

## ***1. La medición del capital humano de los países de la OCDE***

Gregorio Giménez Esteban, *Universidad de Zaragoza*

Carmen López-Pueyo, *Universidad de Zaragoza*

Jaime Sanaú, *Universidad de Zaragoza*

## *La medición del capital humano de los países de la OCDE*

Gregorio Giménez Esteban, *Universidad de Zaragoza*

Carmen López-Pueyo, *Universidad de Zaragoza*

Jaime Sanaú, *Universidad de Zaragoza*

### **Resumen**

Las modernas teorías explicativas del crecimiento económico sostienen que el capital humano es una de las variables más relevantes del mismo. Sin embargo, los estudios aplicados -que suelen aproximar el capital humano a través de las tasas de alfabetización, los niveles de escolarización o los años medios de estudio- no siempre encuentran que sea una variable estadísticamente significativa. Dado que esas tres medidas presentan serias limitaciones, parece razonable emplear indicadores que palien tales deficiencias. Las propuestas más novedosas tratan bien de cuantificar el valor económico del capital humano, atendiendo a las diferencias en productividad y salarios con origen en los distintos niveles formativos, bien de evaluar directamente la calidad educativa y el nivel de conocimientos de cada país. En este trabajo se presenta dos variantes de un indicador de capital humano que facilita las comparaciones entre países, ofreciendo más matices y aportando más información que los tradicionales. El indicador tiene en cuenta, por un lado, la dimensión cuantitativa del capital humano, a través del cálculo de las horas de trabajo corregidas por productividad, en función de niveles educativos. Además, considera la dimensión cualitativa del concepto y corrige las horas trabajadas por las diferencias en habilidades y conocimientos existentes entre países.

En el estudio también se realizan contrastes de causalidad de Granger para analizar en una muestra de países de la OCDE la relación entre el indicador de capital humano propuesto y los de tecnología más habitualmente empleados en la literatura empírica, concluyendo que las dos variantes del indicador la recogen de forma más consistente que las medidas de capital humano tradicionales.

Palabras clave: capital humano, tecnología, OCDE, test de causalidad.

### **1. Introducción**

Existen dos principales líneas de pensamiento acerca del papel del capital humano en el crecimiento económico. Por un lado, Lucas (1988) y Mankin *et al.* (1992), considerando al capital humano como un factor de producción más de la función de producción, sostienen que la acumulación de capital humano es el determinante principal del crecimiento de la productividad y, por lo tanto, que la tasa de crecimiento económico depende directamente de la tasa de acumulación de capital humano, no del *stock* de capital humano.

Por otro lado, partiendo de Nelson y Phelps (1966), Benhabib y Spiegel (1994, 2005), Barro y Sala-i-Martin (1995) y Barro (1999) consideran que un incremento en el stock de capital humano eleva indirectamente el crecimiento económico, al ampliar la habilidad de un país para desarrollar sus propias innovaciones e incrementa su capacidad de adoptar tecnologías desarrolladas en otros países. Las teorías de crecimiento endógeno de segunda generación -de Romer (1990), Aghion y Howitt (1992, 1998) y Acemoglu (1996, 2002)- siguen esta última línea, y consideran que el capital humano eleva indirectamente el crecimiento de la *PTF*, a través de la generación de innovación.

Las implicaciones de estas dos líneas para el diseño de la política económica son sustancialmente diferentes. Para la primera, el beneficio de incrementar la educación es su producto marginal. Para la segunda, el nivel de educación afecta al crecimiento de la *PTF* y del *output* y, por lo tanto, su beneficio

se medirá en términos de la suma de su impacto sobre todos los niveles de *output* en el futuro<sup>313</sup>.

Vandenbussche *et al.* (2006) y Aghion *et al.* (2006, 2009) consideran que, conforme más cerca de la frontera tecnológica se encuentran los países, más importancia van a tener los procesos de innovación para su crecimiento y, por lo tanto, más significativos van a resultar los esfuerzos inversores en niveles educativos superiores, fuertemente vinculados con el desarrollo de innovaciones propias. Asimismo, cuanto más alejados se encuentren los países de su frontera tecnológica, más importancia tendrán para ellos los procesos de imitación y, en consecuencia, más recomendable será invertir en niveles educativos más básicos, vinculados a la captación y utilización de tecnologías foráneas.

El objetivo de este trabajo es elaborar un indicador de capital humano que aporte más matices e información que los tradicionales y facilite las comparaciones de dotaciones entre economías. El indicador tiene en cuenta, la dimensión cuantitativa del capital humano, corrigiendo las horas de trabajo por la productividad (en función de niveles educativos) y por las diferencias en habilidades y conocimientos entre países.

El estudio consta de tres apartados, además de esta breve introducción. En el primero, se revisa la medición del capital humano en la literatura empírica y se presenta un nuevo indicador. En el segundo, se analiza la calidad del indicador propuesto y su relación con las variables tecnológicas en una muestra de países de la OCDE, realizando contrastes de causalidad de Granger. En el tercero, se presentan las principales conclusiones del trabajo. La investigación se acompaña del Anexo en el que se describen las variables empleadas.

## **2. Medición del capital humano**

### **2.1. Los indicadores de capital humano**

A pesar de la importancia que los especialistas en crecimiento conceden al capital humano, no existe una definición generalmente aceptada. Además, diversos trabajos -como los de Krueger y Lindahl (2001), De la Fuente y Doménech (2006) o Cohen y Soto (2007)- han resaltado las limitaciones existentes a la hora de medir la variable, y han apuntado que éstas pueden ser la causa de que los indicadores utilizados no encuentren un nexo fuerte con el crecimiento económico<sup>314</sup>. Dichas limitaciones son todavía mayores en el contexto internacional, donde es difícil encontrar medidas de capital humano comparables y con una perspectiva temporal larga. Es entonces cuando se ponen en evidencia las diferencias a la hora de medir e incluso definir las variables utilizadas y la heterogeneidad de datos disponibles.

De acuerdo a Wößmann (2003), pueden darse dos tipos de errores en la medición de la variable: los errores provocados por el uso de *proxies* inadecuadas -ya que la mayoría de trabajos las eligen por la disponibilidad de datos existentes y no por su idoneidad- y los errores de medición propiamente dichos. Por tanto, la cuestión del cálculo del *stock* de capital humano se revela como fundamental al contrastar la importancia del factor.

Puede clasificarse la mayoría de trabajos que miden el capital humano en función de dos grandes perspectivas: la perspectiva cuantitativa y la perspectiva cualitativa. La primera de ellas recoge los trabajos que se basan en la medición de la educación formal recibida, el coste de la inversión en capital humano y las diferencias salariales con origen en los distintos niveles educativos. Los indicadores contruidos a partir de mediciones de educación formal han sido los más utilizados en la literatura debido a tres causas: por considerar que la educación formal es la fuerate fundamental de adquisición de capital humano, por constatar una fuerte correlación entre

313 Aghion y Dirlauf (2009) contiene una interesante revisión sobre las políticas económicas que se derivan de las distintas teorías explicativas del crecimiento.

314 La evidencia empírica sobre el nexo entre el capital humano y el crecimiento parece depender de la selección, especificación y la elección de la proxy del capital humano.

ésta y otras vías de adquisición y por la existencia de datos comparables de carácter internacional. En cuanto al coste de la inversión en formación, se entiende que éste ofrece una aproximación al valor del capital humano poseído. Se supone que, cuanto mayor es el coste de adquisición, mayor será la capacitación que brinda. Finalmente, los indicadores basados en las diferencias salariales cuantifican las divergencias en productividad con origen en los distintos niveles de estudio completados, en función de la remuneración recibida por un trabajador numerario.

A su vez, la perspectiva cualitativa resalta las diferencias en la calidad de la formación recibida, que redundarán en diferencias en capacitación. Dicha perspectiva emplea indicadores de *inputs* educativos y, principalmente, los resultados en pruebas internacionales de conocimiento para aproximarse a las capacidades realmente poseídas.

La tabla 1 sintetiza los principales trabajos, aportaciones metodológicas y fuentes en torno a la medición del capital humano.

**Tabla 1.** La medición del capital humano

<i>Perspectiva</i>	<i>Tipo de indicador</i>	<i>Trabajos</i>	<i>Ámbito de aplicación</i>
Cuantitativa	Indicadores basados en la educación formal recibida	Psacharopoulos y Arriagada (1986, 1992)	Ámbito: 99 países. Periodo: 1960 a 1983.
		Kyriacu (1991)	Ámbito: 113 países. Periodo: 1965 a 1985.
		Lau <i>et al.</i> (1991)	Ámbito: 58 países. Periodo: 1965 a 1985.
		Nehru <i>et al.</i> (1995)	Ámbito: 85 países. Periodo: 1960 a 1987.
		Barro y Lee (1993, 1996 y 2001)	Ámbito: 126 países. Periodo: 1960 a 2000.
		De la Fuente y Doménech (2006)	Ámbito: 21 países OCDE. Periodo: 1960 a 1995.
		Cohen y Soto (2007)	Ámbito: 95 países. Periodo: 1960 a 2000.
		Lutz <i>et al.</i> (2007)	Ámbito: 120 países. Periodo: 1970 a 2000.
	Indicadores basados en el coste de la inversión en capital humano ( <i>cost-based approach</i> )	Shultz (1961)	Ámbito: Estados Unidos. Periodo: 1900 a 1956.
		Kendrick (1976)	Ámbito: Estados Unidos. Periodo: 1929 a 1969.
		Eisner (1989)	Ámbito: Estados Unidos. Periodo: 1945 a 1981.
	Indicadores basados en las diferencias salariales en función de la productividad ( <i>income-based approach</i> )	Jorgenson y Fraumeni (1989, 1992)	Ámbito: Estados Unidos. Periodo: 1949 a 1984
		Mulligan y Sala-i-Martin (1997)	Ámbito: Estados Unidos. Periodo: 1940 a 1990.
Scarpetta, S. y T. Tressel (2002)		Ámbito: 18 países OCDE. Periodo: 1995.	
Cualitativa	Indicadores basados en resultados académicos	<i>International Adult Literacy Survey</i>	Ámbito: 29 países OCDE. Periodo: 1994 a 1998.
		<i>International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA)</i> - <i>International Mathematics Study</i> - <i>International Science Study</i> - <i>International Reading Study</i> - <i>Progress in International Reading Literacy (PIRLS)</i> - <i>Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS)</i>	Ámbito: entre 11 y 39 países. Periodo: diversos años entre 1964 y 2008
		<i>Programme for International Student Assessment (PISA)</i>	Ámbito: diversos países, hasta un total de 54. Periodo: 2000 a 2009
		Hanushek y Kimco (2000)	Ámbito: 87 países. Periodo: una observación promedio entre 1964 y 1991.

## 2.2. Propuesta de un nuevo indicador de capital humano

En los últimos años, han aparecido nuevas bases de datos internacionales que contienen variables que permiten elaborar indicadores más sofisticados. Una estrategia adecuada para la construcción de nuevos indicadores, más ricos y solventes pasa por la utilización de técnicas que combinen las diferentes perspectivas en la medición del capital humano. Éste es el objetivo del presente trabajo, en el que se realiza una propuesta metodológica con el fin de construir un indicador de capital humano que facilite las comparaciones internacionales, ofreciendo más matices y aportando más información que los tradicionales. La propuesta metodológica para la construcción del indicador utiliza tres perspectivas:

i) niveles educativos alcanzados.

ii) diferencias en calidad educativa y conocimientos.

iii) diferencias en productividad y salarios con origen en la educación poseída, una vez descontadas otras características individuales distintas del factor educativo y que condicionan el salario, en concreto: el sexo y la edad.<sup>315</sup>

Así, se denotará con  $S$  al *stock* de capital humano de cada país, que se calcula formalmente como:

$$S = \sum_i \sum_g \frac{w_{i,g}}{w_{1,g}} l_{i,g} \mathcal{Q} \quad (1)$$

Los subíndices que denotan tiempo y país han sido eliminados para simplificar las expresiones. En (1)  $w_{i,g}$  es el salario medio por hora cobrado por un trabajador con un determinado nivel de cualificación  $i$ , con  $i=1, \dots, N$ , y para un grupo  $g$  de trabajadores, con similares características de género y edad, con  $g=1, \dots, M$ .

$w_{1,g}$  es el salario numerario o salario medio por hora cobrado por los trabajadores con un nivel educativo básico dentro de cada grupo  $g$  de trabajadores, con similares características de género y edad.

$l_{i,g}$  es el número total de horas trabajadas por los trabajadores que han alcanzado cada nivel educativo  $i$  para cada grupo de trabajadores  $g$  de trabajadores, con similares características de género y edad.

$\mathcal{Q}$  es el nivel de conocimientos poseído por los trabajadores del nivel educativo básico o numerario, medido a través de los resultados obtenidos en pruebas internacionales de conocimiento.

Por tanto, el indicador propuesto utiliza las divergencias en remuneración entre trabajadores con distintos niveles de estudio, e igual género y edad, para cuantificar sus diferencias en productividad. Estas diferencias en productividad se utilizan para ponderar el total de horas trabajadas en cada economía, en función del número de horas realizadas por los trabajadores de cada nivel formativo. Así, se obtiene el *stock* de capital humano en horas de trabajo numerarias, en función del nivel educativo básico, que son corregidas por las diferencias de calidad educativa, en dicho nivel, entre los distintos países.

La triple vertiente utilizada en la medición del *stock* de capital humano en el contexto internacional supone asumir una metodología más rica. Así, los incrementos en dicho *stock* podrán

---

315 Denison (1967) apunta que la heterogeneidad de la fuerza de trabajo se pone de manifiesto en las diferencias salariales que pueden obedecer a horas trabajadas, sexo, edad y niveles educativos y pondera la fuerza de trabajo, en función de las diferencias salariales existentes, de acuerdo a las características apuntadas. En nuestro trabajo, se tendrán en cuenta las horas trabajadas por cada nivel educativo y se sustraerán los efectos sobre las retribuciones de las variables sexo y edad. Dichos factores, condicionan, a igualdad de niveles formativos, la remuneración recibida. Véase a este respecto OECD (2010, indicador A10). En la mayoría de países, las mujeres todavía siguen cobrando, en media, menos que los hombres. Asimismo, el nivel retributivo está condicionado por la edad, ya que ésta determina tanto la experiencia acumulada como el poder negociador de los trabajadores y los derechos salariales adquiridos dentro de las empresas.

ser consecuencia de:

\_\_\_ Incrementos en el número de horas trabajadas por la fuerza laboral perteneciente a cada nivel educativo.

\_\_\_ Aumentos en la proporción de trabajadores que poseen niveles de estudio superiores.

\_\_\_ Mejoras en productividad de los trabajadores con mayores niveles educativos, en relación a los trabajadores con un nivel educativo básico.

\_\_\_ Mejoras en la calidad de la educación captadas a través de los resultados de las pruebas internacionales de conocimiento.

Además de proporcionar una mayor información, el indicador presenta otras ventajas frente a los tradicionales. Estos últimos, al basarse exclusivamente en la cuantificación de la educación académica recibida, asumen unos supuestos poco realistas, tal y como subrayan Mulligan y Sala-i Martín (2000). Así, es difícil pensar que cada año de escolaridad tenga exactamente el mismo valor y afecte de la misma manera a la productividad de los trabajadores, independientemente del nivel escolar en el que ha sido cursado<sup>316</sup>. También cuesta aceptar que los trabajadores son perfectamente sustitutivos entre sí, tanto si se contemplan diferentes niveles educativos como si se efectúan comparaciones internacionales. Frente a esto, el indicador propuesto, presenta una primera ventaja, ya que, al tener en cuenta las diferencias salariales, permite reconocer divergencias en productividad -en función de las particularidades de cada economía- entre individuos que poseen el mismo nivel educativo, entre países y entre años.

En segundo lugar, la utilización del indicador propuesto evita el uso de una tasa arbitraria de depreciación, ya que dicha tasa se puede observar explícitamente a través de la evolución, para cada nivel educativo, de las ganancias a lo largo de la vida laboral.

En tercer lugar, la corrección efectuada por el trabajador numerario permite excluir diferencias en productividad entre países originadas por las distintas dotaciones en capital físico y tecnología, ya que dichos factores son comunes a todos los trabajadores. Además, se incorpora la corrección salarial por grupos de trabajadores con características similares distintas de la educación

En cuarto lugar, la metodología propuesta también incorpora novedades frente a otros trabajos que utilizan las diferencias salariales (*income-based approach*) para estimar el capital humano. Así, frente a la metodología propuesta por Mulligan y Sala-i Martín (1997), que cuantifica las diferencias salariales suponiendo que los trabajadores numerarios son perfectamente sustitutivos, independientemente de su lugar de residencia, el indicador propuesto plantea la existencia de diferencias entre trabajadores numerarios, basadas en las diferencias en calidad educativa propias de cada país.

En quinto lugar, el indicador propuesto considera que los niveles formativos entre los países no son homogéneos. Así, existen divergencias en la calidad de los sistemas educativos que se traducirán en diferencias en conocimientos y destrezas y, por consiguiente, en productividad.

En sexto, el cálculo del stock de capital humano en función de las horas totales trabajadas en la economía supone mayor precisión cuantitativa frente a otros indicadores basados en una perspectiva unipersonal -o que con datos agregados, utilizan el conjunto de la población, los trabajadores potencialmente activos o el número de ocupados-.

En séptimo, implica que no se limiten los incrementos en el stock de capital humano. Así, existe un tope en el número total de horas trabajadas que puede asumir una economía, como

316 Como señalan Aghion et al. (2009), la variable número de años de educación contabiliza un año extra de educación primaria de la misma forma que un año extra de un programa de doctorado y, por lo tanto, esta variable no puede informar verazmente del efecto del stock de capital humano sobre los procesos de innovación e imitación, e indirectamente sobre el crecimiento de la PTF.



también lo existe en el número máximo de años que los ciudadanos se pueden formar, debido a las lógicas limitaciones de índole económica o estrictamente naturales. Con todo, y tal y como señala Wößmann (2003), considerar las mejoras en la calidad de la educación garantiza que el stock de capital humano pueda crecer indefinidamente.

Finalmente, el indicador propuesto aglutina diferentes medidas de capital humano, cuantitativas y cualitativas, en un solo indicador sencillo de interpretar: horas de trabajo ponderadas. Este indicador resulta más intuitivo que otras medidas, brinda más información y permite comparaciones internacionales más precisas. Condensar toda la información en un solo indicador supone una ventaja a la hora de captar los distintos matices del concepto de capital humano, interpretarlo y utilizarlo para contrastar las teorías del crecimiento.

No obstante, la metodología propuesta presenta algunas limitaciones. Primeramente hay que indicar que, pese a la corrección por género y edad, existen otros elementos distintos de los niveles educativos que determinen las diferencias salariales. Entre ellos, se encuentran, por ejemplo, el poder de negociación, la organización sindical o la estructura sectorial de la economía.

Además, la *indexación* basada en los trabajadores con menor nivel formativo no permite captar las mejoras en productividad de los trabajadores numerarios, sino sólo las diferencias en productividad entre éstos y los de mayor cualificación.

Por último, hay que apuntar que el propio diseño de las pruebas de conocimientos internacionales –los resultados obtenidos en cada año en que se realizan las pruebas se estandarizan en torno a una media común- y la escasez de datos comparables dificulta la utilización de ese elemento del indicador en perspectiva histórica.

La metodología se ha utilizado para calcular el stock de capital humano de 16 países desarrollados desde 1980 hasta 2005. La descripción formal de las variables empleadas y sus fuentes aparece recogida en el Anexo I. Los datos elaborados figuran en el Anexo 2.

### **3. El nuevo indicador de capital humano y su relación con las variables tecnológicas**

Como se indicaba, Nelson y Phelps (1966) plantearon que una mayor cualificación de la fuerza laboral facilita a las empresas la adopción de nuevas tecnologías. A su vez, no es descartable que la necesidad de adoptar nuevas tecnologías, especialmente por países que se encuentran próximos a la frontera tecnológica, impulse las mejoras en el capital humano.

Para estudiar la relación entre los indicadores de capital humano –tanto los más habitualmente empleados en la literatura empírica como el propuesto en el apartado anterior- y las variables tecnológicas, en este apartado se realizan contrastes de causalidad de Granger<sup>317</sup>. La idea subyacente es que si el capital humano favorece la tecnología, debería “causarla” (en el sentido de Granger, 1969) con un signo positivo. *Sensu contrario*, si la tecnología impulsa el capital humano, debería causarlo en el sentido de Granger.

El procedimiento que utiliza el test de causalidad de Granger para determinar si una variable  $X$  causa a otra variable  $Y$  es sencillo. Especificada la variable  $X$  y la variable  $Y$  se realiza la regresión de la variable endógena  $Y_t$  sobre su propio pasado, es decir,  $Y_{t-1}$ ,  $Y_{t-2}$ ,  $Y_{t-3}$ , ..., sobre la variable  $X_t$  y una serie de valores retrasados de esta última, es decir,  $X_{t-1}$ ,  $X_{t-2}$ ,  $X_{t-3}$ , ... Una vez estimada esta regresión, se analiza si la variable  $X$  actual y sus retardos aportan información útil

---

317 Aunque la causalidad de Granger comenzara a examinarse con series temporales de datos, desde hace unos años también se evalúa con muestras en las que se tiene información de varios individuos a lo largo del tiempo (paneles de datos). En este contexto, pueden citarse los trabajos centrados en la relación entre inversión y crecimiento –véanse Attanasio et al. (2000) o Podrecca y Carmeci (2001)-, entre inversión extranjera directa y crecimiento –Nair-Reichert y Weinhold (2001), Laaksonen-Craig (2004), Hsiao y Hsiao (2006) o salud y crecimiento –Hartwig (2010)-.

para explicar el futuro de  $Y$ . La hipótesis que se contrasta es que los coeficientes de las regresiones de  $Y$  sobre  $X$  así como los de  $X$  sobre  $Y$  son nulos para la variable de apoyo, es decir, que la variable  $X$  no aporta información para explicar a  $Y$  o bien que  $Y$  no aporta información para explicar  $X$ . Si el valor del estadístico de referencia  $F$  supera el valor tabulado se rechaza la hipótesis nula y, por lo tanto, se acepta que  $X$  causa a  $Y$  o viceversa.

Antes de aplicar el contraste de causalidad de Granger se comprobó el orden de integración de las variables mediante. Para contrastar la estacionariedad de las variables se utilizó el programa *EViews* que, para paneles de datos como el empleado en esta investigación realiza con facilidad distintos tests. Dos de ellos, los de Levin, Lin y Chu (2002) y Breitung (2000), asumen que hay una raíz unitaria común para todos los países. En cambio, los de Im et al. (2003), y los test de Fisher que usan los contrastes ADF and PP –véase Maddala y Wu (1999), Choi (2001) y Hadri (2000)- suponen un proceso de raíz unitaria distinto para cada país.

Al realizar estos cinco contrastes se obtuvieron resultados similares o coherentes, lo que se interpretó como un indicio de que los datos no tenían una dinámica muy diferente. Por simplicidad, en la tabla 2, sólo se incluyen los resultados de aplicar el test de Im *et al.* (2003) a las variables del modelo. Recuérdese que este contraste, utilizado con gran frecuencia en las aplicaciones empíricas, permite no sólo que la ecuación del test incluya una constante para cada individuo sino también que cada proceso tenga un comportamiento diferente, es decir, que las raíces del polinomio autoregresivo sean distintas. En este contexto, ha de puntualizarse que el test se aplicó con tendencia y efectos individuales, empleando el criterio de selección de retardos de Schwarz, el kernel de Bartlett y el método de selección automática del ancho de banda de Newey-West.

**Tabla 2.** Test de raíces unitarias de Im et al. (2003)

Variables	IPS (2003)	Decisión
<b>Variables de capital humano</b>		
<i>Matriculación bruta en secundaria</i>	-2,41834	I(0)
<i>Años medios de escolaridad de la población total</i>	6,60079	I(1)
<i>Tasa bruta de escolarización en educación secundaria</i>	0,17034	I(1)
<i>Indicador 1</i>	1,14725	I(1)
<i>Indicador 2</i>	1,14725	I(1)
<b>Variables tecnológicas</b>		
<i>Gasto en I+D/PIB (%)</i>	0,53114	I(1)
<i>Número de artículos en revistas científicas</i>	-0,18122	I(1)
<i>Exportaciones de alta tecnología/Exportaciones de manufacturas (%)</i>	3,15310	I(1)
<i>Patentes triádicas</i>	2,39518	I(1)
<i>Número de investigadores</i>	-0.91469	I(1)

Obsérvese que las variables que aproximan la tecnología son siempre I(1) y que las que miden el capital humano tienen también raíz unitaria, salvo en el caso de la matriculación bruta en secundaria<sup>318</sup>. En consecuencia, el contraste de causalidad de Granger se aplicó entre las variables que mostraban el mismo orden de integración. Los resultados aparecen en las tablas 3 a 7.

318 Los test de raíces unitarias también se realizaron considerando el logaritmo de las distintas variables y no sus niveles. En este caso, las variables tecnológicas, salvo Exportaciones de alta tecnología/exportaciones de manufacturas, y la mayor parte de las que aproximan el capital humano resultaron estacionarias. Al comprobar la causalidad de Granger entre variables con el mismo orden de integración se llegó a la misma conclusión que se recoge en este trabajo: el indicador de capital humano propuesto muestra una relación más acorde a la realidad que las medidas de capital humano tradicionales.



**Tabla 3.** Test de causalidad de Granger. Variable tecnológica: Gasto en I+D/PIB

Medición de capital humano	Hipótesis nula	Observaciones	Estadístico F	Conclusión
<i>Años medios de escolaridad de la población total</i>	H1	26	0,90351	No se puede rechazar
<i>Años medios de escolaridad de la población total</i>	H2	26	0,07148	No se puede rechazar
<i>Tasa bruta de escolarización en educación secundaria</i>	H1	146	1,36858	No se puede rechazar
<i>Tasa bruta de escolarización en educación secundaria</i>	H2	146	2,11368	No se puede rechazar
<i>Indicador 1</i>	H1	109	0,99678	No se puede rechazar
<i>Indicador 1</i>	H2	109	3,36928	Se puede rechazar
<i>Indicador 2</i>	H1	109	0,98473	No se puede rechazar
<i>Indicador 2</i>	H2	109	3,32307	Se puede rechazar

**Nota:** H1= la variable capital humano no causa la variable tecnológica en el sentido de Granger.  
H2 = la variable tecnológica no causa la variable capital humano en el sentido de Granger.

**Tabla 4.** Test de causalidad de Granger. Variable tecnológica: Artículos en revistas científicas

Medición de capital humano	Hipótesis nula	Observaciones	Estadístico F	Conclusión
<i>Años medios de escolaridad de la población total</i>	H1	182	0,47445	No se puede rechazar
<i>Años medios de escolaridad de la población total</i>	H2	182	0,02210	No se puede rechazar
<i>Tasa bruta de escolarización en educación secundaria</i>	H1	312	1,19566	No se puede rechazar
<i>Tasa bruta de escolarización en educación secundaria</i>	H2	312	0,74072	No se puede rechazar
<i>Indicador 1</i>	H1	259	6,18631	Se puede rechazar
<i>Indicador 1</i>	H2	259	0,33869	No se puede rechazar
<i>Indicador 2</i>	H1	259	6,03320	Se puede rechazar
<i>Indicador 2</i>	H2	259	0,14543	No se puede rechazar

**Nota:** H1= la variable capital humano no causa la variable tecnológica en el sentido de Granger.  
H2 = la variable tecnológica no causa la variable capital humano en el sentido de Granger.

**Tabla 5.** Test de causalidad de Granger. Variable tecnológica: Exportaciones de alta tecnología/  
Exportaciones de manufacturas

Medición de capital humano	Hipótesis nula	Observaciones	Estadístico F	Conclusión
<i>Años medios de escolaridad de la población total</i>	H1	125	0,85812	No se puede rechazar
<i>Años medios de escolaridad de la población total</i>	H2	125	0,14900	No se puede rechazar
<i>Tasa bruta de escolarización en educación secundaria</i>	H1	252	0,15360	No se puede rechazar
<i>Tasa bruta de escolarización en educación secundaria</i>	H2	252	0,63098	No se puede rechazar
<i>Indicador 1</i>	H1	211	1,44872	No se puede rechazar
<i>Indicador 1</i>	H2	211	3,16597	Se puede rechazar
<i>Indicador 2</i>	H1	211	1,47704	No se puede rechazar
<i>Indicador 2</i>	H2	211	3,54576	Se puede rechazar

**Nota:** H1= la variable capital humano no causa la variable tecnológica en el sentido de Granger.  
H2 = la variable tecnológica no causa la variable capital humano en el sentido de Granger.

**Tabla 6.** Test de causalidad de Granger. Variable tecnológica Patentes triádicas

Medición de capital humano	Hipótesis nula	Observaciones	Estadístico F	Conclusión
<i>Años medios de escolaridad de la población total</i>	H1	182	0,07790	No se puede rechazar
<i>Años medios de escolaridad de la población total</i>	H2	182	0,08912	No se puede rechazar
<i>Tasa bruta de escolarización en educación secundaria</i>	H1	301	0,16613	No se puede rechazar
<i>Tasa bruta de escolarización en educación secundaria</i>	H2	301	0,80895	No se puede rechazar
<i>Indicador 1</i>	H1	259	6,74970	Se puede rechazar
<i>Indicador 1</i>	H2	259	17,6056	Se puede rechazar
<i>Indicador 2</i>	H1	259	6,01250	Se puede rechazar
<i>Indicador 2</i>	H2	259	17,0033	Se puede rechazar

**Nota:** H1= la variable capital humano no causa la variable tecnológica en el sentido de Granger.  
H2 = la variable tecnológica no causa la variable capital humano en el sentido de Granger.

**Tabla 7.** Test de causalidad de Granger. Variable tecnológica Número de investigadores

Medición de capital humano	Hipótesis nula	Observaciones	Estadístico F	Conclusión
<i>Años medios de escolaridad de la población total</i>	H1	19	0,02382	No se puede rechazar
<i>Años medios de escolaridad de la población total</i>	H2	19	0,46959	No se puede rechazar
<i>Tasa bruta de escolarización en educación secundaria</i>	H1	131	0,27695	No se puede rechazar
<i>Tasa bruta de escolarización en educación secundaria</i>	H2	131	0,27328	No se puede rechazar
<i>Indicador 1</i>	H1	95	2,92142	Se puede rechazar
<i>Indicador 1</i>	H2	95	12,5992	Se puede rechazar
<i>Indicador 2</i>	H1	95	3,03726	Se puede rechazar
<i>Indicador 2</i>	H2	95	13,1628	Se puede rechazar

**Nota:** H1= la variable capital humano no causa la variable tecnológica en el sentido de Granger. H2 = la variable tecnológica no causa la variable capital humano en el sentido de Granger.

Aunque los resultados del contraste de causalidad de Granger son sensibles al número de observaciones con el que se realizan, los tablas 3 a 7 reflejan que el capital humano (aproximado por los años medios de escolaridad de la población o la tasa bruta de escolarización en educación secundaria) no causa, en el sentido de Granger, la tecnología (medida con variables como el esfuerzo tecnológico, la publicación de artículos en revistas, el porcentaje de exportaciones de alta tecnología en el total de exportaciones de manufacturas, las patentes o el número de investigadores).

Por el contrario, cuando el capital humano se mide con el indicador propuesto guarda con las variables tecnológicas una relación de causalidad que los indicadores tradicionales de capital humano no mantienen. En el caso del esfuerzo tecnológico, los artículos en revistas científicas o el porcentaje de exportaciones de alta tecnología, la causalidad va de la tecnología hacia el capital humano y no al revés. Y si la tecnología se aproxima con las patentes triádicas o el número de investigadores, la causalidad es bidireccional: el capital humano causa la tecnología, en el sentido de Granger, y la tecnología causa el capital humano.

Si bien es cierto, que la muestra empleada es sólo de países OCDE, los resultados sugieren, de una parte, que para explicar el crecimiento económico es conveniente mejorar la medición del capital humano introduciendo las dimensiones cualitativas, las habilidades y los conocimientos de los trabajadores. Y, de otra, que los capitales humano y tecnológico muestran una relación de complementariedad, lo que deberá tenerse en cuenta a la hora de plantear y estimar modelos de crecimiento económico.

#### 4. Conclusiones

Las teorías explicativas del crecimiento económico sostienen que el capital humano juega un papel relevante en el mismo. Para una de las dos principales líneas de pensamiento un aumento del stock de capital humano elevará indirectamente el crecimiento económico, bien por ampliar la habilidad de un país para desarrollar sus propias innovaciones bien por incrementar su capacidad de adopción de tecnologías desarrolladas en otros países. De acuerdo con este planteamiento,

el capital humano aumenta indirectamente el crecimiento de la PTF a través de la generación de innovación. Otros autores, por el contrario, entienden que el capital humano es un factor productivo más de la función de producción y, en consecuencia, sostienen que la acumulación de capital humano es el determinante principal del crecimiento de la productividad y, por lo tanto, que la tasa de crecimiento económico depende directamente de la tasa de acumulación de capital humano, no del stock de capital humano.

Las implicaciones de estas dos líneas para el diseño de la política económica son sustancialmente diferentes. Para la primera, el nivel de educación afecta al crecimiento de la PTF y del output y, por lo tanto, su beneficio se medirá en términos de la suma de su impacto sobre todos los niveles de output en el futuro. Para la segunda, el beneficio de incrementar la educación es su producto marginal.

Los estudios empíricos suelen tener dificultades para contrastar la importancia del capital humano en el crecimiento económico, contrariedad que relacionan con la forma de aproximar o cuantificar el capital humano. En este trabajo se ha ahondado en este campo, proponiendo un indicador que palie las deficiencias de los tradicionales años medios de estudio o niveles de escolarización.

El indicador de capital humano presentado facilita las comparaciones entre países, ofrece más matices y aporta más información que los tradicionales. Se ha elaborado teniendo en cuenta, por un lado, la dimensión cuantitativa del capital humano, a través del cálculo de las horas de trabajo corregidas por productividad, en función de niveles educativos. Y, por otro, corrigiendo las horas trabajadas por las diferencias en habilidades y conocimientos existentes entre los países de la OCDE.

Se ha comprobado, realizando contrastes de causalidad de Granger, que cuando se aproxima el capital humano con los indicadores tradicionales no guarda relación de causalidad con las variables tecnológicas que miden la innovación que realizan los países. En cambio, cuando el capital humano se cuantifica con el indicador propuesto, bien se ve causado por el capital humano bien lo causa (si la tecnología se evalúa con patentes triádicas o el número de investigadores). En definitiva, los resultados de este estudio muestran, de una parte, que para explicar el crecimiento económico es conveniente mejorar la medición del capital humano. Y, de otra, que los capitales humano y tecnológico muestran una relación de complementariedad, lo que deberá tenerse en cuenta al plantear y estimar modelos de crecimiento económico y al diseñar las políticas de crecimiento a largo plazo.

## Referencias

Acemoglu, D. (1996): "A Microfoundation for Increasing Returns in Human Capital Accumulation". *Quarterly Journal of Economics*, 111 (3), pp. 779–804.

Acemoglu, D. (1998): "Why Do New Technologies Complement Skills? Directed Technical Change and Wage Inequality". *Quarterly Journal of Economics*, 113 (4), pp. 1055–90.

Aghion, P., L. Boustan, C. Hoxby and J. Vandenbussche (2006): *Exploiting states' mistakes to identify the causal impact of higher education on growth*. (ISNIE Conference Paper).

Aghin, P. and S. Durlauf (2009): *From Growth Theory to Policy Design*, Commission on Growth and Development, Working Paper, no. 57, Washington: IBRD/The World Bank.

- Aghion, P. and P. Howitt (1992): "A model of Growth through Creative Destruction". *Econometrica* 60, 2, 323-351.
- Aghion, P. and P. Howitt (1998): *Endogenous Growth Theory*. The MIT Press, Cambridge.
- Aghion, P., P. Howitt and L. Bursztyn (2009): *The economics of growth*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Attanasio, O.P., L. Picci and A.E. Scorsu (2000): "Saving, growth, and investment: a macroeconomic analysis using a panel of countries". *Review of Economics and Statistics*, 82, pp. 182-211.
- Barro, R. (1999): *Inequality, Growth, and Investment*, NBER Working Papers 7038, Cambridge: National Bureau of Economic Research, Inc.
- Barro, R. J. and J. W. Lee (1993): "International comparisons of educational attainment". *Journal of Monetary Economics*, 32 (3), pp. 363-394.
- Barro, R. J. and J. W. Lee (1996): "International measures of schooling years and schooling quality". *American Economic Review*, 86 (2), pp. 218-223.
- Barro, R. J., and J. W. Lee (2001): *International data on educational attainment: Updates and implications*. *Oxford Economic Papers* 53 (3): pp. 541-563.
- Barro, R. and X. Sala-i-Martin (1995): *Economic Growth*, New York, McGraw Hill.
- Benhabib, J. and M. M. Spiegel (1994): "The role of human capital in economic development evidence from aggregate cross-country data". *Journal of Monetary Economics*, 34(2), pp. 143-173.
- Breitung, J. (2000): "The Local Power of Some Unit Root Tests for Panel Data," in B. Baltagi (ed.): *Advances in Econometrics, Vol. 15: Nonstationary Panels, Panel Cointegration, and Dynamic Panels*, Amsterdam: JAI Press, pp. 161-178.
- Choi, I. (2001): "Unit Root Tests for Panel Data". *Journal of International Money and Finance*, 20, pp. 249-272.
- Cohen, D. and M. Soto (2007): "Growth and human capital: Good data, good results". *Journal of Economic Growth*, 12(1), pp. 51-76.
- De la Fuente, A. and R. Doménech (2006): "Human capital in growth regressions: How much difference does data quality make?" *Journal of the European Economic Association*, 1(03), pp. 1-36.
- Denison, E. F. (1967): *Why growth rates differ: Postwar experience in nine western countries*. Washington, D.C.: The Brookings Institution.

- Eisner, R. (1989): "The total incomes system of accounts". *Survey of Current Business*, 65(1), pp. 24 -48.
- EU KLEMS (2009). *Growth and Productivity Accounts: November 2009 Release* (disponible en <http://www.euklems.net>).
- Granger, C.W.J. (1969): "Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods". *Econometrica*, 37, pp. 424-438.
- Hadri, K. (2000): "Testing for Stationarity in Heterogeneous Panel Data," *Econometric Journal*, 3, pp. 148-161.
- Hanushek, E. A. and D. D. Kimko (2000): "Schooling, labor force quality, and the growth of nations". *American Economic Review*, 90(5), pp. 1184-1208.
- Hanushek, E. A. and L. Wößmann (2009): "Do better schools lead to more growth? cognitive skills, economic outcomes, and causation". Cambridge: NBER Working Papers 14633.
- Hartwig, J. (2010): "Is health capital formation good for long-term economic growth?—Panel Granger-causality evidence for OECD countries". *Journal of Macroeconomics*, 32, pp. 314-325.
- Hsiao, F.S.T. and M-C.W. Hsiao (2006): "FDI, exports, and GDP in East and Southeast Asia—Panel data versus time-series causality analyses". *Journal of Asian Economics*, 17, pp. 1082-1106.
- Im, K. S., M. H. Pesaran, and Y. Shin (2003): "Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels". *Journal of Econometrics*, 115, pp. 53-74.
- Jorgenson, D. W. and B.M. Fraumeni (1989): The accumulation of human and non-human capital 1948-1984. In R. E. Lipsey, & H. S. Tice (Eds.), *The measurement of savings, investment and wealth*, Chicago:The University of Chicago Press, pp. 227-282.
- Jorgenson, D. W. and B.M. Fraumeni (1992): The output of the education sector. In Z. Griliches (Ed.), *Output measurement in the services sector*, Chicago: The University of Chicago Press, pp. 303-338.
- Kendrick, J. (1976): *The formation and stocks of total capital*. Columbia University Press for NBER, New York, N. Y.
- Krueger, A. and M. Lindah (2001): Education for growth: Why and for whom? *Journal of Economic Literature*, 39 (4), pp. 1101-1136.
- Kyriacou, G. (1991): "Level and growth effects of human capital: A cross-country study of the convergence hypothesis". *Economic Research Reports* 91-26, New York University.
- Laaksonen-Craig, S. (2004): "Foreign direct investment in the forest sector: implications for sustainable forest management in developed and developing countries". *Forest Policy and Economics* 6, pp. 359-370.



Lau, L. J., D. T. Jamison and F. F. Louat (1991): Education and productivity in developing countries: An aggregate production function approach. Washington: Policy, Research, and External Affairs Working Paper 612, World Bank, Washington D.C.

Levin, A., C. F. Lin, and C. Chu (2002): "Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finite-Sample Properties". *Journal of Econometrics*, 108, pp. 1–24.

Lutz, W., A. Goujon, K. C. Samir and W. Sanderson (2007): "Reconstruction of populations by age, sex and level of educational attainment for 120 countries for 1970-2000". *Vienna Yearbook of Population Research* 2007, pp. 193-235.

Maddala, G. S. and S. Wu (1999): "A Comparative Study of Unit Root Tests with Panel Data and A New Simple Test," *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61, pp. 631–52.

Mulligan, C. B. and X. Sala-i-Martin (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), pp. 159-191.

Mulligan, C. B. and X. Sala-i-Martin (2000): "Measuring aggregate human capital". *Journal of Economic Growth*, 5 (3), pp. 215-252.

Nair-Reichert, U. and D. Weinhold (2001): "Causality tests for cross-country panels: a new look at FDI and economic growth in developing countries". *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 63, pp. 153–171.

Nehru, V., E. Swanson and A. Dubey (1995): "A new database in human capital stock in developing industrial countries: Sources, methodology and results". *Journal of Development Economics*, 46(2), pp. 379-401.

Nelson, R. and E. Phelps (1966): "Investments in humans, technological diffusion and economic growth". *American Economic Review, Papers and Proceedings*, 56(2), pp. 69-75.

OECD (2009). *Main Science and Technology Indicators*, Paris: OECD Publishing ([http://www.oecd.org/document/33/0,33043,en\\_2649\\_34451\\_1901082\\_1\\_1\\_1\\_1,00.html](http://www.oecd.org/document/33/0,33043,en_2649_34451_1901082_1_1_1_1,00.html)).

OECD (2010), *OECD Education at a Glance 2010*, Paris: OECD Publishing.

Podrecca, E. and G. Carmeci (2001): "Fixed investment and economic growth: new results on causality". *Applied Economics*, 33, pp. 177–182.

Psacharopoulos, G. and A. M. Arriagada (1986): "The educational composition of the labour force: An international comparison". *International Labour Review*, 125(5), pp. 561-574.

Psacharopoulos, G. and A. M. Arriagada (1992): "The educational composition of the labour force: An international update". *Journal of Educational Planning and Administration*, 6(2), pp. 141-159.

Romer, P. M. (1990): "Endogenous technological change". *Journal of Political Economy*, 98(5), S71-102.

Scarpetta, S. and T. Tressel (2002): *Productivity and convergence in a panel of OECD industries: Do regulations and institutions matter?* Paris: OECD Economics Department Working Papers, Number 342.

Schultz, T. W. (1961): "Investment in human capital". *American Economic Review*, 51(1), pp. 1-17.

The World Bank. (2011): *World Development Indicators*. Washington: The World Bank. (accessible en <http://databank.worldbank.org/ddp/home.do>).

Timmer, M., M. O'Mahony and B. Van Ark (2008): *The EU KLEMS Growth and Productivity Accounts: An Overview November 2007 Release*, University of Groningen & University of Birmingham (accessible en [www.euklems.net](http://www.euklems.net)).

Timmer, M., T. Van Moergastel, E. Stuijvenwold, G. Ypma, M. O'Mahony and M. Kangasniemi (2007). *EU KLEMS growth and productivity accounts, Version 1.0, PART I Methodology*, Groningen Growth and Development Centre y National Institute of Economic and Social Research (accessible en [http://www.euklems.net/data/EUKLEMS\\_Growth\\_and\\_Productivity\\_Accounts\\_Part\\_I\\_Methodology.pdf](http://www.euklems.net/data/EUKLEMS_Growth_and_Productivity_Accounts_Part_I_Methodology.pdf)).

Vandenbussche, J., P. Aghion and C. Meghi (2006): "Growth, distance to frontier and composition of human capital". *Journal of Economic Growth*, 11 (2), pp. 97-127.

Wößmann, L. (2003): "Specifying human capital". *Journal of Economic Surveys*, 17(3), pp. 239-270.

## Anexo I. Variables empleadas y fuentes

La muestra abarca los siguientes países de la OCDE: Australia, Austria, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Alemania, Hungría, Italia, Japón, República de Corea, Países Bajos, Eslovenia, España, Reino Unido y Estados Unidos. Los datos corresponden al período 1980-2005, si bien se trata de un panel no balanceado, puesto que no hay información para todas las variables y años de los quince países.

### *Variables que aproximan el capital humano*

Los datos relativos a los años medios de escolaridad de la población total se tomaron de Barro y Lee (2001); los de la tasa bruta de escolarización en educación secundaria proceden de la base *World Bank Development Indicators Online* accessible en <http://databank.worldbank.org/ddp/home.do>.

Para calcular las dos versiones del indicador de capital humano propuesto, la información correspondiente a horas trabajadas y salarios proviene de la base de datos *EU KLEMS Growth and Productivity Accounts*, financiada por la Comisión Europea<sup>319</sup>. La base distingue entre tres niveles educativos –baja, media y alta cualificación<sup>320</sup>– y proporciona información sobre salarios y horas trabajadas, en función de dichos niveles formativos, para hombres y mujeres de tres grupos de edad: de 15 a 29 años, entre 30 y 49 y mayores de 50. Por tanto, se ha trabajado con seis categorías o grupos con características similares de género y edad para cada uno de los tres niveles formativos. Formalmente, de acuerdo a las variables *EU KLEMS*, el cálculo del indicador de capital humano descrito anteriormente adopta la siguiente expresión en la que los subíndices que denotan tiempo y país se eliminan para simplificar las expresiones:

$$S = \sum_i \sum_g \frac{w_{i,g} l_{i,g}}{w_{1,g}} Q = \sum_i \sum_g \frac{LAB_{i,g} \cdot H_{1,g}}{LAB_{1,g}} \cdot H\_EMP \cdot Q \quad (2)$$

En esta expresión:

$LAB_{i,g}$  es la compensación de asalariados (proporción de la compensación total de asalariados) con nivel de cualificación  $i$ , con  $i=1, \dots, N$ , y para un grupo  $g$  de trabajadores con similares características de género y edad, con  $g=1, \dots, M$ .

$LAB_{1,g}$  es la compensación de asalariados con un nivel educativo básico dentro de cada grupo  $g$  de trabajadores con similares características de género y edad.

$H_{1,g}$  son las horas trabajadas (proporción sobre las horas totales) por los trabajadores con un nivel educativo básico dentro de cada grupo  $g$  de trabajadores con similares características de género y edad.

$EMP$  es el total de horas trabajadas (millones).

$Q$  es el nivel de conocimientos poseído por los trabajadores del nivel educativo básico o numerario, medido a través de los resultados obtenidos en pruebas internacionales de conocimiento. Los datos utilizados provienen de las Hanushek y Kimko (2000). La obtención de  $Q$  se realiza relacionando la nota media obtenida en las pruebas internacionales por los estudiantes de cada país con la

319 Véase Timmer *et al.* (2008) y *EU KLEMS* (2009).

320 Una descripción detallada de los cursos completados dentro de cada nivel educativo y para cada país puede consultarse en la tabla 5.3. de Timmer *et al.* (2007) En términos generales, el nivel básico (*low-skilled*) se corresponde con educación primaria y secundaria básica, el nivel medio (*medium-skilled*) con secundaria superior y estudios postsecundarios no universitarios y el nivel superior (*high-skilled*) con estudios universitarios.

obtenida por el país con los estudiantes que obtuvieron notas mínimas, mediante la expresión:

$$Q = \frac{Q_{\text{país}}}{\min(Q)}$$

, lo que permite calcular las variables indicador 1 y indicador 2, empleadas en el apartado segundo de este trabajo, que figuran en el Anexo II.

El *indicador 1* se calcula estableciendo la nota media en los tests internacionales de conocimiento en 50. El *indicador 2* utiliza un ajuste de las notas basado en los resultados internacionales obtenidos por Estados Unidos; teniendo en cuenta las correcciones temporales en función de los resultados obtenidos por sus alumnos en las pruebas de matemáticas y ciencias que lleva a cabo el *National Assessment of Educational Progress*.

### ***Variables que aproximan la tecnología***

El porcentaje de PIB gastado en I+D, el número de artículos publicados en revistas científicas, el porcentaje de exportaciones de alta tecnología en el total de exportaciones de manufacturas y el número de investigadores, se tomaron del mencionado *World Development Indicators Online* del Banco Mundial.

Por lo que respecta a patentes, se trabajó con las patentes registradas en las oficinas europea, japonesa y estadounidense que comparten una o varias prioridades y cuyos los datos se consolidaron para eliminar la doble contabilización de patentes presentadas. La fuente de los datos fue *Main Science and Technology Indicators*.

## Valores del indicador de capital humano propuesto. Variable indicador 1.

	Australia	Austria	Belgica	Dinamarca	Finlandia	Alemania	Hungría	Italia	Japón	Rep. Corea	Países Bajos	Eslovenia	España	Reino Unido	Estados Unidos
1980	..	10.760	8.938	6.110	5.880	..	..	53.488	214.038	64.155	15.936	..	31.380	62.332	250.498
1981	..	10.565	8.743	5.967	5.897	..	..	53.724	215.696	62.970	15.779	..	30.477	61.440	247.202
1982	15.337	10.717	8.543	6.044	5.878	..	..	54.848	218.803	65.706	15.394	..	30.385	61.725	251.715
1983	15.180	10.668	8.352	6.056	5.840	..	..	54.184	222.370	64.747	15.104	..	30.245	63.757	260.637
1984	15.591	10.781	8.283	6.169	5.840	..	..	54.721	226.411	64.245	15.170	..	28.734	65.839	276.125
1985	16.018	10.927	8.224	6.305	5.838	..	..	55.229	227.569	65.343	15.240	..	28.091	68.584	286.790
1986	16.374	10.846	8.205	6.473	5.835	..	..	57.458	230.984	66.877	15.609	..	29.229	69.540	290.275
1987	17.036	10.757	8.260	6.426	5.942	..	..	59.607	233.496	71.737	15.559	..	30.759	70.763	297.644
1988	17.702	10.884	8.495	6.367	6.065	..	..	62.091	237.084	71.506	15.907	..	31.425	75.756	309.170
1989	18.707	11.028	8.623	6.305	6.127	..	..	64.389	239.310	73.012	16.425	..	32.888	78.192	333.043
1990	18.727	11.375	8.741	6.287	6.064	..	..	67.335	242.206	74.375	17.056	..	34.404	79.492	332.928
1991	18.534	11.478	8.751	6.261	5.686	114.870	..	71.214	243.716	74.190	17.498	..	34.555	78.227	335.243
1992	18.529	11.476	8.809	6.295	5.300	114.928	..	90.329	241.484	76.820	18.276	..	34.068	76.132	338.025
1993	19.250	11.400	8.793	6.220	5.023	115.308	..	93.188	234.459	76.765	18.610	..	33.528	76.728	380.781
1994	19.778	11.387	8.781	6.214	4.996	117.249	..	97.141	232.807	77.263	19.113	..	33.448	84.868	389.651
1995	20.389	11.237	8.903	6.280	5.074	117.857	13.264	103.883	233.347	82.676	19.686	2.807	33.998	86.745	391.344
1996	20.547	11.450	8.989	6.342	5.181	118.829	13.577	114.882	232.496	81.174	20.424	2.772	35.542	87.083	407.391
1997	20.959	11.555	9.147	6.473	5.327	119.385	13.785	124.018	228.427	81.303	21.239	2.799	36.921	92.208	413.567
1998	21.470	11.708	9.303	6.717	5.666	120.034	14.374	136.233	222.489	77.387	21.743	2.767	39.033	94.933	445.480
1999	22.072	11.746	9.419	6.871	5.981	120.039	15.484	148.828	217.393	78.884	22.626	2.882	40.582	96.538	457.151
2000	22.570	11.797	9.879	7.054	6.157	120.837	15.471	162.793	218.309	79.148	22.963	3.044	42.684	98.135	468.917
2001	22.870	12.010	10.022	7.207	6.163	119.539	15.123	182.517	218.852	81.133	23.507	3.060	44.409	99.663	471.311
2002	23.361	11.930	9.944	7.166	6.243	117.517	15.350	203.204	219.506	83.526	23.838	2.877	45.512	98.697	469.724
2003	23.797	11.926	10.097	7.094	6.237	115.104	15.862	232.327	217.464	81.104	23.884	2.999	46.913	99.049	450.598
2004	24.555	12.032	10.392	7.136	6.321	115.139	15.943	261.345	218.438	84.583	23.760	3.001	49.472	100.235	480.625
2005	25.156	12.227	10.597	7.058	6.350	114.162	15.978	285.971	218.433	81.087	23.783	2.881	51.864	100.455	505.203

Valores del indicador de capital humano propuesto. Variable indicador 2.

	Australia	Austria	Bélgica	Dinamarca	Finlandia	Alemania	Hungría	Italia	Japón	Rep. Corea	Países Bajos	Eslovenia	España	Reino Unido	Estados Unidos
1980	..	10,632	8,896	6,552	6,668	..	..	55,037	214,647	62,054	14,194	..	30,625	67,03	250,498
1981	..	10,439	8,702	6,399	6,687	..	..	55,280	216,309	60,907	14,054	..	29,744	66,07	247,202
1982	17,470	10,590	8,504	6,481	6,666	..	..	56,436	219,425	63,553	13,711	..	29,654	66,38	251,715
1983	17,291	10,541	8,313	6,495	6,622	..	..	55,753	223,002	62,626	13,452	..	29,518	68,57	260,637
1984	17,760	10,652	8,245	6,616	6,623	..	..	56,306	227,055	62,141	13,511	..	28,043	70,81	276,125
1985	18,246	10,797	8,186	6,761	6,620	..	..	56,828	228,216	63,202	13,574	..	27,416	73,76	286,790
1986	18,652	10,717	8,167	6,942	6,617	..	..	59,123	231,640	64,686	13,903	..	28,527	74,79	290,275
1987	19,405	10,629	8,222	6,891	6,739	..	..	61,333	234,160	69,387	13,858	..	30,019	76,10	297,644
1988	20,164	10,755	8,456	6,828	6,878	..	..	63,889	237,758	69,164	14,168	..	30,669	81,47	309,170
1989	21,309	10,897	8,583	6,761	6,949	..	..	66,254	239,991	70,620	14,629	..	32,097	84,09	333,043
1990	21,332	11,240	8,700	6,742	6,877	..	..	69,285	242,894	71,939	15,192	..	33,577	85,49	332,928
1991	21,112	11,341	8,710	6,714	6,448	87,964	..	73,277	244,409	71,760	15,585	..	33,724	84,13	335,243
1992	21,106	11,340	8,768	6,750	6,011	88,009	..	92,945	242,171	74,304	16,278	..	33,249	81,87	338,025
1993	21,928	11,264	8,752	6,670	5,696	88,300	..	95,887	235,125	74,250	16,576	..	32,722	82,52	380,781
1994	22,528	11,252	8,740	6,664	5,666	89,786	..	99,954	233,469	74,732	17,024	..	32,644	91,27	389,651
1995	23,224	11,104	8,861	6,735	5,754	90,252	14,004	106,891	234,011	79,968	17,534	2,76	33,180	93,29	391,344
1996	23,404	11,314	8,948	6,801	5,876	90,996	14,335	118,210	233,157	78,515	18,191	2,72	34,688	93,65	407,391
1997	23,874	11,417	9,105	6,941	6,041	91,422	14,554	127,610	229,077	78,640	18,917	2,75	36,033	99,16	413,567
1998	24,456	11,568	9,260	7,203	6,426	91,919	15,177	140,179	223,122	74,852	19,367	2,72	38,094	102,1	445,480
1999	25,141	11,606	9,376	7,369	6,783	91,923	16,349	153,138	218,011	76,300	20,152	2,83	39,606	103,8	457,151
2000	25,709	11,657	9,833	7,564	6,982	92,534	16,335	167,508	218,930	76,555	20,453	2,99	41,658	105,5	468,917
2001	26,050	11,867	9,976	7,728	6,989	91,540	15,968	187,803	219,474	78,476	20,938	3,01	43,341	107,1	471,311
2002	26,609	11,788	9,898	7,685	7,080	89,992	16,208	209,090	220,130	80,790	21,233	2,83	44,418	106,1	469,724
2003	27,107	11,784	10,05	7,607	7,073	88,144	16,748	239,056	218,082	78,447	21,273	2,95	45,785	106,5	450,598
2004	27,970	11,889	10,34	7,653	7,169	88,171	16,833	268,915	219,059	81,812	21,162	2,95	48,283	107,8	480,625
2005	28,655	12,081	10,54	7,569	7,201	87,422	16,870	294,254	219,054	78,431	21,183	2,83	50,617	108,0	505,203