

# 57

---

## **Calidad educativa y crecimiento económico en los países desarrollados: una evidencia a través de *PISA***

Natalia Ospina Plaza

Gregorio Giménez Esteban

Jaime Sanaú Villarroya

*Departamento de Estructura e Historia Económica y Economía Pública*

*Universidad de Zaragoza*

[nospina11@gmail.com](mailto:nospina11@gmail.com)



# **Calidad educativa y crecimiento económico en los países desarrollados: una evidencia a través de *PISA***

Natalia Ospina Plaza

Gregorio Giménez Esteban

Jaime Sanaú Villarroya

*Departamento de Estructura e Historia Económica y Economía Pública*

*Universidad de Zaragoza*

[nospina11@gmail.com](mailto:nospina11@gmail.com) .

La relación entre la inversión en educación y el crecimiento económico ha suscitado el interés de los economistas desde hace décadas. La contabilidad de crecimiento y los modelos, tanto neoclásicos como endógenos, han tratado de explicar y cuantificar la influencia directa del capital humano sobre el crecimiento, a través de la función de producción, y el efecto que ejerce en variables como la innovación.

Este trabajo se aproxima a dos líneas de investigación de la reciente literatura de capital humano. En primer lugar, a la medición del capital humano a través de indicadores que recojan un concepto más amplio que el de los meros años de educación formal, como los indicadores basados en la calidad formativa, y a la cuantificación de su influencia sobre el crecimiento [Hanushek y Kimko (2000)]. Y, en segundo lugar, a la capacidad explicativa porque educación una vez alcanzados ciertos estadios de desarrollo, la educación presenta rendimientos decrecientes [Krueger y Lindahl (2001)].

En este contexto, y mediante técnicas econométricas de datos de panel, se profundiza en la relación entre capital humano y crecimiento, considerando los resultados de las pruebas de *PISA* y estimando el modelo neoclásico ampliado con capital humano de Mankiw *et al.* (1992).

## **1 Introducción**

La relación entre la inversión en educación y el crecimiento económico ha suscitado el interés de los economistas desde hace décadas. Durante la segunda mitad del siglo XX, la contabilidad de crecimiento y los modelos, tanto de índole neoclásica como los endógenos de primera y segunda generación, han explicado y cuantificado la influencia directa del capital humano sobre el crecimiento y el efecto que ejerce en variables como la innovación.

Este trabajo se adentra en esta línea de la literatura presentando como principal novedad un indicador de capital humano que combina la educación formal con la calidad formativa. La

estimación del modelo de Mankin *et al.* (1992) con datos de una amplia muestra de países correspondientes a los años 2000, 2003 y 2006 permite concluir que el indicador propuesto explica mejor el crecimiento de la renta *per cápita* que los indicadores que sólo atienden a la educación formal.

La constatación de este mayor poder explicativo anima a incorporar a la investigación empírica indicadores de capital humano multidimensionales, que tengan en cuenta aspectos cuantitativos y cualitativos.

El trabajo se estructura en cuatro apartados. A continuación, se repasa la definición y medición del capital humano. Posteriormente, se presentan el modelo de Mankin *et al.* (1992), que incorporó el capital humano al modelo de Solow. El apartado tercero recoge los detalles de la muestra utilizada y los resultados de la aplicación empírica realizada. Cierra el estudio un breve apartado de conclusiones.

## **2 Definición y medición de capital humano**

En la literatura económica se encuentran múltiples referencias al capital humano como un factor que ha podido jugar recientemente un papel más relevante que el capital físico en el crecimiento del ingreso *per cápita* de determinadas economías. Sin embargo, el valor de esta contribución ha sido objeto de discusión desde años.

Antes de adentrarse en los efectos del capital humano en el crecimiento, se debe concretar qué se entiende por tal. Las múltiples investigaciones sobre el tema llevadas a cabo coinciden al afirmar que Adam Smith fue el primer economista que destacó la importancia de la inversión en capital humano cuando explicó que la productividad de un individuo y, por ende, su ingreso futuro dependen de unas habilidades y conocimientos que se adquieren y se implementan en el trabajo.

En la segunda mitad de la pasada centuria, economistas como Schultz (1961), Becker (1962) y Mincer (1974) desarrollaron teorías sobre el capital humano, relacionando la inversión en este recurso con el crecimiento y la equidad. Una distribución equitativa de la educación, la salud y otros factores que afectan al capital humano conduce a una distribución más equitativa del ingreso.

De estas investigaciones puede destacarse que el capital humano se adquiere a través de vías tangibles e intangibles como la salud, la educación formal o la experiencia, que no sólo contribuyen a mejorar la productividad sino que condicionan la vida de las personas. Schultz (1961) indicó que la principal fuente de capital humano es la educación; sin embargo, lo consideró desde un punto de vista más bien “moral”, como formación de ciudadanos y no como la mera acumulación de un capital productivo más. Desde el punto de vista del análisis empírico, ha de resaltarse que el capital humano –al igual que el capital físico– se desarrolla a lo largo de un dilatado período temporal en el que se realizan inversiones, se acumulan beneficios y se incurre en costes de oportunidad.

Siguiendo el cariz moral señalado por Schultz, la OCDE definió al capital humano como “the knowledge, skills, competencies and attributes embodied in individuals that facilitate the creation of personal, social and economic well-being”<sup>1</sup>. Obsérvese que destaca al individuo como poseedor del capital.

Por lo que respecta a su medición, suele aceptarse que el capital humano depende de una suma de *factores* como la salud, las habilidades y conocimientos, que se obtienen tanto a través de la educación formal como de las experiencias acumuladas. Su cuantificación conlleva al menos dos dificultades. De una parte, cuando se mide el capital humano no siempre se aprecian las calidades que presentan los distintos factores que lo integran. Y de otra, se considera el capital humano como algo intangible y, por lo tanto, su *stock* no es directamente observable sino que se aproxima.

De ahí que hayan surgido diferentes metodologías para el cálculo del capital humano. Entre las más comunes, cabe referirse a los métodos *cost-based*, *income-based* y *educational stock-based*<sup>2</sup>.

El método *cost-based* mide el coste de la inversión en capital humano, es decir, agrega los costes del proceso de adquisición de capital humano (incluyendo, por ejemplo, el coste de criar y educar a una persona)<sup>3</sup>. Entre los trabajos que emplean este método están los de Kendrick (1976) y Eisner (1985).

El método *income-based* mide el capital humano a través de las diferencias en los ingresos adquiridos por el trabajo. Se supone que éstos dependen de la educación, la experiencia y la salud. En consecuencia, las diferencias en los ingresos de los trabajadores se explican por las distintas valoraciones que el mercado laboral da a su capital humano.

Entre los trabajos que presentan este tipo de medición, se encuentra Krueger (1968), que clasificó a los trabajadores de 21 países según su nivel educativo, edad y su pertenencia al sector rural o urbano. Para comparar tanto entre países como dentro de ellos, este autor supuso que dos trabajadores del mismo grupo ofertan el mismo *input* capital humano. El capital humano de cada país se calculó ponderando los *inputs* de diferentes grupos de trabajadores por el promedio de ingresos laborales en los Estados Unidos. Mulligan y Sala-i-Martin (1997), observando cómo evolucionaba en el tiempo el capital humano de los distintos estados norteamericanos, concluyeron que un trabajador sin estudios ofrecía el mismo *input* capital humano sin importar ni el estado ni el año. De ahí, que admitiesen que las diferencias en el capital humano son proporcionales a la divergencia en sus ingresos.

---

<sup>1</sup> Vid. OECD (2001, p.18)

<sup>2</sup> Vid. Le, Gibson y Oxley (2003, p.273)

<sup>3</sup> Le, Gibson y Oxley, 2003 (p.296)

El método *educational stock-based* emplea el *stock* de educación para medir el capital humano. Este método es el más utilizado en los trabajos empíricos y las medidas más comunes son las tasas de alfabetización, las tasas de matriculación y los años medios de estudio.

Los primeros esfuerzos dedicados a cuantificar el capital humano pretendieron explicar la heterogeneidad del mercado laboral. Este tipo de consideraciones se presentaban cuando el crecimiento se explica sólo por dos factores, el trabajo y el capital, y la educación, la edad, el género y las condiciones laborales se concebían como factores explicativos de las diferencias en la fuerza laboral.

Una forma habitual de cuantificar el *stock* de capital humano es con la tasa de alfabetización de la población adulta. El término alfabetización se refiere a la acción de enseñar a leer y escribir. La tasa mide el número de adultos que leen y escriben (alfabetizados) como porcentaje del total de la población adulta. El problema de esta *proxy* es que sólo considera una parte de la educación que puede adquirir una persona a lo largo de su vida. Entre los estudios que utilizan la tasa de alfabetización de la población adulta pueden citarse los de Azariadis y Drazen (1990) y Romer (1989).

Una segunda *proxy* del capital humano es la tasa de matriculación escolar. Esta variable mide el número de estudiantes matriculados en un nivel determinado entre la población con la edad correspondiente a ese nivel. La tasa de matriculación puede interpretarse, en este contexto, como una variable de flujo del capital humano, ya que el cociente para un año concreto no recoge el *stock* de capital humano incorporado a los procesos productivos. Barro (1991) y Mankiw *et al.* (1992), entre otros muchos autores, utilizaron la tasa de matriculación como *proxy* del capital humano.

Hasta la fecha el monto total de la educación formal recibida por la población activa se ha medido con indicadores como *años medios de estudio* o *nivel de estudios alcanzado*. Para calcular el nivel educativo alcanzado por la fuerza laboral se han desarrollado los métodos del inventario permanente, de proyección y el que considera los logros educativos obtenidos a partir de censos y encuestas. Dentro de los estudios que desarrollaron y emplearon estos indicadores se encuentran los de Psacharopoulos y Arriagada (1986), Kyriacou (1991), Barro y Lee (1993, 1996, 2001), Benhabib y Spiegel (1994), Krueger y Lindahl (2001) y De la Fuente y Domenech (2001)

### **3 Capital humano como determinante de la función de producción**

Mankiw *et al.* (1992) ampliaron el modelo de Solow para incluir el capital humano como factor de producción acumulativo adicional.

Como es sabido, el modelo de Solow (1956) estudió el crecimiento económico, suponiendo una función de producción neoclásica estándar, con rendimientos decrecientes del capital. En tales condiciones, el ingreso *per cápita* en estado estacionario se determina por la tasa de ahorro y el crecimiento de la población, siendo ambas variables exógenas.

Partiendo de una función de producción Cobb-Douglas donde los *inputs* son el capital y el trabajo, se tiene:

$$Y(t) = K(t)^\alpha (A(t)L(t))^{1-\alpha}, \quad 0 < \alpha < 1 \quad (1)$$

donde  $Y$  representa la producción,  $K$  el capital,  $L$  el trabajo y  $A$  es un índice tecnológico. Se supone que  $L$  y  $A$  crecen exógenamente a una tasa  $n$  y  $g$ , respectivamente:

$$L(t) = L(0)e^{nt} \quad (2)$$

$$A(t) = A(0)e^{gt} \quad (3)$$

De esta forma, el número de unidades de trabajo efectivas  $A(t)L(t)$  crece a una tasa  $n + g$ . Se supone que una parte constante  $s$  de la producción se invierte. Se define también  $k = K/AL$  donde  $k$  es el *stock* de capital por unidad de trabajo efectivo e  $y = Y/AL$  donde  $y$  es la producción por unidad de trabajo efectivo.

La evolución del *stock* de capital viene dada por:

$$\dot{k}(t) = sy(t) - (n + g + \delta)k(t) \quad (4)$$

$$\dot{k}(t) = sk(t)^\alpha - (n + g + \delta)k(t) \quad (5)$$

siendo  $\delta$  la tasa de depreciación.  $k$  converge a un valor  $k^*$  en estado estacionario definido como:

$$k^* = [s/(n + g + \delta)]^{1/(1-\alpha)} \quad (6)$$

De esta forma,  $k^*$ , en su estado estacionario se relaciona positivamente con la tasa de ahorro y negativamente con la tasa de crecimiento de la población.

Por su parte, el modelo de Mankiw *et al.* (1992), que incluye la acumulación de capital humano, parte de una función de producción que tiene la forma:

$$Y(t) = K(t)^\alpha H(t)^\beta (A(t)L(t))^{1-\alpha-\beta}, \quad \alpha + \beta < 1 \quad (7)$$

donde  $H$  es el *stock* de capital humano. De esta forma, la evolución de la economía viene determinada por:

$$\dot{k}(t) = s_k y(t) - (n + g + \delta)k(t) \quad (8)$$

$$\dot{h}(t) = s_h y(t) - (n + g + \delta)h(t) \quad (9)$$

donde  $s_k$  es la parte del ingreso que invertida en capital físico;  $s_h$  la invertida en capital humano;  $y = Y/AL$ ,  $k = K/AL$  y  $h = H/AL$  son las cantidades por unidad de trabajo efectivo.

Estos autores suponen la equivalencia entre una unidad de consumo y una unidad de capital físico o de capital humano; que el capital humano se deprecia a la misma tasa que el capital físico; que si  $\alpha + \beta < 1$  hay rendimientos decrecientes en el capital y que hay un estado estacionario para el modelo.

Las ecuaciones que definen la convergencia de una economía a su estado estacionario son:

$$k^* = \left( \frac{s_k^{1-\beta} s_h^\beta}{n+g+\delta} \right)^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}} \quad (10)$$

$$h^* = \left( \frac{s_k^\alpha s_h^{1-\alpha}}{n+g+\delta} \right)^{1/(1-\alpha-\beta)} \quad (11)$$

Al sustituir las ecuaciones anteriores en la función de producción y tomar logaritmos se obtiene una ecuación para la renta o el ingreso *per cápita*:

$$\ln \left[ \frac{Y(t)}{L(t)} \right] = \ln A(0) + gt - \frac{\alpha+\beta}{1-\alpha-\beta} \ln(n+g+\delta) + \frac{\alpha}{1-\alpha-\beta} \ln(s_k) + \frac{\beta}{1-\alpha-\beta} \ln(s_h) \quad (12)$$

que muestra cómo el ingreso *per cápita* depende del crecimiento de la población y la acumulación de capital físico y capital humano. Se puede prever que la acumulación de capital humano incrementa el impacto de la acumulación de capital físico sobre el ingreso y que un alto crecimiento de la población disminuya el ingreso *per cápita*.

#### 4 Propuesta de un nuevo indicador de capital humano

Como se ha comentado, los indicadores más utilizados en las aplicaciones empíricas se enfocan hacia la cantidad de la educación formal adquirida por las personas, que suele aproximarse con la tasa de matriculación escolar, los años medios de estudio o el nivel de estudios alcanzados.

En algunos estudios se observó que las *proxys* de educación no explicaban por qué determinados países presentan niveles similares de capital humano y sendas de crecimiento y desarrollo disímiles. Una posible explicación de este resultado puede encontrarse en la distinta calidad del capital humano<sup>4</sup>. De ahí que Hanushek y Kimko (2000), Jamison *et al.* (2006) o Hanushek y Woessmann (2009), entre otros, se decantasen por utilizar la calidad de la educación como *proxy* del capital humano.

El indicador que se propone considera que la educación formal es un factor clave de la medición del capital humano. Dentro de la educación formal se distinguirán los componentes cantidad y la calidad.

Los datos de la calidad de la educación se han tomado de la evaluación *PISA (Programme for International Student Assessment)* en las tres áreas temáticas (matemáticas, ciencias y lectura) que realiza la OCDE a nivel internacional.

Como estos datos ofrecen una puntuación media de 500 puntos, con una oscilación entre 300 y 700 puntos, se decidió estandarizar los valores de en cada una de las áreas evaluadas, obteniendo el valor relativo de cada país y área con respecto a la media del total de los países OCDE participantes. Es decir:

$$\left( \frac{L_{it}}{\bar{L}_t} \right) \times 100 = Lr_{it} \quad \left( \frac{M_{it}}{\bar{M}_t} \right) \times 100 = Mr_{it} \quad \left( \frac{C_{it}}{\bar{C}_t} \right) \times 100 = Cr_{it} \quad (13)$$

<sup>4</sup> Vid. Hanushek y Woessmann (2007)



donde  $i$  representa el país;  $t$  los años (2000, 2003, 2006);  $L_{it}$ ,  $M_{it}$  y  $C_{it}$  los resultados promedio obtenidos por el país  $i$  en el año  $t$  en las pruebas de lectura, matemáticas y ciencias, respectivamente;  $\bar{L}_t$ ,  $\bar{M}_t$  y  $\bar{C}_t$  indican el valor medio de las tres pruebas mencionadas en los países de la OCDE en el año  $t$ ; y  $Lr_{it}$ ,  $Mr_{it}$ , y  $Cr_{it}$  valor estandarizado de los tres índices.

El valor estandarizado de los tres índices ( $Lr_{it}$ ,  $Mr_{it}$  y  $Cr_{it}$ ) se pondera con el indicador de educación formal recibida, de forma que:

$$\frac{Lr_{it} \times V_{it}}{100} = CL_{it} \quad \frac{Mr_{it} \times V_{it}}{100} = CM_{it} \quad \frac{Cr_{it} \times V_{it}}{100} = CC_{it} \quad (14) \text{ donde } V_{it}$$

es la variable cuantitativa del capital humano y  $CL_{it}$ ,  $CM_{it}$  y  $CC_{it}$  los índices que relacionan la calidad de la educación con las variables de capital humano habitualmente utilizadas para cada una de las tres áreas evaluadas.

Para elaborar un único índice de capital humano, se efectúa el cálculo

$$\frac{\sum C_{it}}{n} = \overline{CT}_{it} \quad (15)$$

donde  $C_{it}$  representa cada uno de los índices obtenidos en lectura, matemáticas y ciencias (es decir,  $CM_{it}$  y  $CC_{it}$ ) y  $\overline{CT}_{it}$  representa el indicador propuesto.

Con el indicador de capital humano construido se profundizó en la relación entre capital humano y crecimiento en diferentes países, tarea sintetizada en el epígrafe siguiente.

## 5 Análisis Empírico

### 5.1 Modelo

Siguiendo a *Mankiw et al.* (1992), la ecuación (16) propuesta para realizar las estimaciones será:

$$\ln(RGDPL)_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 \ln(KI)_{i,t} + \beta_2 \ln(n + g + \delta)_{i,t} + \beta_3 \ln(ESGTO)_{i,t} + \beta_4 \ln(ESG)_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (16)$$

donde  $i$  denota el país;  $t$ , el año;  $\ln(RGDPL)$  es el logaritmo del PIB per cápita;  $\ln(KI)$  el logaritmo de la inversión como porcentaje del PIB per cápita, que se espera tenga una relación positiva con la variable a explicar;  $\ln(n + g + \delta)$  el logaritmo de la suma de las tasas de crecimiento exógeno de las unidades efectivas de trabajo y tecnología y la tasa de depreciación del capital físico y humano<sup>5</sup>;  $\ln(ESGTO)$  es el logaritmo del indicador de capital humano propuesto, que aúna elementos cuantitativos y cualitativos;  $\ln(ESG)$  el logaritmo de la tasa de matriculación bruta en secundaria y  $\varepsilon$  es el término de error.

<sup>5</sup> Mankiw et al. (1992) suponen que  $(g + \delta)$  equivale a 0.05 y  $(n)$  se calcula a partir de la tasa de crecimiento de la población de entre 15 y 64 años

## 5.2 Datos y fuentes estadísticas

Las variables PIB per cápita e inversión como porcentaje del PIB per cápita se tomaron de la base de datos *Penn World Table* elaborada por Heston, Summers y Aten.

La fuente de los datos sobre la calidad educativa fue el *Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos de la OCDE (PISA)*<sup>6</sup>. Como indicador de la educación formal recibida, se ha considerado la tasa de matriculación bruta en secundaria. Téngase en cuenta que la evaluación *PISA* se realiza a estudiantes de 15 años de edad aproximadamente, es decir, que cursa o podría cursar educación secundaria. Tanto el porcentaje de la población de entre 15 y 64 años como la tasa de matriculación bruta en secundaria se obtuvieron de la base de datos *World Development Indicators (2010)*.

Los 55 países considerados y el número de datos de los dos indicadores de capital humano empleados figuran en la Tabla 1.

---

<sup>6</sup> Los datos se obtienen a través de una evaluación internacional estandarizada realizada a estudiantes de 15 años (entre 4.500 a 10.000 estudiantes por cada país). Esta prueba se realiza cada tres años, examinando el rendimiento de los estudiantes en el dominio de tres áreas temáticas claves: lectura, matemáticas y ciencias. El énfasis de la evaluación se pone en el dominio de los procesos, el entendimiento de los conceptos y la habilidad para actuar o funcionar dentro de cada dominio en varias situaciones.

**Tabla 1: Países de la evaluación PISA por años**

2000	2003	2006
Argentina		Argentina
Australia	Australia	Australia
Austria	Austria	Austria
		Azerbaijan
Belgium	Belgium	Belgium
Brazil	Brazil	Brazil
Bulgaria		Bulgaria
Canada	Canada	Canada
Chile		Chile
		Colombia
		Croatia
Czech Republic	Czech Republic	Czech Republic
Denmark	Denmark	Denmark
		Estonia
Finland	Finland	Finland
France	France	France
Germany	Germany	Germany
Greece	Greece	Greece
Hong Kong-China	Hong Kong-China	Hong Kong-China
Hungary	Hungary	Hungary
Iceland	Iceland	Iceland
Indonesia	Indonesia	Indonesia
Ireland	Ireland	Ireland
Israel		Israel
Italy	Italy	Italy
Japan	Japan	Japan
		Jordan
Korea	Korea	Korea
		Kyrgyzstan
Latvia	Latvia	Latvia
		Lithuania
Luxembourg	Luxembourg	Luxembourg
	Macao-China	Macao-China
Mexico	Mexico	Mexico
		Montenegro
The Netherlands	Netherlands	Netherlands
New Zealand	New Zealand	New Zealand
Norway	Norway	Norway
Poland	Poland	Poland
Portugal	Portugal	Portugal
		Qatar
Romania		Romania
Russian Federation	Russian Federation	Russian Federation
	Serbia	Serbia
	Slovak Republic	Slovak Republic
		Slovenia
Spain	Spain	Spain
Sweden	Sweden	Sweden
Switzerland	Switzerland	Switzerland
Thailand	Thailand	Thailand
	Tunisia	Tunisia
	Turkey	Turkey
United Kingdom	United Kingdom	United Kingdom
United States	United States	United States
	Uruguay	Uruguay
<b>Número de observaciones del Índice del capital humano</b>		
43	41	57
<b>Número de observaciones de la tasa de matriculación bruta en secundaria*</b>		
48	52	50

\* Sólo se consideran los países que aparecen en PISA.

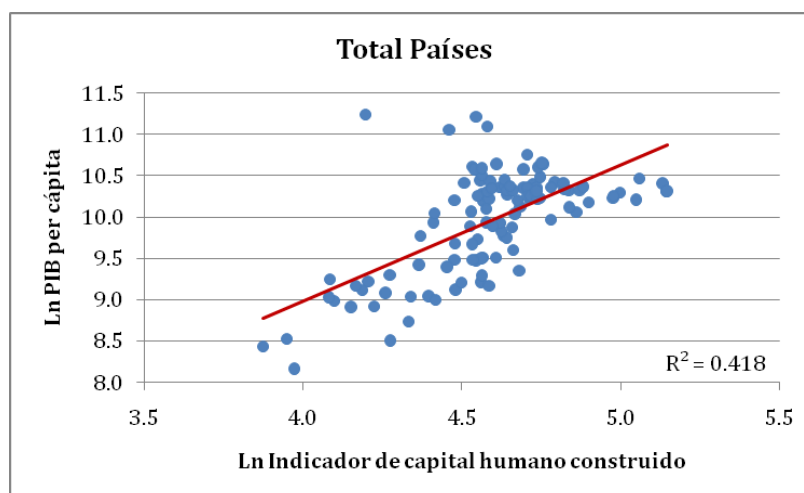
La Tabla 2 incluye un resumen estadístico de las variables empleadas en la aplicación empírica.

**Tabla 2: Resumen estadístico de las variables del modelo**

	$\ln (RGDPL)$	$\ln (KI)$	$\ln (n+g+d)$	$\ln (SESG)$	$\ln (SESGTO)$
<b>Media</b>	9,76	3,23	1,67	4,58	4,58
<b>Mediana</b>	9,94	3,32	1,66	4,58	4,59
<b>Desviación estándar</b>	0,73	0,34	0,08	0,17	0,24
<b>Mínima</b>	8,11	1,92	1,46	4,00	3,87
<b>Máxima</b>	11,24	3,92	2,00	5,09	5,15

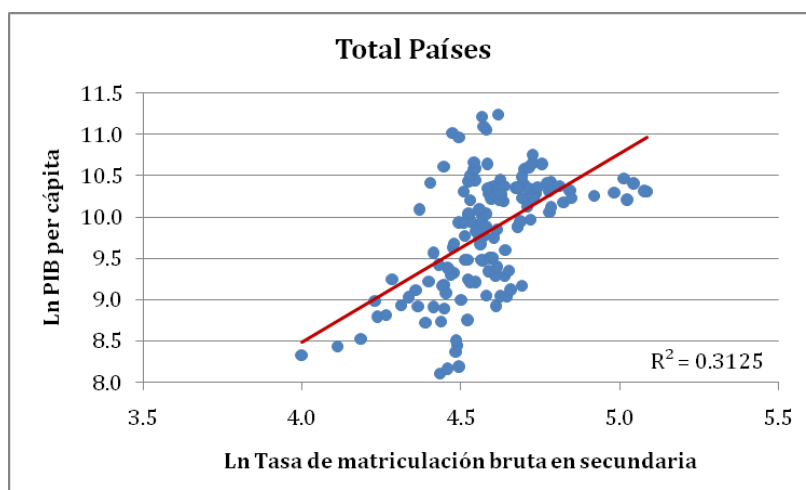
A través de un gráfico de dispersión y teniendo en cuenta los datos para todos los países y años muestrales, puede observarse en la Figura 1 la relación existente entre la variable a explicar, logaritmo del PIB *per cápita*, y el logaritmo del indicador de capital humano propuesto. La asociación positiva entre ambas variables presenta un  $R^2$  de 0,418.

**Figura 1: Relación entre el indicador de capital humano construido y el PIB per cápita.**



Utilizando el mismo procedimiento, la Figura 2 recoge los logaritmos del PIB *per cápita* y la tasa de matriculación bruta en secundaria. En este caso, se aprecia que el grado de asociación entre la renta *per cápita* y el capital humano cuando no recoge elementos cualitativos es menor que el del caso anterior, ya que el  $R^2$  disminuye a 0,312.

**Figura 2: Relación entre la tasa de matriculación bruta en secundaria y el PIB per cápita.**



Realizado el análisis preliminar de estas variables relevantes, se profundizó en las relaciones estimando la ecuación (16), cuyos resultados figuran en la Tabla 3.

**Tabla 3: Estimación con técnicas de panel del modelo de Solow aumentado con capital humano. Variable Dependiente: ln (PIB per cápita)**

Regresión	1	2	3	4	5
<b>Variable</b>					
Constante	2,31 (1,82)	-1,35 (1,95)	3,62c (2,09)	10,13a (1,18)	8,97 <sup>a</sup> (0,60)
<i>ln (KI)</i>	0,62a (0,18)	0,88a (0,15)	0,57a (0,19)	0,46a (0,10)	0,298a (0,05)
<i>ln (n + g + δ)</i>	-0,28 (0,69)	0,49 (0,64)	-0,21 (0,69)	-1,02b (0,43)	-0,40b (0,23)
<i>ln (SESGTO)</i>	1,32a (0,20)		1,87a (0,49)	0,31 (0,40)	0,15b (0,08)
<i>Ln (SESG)</i>		1,63a (0,29)	-0,82 (0,66)	-0,32 (0,46)	
N	114	147	114	114	114
Estadístico de Hausman			18,95		
Test F de redundancia de efectos fijos					
Países				59,31	226,64
Años					83,65
Países y años					220,04
R <sup>2</sup> Ajustado	0,47	0,44	0,47	0,98	0,99

a, b y c denotan significatividad estadística al 1%, 5% y 10%, respectivamente.

Entre paréntesis se presentan los errores estándar

La columna 1 de la Tabla 3 ofrece los resultados de la estimación MCO. Nótese que la variable inversión tiene una relación positiva y significativa al 1% con el logaritmo de la renta *per cápita*, lo mismo que el indicador de capital humano propuesto. Un incremento en la desviación estándar del indicador de capital humano propuesto llevaría a un aumento de la renta del 0,32%. Las tasas de crecimiento de tecnología, población y la depreciación, presentan el signo esperado, si bien la variable no es estadísticamente significativa.

Al reemplazar el indicador educativo propuesto por el tradicional (columna 2 de la Tabla 3), se observa que la variable inversión mantiene el signo y la significatividad. La variable  $\ln(n + g + \delta)$  es no significativa y cambia de signo. Por último, la variable  $\ln(ESG)$  presenta una relación positiva con la renta y significativa al 1%. Un incremento en una desviación estándar de la variable llevaría a un aumento de la renta del 0,28%, efecto inferior al de la variable ( $ESGTO$ ).

En la columna 3, se estima el modelo usando conjuntamente las dos variables de capital humano. Mientras que la tasa de matriculación en secundaria tiene un signo negativo y deja de ser significativa, el indicador de capital humano propuesto mantiene el signo positivo y es estadísticamente significativo al 1%. No se producen cambios relevantes en las otras dos variables del modelo.

Cuando se trabaja con datos de panel es importante tener en cuenta los posibles efectos temporales o de país no recogidos por las variables del modelo. Este hecho adquiere más relevancia si la variable a explicar, renta *per cápita*, puesto que puede ser muy dependiente de los efectos diferenciales.

Estadísticamente, el uso de efectos fijos en datos de panel es razonable, aunque los efectos aleatorios tienden a presentar estimadores más eficientes. El test de Hausman comprueba si la estimación mediante efectos aleatorios es consistente y eficiente. Tal y como se recoge en la Tabla 3, el resultado del estadístico propuesto por Hausman, indica una probabilidad de la  $\chi^2$  con 4 grados de libertad menor a la probabilidad crítica del 5%, lo que llevan a plantear una estimación mediante el método de efectos fijos.

Para probar si los efectos fijos de cada país y periodo pueden considerarse iguales, se utilizó el test de máxima verosimilitud para la redundancia de los efectos fijos. En base al valor del estadístico, puede concluirse con un nivel de significación del 5%, que los efectos de país son diferentes.

La columna 4 de la Tabla 3 recoge los resultados de la estimación del modelo considerando efectos fijos en países. La variable inversión conserva el signo y la significatividad y la variable  $\ln(n + g + \delta)$  vuelve a ser significativa. Además, se incrementa el valor del coeficiente estimado de esta segunda variable (en detrimento de la inversión). En cuanto al capital humano, ninguna de las dos variables es significativa.

Si se tienen en cuenta tanto los efectos de país como los efectos fijos temporales y se estima sólo con el indicador de capital humano propuesto (columna 5), éste vuelve a tener signo positivo y significatividad estadística. Además, las variables que recogen las tasas de crecimiento de población y tecnología y el nivel de depreciación y la tasa de inversión tienen el signo y significatividad esperados y el grado de ajuste del modelo se incrementa.

Los test realizados permiten concluir que los efectos de país siguen siendo distintos. A su vez, si sólo se tuvieran en cuenta los efectos temporales, (regresión no incluida en el Cuadro 3 por razones de espacio) éstos resultarían redundantes; al analizar conjuntamente ambos efectos, se observa que son significativos, por lo que no se puede desestimar ni la dimensión espacial ni la temporal.

En síntesis, al estimar un modelo de Solow ampliado con capital humano el indicador propuesto ofrece -para los años y la muestra de países con las que se trabaja- mejores resultados que la tasa de matriculación en secundaria, tanto en términos de significatividad como en términos de elasticidad respecto a la renta *per cápita* y robustez en el sentido de la relación.

Se trata de resultados que invitan a reflexionar sobre la conveniencia de trabajar en la elaboración y enriquecimiento de los indicadores de capital humano en aras a mejorar las propiedades explicativas de los modelos empíricos de crecimiento.

## **6 Conclusiones**

El capital humano constituye uno de los factores al que se concede más importancia en la literatura teórica y empírica sobre el crecimiento. No obstante, existen deficiencias ampliamente constatadas al cuantificar la inversión en esta variable, así como el *stock* de capital humano disponible.

Este trabajo ha presentado un indicador de capital humano construido teniendo en cuenta la doble vertiente cuantitativa y cualitativa de la educación. El indicador elaborado aúna datos de matriculación con resultados académicos obtenidos en la realización de las pruebas de PISA.

En el apartado empírico, se ha constatado la bondad del nuevo indicador frente a la tasa de matriculación en secundaria. Para ello, utilizando técnicas de panel, se ha estimado el modelo de Solow ampliado con capital humano que Mankiw et al. (1992) formularon.

Las estimaciones realizadas avalan la bondad del indicador propuesto frente al tradicional, puesto que ofrece mejores resultados en términos de significatividad, elasticidad en relación con la renta y robustez en el sentido de la relación.

Cara al futuro, se desea mejorar las estimaciones, profundizar en la elaboración de indicadores multidimensionales de capital humano, que capten con mayor precisión las capacidades explicativas de ésta y otras variables en la investigaciones empíricas que valoran los distintos modelos de crecimiento.

## 7 Bibliografía

- Azariadis, C. y Drazen, A. (1990). "Threshold externalities in economic development", *Quarterly Journal of Economics*, 105(2), 501-526.
- Becker, G. S. (1962). "Investment in human capital: a theoretical analysis", *Journal of Political Economy*, 70, 9-49.
- Barro, R. (1991). "Economic growth in a cross section of countries", *Quarterly Journal of Economics*, 106(2), 407-433.
- Barro, R. y Lee, J. (1993). "International comparisons of educational attainment", *Journal of Monetary Economics*, 32(3), 363-394.
- Barro, R. y Lee, J. W. (1996). "International measures of schooling years and schooling quality", *American Economic Review*, 86(2), 218-223.
- Barro, R. y Lee, J. W. (2001). "International data on educational attainment updates and implications", *Oxford Economic Papers*, 53, 541-563.
- 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(2), 143-173.
- De la Fuente, A. y Domenech, R. (2001). "Schooling, Technological diffusion and the Neoclassical Model", *The American Economic Review*, 91(2), 323-327
- Eisner, R. (1985), "The total incomes system of accounts", *Survey of Current Business*, 65(1), 24-48.
- Hanushek, E. y Kimko, D. (2000). "Schooling, labor-force quality and the growth of Nations", *The American Economic Review*, 90(5), 1184-1208
- Hanushek, E. y Woessmann, L. (2007). "The role of school improvement in economic development", *CESifo working paper No. 1911*.
- Hanushek, E. y Woessmann, L. (2009). "Schooling, cognitive skills, and the Latin American growth puzzle", *CESifo working paper No. 2667*.
- Heston, A., Summers, R. y Aten, B. "Penn World Table Version 6.3", *Center for International Comparisons of Production, Income and Prices at the University of Pennsylvania*, August 2009.
- Jamison, E., Jamison, D. y Hanushek, E. (2006). "The effects of educational quality on income growth and mortality decline", *NBER Working Paper Series*, No. 12652
- Jeong, B. (2002). "Measurement of human capital input across countries: a method based on the laborer's income", *Journal of Development Economics*, 67, 333-349.
- Kendrick, J. (1976). *The Formation and Stocks of Total Capital*, Columbia University Press, New York.



- Krueger, A. (1968). "Factor endowments and per capita income differences among countries", *Economic Journal*, 78, 641–659.
- Krueger, A. y Lindahl, M. (2001). "Education for growth: Why and for whom?" *Journal of Economic Literature*, 39(4), 1101-1136.
- Kyriacou, G. (1991). "Level and growth effects of human capital: a cross-country study of the convergence hypothesis". *C.V. Starr Center for Applied Economics Research Report 91-26*. New York University.
- Le, T., Gibson, J. y Oxley, L. (2003). "Cost- and income-based measures of human capital", *Journal of Economic Surveys*, 7(3), 271-307
- Mankiw, N. G., Romer, P. y Weil, D. N. (1992). "A contribution to the empirics of economic growth", *Quarterly Journal of Economics*, 107(2), 407-437
- Mincer, J. (1974). *Schooling, experience, and earnings*, Columbia University Press, New York.
- Mulligan, C. y Sala-i-Martin, X. (1997). "A labor –income-based measure of the value of human capital: an application to the states of the United States", *Japan and the World Economy*, 9(2), 159– 191.
- OECD (2001). *The well-being of Nations: the role of human and social capital*, Paris.
- Psacharopoulos, G. y Arriagada, A. M. (1986). "The educational composition of the labor force: An international comparison", *International Labor Review*, 125(5), 561-574.
- Romer, P. (1989). "Human capital and growth: theory and evidence", *National Bureau of Economic Research Working Paper No. 3173*.
- Savvides, A. y Stengos, T. (2009). *Human capital and economic growth*, Stanford University Press, Stanford-California.
- Schultz, T. (1961). "Investment in human capital", *American Economic Review*, 51, 1-17.
- Solow, R. M. (1956). "A contribution to the theory of economic growth", *Quarterly Journal of Economics*, 70, 65-94.

