a la acumulación de I+D y por lo tanto contribuir de este modo al crecimiento de las economías.

4.- Capital humano y capital físico.

En esta sección presentamos algunos modelos econométricos en los que el efecto de capital humano en el crecimiento se estudia a través de dos ecuaciones, una ecuación para la función de producción que recoge el efecto directo de la educación sobre la producción, y una ecuación que recoge el efecto del capital humano en la inversión, y que por lo tanto implica un efecto indirecto sobre la producción. Estos modelos se basan en trabajos anteriores como Guisán(1976), Guisán(1997 b), Guisán, Neira y Aguayo(198) y Neira (1998). La estimación se realiza para 19 países de la OCDE en el período 1965-90.

Efecto directo de la educación en la función de producción por habitante

Comenzaremos nuestro análisis de la relación del capital humano con el crecimiento económico a través del estudio de la tradicional función de producción Cobb-Douglas, de modo que en términos per capita y tomando logaritmos, la función a estimar sería:

$$(1) \log(\text{PIB}/\text{POB}) = a + \beta \log(\text{K}/\text{POB}) + \alpha \log(\text{L}/\text{POB}) + \gamma \log(\text{H}) + \delta \log(\text{POB})$$

El término de población que se anularía en caso de rendimientos constantes a escala, presenta en la estimación un coeficiente positivo pero muy bajo, por lo que su omisión apenas

altera los coeficientes de las demás variables. Dado que $\delta = \alpha + \beta - 1$, su valor positivo indica la existencia de rendimientos ligeramente crecientes a escala.

La omisión de la variable población se debe a los problemas que provoca en la estimación al contribuir al incremento de la multicolinealidad. También omitimos, para evitar un alto grado de multicolinealidad, la variable $\log(L/POB)$ la cual, aunque no tiene una fuerte relación lineal con las otras variables explicativas, mantiene un nivel de proporcionalidad bastante constante con el regresos ficticio.

Como los países tienen una tasa de empleo, en proporción a la población, bastante similar, lo que ocurre en muchos casos, el efecto de la exclusión de $\log(L/POB)$ afectaría sobre todo a la estimación de la ordenada en el origen (tanto en el caso de modelo con ordenada común como en el caso de modelos con efectos fijos), sin apenas sobreestimar los demás coeficientes.

El efecto de la exclusión de estas variables modifica ligeramente los parámetros y los coeficientes estimados de las variables no excluidas, como se demuestra en la sección 5.2 de GUIRÁN(1997), donde se analizan los efectos de la exclusión de un regresor relevante, pero en este caso apenas afecta a la bondad del ajuste.

La ecuación estimada es la siguiente:

$$(2) \quad \log(\text{PIBH}) = \beta_0 + \beta_1 \log(\text{KAPH}) + \beta_2 \log(\text{PS2}) + \varepsilon_t$$

siendo PIBH el PIB per capita en dólares de 1985 paridades de poder adquisitivo de SUMMERS y HESTON, KAPH el stock de capital per capita y en dólares de 1985 y PS2 el nivel educativo de la población, porcentaje de la población activa con nivel educativo equivalente a secundario de segundo ciclo completo o superior.

La estimación de la ecuación (2) supone un importante elemento de nuestro análisis, ya que si se confirma nuestra hipótesis de complementariedad entre el capital físico y humano, la estimación de la función de producción en estos términos no refleja adecuadamente el papel del capital humano sobre el PIB per capita, pues no incluye ese importante efecto indirecto.

El análisis de las variables capital físico y humano nos indican una fuerte relación entre ambas, ya que son los países con mayores niveles de capital físico y mayores tasas de crecimiento los que a su vez experimentan el mayor incremento en capital humano.

Los coeficientes de correlación entre ambas variables son superiores a 0.9 para la mayor parte de los países. Esta relación se constata de una manera clara en el análisis econométrico que presentamos a continuación.

En el caso de Suiza el nivel educativo es muy elevado, no sólo en función del valor de PS2 sino teniendo en cuenta además el alto nivel de gasto educativo por habitante y por alumno, y además parece que los datos disponibles sobrevaloran el valor de KAPH en términos de precios internacionales según paridades de poder de compra, ya que el valor de esta variable parece excesivo para su nivel de PIB por habitante.

Aunque Irlanda en el año 1990 presentaba, según estos datos, un valor de KAPH por debajo del esperado en función de su nivel educativo, hay que constatar con datos posteriores que dicho nivel subió en los años siguientes hasta situarse en el valor esperado en función de su nivel educativo. En todo caso el valor de esta variable en Irlanda parece subestimado en comparación con otros países, como España que tenían un nivel similar de PIB en dicho año. En el caso de Irlanda en el período 1980-2000 el importante impulso en su nivel educativo ha tenido unas consecuencias muy positivas para su desarrollo económico, como se ha puesto de manifiesto en diversos estudios.

Portugal, España y Grecia se encontraban claramente por debajo de la media de la OCDE en ambas variables y sería muy conveniente para estos tres países un incremento del nivel educativo medio de la población, y en especial en la proporción de ciudadanos con nivel equivalente a secundario de segundo ciclo completo.

Dicho incremento contribuiría a impulsar las transformaciones sociales que hacen a los países empresarialmente más dinámicos y a los gobiernos más receptivos a impulsar las iniciativas empresariales y sociales que contribuyen a aumentar las inversiones y actividades productivas.

Los gráficos 2 y 3 muestran la importante relación lineal existente entre el logaritmo neperiano del PIB por habitante y las variables explicativas de la ecuación (2). En dichos gráficos figuran conjuntamente los datos de 1965 y 1990.

Gráfico 2. Relación entre LPIBH y LKAPH en la OCDE

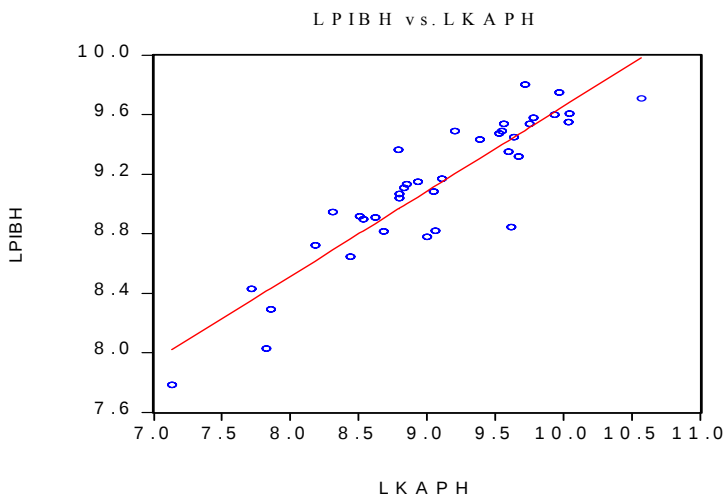
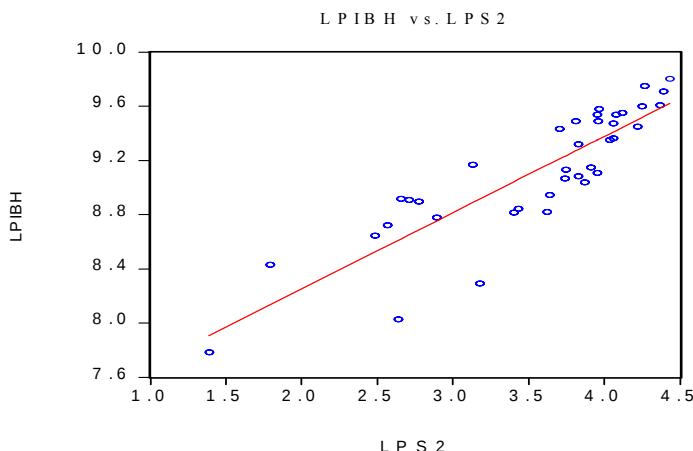


Gráfico 3. Relación entre LPIBH y LPS2 en la OCDE



La estimación de la relación (2) se realiza para 19 países de la OCDE, en los quinquenios comprendidos entre 1965-90, disponiendo por lo tanto de un panel de 6 años para 19 países.

La ordenada en el origen no aparece homogénea para el conjunto de la muestra, por lo que se ha procedido a la estimación del modelo teniendo en cuenta la posibilidad de un efecto diferente en la ordenada en el origen para cada país, recogido a través de la estimación del modelo de efectos fijos, obteniendo resultados que figuran en las tabla 4.

El modelo se estimó con la opción de efectos fijos, y por lo tanto considera la posible existencia de una ordenada en el origen diferente para cada país. Las iniciales corresponden a Estados Unidos (US) y a los códigos de Internet de otros 17 países de la OCDE: Canadá, Australia, Nueva Zelanda y 14 países europeos: Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Gran Bretaña, Grecia, Irlanda, Italia, Noruega, Portugal, Suecia y Suiza.

Tabla 4. Estimación de la función de producción por habitante

Variables explicativas	Intercepto: efectos fijos
	Coefficients
C	
LOG(KAPH)	0.545719 (0.022366)
LOG(PS2)	0.070636 (0.022325)
R ²	0.999872

Nota: Efectos fijos: CA 4,07; US 4,20; AU 3,94; NZ 3,90; AT 3,94; BE 3,91; DK 3,91; ES 4,01; FI 3,71; FR 4,02; UK 4,12; GR 3,61; IE 3,85; IT 3,98; NO 3,62; PT 3,89; SE 3,93; CH: 3,69.

La presencia de efectos fijos en la estimación no altera los resultados de la misma de forma importante, aunque eleva la bondad del ajuste y la elasticidad del PIB respecto a KAPH, y disminuye la elasticidad respecto al efecto directo del capital humano.

El análisis de la homocedasticidad en la muestra realizado a través del test LM y LR parecen indicar la presencia de heterocedasticidad en la misma, sin embargo el elevado valor que ambos presentan se debe fundamentalmente a Noruega cuya SCE es muy superior a la media, de modo que si se excluyese este país de la muestra el test LM nos llevaría a aceptar la hipótesis nula de homocedasticidad. No obstante, para corregir este problema se ha reestimado el modelo considerando ponderaciones en la varianza diferentes para cada uno de ellos.

Los resultados de la estimación apenas varían al corregir la heterocedasticidad, aunque la elasticidad del capital humano desciende en relación a la estimación anterior. Tanto la bondad de ajuste del modelo como los demás elementos de la estimación no experimentan sin embargo cambios importantes.

Los resultados de la estimación de la función de producción en términos per capita, indican una elevada elasticidad del PIB

respecto al capital físico, siendo la elasticidad del capital humano mucho más baja.

Estos resultados sin embargo no tienen en cuenta, como antes hemos señalado la interrelación entre ambos factores, ya que si nuestra hipótesis es correcta, la inclusión del capital físico en la función de producción llevaría implícitamente parte del papel del capital humano.

Por lo tanto el capital humano podría tener un doble efecto sobre el PIB per capita, que no vendría dado tan solo por su interrelación con el I+D como tradicionalmente se ha indicado, sino a través del stock de capital físico.

Además de estos efectos la educación influye en el aumento de la productividad del trabajo. El hecho de que la educación eleve simultáneamente la productividad media y la productividad marginal, hace que el enfoque directo minusvalore el verdadero papel que la educación tiene sobre el crecimiento del PIB.

Efecto indirecto a través de la relación con el capital físico

Siguiendo la línea de los trabajos de ROMER o BARRO, y según lo expuesto en el apartado anterior, y teniendo en cuenta la correlación existente entre el capital físico y humano, puesta también de manifiesto en Guisán(1997) y en Neira y Guisán(y en Guisán y Neira(2006), hemos analizado para los países de la OCDE la complementariedad de ambos factores.

Para ello tratamos de explicar el capital por habitante en los diecinueve países analizados a través de su relación con el capital humano, ya que si éste es capaz de explicar una parte importante del capital físico, la inclusión de ambas variables en una función de producción estaría subestimando el papel del capital humano, tal y como hemos venido señalando durante todo el trabajo, puesto que una parte de su efecto vendría dada a través del propio capital físico.

La variable dependiente, el stock de capital físico per cápita, es la variable KAPH de la base de datos de SUMMERS y HESTON (1991), que es una estimación del stock de capital no residencial per capita, a precios internacionales de 1985.

La serie de capital humano, porcentaje de población activa que ha alcanzado educación secundaria de segundo ciclo completa o superior, PS2, procede de los datos de BARRO y LEE(1993) en los quinquenios comprendidos entre 1965-90, corregida a través de los datos que nos suministra la OCDE para 1990.

Las ecuaciones estimadas con los datos de panel, quinquenales o anuales, de 19 países de la OCDE en el período 1965-90 son las siguientes:

$$(3) \quad KAPH = \beta_1 PIBH(-5) + \beta_2 PS2 + \varepsilon_t$$

$$(4) \quad KAPH = \beta_1 KAPH(-5) + \beta_2 PS2 + \varepsilon_t$$

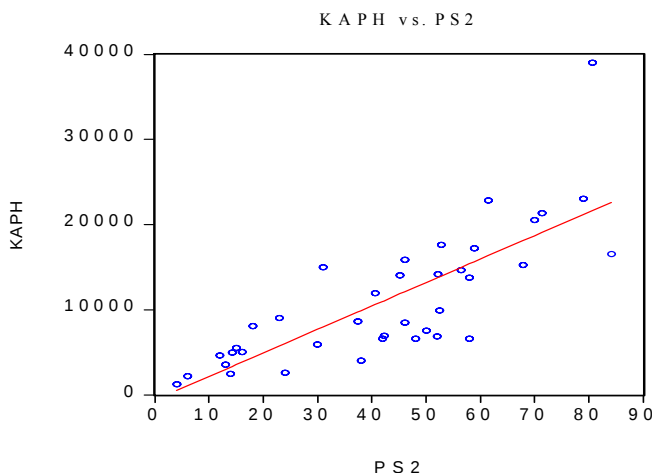
El nivel educativo sería un factor favorable para el crecimiento del capital, por lo tanto se espera un signo positivo para esta variable en la estimación.

La variable PIBH(-5) representa el nivel de riqueza inicial del país, y KAPH(-5) el nivel de stock inicial de capital por habitante.

El gráfico 4 muestra la importante relación lineal existente entre KAPH y la variable PS2. Al igual que en los gráficos anteriores, los datos corresponden a los 19 países de la OCDE de las tablas 5 y 6, en los años 1965 y 1990.

No se trata de una relación casual que afecte únicamente a los países de la OCDE, sino que dicha relación tiene explicaciones causales, y afecta igualmente a otras comparaciones internacionales, como las realizadas en Guisan (1997 b) y otros estudios.

Gráfico 4. Relación lineal entre KAPH y PS2



En el gráfico 4 podemos observar la elevada correlación existente entre el capital físico y humano en la OCDE. Con la excepción de Suiza, que presenta unos niveles de KAPH más elevado que el de la recta, los demás países se sitúan entorno a los valores esperados. El caso de Suiza se debe posiblemente a una sobrevaloración de los datos de esta variable, como hemos mencionado anteriormente.

Hemos realizado una primera estimación de panel, con 19 países y 6 años para cada uno de ellos, por lo que el primer problema a analizar es la estabilidad de los parámetros, ya que al realizar la estimación para el conjunto de la muestra estamos suponiendo igualdad en sus coeficientes.

La tabla 5 presenta los resultados de la estimación por MCG, corrigiendo la heterocedasticidad, de la ecuación (3), y la estimación por MCO de la ecuación (4), con datos del panel quinquenal de 19 países de la OCDE en el período 1965-90.

Tabla 5. Estimaciones con panel quinquenal del modelo de KAPH en la OCDE, en el período 1965-90

Variable dependiente KAPH Sample: 1965 1970 1975 1980 1985 1990 Total panel observaciones 114		
Explanatory Variables	MCG (3)	MCO (4)
	Coefficients Error Std.	Coefficients Error Std.
PIBH(-5)	0.932077 (0.050242)	—
KAPH(-5)	—	1.124551 (0.024004)
PS2	58.12081 (9.948935)	12.14127 (5.285207)
R ²	0.968815	0.977314

Nota: Los términos entre paréntesis son las desviaciones típicas estimadas, o errores standard. La primera columna de estimadores corresponde a la estimación MCG de (3) y la segunda a la MCO de (4).

El nivel inicial de renta por habitante, medido por la variable PIBH retardada 5 años, tiene un impacto positivo y significativo sobre KAPH, lo que puede deberse a que está muy correlacionada con el capital inicial.

El capital inicial ejerce un efecto positivo y significativo sobre el stock de capital del siguiente quinquenio, al igual que sucede con el capital humano.

Además de las estimaciones realizadas para la OCDE, se han realizado estimaciones con datos quinquenales de 5 países asiáticos (Japón, Corea del Sur, Tailandia, Taiwán y Hong-Kong), y con 10 países latinoamericanos (en el período 1970-90, confirman tanto el impacto directo del nivel educativo sobre la función de producción por habitante como el importante efecto indirecto que la educación

tiene sobre el PIB por habitante, por su impacto positivo y significativo en el incremento del capital físico por habitante.

La tabla 6 presenta una comparación de los estimadores MCG de la relación (4) en los paneles quinquenales de países Asia y Latinoamérica en el período 1970-90, junto con los resultados de la estimación MCO de dicha relación con el panel quinquenal de 19 países de la OCDE en el período 1965-90 de la tabla 9.

Tabla 6. Comparación de la estimación de (4)

Muestra	KAPH(-5)	PS2	t_1	t_2
OCDE	1.1246	12.1413	46.86	2.30
Asia	1.2118	19.3602	23.52	3.33
Latinoamérica	1.0205	11.1744	20.97	2.09

Nota: Los estadísticos t_1 y t_2 corresponden a los coeficientes de ambas variables.

Los estadísticos t_1 y t_2 permitieron en todos los casos rechazar la hipótesis de nulidad de los coeficientes correspondientes a las variables KAPH(-5) y PS2, y por lo tanto los resultados de las estimaciones confirman el efecto positivo y significativo tanto del stock de capital inicial, como del capital humano sobre el stock de capital disponible.

Se observa un coeficiente del nivel educativo muy similar en Latinoamérica y en la OCDE, y superior en el caso de los países asiáticos. El coeficiente de KAPH(-5) difiere bastante en los 3 casos, e indica que, en ausencia de incrementos en el nivel educativo, el valor de KAPH en Latinoamérica sólo se incrementó, en promedio, un 2.05% cada 5 años, en la OCDE un 12% por quinquenio, y en los países de Asia un 21%.

Por último presentamos una estimación con datos cross-section de 1990 para los 19 países de la OCDE, de las siguientes relaciones:

$$(5) \quad KAPH_{i,90} = \beta_{0i} + \beta_1 PS2_{i,65} + \beta_2 D(PS2) + \varepsilon_t$$

$$6) \quad KAPH_{i,90} = \beta_{0i} + \beta_1 KAPH_{i,65} + \beta_2 D(PS2) + \varepsilon_t$$

En la relación (5) el stock de capital por habitante en el año 1990, a precios constantes, se relaciona con el nivel educativo inicial en 1965, y con el incremento de la variable PS2 durante el período 1965-90.

En la relación (6) el stock de capital por habitante en el año 90 se relaciona con el nivel inicial de ésta variable en 1965 y con el incremento de PS2 durante el período 1965-90.

En ambos casos la ordenada en el origen se indica como no homogénea para todos los países pues existen algunos países que se apartan de la ordenada común.

En el caso de la estimación de la relación (5) hemos incluido una ordenada común y una variable ficticia DSI para recoger el efecto diferencial de Suiza, posiblemente debido a una sobreestimación de su capital físico.

En el caso de la relación (6) no hemos incluido ordenada en el origen, por tener un valor casi nulo, y hemos incluido una ficticia multiplicativa para tener en cuenta la diferencia entre el coeficiente de KAPH65 en Noruega respecto al coeficiente de regresión común de ésta variable.

La variable DNOKAPH65 es el producto de la ficticia DNO, que toma el valor uno en el caso de Noruega y cero en los demás países, por KAPH65. Esta variable se incluye para tener en cuenta los efectos de la posible sobrevaloración del capital de Noruega en 1965.

Tabla 7. Estimación de la relación (5)

Dependent Variable: KAPH90

Method: Least Squares

Included observations: 19

White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1545.499	2069.876	0.746663	0.4668
PS265	236.5856	47.82158	4.947256	0.0002
DPS2	249.9961	57.51364	4.346727	0.0006
DSI	17891.70	1628.332	10.98774	0.0000
R-squared	0.847144	Mean dependent var		15872.47
Adjusted R-squared	0.816573	S.D. dependent var		7648.257
S.E. of regression	3275.622	Akaike info criterion		19.21107
Sum squared resid	1.61E+08	Schwarz criterion		19.40990
Log likelihood	-178.5051	F-statistic		27.71060
Durbin-Watson stat	1.735968	Prob(F-statistic)		0.000002

Tabla 8. Estimación de la relación (6)

Dependent Variable: KAPH90

Method: Least Squares

Included observations: 19

White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
KAPH65	2.181514	0.080324	27.15884	0.0000
DPS2	116.2813	24.40874	4.763922	0.0002
DNOKAPH	-0.662176	0.035331	-18.74186	0.0000
R-squared	0.957161	Mean dependent var		15872.47
Adjusted R-squared	0.951806	S.D. dependent var		7648.257
S.E. of regression	1679.036	Akaike info criterion		17.83377
Sum squared resid	45106578	Schwarz criterion		17.98289
Log likelihood	-166.4208	Durbin-Watson stat		1.653632

Los modelos (5) y (6) también ponen de manifiesto el importante efecto que el nivel educativo tiene sobre la dinámica del ahorro, de la inversión, y de las políticas económicas y sociales que favorecen un ambiente propicio para aumentar el capital por habitante. También lógicamente están reflejando el importante efecto que la educación tiene en la moderación de las tasas de natalidad, lo que contribuye que, ante un incremento similar de capital total, en términos per cápita el incremento sea mayor si el crecimiento de la población es moderado que si es excesivo.

Son varias las formas de impacto del capital humano sobre el incremento del capital físico por habitante, con el consiguiente efecto positivo que indirectamente tiene sobre el desarrollo económico, la productividad del trabajo y los salarios. En este sentido es importante destacar la aportación de Guisán, Aguayo y Expósito(2001) al analizar el importante efecto que el incremento del nivel educativo tiene sobre la moderación del crecimiento natural de la población en un modelo econométrico de 98 países. En los países en vías de desarrollo ese efecto de moderación demográfica es en general el que más contribuye a impulsar el incremento del capital físico por habitante.

En etapas sucesivas del desarrollo el capital humano también contribuye al incrementar la productividad y la renta por habitante a que se pueda mantener un crecimiento sostenido del capital físico por habitante, y además la educación influye también en el desarrollo de otros factores sobre el gasto en investigación (I+D), la calidad del sector público, y otros aspectos relevantes del capital humano y del capital social, contribuyendo no sólo a incrementar el PIB por habitante sino también la calidad de vida en otros aspectos socio-económicos de gran relevancia.

5.- Conclusiones.

El análisis de los datos económicos, permite concluir que los países que han alcanzado los máximos niveles de educación en el siglo XX son también los que han tenido un puesto más destacado en

su nivel de desarrollo económico, incluso en circunstancias de escasa dotación de recursos naturales en proporción a su territorio y/o a su población.

Entre estos países se encuentran Estados Unidos, Suiza, los países escandinavos y otros importantes países de la OCDE como Canadá, la mayoría de los de los 15 países de la Unión Europea (UE15), Australia y Japón.

Los modelos econométricos analizados permiten extraer como conclusión la positiva relación del capital humano y del PIB per cápita, aunque han existido problemas en la estimación de los mismos que podrían resumirse en:

- En los primeros modelos existían problemas de cuantificación de la variable capital humano (H), se incluía como proxy una variable flujo, en lugar de un stock.

- La interrelación existente entre capital físico y humano, ya que surge el doble papel del capital humano, por un lado como motor del crecimiento económico y por otro como elemento dinamizador de la tecnología.

- Un elevado grado de correlación entre las variables proxy tradicionalmente utilizadas en los modelos de capital humano, lo que desde el punto de vista econométrico supone altos niveles de multicolinealidad y por lo tanto problemas de significatividad de las variables.

Los modelos desarrollados en este trabajo, tanto para la OCDE, como para Asia y Latino América, señalan ese doble papel del capital humano. Por una parte como elemento clave en el desarrollo del PIB, pero que a su vez influye a través de la tecnología. Se solucionan por lo tanto los problemas de significatividad, ya que su efecto es doblemente significativo.

Referencias bibliográficas

Arranz, M.; Freire, M.J, Guisán, M.C., (2001) “Un análisis internacional de las relaciones de la educación, el crecimiento económico y el empleo. Referencia espacial a América Latina”, *Investigación Económica*, Vol. LXI, N.235, pp. 45-64, México.

Barro, R And Lee, Jong-Wha (1993) “International comparisons of educational attainment” *Journal of Monetary Economics*, vol 32, pgs 363-394.

Barro, R And Lee, Jong-Wha (1996) “International Measures of Schooling Year and Schooling Quality” *American Economic Review. Papers and Proceedings*. N° 86 (may) pgs 218-223.

Barro, R. (1997) *Determinants of Economic Growth*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

Benhabid,j. Spiegel, M (1994)”The role of human capital in economic development. Evidence from agregate cross-country data” *Journal of Monetary Economics*, nº 34, pgs 143-173.

Blaug, M. (1970) *Introduction to the economics of education*. Harmondsworth: Penguin Books.

Brown, A., Leicester, C.; Pyatt,G.(1964). “Production, main-d’oeuvre et qualification de la main-d’oeuvre dans le Royaume-Uni de 1948 a 1970”. En OCDE(1964): *Le facteur residual et le progrès economique*. OCDE, Paris, pp.269-292.

De La Fuente, and Domeneq (2006) ”Human Capital in Growth Regressions: How Much Difference Does Data Quality Make?” *Journal of the European Economic Association* Vol. 4-1, Pages 1-36

Denison, E. (1967). *Why growth rates differ (postwar experience in nine western countries)*. Con la colaboración de J-P Poullier. The Brookings Institution, Washington.

Denison, E. (1980) "The contribution of capital to economic growth" *The American Economic Review*, vol 70, nº2 , pgs 221-231.

Engelbrecht, H. (1997) "International R&D spillovers, human capital and productivity in OECD economies: an empirical investigation" *European Economic Review*, nº 41, pgs 1479-1488.

Cancelo, M.T., Guisan, M.C. and Frias, I.(2001). "Supply and Demand of Manufacturing Output in OECD Countries: Econometric Models and Specification Tests". *Applied Econometrics and International Development* Vol. 1-2, pp.7-42.¹

Guisán, M.C. (1976a) "La heterogeneidad del factor trabajo y la función agregada de producción. Un análisis teórico y empírico" *Revista española de economía*, septiembre-diciembre, pp.247-256.

Guisán, M.C. (1976b) "Nivel educativo de la población activa y evolución del empleo en España" *Económicas y empresariales*, revista de la UNED, pp. 140-149.

Guisan, M.C. (1980). "Forecasting Employment through an International Cobb-Douglas Function", 4th *Econometric Society World Congress*, ESWC, Aix-en-Provence.

Guisán, M.C.(1997a). *Econometría*. Mc-Graw Hill Interamericana. Madrid.

Guisan, M.C.(1997b) "Economic growth and education: a new international policy", 22nd Society for International Development World Conference. Working paper *Economic Development* n.18, free .¹

Guisan, M.C.(2004). "Education, Research and Manufacturing in EU25: An Inter-Sectoral Econometric Model of 151 European Regions, 1995-2000", *Regional and Sectoral Economic Studies*, Vol. 4-2.¹

Guisan, M.C., Aguayo, E. and Exposito, P.(2001a). “Economic Growth and Cycles: Cross-country Models of Education, Industry and Fertility and International Comparisons”. *Applied Econometrics and International Development*, Vol.1-1, pp.9-37.¹

Guisan, M.C., Aguayo, E. and Exposito, P.(2001b). “Education and World Development in 1900-1999. A General View and Challenges for the Near Future”. *Applied Econometrics and International Development* Vol. 1-1, pp.101-110.¹

Guisan, M.C. and Cancelo, M. T. (2001). “Economic Development in OECD countries during the 20th century”. Working Paper of the Series *Economic Development*, n.49, free downloadable¹.

Guisan, M.C. and Cancelo, M.T. and (2002). Econometric Models of Foreign Trade in OECD Countries. *Applied Econometrics and International Development* Vol. 2-2, pp. 65-81.¹

Guisán, M.C., Cancelo, M.T., Aguayo, E. y Díaz, M.R.(2001). “Educación, investigación y desarrollo regional”, Capítulo 4 del libro

Guisan, M. C., and Frías, I. (1997) “Economic growth and social welfare in the European regions” . Documento de la serie *Economic Development* n.9, free downloadable.¹

Guisán, M.C. y Neira, I.(2006). “Función de producción: relacion con el empleo, el salario, el capital humano y el capital físico”, Documento de la serie *Economic Development* n.91, free.¹

Guisán, M.C. Neira, I., y Aguayo, E.(1998). “Capital humano y capital físico en la OCDE, su importancia en el crecimiento económico en el periodo 1965-90”. Documento de la serie *Economic Development*, n.26.¹

Kyriacou (1991) “Level and Growth Effects of Human Capital : a Cross-Contry Study” *Economic Journal* n° 49, pgs 783-792.

Lee, D.W. and Lee, T.H. (1995) “ Human capital and economic growth. Test based on the international evaluation of educational achievement” *Economic Letters*, N° 47, pgs 219-225.

Maddison, A.(1989). *L’ économie mondiale au 20e siècle*. OCDE. París.

Maddison, A.(2001). *The World Economy. A millennial Perspective*. Development Centre Studies. OECD, Paris.

Neira, I. Guisán, M.C. (2001) “Educación y crecimiento: una perspectiva mundial 1960-99”. *Estudios Económicos de Desarrollo Internacional*, Vol. 1-1, pp. 9-35.¹

Neira, I. (2003). Modelos de Capital Humano: Principales enfoques y evidencia empírica. Documento *Economic Development* n.64, free.¹

Neira, I. Guisán, M.C. (2002). “Modelos econométricos de capital humano y crecimiento económico: Efecto Inversión y otros efectos indirectos”, Documento *Economic Development* n.61, free.¹

OCDE (1995a) *OECD Education statistics, 1985-1992*. París.

OCDE (1995-2000) *Education at a glance*. OCDE Indicators. París.

Oroval, E., Escardíbul, J. (1998) “Aproximaciones a la relación entre educación y crecimiento económico. Revisión y estado actual de la cuestión”. Hacienda Pública Española, monográfico, pgs 49-60.

Summer and Heston, A. (1991) " The Penn World Table (mark 5): and expanded set of international comparisons, 1950-1988." *The Quarterly Journal of Economics*", May 1991, pgs327-367

¹Available at <http://www.usc.es/economet/ea.htm>