Revista de Economía Aplicada E A *Número 10 (vol. IV), 1996, págs. 177 a 190*

INDICADORES DE CAPITAL HUMANO Y PRODUCTIVIDAD*

LORENZO SERRANO
Universitat de València

En este trabajo se analiza el efecto de la educación, vía mejoras en la dotación de capital humano de los trabajadores, sobre la productividad del trabajo. Para ello, junto a medidas convencionales como el número medio de años de escolarización, se utilizan medidas alternativas a partir de la distribución por estudios de la población ocupada. Todas esas medidas son sometidas al correspondiente contraste empírico mediante la utilización de una novedosa base de datos sobre la distribución territorial por estudios terminados de la población española. Mientras la utilización de los años medios no resulta favorable, los indicadores alternativos menos restrictivos evidencian la contribución positiva de cada sucesivo nivel educativo sobre la productividad del trabajo.
Palabras clave: productividad, capital humano.

En este trabajo se analiza el papel del capital humano como factor productivo. A pesar de la evidente importancia del capital humano como factor determinante de la productividad, reconocida de modo creciente dentro de la más reciente literatura económica, no son muchos los trabajos empíricos que lo han introducido de forma explícita en sus análisis. La causa reside en la inexistencia o escasez de datos relacionados con el capital humano.

Esta situación va cambiando lentamente con la aparición de trabajos que se ocupan precisamente de recopilar y elaborar información que permita aproximar la evolución de este factor. Entre estos trabajos cabe mencionar los de Psacharopoulos (1984), Kyriacou (1992) y Barro y Lee (1993) referidos al ámbito de las comparaciones internacionales, los de Mulligan y Sala-i-Martín (1995 a y b) para los diferentes estados norteamericanos y los trabajos de Jorgenson y Fraumeni (1989 a y b) que permiten disponer de series amplias de capital humano para los EEUU.

Aunque la metodología empleada en cada caso difiere, existe un punto común en todos estos trabajos: el hecho de que todos utilizan de una u otra manera bien la distribución por estudios de la población, bien las tasas de escolarización de la población.

(*) El autor desea agradecer los comentarios y sugerencias realizados sobre una versión anterior de este trabajo por José García Montalvo, Matilde Mas, Joaquín Maudos, Francisco Pérez y los asistentes al seminario sobre capital humano organizado por el Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas, así como los realizados por un evaluador anónimo. Asimismo desea agradecer la ayuda financiera recibida de la CICYT dentro del proyecto PB94-1523. Este artículo ha sido difundido como Documento de Trabajo WP-EC-9516 en la serie Documentos EC del Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas.

Obviamente, debe existir alguna relación entre el nivel de conocimientos de un trabajador, su capacidad para utilizarlos y su productividad. Todo ello sugiere aproximar el capital humano a partir de la educación recibida por cada individuo. Sin embargo, como es sabido, la educación recibida no es el único factor personal relevante en la productividad de un trabajador. Pueden adquirirse conocimientos al margen del sistema educativo (por ejemplo a través de la experiencia laboral), y no todos los conocimientos que proporciona el sistema educativo formal tienen el mismo efecto sobre la productividad del trabajador. De hecho, es muy razonable suponer que ciertos conocimientos, por mucha utilidad que en otros aspectos puedan reportar al individuo, pueden tener un efecto nulo sobre la capacidad de un individuo para producir bienes y servicios valorados por el mercado.

A la vista de todo ello, recurrir exclusivamente a datos educativos para estimar el capital humano resulta una simplificación sólo justificable en la medida en que resulta necesaria. En este trabajo, la inclusión del capital humano se ha realizado tanto a partir de la utilización directa de la información relativa a la composición de la población ocupada por niveles educativos, como a través de un indicador sintético como los años medios de estudios. La primera aproximación puede considerarse más flexible que la utilización de los años medios de escolarización. La obtención de esta última variable supone una transformación de los datos que impone una restricción muy fuerte y, posiblemente, poco razonable sobre la contribución a la dotación de capital humano de los distintos niveles educativos.

Sin embargo, el análisis teórico desarrollado en este trabajo muestra que hay que ser cuidadoso en la valoración de los resultados al utilizar la primera de las aproximaciones. Si se utiliza como indicador de capital humano la fracción de población que ha superado un determinado nivel de estudios, los parámetros estimados pueden infraestimar la auténtica elasticidad producto del capital humano.

El trabajo se completa con la correspondiente estimación para la economía española aprovechando los datos recientemente elaborados por Mas *et al.* (1995) sobre niveles educativos de la población española. De acuerdo con esa estimación, que confirma la contribución positiva del capital humano al crecimiento de la productividad del trabajo, la utilización de indicadores del primer tipo lleva a conclusiones diferentes de la utilización del número medio de años de escolarización. Este resultado pone de manifiesto la conveniencia de no limitarse al uso de un único indicador tan restrictivo como los años medios de escolarización.

En el apartado 1 se discute teóricamente la utilización de diferentes indicadores de la dotación de capital humano. En el apartado 2 se presentan los resultados empíricos obtenidos para el caso de la economía española al utilizar cada método. Finalmente, en el apartado 3 se presentan las principales conclusiones del trabajo.

1. Indicadores de capital humano

En los trabajos iniciales se utilizaba la tasa de escolarización en los diferentes niveles educativos como variable *proxy* del capital humano [por ejemplo Mankiw *et al.* (1990)]. En trabajos más recientes resulta habitual la utilización del número medio de años de escolarización de un trabajador como *proxy* [por ejemplo Benhabib y Spiegel (1994)].

Hay que considerar que el indicador utilizado depende en última instancia de la información disponible. Cuando esa información se limita a la composición de la pobla-

ción por niveles educativos surgen dos tipos de problemas: el primero relativo a la dotación de capital humano de los diferentes individuos con un mismo nivel educativo, el segundo a la dotación relativa de capital humano de los individuos con diferente nivel educativo. El supuesto de asignar la misma dotación de capital humano a los individuos con el mismo nivel educativo permite superar el primer problema. La utilización de los años medios de escolarización permite superar el segundo de un modo objetivo.

Como ya se ha comentado anteriormente, debe existir alguna relación entre la educación formal recibida por un individuo y el nivel de capital humano adquirido por él. Sin embargo, resulta difícil imaginar cuál es el tipo de relación entre ambos, y asumir que existe una relación directa y proporcional entre los años de estudio cursados y la dotación de capital humano de un trabajador, pese a ser un criterio objetivo, no deja de ser arbitrario. De hecho, en la literatura de contabilidad del crecimiento se ha preferido siempre el salario relativo como medida del capital humano relativo [véase Denison (1964) y Griliches (1970), por ejemplo]. En Mulligan y Sala-i-Martín (1995a) puede encontrarse una discusión de estos problemas, pero para ilustrar la cuestión basta con considerar si resulta lógico atribuir a un licenciado universitario 17 veces el capital humano que se asigna a una persona con un año de estudios.

Alternativamente, puede optarse por otro tipo de aproximación. En este caso, se supondrá que cada nivel educativo implica un diferente nivel de capital humano, y cabe esperar que cuanto más elevado sea el nivel educativo alcanzado, mayor será el capital humano asociado. Sin embargo, no se impondrá que la relación entre el capital humano relativo de dos niveles educativos sea proporcional al número de años de estudio que supone cada nivel.

Vale la pena insistir en que, cuando se utilizan los años medios de escolarización, la práctica habitual consiste en partir de la distribución por niveles de estudios de la población, atribuir a cada nivel de estudios un determinado número de años de escolarización y, finalmente, utilizar el periodo medio de escolarización como *proxy* del capital humano. Sin embargo, es posible la utilización directa de la información sobre la distribución por niveles de estudios terminados de la población sin imponer *a priori* restricción alguna en cuanto a la relación entre nivel de estudios y dotación de capital humano. Más adelante se concreta este procedimiento alternativo.

1.1. El modelo

Para analizar el efecto del capital humano en la productividad hay que especificar una forma funcional que represente el proceso productivo. Siguiendo la práctica habitual se ha optado por un función de producción Cobb-Douglas del tipo:

$$Y = A K^{\alpha} H^{\beta} L^{(1-\alpha-\beta)} \qquad [1]$$

donde Y es la producción; K, el *stock* de capital físico; H, el *stock* de capital humano; L, la cantidad de factor trabajo, o número de trabajadores y A, la productividad total de los factores.

Esta aproximación es la utilizada en numerosos trabajos como los de Uzawa (1965) o Lucas (1988). Transformando la expresión [1] en términos del logaritmo de las variables por ocupado se llega a:

$$\ln y = a + \alpha \ln k + \beta \ln h \qquad [2]$$

donde lny es el logaritmo del producto por ocupado; lnk, el logaritmo del capital físico por ocupado; lnh, el logaritmo del capital humano medio por ocupado y a, el logaritmo de la productividad total de los factores.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente lnh puede aproximarse mediante el logaritmo del número medio de años de escolarización. En ese caso el parámetro que se estime para esa variable nos dará el valor de la elasticidad producto del capital humano, siempre que la relación entre el capital humano correspondiente a cada nivel educativo sea proporcional al número medio de años de escolarización.

Alternativamente, resulta siempre posible dividir a la población ocupada en dos grupos, uno cualificado (caracterizado por haber completado un determinado nivel mínimo de estudios) y otro de no cualificados (caracterizado por no haber completado ese nivel). Así puede expresarse el nivel medio de capital humano de la población ocupada (h) como una media ponderada de los niveles medios de capital humano de ambos grupos:

$$h = h_c \, \theta_c + h_n \, (1 - \theta_c) \qquad [3]$$

donde h_c es el capital humano medio de los cualificados; h_n, el capital humano medio de los no cualificados y θ_c, la proporción de cualificados dentro de la población ocupada. En este caso no se hace supuesto alguno acerca del valor de h_c y h_n. Lógicamente, se considera que el primero nunca es menor que el segundo.

A pesar de ignorar esos valores, la ecuación [3] sugiere la posibilidad de utilizar una variable conocida, como es la proporción de población ocupada cualificada, como *proxy*. La razón estriba en que debe existir una relación positiva entre el capital humano promedio y la proporción de ocupados que han completado los niveles educativos más avanzados. Lógicamente, puede establecerse una relación como [3] para cada uno de los niveles ofrecidos por Mas *et al.*(1995).

Antes de utilizar ese tipo de *proxies* en la práctica, conviene estudiar cuál es la relación entre la elasticidad producto de la proporción de cualificados (variable de la que se dispone) y la elasticidad producto del capital humano. Así, la elasticidad producto del capital humano es:

$$\varepsilon_{Y,H} = \frac{\partial Y}{\partial H} \frac{H}{Y} = \frac{\partial y}{\partial h} \frac{h}{y} = \beta \qquad [4]$$

mientras que la elasticidad producto de la proporción de cualificados es:

$$\gamma_c = \varepsilon_{Y,\theta_c} = \frac{\partial Y}{\partial \theta_c} \frac{\theta_c}{Y} = \frac{\partial Y}{\partial h} \frac{\partial h}{\partial \theta_c} \frac{\theta_c}{Y} \qquad [5]$$

$$\gamma_c = \varepsilon_{Y,\theta_c} = \beta \frac{\partial h}{\partial \theta_c} \frac{\theta_c}{h} \qquad [6]$$

Esta expresión nos da la relación entre la contribución del capital humano a la producción (β) y la elasticidad producto de la proporción de cualificados en la población ocupada (γ_c). Puede concretarse un poco más el tipo de relación que existe entre ambas si se considera que:

$$\frac{\partial h}{\partial \theta_c} = [h_c - h_n] > 0 \qquad [7]$$

dado que $h_c > h_n$, por tanto:

$$\gamma_c = \varepsilon_{Y,\theta_c} = \beta \frac{(h_c - h_n)\theta_c}{h_n + (h_c - h_n)\theta_c} = \beta \frac{\left(\frac{h_c}{h_n} - 1\right)\theta_c}{1 + \left(\frac{h_c}{h_n} - 1\right)\theta_c} \qquad [8]$$

A partir de la expresión [8] puede verse claramente que γ_c (elasticidad producto de la proporción de los cualificados) es siempre inferior a la elasticidad del capital humano. Es decir, existe una relación sesgada entre ambos parámetros como se muestra a continuación:

$$\gamma_c = \beta - \beta \left[\frac{1}{1 + \left(\frac{h_c}{h_n} - 1\right)\theta_c} \right] \qquad [9]$$

Ese sesgo será mayor cuanto menor sea el porcentaje de trabajadores cualificados y cuanto menor sea la diferencia entre el capital humano de éstos respecto al de los no cualificados. Esto implica que conforme se utilice un nivel educativo diferente para definir la situación de cualificación, la correspondiente elasticidad producto también cambiará. A la vista de estos resultados resulta evidente que, de cara al análisis empírico, cabe esperar que al utilizar como *proxy* los grupos más cualificados pero menos representativos, la probabilidad de estimar parámetros asociados significativos sea más reducida, con independencia de que el capital humano contribuya de modo relevante a la producción.

2. Indicadores alternativos de capital humano: una aplicación empírica

Con el fin de analizar la contribución del capital humano al proceso productivo, se procede a estimar funciones de producción que incluyen bien el número medio de años de escolarización, bien la proporción de trabajadores con un determinado nivel de estudios como *proxy* del capital humano. Ello se hace sobre la base de la discusión realizada en el apartado anterior. Para ello se estiman ecuaciones del tipo:

$$\ln y_{it} = a_{it} + \alpha \ln k_{it} + \phi \ln indh_{it} + u_{it} \qquad [10]$$

Es decir, se trata de regresar el logaritmo de la producción regional por ocupado ($\ln y_i$) sobre el logaritmo del *stock* regional de capital por ocupado ($\ln k_i$) y sobre el logaritmo del indicador regional de capital humano por ocupado ($\ln indh_i$), con una tasa de progreso técnico exógeno para cada región (a_i). En cualquier caso, al estimar una ecuación como la anterior, la hipótesis de una contribución positiva del capital humano se corresponde con la hipótesis de que ø sea positivo. Cuando los años medios sean el indicador de capital humano utilizado, existirá una equivalencia entre ø y ß, sujeta a que se satisfaga la restricción que implica suponer que el capital humano es

proporcional al número de años de escolarización. Cuando se utilice la proporción de ocupados cualificados (θ_c), ϕ no será más que γ_c. La relación respecto a β en este caso ha sido analizada en el apartado anterior.

2.1. Los datos

La estimación se realiza con desagregación a nivel de comunidad autónoma. Para la estimaciones referidas al periodo 1980-1991 los datos de producción y ocupados provienen de la Contabilidad Regional que elabora el INE. En concreto se ha utilizado el valor añadido bruto y el número de ocupados excluyendo el sector de servicios no destinados a la venta. El VAB real se ha obtenido utilizando los deflactores sectoriales de *Contabilidad Nacional. Serie enlazada 1964-1991. Base 1986.* La productividad por ocupado (y) se ha obtenido como cociente entre el VAB real y los ocupados. Para las estimaciones referidas al periodo 1964-1991 se han utilizado los datos de VAB y empleo de *Renta Nacional de España y su distribución provincial* del BBV para obtener la productividad regional por ocupado. En función del carácter de esta última publicación, para este periodo sólo se dispone de información para los años 1964, 1967, 1969, 1971, 1973, 1975, 1977, 1979, 1981, 1983, 1985, 1987, 1989 y 1991. En todos los casos como *stock* de capital físico (k) se ha utilizado la estimación del *stock* de capital privado productivo (obtenido como diferencia entre el *stock* neto de capital privado total y el residencial) realizada por Pérez *et al.* (1995). Los datos acerca de la población ocupada regional por niveles de estudio terminados provienen de Mas *et al.* (1995). Así puede calcularse el porcentaje de ocupados con, al menos, estudios medios (θ_{ma}) agregando ocupados con estudios medios, anteriores al superior y superiores; el porcentaje de ocupados sin estudios medios como mínimo (θ_p), agregando a los ocupados analfabetos, sin estudios o con estudios primarios, el porcentaje de ocupados con tan sólo estudios medios (θ_m); y el porcentaje de ocupados con estudios universitarios (θ_a), agregando los ocupados con estudios anteriores al superior y superiores. Para obtener el número medio de años de escolarización se han atribuido 0 años a los analfabetos; 3,5 años, a los ocupados sin estudios o con estudios primarios; 11 años, a los ocupados con estudios medios; 16 años, a los ocupados con estudios anteriores al superior (equivalentes estudios universitarios de primer ciclo) y 17 años, a los ocupados con estudios superiores (equivalentes a estudios universitarios de ciclo largo).

2.2. Los resultados

En el cuadro 1 se muestran los resultados de la estimación. Se han desechado las estimaciones en niveles, que ni siquiera se presentan, dado que arrojaban de forma general valores del estadístico Durbin-Watson alejados de 2. Ese tipo de valores indicaría la presencia de correlación serial en los residuos de cada individuo y la probable no estacionariedad de éstos, esto es, la inexistencia de relaciones de cointegración entre las variables del modelo. En situaciones así se corre el riesgo de estimar relaciones espurias y obtener una falsa imagen de las relaciones entre las variables [véase Banerjee *et al.* (1993), cap. 3]. Esta cuestión apenas ha recibido atención en los trabajos empíricos con datos de panel, puesto que lo habitual es trabajar con muchos individuos y pocos periodos, por lo que resulta complicado utilizar las técnicas de cointegración. En consecuencia se ha optado por estimar en diferencias.

A la vista de los resultados se observa (estimaciones 1 y 2) que la variable años de estudio no resulta significativa. Por tanto, utilizando la variable años medios como

Cuadro 1: DETERMINANTES DE LA PRODUCTIVIDAD REGIONAL DEL TRABAJO. ESTIMADORES INTRAGRUPOS

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
lnk	0,402	0,456	0,395	0,441	0,383	0,456
	(8,56)	(4,93)	(8,52)	(4,69)	(7,92)	(5,02)
años medios	0,085	0,216				
	(0,51)	(1,29)				
$ln\theta_a$			0,052	0,043		
			(0,98)	(0,72)		
$ln\theta_{ma}$					0,162	0,168
					(2,55)	(1,97)
Periodo	1964-1991	1980-1991	1964-1991	1980-1991	1964-1991	1980-1991
DW	1,99	1,83	2,01	1,83	2,06	1,86
R^2	0,24	0,15	0,24	0,16	0,26	0,17
OBS.	221	187	221	187	221	187
ee	0,0521	0,0371	0,0519	0,0372	0,0513	0,0369

Nota: Todas las variables están en primeras diferencias. Los valores entre paréntesis son *t-ratios* de White robustos a la heteroscedasticidad. DW es el estadístico de autocorrelación de primer orden de Durbin-Watson considerando por separado los residuos de cada comunidad autónoma, R^2 es el coeficiente de determinación, ee es el error estándar de la regresión. La variable dependiente siempre es el logaritmo de la productividad del trabajo. Lnk es el logaritmo del *stock* neto de capital físico productivo privado por ocupado, *años medios* el logaritmo del número medio de años de escolarización, $ln\theta_a$ el logaritmo del porcentaje de ocupados con estudios universitarios y $ln\theta_{ma}$ el logaritmo del porcentaje de ocupados con estudios medios como mínimo. Las estimaciones del periodo 1964-1991 se han realizado con los datos de producción y empleo de la *Contabilidad Regional* y las del periodo 1980-1991, con los del BBV, incluyendo en todos los casos una constante por región.

indicador de capital humano, la conclusión sería que el capital humano adquirido a través del sistema educativo no contribuye a aumentar la productividad.

En las estimaciones 3 y 4 del cuadro 1 se recogen los resultados al considerar como cualificados a los trabajadores que tienen como mínimo algún tipo de estudios universitarios. En las estimaciones 5 y 6 se recogen los resultados obtenidos al utilizar como cualificados a los trabajadores que, como mínimo, tienen algún tipo de estudios medios terminados.

Al analizar los resultados puede observarse como, de modo sistemático, el valor estimado de los coeficientes del indicador de capital humano disminuye conforme

más exigente se vuelve el criterio de cualificación. Este fenómeno era de esperar a la luz de lo expuesto en el apartado anterior, donde, al analizar la relación entre la elasticidad producto del porcentaje de cualificados y la elasticidad del capital humano (β), ya se comentó que el valor de aquélla era menor cuanto menor era el porcentaje de ocupados considerados cualificados.

Por esta misma razón, cuanto más exigente es el criterio, más complicado resulta obtener un coeficiente significativo. Así, examinando las estimaciones 3 y 4, se aprecia que el porcentaje de ocupados con estudios universitarios no resulta significativo, aunque los coeficientes tienen el signo adecuado. Es decir, aparentemente con este tipo de indicadores alternativos se obtendrían las mismas conclusiones que al utilizar los años medios de estudio.

Sin embargo, las estimaciones 5 y 6 ponen de relieve que si se utiliza como indicador de capital humano el porcentaje de ocupados con, al menos, estudios medios, sí resulta significativo en todas las estimaciones.

Por tanto, utilizando indicadores educativos distintos de los años medios de escolarización, se llega a la conclusión de que el capital humano sí contribuye significativamente a aumentar la productividad. Por otra parte, se puede ser un poco más preciso acerca de la magnitud de esa contribución. En el apartado 1 se mostró que la elasticidad producto del capital humano es mayor que la elasticidad producto del porcentaje de cualificados, cualquiera que sea el nivel de estudios utilizado como referencia. Por consiguiente, hay que pensar no sólo que el capital humano tiene un efecto positivo y significativo sobre la productividad del trabajo, sino que su efecto es mayor de lo que indica el parámetro estimado correspondiente a cualquiera de las *proxies* utilizadas. Es decir, su valor estaría por encima de 0,17.

Cabe recordar que Benhabib y Spiegel (1994) obtienen con una muestra de países que el número medio de años de escolarización resulta significativo en niveles pero no al tomar diferencias. Su conclusión es que el capital humano no entra en la función de producción como un *input* más, sino como un factor que contribuye positivamente al crecimiento de la productividad total de los factores. Así, el nivel de capital humano favorecería tanto la adopción de nuevas técnicas como la tasa de innovación tecnológica del propio país. A la vista de los resultados del presente trabajo la conclusión sería diferente de la propuesta por ellos. Puede pensarse que el capital humano sí podría ser un factor más de la función de producción, pero al utilizar como *proxy* el número de años de estudio se impone una restricción arbitraria, posiblemente incorrecta, por lo que en una estimación en diferencias aparece como una variable no significativa. Al utilizar un procedimiento alternativo menos restrictivo (ya que no impone una determinada relación entre la dotación relativa de capital humano que proporciona cada nivel de estudios) el capital humano sigue siendo significativo incluso al estimar en diferencias. Estos resultados están en línea con los de Barro y Lee (1994) y de la Fuente y da Rocha (1994) con datos internacionales. También en estos trabajos un indicador de educación secundaria y superior resulta significativo al ser usado como *proxy* del capital humano.

Sin embargo, hay que resaltar que la contribución positiva del capital humano al crecimiento con este tipo de indicadores suele obtenerse al utilizar el nivel inicial del porcentaje de trabajadores con determinado nivel de estudios. Ese es el caso de de la Fuente y da Rocha (1994). Lichtenberg (1994) muestra, distinguiendo diferentes niveles educativos, el efecto positivo de las tasas iniciales de escolaridad por niveles edu-

cativos al estimar funciones de producción en niveles. En nuestro caso los resultados se obtienen con estimaciones en primeras diferencias.

Para obtener una estimación más precisa del efecto del capital humano y de la dotación de capital humano que proporciona cada nivel educativo, puede utilizarse la relación entre los parámetros estimables, las elasticidades producto de la proporción de cualificados (γ_c), y la elasticidad del capital humano (β), relación que se corresponde con ecuaciones como la [8]. Desarrollando esa ecuación obtenemos para cada uno de los periodos contemplados, 1964-1991 y 1980-1991, un sistema de dos ecuaciones como el siguiente:

$$\gamma_a = \beta \frac{(h_a - \frac{\theta_m h_m + \theta_p h_p}{(\theta_m + \theta_p)})\theta_a}{\theta_p h_p + \theta_m h_m + \theta_a h_a} \qquad [11]$$

$$\gamma_{ma} = \beta \frac{(\frac{(\theta_m h_m + \theta_a h_a)}{(\theta_m + \theta_a)} - h_p)(\theta_m + \theta_a)}{\theta_p h_p + \theta_m h_m + \theta_a h_a} \qquad [12]$$

donde h_i es el capital humano medio de los individuos con nivel educativo i; γ_c, la elasticidad producto al utilizar como indicador de capital humano el porcentaje de ocupados con nivel educativo i, y θ_i, la proporción de individuos con nivel educativo i dentro de la población ocupada. Los niveles educativos contemplados son tres: p corresponde a los ocupados que ni siquiera tienen estudios medios, m corresponde a los ocupados que sólo tienen estudios medios y a, para los ocupados con estudios universitarios. La unión de estos dos últimos grupos representa a los individuos que tienen como mínimo estudios medios (ma). Obsérvese que, dependiendo del nivel educativo utilizado como criterio para definir la cualificación (estudios universitarios en la ecuación [11], estudios medios en la ecuación [12]), los niveles educativos incluidos en el colectivo de cualificados y en el de no cualificados cambian.

Para resolver estos sistemas pueden utilizarse los valores medios, para cada periodo, del porcentaje de ocupados con cada nivel de estudios (los θ_i para cada nivel de estudios i) de Mas *et al.* (1995), y los parámetros γ_c estimados para los periodos 1980-1991 y 1964-1991 que se ofrecen en el cuadro 1. El problema está en que son cuatro las incógnitas: la elasticidad del capital humano (β), la dotación de capital humano de los trabajadores sin estudios medios (h_p), con estudios medios pero sin estudios universitarios (h_m), y por último el capital humano de los ocupados con estudios universitarios (h_a).

Para solventar esta dificultad se ha optado por utilizar el grupo menos cualificado como referencia (h_p=1), y mostrar los resultados que se obtienen conforme varía el valor supuesto de la elasticidad producto del capital humano. Naturalmente, los valores obtenidos así se refieren a las dotaciones de capital humano relativas de los individuos con estudios medios y superiores respecto a la de los sujetos sin estudios medios.

El resultado de todo este proceso se ofrece en los cuadros 2.1 y 2.2. Se han obtenido, a modo de ejemplo, las dotaciones relativas de capital humano coherentes con

Cuadro 2: DOTACIONES RELATIVAS DE CAPITAL HUMANO POR NIVEL DE ESTUDIO RESPECTO A LOS OCUPADOS SIN ESTUDIOS MEDIOS.

2.1. Estimación 1964-1991 (BBV). (γ_{ma}=0,162, γ_a=0,052)

	β=0,33	β=0,5	β=0,66
Estudios medios	4,50	2,77	2,19
Estudios universitarios	5,85	3,46	2,65

2.2. Estimación 1980-1991 (Contabilidad Regional). (γ_{ma}=0,168, γ_a=0,043)

	β=0,33	β=0,5	β=0,66
Estudios medios	3,53	2,26	1,85
Estudios universitarios	4,43	2,70	2,15

tres valores supuestos de la elasticidad producto del capital humano: 0,33; 0,5 y 0,66. Puede observarse que, para valores relativamente pequeños de la elasticidad producto del capital humano, la dotación relativa de capital humano de los grupos cualificados resulta de una magnitud poco razonable[1]. Por tanto no resulta descabellado afirmar que el valor de dicha elasticidad sea superior al 0,33 que se apuntaba en trabajos anteriores [véase, por ejemplo, Mankiw *et al.*(1990)]. De hecho, la contribución del capital humano al crecimiento en el caso español no puede ignorarse. Utilizando las estimaciones 5 y 6 del cuadro 1, el aumento del nivel educativo medio sería responsable de alrededor de un 30% del crecimiento experimentado por la productividad del trabajo en el periodo 1964-1991, y de aproximadamente un 45% en el periodo 1980-1991.

Por otra parte, los resultados indican que la realización de estudios medios contribuye a aumentar el capital humano de un individuo de forma importante (en más del doble). Finalmente, también parece existir una contribución positiva de la realización de estudios universitarios sobre la acumulación de capital humano, aunque no pueda hablarse de la existencia de una diferencia significativa, en sentido estadístico, entre realizar estudios medios y realizar estudios universitarios. Respecto a este punto hay que ser especialmente prudente puesto que las conclusiones en este caso se derivan de estimaciones puntuales no significativas a los niveles convencionales.

Alternativamente, se puede optar por dividir simultáneamente la población ocupada en más de dos grupos. Así, podría distinguirse entre ocupados sin estudios me-

(1) Hay que considerar que, de acuerdo con la Encuesta de Presupuestos Familiares 1990-1991, el salario relativo de un licenciado respecto a una persona sin estudios medios era del orden de 2,15.

dios (p), con sólo estudios medios (m) y con estudios universitarios (a). Bajo el supuesto de que los ocupados que ingresan en una categoría educativa provienen de la categoría inmediatamente inferior resulta fácil obtener expresiones similares a la [8]:

$$\gamma_m = \beta \frac{(h_m - h_p)\theta_m}{\theta_p h_p + \theta_m h_m + \theta_a h_a} \qquad [13]$$

$$\gamma_a = \beta \frac{(h_a - h_m)\theta_a}{\theta_p h_p + \theta_m h_m + \theta_a h_a} \qquad [14]$$

Ambos parámetros pueden estimarse a través de una única ecuación similar a la [10] pero que incluya simultáneamente como indicadores de capital humano la proporción de ocupados con tan sólo estudios medios y la proporción de ocupados con estudios universitarios. El cuadro 3 ofrece el resultado de estimar ese tipo de ecuaciones.

Cuadro 3: DETERMINANTES DE LA PRODUCTIVIDAD REGIONAL DEL TRABAJO. ESTIMADORES INTRAGRUPOS.

	(1)	(2)
lnk	0,376	0,459
	(7,54)	(4,75)
$\ln\theta_m$	0,098	0,144
	(2,21)	(1,82)
$\ln\theta_a$	0,050	0,020
	(0,95)	(0,31)
Periodo	1964-1991	1980-1991
DW	2,07	1,85
R^2	0,26	0,17
OBS.	221	187
ee	0,0370	0,0515

Nota: Todas las variables están en primeras diferencias. Los valores entre paréntesis son *t-ratios* de White robustos a la heteroscedasticidad. DW es el estadístico de autocorrelación de primer orden de Durbin-Watson considerando por separado los residuos de cada comunidad autónoma, R^2 es el coeficiente de determinación, ee es el error estándar de la regresión. La variable dependiente siempre es el logaritmo de la productividad del trabajo. Lnk es el logaritmo del *stock* neto de capital físico productivo privado por ocupado, $\ln\theta_a$ el logaritmo del porcentaje de ocupados con estudios universitarios y $\ln\theta_m$ el logaritmo del porcentaje de ocupados con estudios medios tan sólo. Las estimaciones del periodo 1964-1991 se han realizado con los datos de producción y empleo de la *Contabilidad Regional* y las del periodo 1980-1991 con los del BBV, incluyendo en todos los casos una constante por región.

Cuadro 4: DOTACIONES RELATIVAS DE CAPITAL HUMANO POR NIVEL DE ESTUDIO RESPECTO A LOS OCUPADOS SIN ESTUDIOS MEDIOS.

4.1. Estimación 1964-1991 (BBV). (γ_m=0,098, γ_a=0,050)

	β=0,33	β=0,5	β=0,66
Estudios medios	4,91	2,82	2,18
Estudios universitarios	9,89	5,14	3,69

4.2. Estimación 1980-1991 (Contabilidad Regional). (γ_m=0,144, γ_a=0,020)

	β=0,33	β=0,5	β=0,66
Estudios medios	5,56	2,88	2,18
Estudios universitarios	7,32	3,60	2,64

A partir de estos resultados, que confirman a grandes rasgos los ofrecidos en el cuadro 1, pueden obtenerse estimaciones aproximadas de la dotación de capital humano que proporciona cada nivel educativo en relación al de los ocupados que ni siquiera han realizado estudios medios. El procedimiento es idéntico al utilizado para obtener los resultados ofrecidos en el cuadro 2. La diferencia estriba en que en este caso las dos ecuaciones del sistema se definen a partir de parámetros procedentes de la estimación de una única ecuación.

Estos nuevos resultados, básicamente coincidentes con los obtenidos anteriormente, ofrecidos en el cuadro 4, refuerzan su consistencia y la solidez de los razonamientos previamente expuestos.

3. CONCLUSIONES

Con el objeto de analizar el efecto del capital humano sobre la productividad del trabajo, en este trabajo se ha utilizado como indicador de capital humano el porcentaje de ocupados con diferente nivel educativo, como alternativa al empleo del número medio de años de escolarización. La utilización de ese método alternativo permite ser más flexible en cuanto a la dotación relativa de capital humano que proporciona cada nivel de estudios, y relativamente preciso en cuanto al tamaño de ese efecto. Los resultados parecen confirmar que el uso de los años medios de escolarización como *proxy* del capital humano de un individuo supone introducir una restricción posiblemente equivocada y, en todo caso, innecesaria si se dispone de suficiente información.

La evidencia obtenida parece mostrar no sólo que existe una contribución positiva del capital humano sobre la productividad (una elasticidad producto positiva del capital humano), sino que este efecto es considerable y, probablemente, mayor del que

se le ha atribuido en anteriores trabajos. Este resultado se obtiene al estimar la relación entre la tasa de crecimiento de la productividad del trabajo y la tasa de crecimiento del capital humano.

Finalmente, como se ha mencionado antes, el método utilizado permite aproximar la dotación relativa de capital humano que corresponde a cada nivel educativo. A partir de esos resultados puede concluirse que cada nivel educativo significa un incremento adicional de la dotación de capital humano del individuo, aunque no hay una relación mecánica entre esa ganancia y los años de estudio que requiere cada nivel.

Obsérvese que se ha mostrado evidencia de que el sistema educativo contribuye al incremento del capital humano relevante para el proceso productivo. Esto es así dado que se ha aproximado el capital humano mediante datos del nivel educativo adquirido por los ocupados en el sistema educativo formal. Evidentemente, para extraer conclusiones válidas acerca de la rentabilidad de la educación habría que comparar el beneficio que supone la mayor productividad generada por la educación con el coste que ésta implica, así como valorar los beneficios adicionales de otro tipo que la educación pueda proporcionar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bajo, O. y S. Sosvilla-Rivero (1995): *El crecimiento económico en España, 1964-1993: Algunas regularidades empíricas*, Documento de Trabajo 95-23, FEDEA.

Barro, R.J. y J.W. Lee (1993): "International Comparisons of Educational Attainment", *Journal of Monetary Economics*, 32, 3, págs. 363-394.

Barro, R.J. y J.W. Lee (1994): "Sources of economic growth", *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy* 40, págs. 1-46.

Banerjee, A., Dolado, J., Galbraith, J.W. y D.F. Hendry (1993): *Co-integration, error-correction, and the econometric analysis of non-stationary data*, Oxford, Oxford University Press.

Benhabib, J. y M.M. Spiegel (1994): "The role of human capital in economic development, evidence from aggregate cross-country data", *Journal of Monetary Economics*, 34, págs. 143-173.

De la Fuente, A. y J.M. da Rocha (1994): "Capital humano, productividad y crecimiento", en *Los efectos del mercado único en el desarrollo regional y su incidencia sobre la planificación a largo plazo en las regiones del objetivo nº 1, vol. II*, Instituto de Análisis Económico, Barcelona.

Denison, E. (1964): "Measuring the contribution of education (and the residual) to economic growth", en *The Residual Factor and Economic Growth*, OCDE, París.

Griliches, Z. (1970): "Notes on the Role of Education in Production Functions and Growth Accounting", en *Education, Income and Human Capital*, W. Lee Hansen, editor. Series in Income and Wealth, nº 35, Columbia University Press for the NBER, New York, págs. 71-127.

Jorgenson, D. y B. Fraumeni (1989a): "Investment in education". *Educational Researcher*, vol. 18, nº 4, págs. 35-44.

Jorgenson, D. y B. Fraumeni (1989b): "The accumulation of human and nonhuman capital 1948-1984" en R.E. Lipsey y H.S. Tice (eds.), *The measurement of saving, investment and wealth, Studies in income and wealth*, vol. 52, Chicago, University of Chicago Press, págs. 227-282.

Kyriacou, George A. (1992): *A Cross-Country Estimation of an Aggregate Production Function with Human Capital*, Working Paper, Central Bank of Cyprus.

Lichtenberg, F.R. (1994): "Have international differences in educational attainment levels narrowed?", en *Convergence of productivity: Cross-national studies and historical evidence*, Baumol, W.J., R.R. Nelson y E.W. Wolff eds., Oxford, Oxford University Press, págs. 225-242.

Lucas, R. (1988): "On the mechanics of economic development", *Journal of Monetary Economics*, vol. 22, págs. 3-42.

Mankiw, N.G., D. Romer y D. Weil (1990): "A contribution to the empirics of economic growth", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 107, págs. 407-437.

Mas, M., F. Pérez, E. Uriel y L. Serrano (1995): *Capital humano, series históricas 1964-1992*, Valencia, Fundación Bancaja.

Mulligan, C. y X. Sala-i-Martín (1995a): *Measuring aggregate human capital*, Working Paper 5016, NBER.

Mulligan, C. y X. Sala-i-Martín (1995b): *A labor-income-based measure of the value of human capital: an application to the states of the United States*, Working Paper 5018, NBER.

Pérez, F., M. Mas y E. Uriel (1995): *El "stock" de capital en España y sus comunidades autónomas, Vol. 3*, Fundación BBV, Bilbao.

Fecha de recepción del original: noviembre, 1995
Versión final: septiembre, 1996

ABSTRACT

This paper analizes the effect of education on job productivity, via improvements in workers human capital. Together with the conventional measures of human capital, such as the average years of school attendance, some alternative measures which take into account the distribution by levels of studies of the employed population we also employ. All these measures are subject to the corresponding empirical test using a novel database on the territorial distribution of the Spanish population classified by completed studies. While the use of average years does not produce favorable results, less restrictive alternative indicators show the positive contribution of each successive education level on labor productivity.

Keywords: productivity, human capital.