

CAPITAL HUMANO Y CONVERGENCIA REGIONAL*

Lorenzo Serrano

WP-EC 98-12

Correspondencia: Universitat de València
Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Depto. de Análisis Económico
Campus de los Naranjos, s/n
46071 Valencia. Tel.: 963 828 246.

Editor: Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas, s.a.
Primera Edición Mayo 1998
ISBN: 84-482-1762-4
Depósito Legal: V-1175-1998

Los documentos de trabajo del IVIE ofrecen un avance de resultados de las investigaciones económicas en curso, con objeto de generar un proceso de discusión previa a su remisión a las revistas científicas.

* El autor desea agradecer los comentarios y sugerencias realizados por Matilde Mas, Joaquín Maudos, Francisco Pérez y un evaluador anónimo, así como la ayuda financiera de la DGCICYT (PB94-1523).

CAPITAL HUMANO Y CONVERGENCIA REGIONAL

Lorenzo Serrano

RESUMEN

Este trabajo revisa la relación entre capital humano y convergencia a través de un modelo que permite analizar los diversos efectos de la acumulación de capital humano sobre la convergencia regional. Como input productivo, el capital humano genera convergencia entre las regiones debido tanto a la existencia de rendimientos decrecientes como a la intervención pública en materia educativa. Como determinante del crecimiento de la productividad total de los factores, genera divergencia si existen diferencias regionales en las dotaciones de este factor. El análisis empírico muestra que a lo largo del periodo 1964-1993 el capital humano ha sido una importante fuente neta de divergencia regional en España haciendo que la velocidad de convergencia registrada haya sido relativamente modesta. Los resultados apuntan al papel que la política educativa puede desempeñar como instrumento para lograr un crecimiento espacialmente equilibrado.

Palabras clave: Capital humano, convergencia, crecimiento.

ABSTRACT

This paper analyzes the relationship between human capital and convergence with a model that takes into account the different effects of human capital accumulation on regional convergence. As an input, human capital produces convergence due to both decreasing returns and public intervention on education. As a determining factor of Total Factor Productivity (TFP) growth, it generates divergence when there exist regional differences in human capital stocks. The empirical analysis show that, over 1964-93 period, human capital has been an important source of regional net divergence in Spain. Consequently, the convergence rate has been relatively small. The results indicate the potential role of educational policy in order to achieve a spatially equilibrated growth.

Keywords: Human capital, convergence, economic growth.

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los aspectos del crecimiento económico que mayor debate ha suscitado en los últimos años ha sido el de la convergencia económica. Esta preocupación por la convergencia está plenamente justificada: se discute la existencia de mecanismos que permitan a las economías menos desarrolladas crecer más aprisa que aquellas otras más ricas y alcanzarlas en última instancia o, por el contrario, la condena a permanecer en una pobreza relativa. Por otra parte, la relevancia de la inversión en capital humano como uno de los principales factores de crecimiento ha sido asimismo destacada. Sin embargo, su contribución a la convergencia económica ha recibido menos atención aunque existan razones para pensar que puede desempeñar un papel crucial en este fenómeno y, de modo especial, en la convergencia, o falta de convergencia, entre las regiones de un mismo país.

Este trabajo pretende ilustrar los múltiples canales a través de los que la política educativa y la inversión en capital humano pueden influir en el patrón de convergencia regional de un país. Con este propósito el apartado 2 aborda el problema de la convergencia con especial énfasis en su dimensión regional y en el papel del capital humano. En el apartado 3 se desarrolla un modelo teórico con capital humano para el análisis de la convergencia. El apartado 4 analiza empíricamente la influencia del capital humano en el crecimiento y la convergencia de las regiones españolas. Finalmente, el apartado 5 recoge las principales conclusiones.

2. EL PROBLEMA DE LA CONVERGENCIA. CONVERGENCIA REGIONAL Y CAPITAL HUMANO

El de la convergencia es un tema que posee una importancia que no necesita ser destacada y, en consecuencia, son innumerables los trabajos que se han aproximado a esta cuestión desde distintas perspectivas. La explosión de la literatura sobre convergencia se ha visto favorecida por la reciente disposición de bases de datos adecuadas para abordar empíricamente esta cuestión¹, así como porque la existencia o no de convergencia pasó a representar la forma de contrastar entre diferentes familias de modelos de crecimiento económico. En efecto, mientras

¹ Por ejemplo, Summers y Heston (1991) o Barro y Lee (1993).

los modelos neoclásicos² predecían la existencia de convergencia (debido a los rendimientos decrecientes sobre los factores productivos acumulables) los modelos de crecimiento endógeno parecían apuntar a su inexistencia³.

Consideremos el procedimiento clásico para el análisis de la convergencia. Éste consiste en regresar, mediante un corte transversal, la tasa de crecimiento anual de la renta *per capita* de cada economía exclusivamente sobre el logaritmo de la renta *per capita* inicial o, en su caso, junto a otros regresores que controlen el estado estacionario de cada economía. En el primer caso se contrasta la existencia de β -convergencia absoluta, en el segundo el de β -convergencia condicionada. El parámetro de interés lo constituye el coeficiente de la renta *per capita* inicial, cuyo signo negativo (positivo) indica convergencia (divergencia). La aplicación de este método a diferentes muestras de países o regiones arroja unos resultados cuya similitud no deja de resultar sorprendente. Por una parte, no puede rechazarse la existencia de convergencia absoluta entre los países de la OCDE, los estados de los EE.UU., las prefecturas japonesas o una muestra de 90 regiones europeas. Lo mismo sucede al analizar por separado las regiones alemanas, británicas, francesas, italianas, españolas, canadienses, australianas, indias, suecas o austriacas. Tan sólo puede rechazarse la existencia de convergencia absoluta en el ámbito internacional al considerar una muestra amplia de países. Sin embargo, ni en este último caso ni en los anteriores puede rechazarse la existencia de convergencia condicionada⁴.

La interpretación habitual de estos resultados señala que en las muestras con economías relativamente homogéneas, como las regiones de un país o los países de la OCDE, los estados estacionarios son muy similares (por lo que la distinción entre convergencia absoluta o condicionada no tiene demasiado sentido y resulta innecesario utilizar variables condicionantes), mientras que al trabajar con países muy diferentes la situación es la opuesta.

Todavía más sorprendente es que la velocidad de convergencia se sitúe próxima al 2% en todos los casos, lo cual implicaría que la convergencia se produce muy lentamente (un 2% supone que cada economía tardaría alrededor de 35 años en cubrir la mitad de la distancia que la separa de su estado estacionario). Este resultado implica que la elasticidad producto de los factores

² Ramsey (1928), Solow (1956), Swan (1956), Cass (1965) o Koopmans (1965) son los pioneros en este campo.

³ Véanse por ejemplo Arrow (1962), Romer (1986) o Lucas (1988). Sin embargo, es posible conjugar crecimiento endógeno y convergencia como en Kelly (1992) o Leung y Quah (1996).

⁴ Sala-i-Martin (1996) ofrece una panorámica reciente de todos estos resultados.

acumulables ha de ser considerable⁵ (en torno al 0,75), algo sólo compatible con un concepto amplio de capital que incluya el capital humano.

Esta evidencia resulta plenamente coherente con los modelos neoclásicos de crecimiento, puesto que la ausencia de convergencia absoluta a nivel internacional⁶ reflejaría únicamente la existencia de diferentes estados estacionarios, mayores en el caso de los países actualmente más desarrollados. Las diferentes regiones de un país o los países de la OCDE tenderían a converger entre sí, aunque muy lentamente, y cabría esperar que alcanzasen todos ellos un nivel semejante de equilibrio a largo plazo. Por el contrario, en el ámbito internacional los países más ricos tenderían a seguir siéndolo en el futuro al margen de que todos, ricos y pobres, converjan lentamente a sus respectivos estados estacionarios.

Contribuciones más recientes han profundizado en la consideración de las diferencias de estado estacionario. El procedimiento habitual ha consistido en la introducción en las regresiones de efectos individuales para cada economía que recojan las diferencias permanentes entre los estados estacionarios. Utilizando diferentes muestras Islam (1995) para los países de la base de datos de Summers y Heston⁷, Evans y Karras (1996) para los estados de los EE.UU. y los países de la base de datos de Summers y Heston, Gorostiaga (1997) y Raymond y García Greciano (1994) para las regiones españolas, Boscá (1996) para los países de la OCDE, y Canova y Marcet (1995) para las regiones europeas⁸, obtienen resultados semejantes.

En primer lugar, se sigue rechazando la no existencia de convergencia condicionada pero las velocidades de convergencia al estado estacionario propio son siempre superiores al 2% (normalmente entre el 5% y el 25%). En segundo lugar, se rechaza claramente que los estados estacionarios sean comunes (y por tanto la convergencia absoluta) incluso entre regiones de un mismo país. La elevada velocidad de convergencia condicionada implica que las economías tienden a estar relativamente próximas a su equilibrio de largo plazo. Por otra parte, parecen existir diferencias considerables y permanentes incluso entre economías aparentemente

⁵ Mankiw (1995) constituye un buen ejemplo de análisis de la importancia de la magnitud de este parámetro para que el modelo neoclásico arroje resultados compatibles con la evolución real de las economías, y de la necesidad de introducir un concepto amplio del capital (incluyendo el humano) para alcanzar esa coherencia.

⁶ Señalada por De Long (1988) frente a resultados previos como Baumol (1986).

⁷ Distinguiendo *a priori* tres grupos de países según su grado de desarrollo.

⁸ Utilizando en este caso técnicas de análisis bayesiano.

homogéneas, como pudieran ser las regiones de un país. Si, como señala Quah (1996), lo que importa es si las economías pobres alcanzan finalmente a las ricas, la respuesta parece claramente negativa.

Aunque los análisis más recientes indiquen la existencia de diferentes estados estacionarios, eso no impide que los países pobres de la OCDE o las regiones pobres de un país hayan tendido a crecer realmente más aprisa que sus vecinos más ricos. La convergencia puede no ser plena, pero ha existido un largo periodo en que sí ha existido cierto grado de convergencia.

Ello plantea la utilidad de explorar empíricamente posibles mecanismos teóricos de convergencia distintos del característico neoclásico, provocado por los rendimientos decrecientes sobre los factores acumulables, como el *catch-up* tecnológico. Existe una serie de trabajos en los que se ofrece evidencia al respecto⁹.

En un mundo neoclásico, si existen diferencias entre dos economías en cuanto a su grado de desarrollo, y éste se asocia a una mayor capitalización de la más rica, ello supondrá en la economía pobre una mayor retribución del capital y una menor retribución del trabajo. Si existe movilidad factorial el capital fluiría hacia el país pobre y el trabajo hacia el rico, hasta que desapareciesen las diferencias tras una rápida (instantánea en el caso de movilidad perfecta) convergencia.

Para que tenga interés hablar de un proceso de convergencia es pues necesario, en principio, que la movilidad espacial de los factores productivos sea reducida. Esto no plantea excesivos problemas cuando analizamos la convergencia entre países, ya que es razonable suponer que la movilidad internacional pueda ser escasa. Sin embargo, la cuestión es diferente cuando se trata de regiones de un mismo país entre las que no existen barreras y que comparten el mismo marco institucional y una cultura común. Barro, Mankiw y Sala-i-Martin (1995) aportan una solución parcial a esta cuestión. De acuerdo con su modelo aunque exista movilidad del capital físico, la existencia de otro tipo de capital (el capital humano) poco móvil y que no sirve de garantía crediticia, basta para que se mantengan los resultados habituales del modelo neoclásico en una economía cerrada. La convergencia sigue siendo un proceso lento, y las diferencias entre economías persistentes, porque sigue precisando de un costoso proceso de acumulación interno en cada economía.

⁹ Dowrick y Nguyen (1989), Dollar y Wolff (1994), de la Fuente (1995), Bernard y Jones (1996) o Pérez, Goerlich y Mas (1996) analizan mediante distintas aproximaciones la convergencia de la productividad total de los factores confirmando la aparente existencia de dicho fenómeno.

El elemento que rescata una vez más¹⁰ al enfoque neoclásico de sus problemas es la introducción en el análisis del capital humano. En este caso, todo depende de la hipótesis de no movilidad del capital humano y, por tanto, debido a uno de los rasgos específicos de este tipo de capital que es su inseparabilidad física de su propietario, de la no movilidad de los trabajadores. Dado que en la práctica las migraciones interregionales suelen ser relativamente reducidas, no debería constituir una sorpresa que sea nuevamente el capital humano el que permita resolver también esta incómoda situación teórica.

Aunque existan grandes diferencias en la retribución de los trabajadores y bajos costes migratorios, ello es compatible en determinadas circunstancias con la baja migración efectiva y la persistencia de las diferencias interregionales. Esas circunstancias consisten en que las diferencias salariales simplemente reflejen las diferentes dotaciones de capital humano de los trabajadores de cada región. Con dotaciones diferentes de capital humano pueden coexistir considerables diferencias salariales con retribuciones del capital humano semejantes y, por lo tanto, ausencia de incentivos a la migración y relativa inmovilidad del factor trabajo.

Según lo anterior, existe una estrecha relación entre la convergencia regional y el capital humano ya que las diferencias persistentes entre regiones (cuya progresiva reducción constituye precisamente la esencia de la convergencia regional) pueden justificarse mediante la introducción del capital humano o mediante la introducción de obstáculos *ad hoc* a la movilidad factorial.

Existe un segundo aspecto específico del capital humano que puede incidir en el fenómeno de la convergencia regional. Uno de los principales mecanismos de adquisición de capital humano es la educación formal. Sin embargo, la educación no es precisamente el mejor ejemplo de libre mercado pues, más bien al contrario, constituye uno de los principales campos de actuación del sector público en la mayoría de países. Esa intervención se justifica a veces por motivos de eficiencia económica (se aduce que el rendimiento social de la educación supera al privado, y que las decisiones privadas originan subeducación) y a veces por motivos de equidad (conseguir la igualdad de oportunidades).

En la mayoría de países de nuestro entorno, esa intervención se ha plasmado en tres tipos de actuaciones:

¹⁰ Para otros ejemplos Mankiw (1995) resulta especialmente ilustrativo.

- a) La producción pública de educación: mediante el desarrollo de una amplia red de centros públicos de enseñanza por toda la geografía nacional. La intensidad de esa actuación ha ido trasladándose desde los niveles educativos inferiores a los superiores conforme el propio desarrollo del sistema educativo lo ha exigido, aunque no han podido evitarse algunos cuellos de botella. En principio este proceso debería haber favorecido en mayor medida a aquellas regiones con peor dotación inicial de oferta educativa.
- b) La provisión pública de educación: el sector público garantiza el acceso gratuito a la enseñanza primaria y secundaria, y cuasi gratuito en el caso de la enseñanza universitaria. La financiación corre a cargo del presupuesto público. Asimismo se ha generalizado un sistema de becas basado principalmente en criterios económicos, aunque sufra de un notorio nivel de fraude. Todo esto reduce en gran medida los costes monetarios de la educación y debería beneficiar especialmente a los individuos con menos recursos económicos y, por tanto, a las zonas más pobres.
- c) La obligatoriedad de un nivel educativo mínimo: el sector público ha impuesto por ley un período mínimo de escolarización que ha ido elevando con el tiempo. Esta medida sólo afecta a aquellos individuos que por decisión propia no hubieran alcanzado ese período. Esto vuelve a afectar en mayor medida a los habitantes de las zonas más pobres, que son posiblemente los que tendrían niveles óptimos de educación inferiores.

La especificidad del caso español en este campo consiste, como ha sucedido en otros aspectos como la emigración rural, la industrialización, etc., en que el proceso se ha realizado con retraso y en un período de tiempo mucho menor. Esta intervención masiva del sector público en materia educativa impulsa por tanto la acumulación de capital humano por parte de los individuos, y lo hace en mayor medida en las regiones más pobres. Con un sistema educativo financiado con cargo a los impuestos, las regiones pobres llevan a cabo un intenso proceso de acumulación de capital humano que es financiado en parte por las regiones ricas.

Esta intervención pública en favor de la igualación de las oportunidades educativas es un fenómeno generalizado en el interior de la mayoría de países, a diferencia de lo que sucede entre los diferentes países. Se trata de un mecanismo específico del caso regional que, aun no siendo el único, puede explicar siquiera parcialmente el hecho de que la evidencia empírica ofrezca

resultados más satisfactorios cuando contrasta la convergencia económica entre las regiones de un país que cuando lo hace con datos internacionales¹¹. Existe también evidencia de convergencia en el caso español tanto entre regiones¹² como entre provincias.¹³

Para que esta hipótesis sea cierta se requiere que la intervención pública estimule en mayor medida la educación en las zonas pobres y que la mayor educación formal adquirida aumente efectivamente la productividad de su mano de obra, generando así un mayor crecimiento. Desde luego, aumentos en la tasa de escolarización sólo afectarán al mercado de trabajo con considerable retraso¹⁴, pues el proceso de educación exige periodos apreciables de tiempo para su realización y después ha de ser incorporado a la actividad productiva mediante la contratación de esas nuevas generaciones de trabajadores.

Finalmente, existe un tercer aspecto de interés que afecta a la relación entre capital humano y convergencia. Como se ha comentado antes, la convergencia tecnológica representa un mecanismo adicional de convergencia económica tanto entre países como entre las regiones de un país. Existe, por tanto, un doble canal de transmisión del capital humano sobre el crecimiento: su efecto como factor productivo (efecto nivel) y su efecto como impulsor del progreso técnico (efecto tasa). Nelson y Phelps (1966) ya señalaban que la facilidad de una economía de cara a la creación o adopción de tecnologías dependerá de su nivel de capital humano. Por tanto, no sólo la tasa de progreso técnico puede depender del nivel de capital humano¹⁵ sino que, en particular, la intensidad con la que se cierra la brecha tecnológica respecto a la economía líder, la capacidad para imitar, puede depender también de la dotación de capital humano¹⁶. No resulta extraño que en algunos modelos de crecimiento con umbrales¹⁷ se proponga

¹¹ Véase por ejemplo Barro y Sala-i-Martin (1995) para el caso de los estados de los EE.UU., las prefecturas japonesas o las regiones europeas.

¹² Mas, Maudos, Pérez y Uriel (1994); Raymond y García Greciano (1994 y 1996); de la Fuente (1996); Villaverde y Pérez (1996); Pérez, Goerlich y Mas (1996) y Gorostiaga (1997).

¹³ Dolado, González-Páramo y Roldán (1994) y Mas, Maudos, Pérez y Uriel (1995).

¹⁴ Por ejemplo, desde que se produce un aumento de la tasa de escolarización en la educación primaria hasta que aumentan los licenciados universitarios en el mercado de trabajo pueden pasar 20 o más años.

¹⁵ Benhabib y Spiegel (1994) aportan evidencia empírica en ese sentido.

¹⁶ de la Fuente (1995) y de la Fuente y da Rocha (1996) ofrecen evidencia en este sentido para los países de la OCDE y de la Fuente (1996) para las regiones españolas; Gorostiaga (1997) ofrece evidencia en sentido contrario para el caso español.

¹⁷ Asariadas y Drazen (1990) por ejemplo.

un nivel mínimo de capital humano como requisito para acceder a tecnologías (y equilibrios a largo plazo) superiores.

En suma, algunos rasgos específicos del capital humano (la inseparabilidad de su propietario, la intervención pública en su proceso de acumulación y su estrecha relación con la capacidad para innovar e imitar tecnologías) hacen que este factor pueda desempeñar un papel de particular importancia para explicar la existencia de convergencia entre regiones. Por una parte, como fuente de diferencias interregionales persistentes sin las cuales hablar de convergencia carecería de sentido. Por otra, como mecanismo a través del cuál puede acelerarse dicha convergencia.

3. UN MODELO TEÓRICO PARA LA CONVERGENCIA REGIONAL EN EL MARCO NEOCLÁSICO

Con el fin de analizar convenientemente el fenómeno de la convergencia regional, y la función que desempeña la acumulación de capital humano en relación con aquél, es necesario plantear un modelo de crecimiento. De acuerdo con la discusión realizada en los epígrafes precedentes éste debería incorporar no sólo la inversión en capital humano, sino también la posible existencia de *catch-up* tecnológico y algunos rasgos particulares motivados por la mayor movilidad factorial existente a escala regional. Pese a que la introducción del capital humano es una de las prácticas habituales para desarrollar modelos con rendimientos agregados constantes o crecientes¹⁸, hay que advertir que el análisis va a realizarse dentro del marco neoclásico de rendimientos decrecientes sobre los factores acumulables.

Un punto de partida útil lo representa Mankiw, Romer y Weil (1992) que amplían el modelo de crecimiento neoclásico con tasa de ahorro exógena mediante la incorporación del capital humano. Barro, Mankiw y Sala-i-Martin (1995) lo extienden al considerar la movilidad del capital físico en un modelo donde las tasas de ahorro son resultado del comportamiento maximizador de la utilidad de los agentes, y de la Fuente (1995) incorpora la existencia de *catch-up* tecnológico. Mientras estos modelos consideran que ambos tipos de capital (físico y humano)

¹⁸ Por ejemplo, Lucas (1988).

son producidos por una tecnología común, otros modelos exploran el caso contrario¹⁹ y plantean la posibilidad de externalidades asociadas al capital.

El modelo

Supongamos que la tecnología para producir bienes puede representarse mediante una función de producción Cobb-Douglas con rendimientos constantes a escala:

$$Y_{it} = K_{it}^{\alpha} H_{it}^{\beta} (A_{it} L_{it})^{(1-\alpha-\beta)} \quad [1]$$

La existencia de movilidad interregional del capital garantiza una tasa de rendimiento (R^*) común y la movilidad del trabajo asegura una tasa salarial común dependiente de la dotación de capital humano. Por otra parte, debido al carácter competitivo de los mercados, los factores productivos se retribuirán de acuerdo con su productividad marginal:

$$R^* = \alpha k_{eit}^{\alpha-1} h_{eit}^{\beta} \quad [2]$$

$$w(h_j)_i = (1-\alpha-\beta) k_i^{\alpha} h_i^{\beta} A_i^{1-\alpha-\beta} + \beta k_i^{\alpha} h_i^{\beta-1} A_i^{1-\alpha-\beta} h_j \quad [3]$$

indicando el subíndice e que la variable en cuestión está expresada en unidades de eficiencia del trabajo. Como puede observarse, la retribución del trabajo de un determinado individuo j depende de cuál sea su dotación de capital humano (h_j). Podemos escribir de forma más compacta la ecuación [3] del salario y expresarlo también en unidades de eficiencia del trabajo:

$$\begin{aligned} w_e &= w_{e0} + w_{e1} h_e \\ w_{e0} &= (1-\alpha-\beta) k_e^{\alpha} h_e^{\beta} \\ w_{e1} &= \beta k_e^{\alpha} h_e^{\beta-1} \end{aligned} \quad [4]$$

¹⁹ Por ejemplo, Uzawa (1965), Lucas (1988) o Mulligan y Sala-i-Martin (1993).

El salario por unidad de eficiencia de cada trabajador depende de su propia dotación de capital humano por unidad de eficiencia (h_e) y de los factores productivos con los que se combine, ya que w_{e0} y w_{e1} dependen de la dotación de capital físico por unidad de eficiencia y de la dotación promedio de capital humano por unidad de eficiencia de la economía i . Así, la retribución del capital humano de cada individuo depende negativamente de la dotación promedio de capital humano de la economía y positivamente de la de capital físico.

La acumulación de capital humano depende del capital humano de que ya se disponga y del tiempo que se dedique al proceso educativo. Existe un sector educativo cuya tecnología permite acumular capital humano de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\dot{h}_e = [(1-u) h_e]^\varphi - (\delta+n+\gamma_a) h_e \quad [5]$$

donde u representa la fracción de tiempo que el individuo dedica a trabajar y $(1-u)$ la que destina a la adquisición de capital humano, δ su tasa de obsolescencia, n la tasa de crecimiento demográfico y γ_a la tasa de crecimiento de la eficiencia del trabajo. El proceso educativo se supone sujeto a rendimientos decrecientes, es decir, $\varphi < 1$.

La adquisición de capital humano tiene diversos tipos de coste. En primer lugar hay que considerar el coste de oportunidad representado por el tiempo que no se dedica a trabajar, pero existe también un coste económico adicional directo p_h , por unidad de tiempo durante el que se disfruta del sistema educativo. Este coste cubre los gastos de la docencia y, considerando que la retribución salarial en este sector debe coincidir con la vigente en el sector productor de bienes y que se requiere un tiempo de docencia ξ por cada unidad de tiempo dedicada a adquirir capital humano, puede ser definido como:

$$p_h = w_e (h_e) \xi \quad [6]$$

Las familias destinan una fracción de su tiempo, $1-u$, a adquirir capital humano, y el resto a actividades docentes, $\xi(1-u)$, o a producir bienes, $u-\xi(1-u)$.

El objetivo de las familias va a consistir en la maximización del valor presente de su utilidad, es decir:

$$\text{Max} \int_0^{\infty} \frac{c^{1-\sigma}-1}{1-\sigma} e^{-(\rho-n)t} dt, \quad \sigma \neq 1 \quad [7]$$

sujeta a la restricción dinámica que afecta a su acumulación de activos:

$$\begin{aligned} \dot{b}_e = & r^* b_e + [w_{e0} + w_{e1} h_e] u - c_e - \\ & - (n+\gamma_a) b_e - p_h (1-u) \end{aligned} \quad [8]$$

y a la ecuación [5] de acumulación de capital humano. En la expresión anterior la variable b representa los activos *per capita*, c el consumo *per capita* y r^* la tasa de rendimiento neto de los activos ($r^*=R^*-\delta$). El subíndice e sigue denotando que la variable se expresa en unidades de eficiencia.

Como puede observarse, las familias disponen de dos variables de control: el consumo *per capita* (c) y la distribución del tiempo entre actividades (u). Las decisiones que tomen respecto a estas dos cuestiones definen sus posibilidades futuras de consumo.

La resolución del correspondiente hamiltoniano, donde v y μ son los multiplicadores dinámicos de la inversión en activos y en capital humano respectivamente, permite establecer las siguientes condiciones de óptimo:

$$c^{-\sigma} e^{-(\rho-n)t} - \frac{v}{A} = 0 \quad [9]$$

$$v [w_{e0} - w_{e1} h_e + p_h] - \mu [\varphi(1-u)^{\varphi-1} h_e^{\varphi}] = 0 \quad [10]$$

$$v [r^* - (n-\gamma_a)] = -\dot{v} \quad [11]$$

$$v [w_{e1} u] + \mu [\varphi(1-u)^{\varphi} h_e^{\varphi-1} - (\delta+n+\gamma_a)] = -\dot{\mu} \quad [12]$$

además de las habituales condiciones de transversalidad.

Combinando las ecuaciones [10], [11] y [12] podemos llegar a la siguiente expresión:

$$(r^* - n - \gamma_a) = \left[\frac{\varphi(1-u)^{\varphi-1} h_e^\varphi}{w_{e0} + w_{el} h_e + p_h} \right] w_{el} u + \varphi(1-u)^\varphi h_e^{\varphi-1} - (\delta + n + \gamma_a) \quad [13]$$

Sustituyendo el salario y el coste de la educación por sus respectivas expresiones, [4] y [6], podemos reformular la ecuación anterior:

$$R^* = \left[\frac{u}{1-u} \frac{\beta}{(1+\xi)(1-\alpha)} - 1 \right] \varphi(1-u)^\varphi h_e^{\varphi-1} \quad [14]$$

Puesto que en equilibrio la tasa de crecimiento neta del capital humano *per capita* en unidades de eficiencia es nula, a partir de [14] y [5]:

$$R^* = \left[\frac{u^*}{1-u^*} \frac{\beta}{(1+\xi)(1-\alpha)} - 1 \right] \varphi (\delta + n + \gamma_a^*) \quad [15]$$

Por tanto, el valor en equilibrio del tiempo dedicado al trabajo puede expresarse como:

$$u^* = \frac{\left[\frac{R^*}{\varphi (\delta + n + \gamma_a^*)} - 1 \right] \frac{(1+\xi)(1-\alpha)}{\beta}}{1 + \left[\frac{R^*}{\varphi (\delta + n + \gamma_a^*)} - 1 \right] \frac{(1+\xi)(1-\alpha)}{\beta}} \in (0,1) \quad [16]$$

Por otra parte, a partir de [5], del valor de equilibrio del capital humano por unidad de eficiencia del trabajo depende precisamente del tiempo dedicado a su adquisición:

$$h_e^* = \left[\frac{(1-u^*)^\varphi}{\delta + n + \gamma_a^*} \right]^{\frac{1}{1-\varphi}} \quad [17]$$

Ambas variables, que son las que definen el equilibrio de la economía, dependen, de modo diverso, de un amplio conjunto de factores:

$$\begin{aligned} \frac{\partial u^*}{\partial \varphi} < 0, \frac{\partial u^*}{\partial \xi} > 0, \frac{\partial u^*}{\partial R^*} > 0, \frac{\partial u^*}{\partial \alpha} < 0, \\ \frac{\partial u^*}{\partial \beta} < 0, \frac{\partial u^*}{\partial n} < 0, \frac{\partial u^*}{\partial \gamma_a} < 0, \frac{\partial u^*}{\partial \delta} < 0 \end{aligned} \quad [18]$$

Como puede observarse, cuanto mayor es el valor de φ , y por tanto el rendimiento del sistema educativo, menos tiempo se dedica al trabajo y más a invertir en capital humano. Por otra parte, el efecto del coste de la educación es justamente el opuesto. Cuanto mayor sea ξ , más caro es invertir en capital humano y se destina más tiempo a trabajar.

Utilizando [16] y [17] puede realizarse el correspondiente análisis respecto a la dotación de capital humano por unidad de eficiencia de equilibrio:

$$\begin{aligned} \frac{dh_e^*}{d\varphi} > 0, \frac{dh_e^*}{d\xi} < 0, \frac{dh_e^*}{dR^*} < 0, \frac{dh_e^*}{d\alpha} > 0, \\ \frac{dh_e^*}{d\beta} > 0, \frac{dh_e^*}{dn} < 0, \frac{dh_e^*}{d\gamma_a} < 0, \frac{dh_e^*}{d\delta} < 0 \end{aligned} \quad [19]$$

Por lo general, los signos son los contrarios a los del caso anterior. Todo lo que aumente el tiempo dedicado a trabajar tenderá a reducir la acumulación de capital humano; todo lo que reduzca el tiempo de trabajo tenderá a aumentarlo. Así, una mayor productividad del sistema educativo incrementa la dotación de capital humano, mientras que un mayor coste de la educación lo reduce.

Sector educativo público

Consideremos ahora un contexto idéntico al anterior en el que la única diferencia reside en la existencia de un sector público que se dedica a la financiación, mediante impuestos de suma fija (τ), del proceso educativo. En este caso el coste monetario de la inversión en capital humano que soportan los individuos es nulo: $p_h=0$. Como resultado, la restricción presupuestaria dinámica

de las familias se ve modificada:

$$\dot{b}_e = r^* b_e + [w_{e0} + w_{e1} h_e] u - c_e - (n+\gamma_a) b_e - \tau \quad [20]$$

Vamos a suponer que el sector público mantiene el equilibrio presupuestario en todo momento, por tanto:

$$\tau = w_e (h_e) \xi (1-u) \quad [21]$$

Las condiciones de óptimo son idénticas a las del caso anterior con una única excepción en lo que respecta a la ecuación [10] que pasa a ser:

$$v [w_{e0} - w_{e1} h_e] - \mu [\varphi(1-u)^{\varphi-1} h_e^\varphi] = 0 \quad [22]$$

El equilibrio se obtiene de modo similar al de la economía sin sector público:

$$u^* = \frac{\left[\frac{R^*}{\varphi (\delta+n+\gamma_a)} - 1 \right] \frac{(1-\alpha)}{\beta}}{1 + \left[\frac{R^*}{\varphi (\delta+n+\gamma_a)} - 1 \right] \frac{(1-\alpha)}{\beta}} \in (0,1) \quad [23]$$

$$h_e^* = \left[\frac{(1-u^*)^\varphi}{\delta+n+\gamma_a} \right]^{\frac{1}{1-\varphi}} \quad [24]$$

Comparando estas expresiones con las ecuaciones [16] y [17] obtenidas anteriormente podemos comprobar que la financiación de la educación con cargo al presupuesto público al reducir el coste de la educación para los individuos, reduce el tiempo dedicado al trabajo,

aumenta el dedicado a acumular capital humano y, por tanto, incrementa la dotación de capital humano a largo plazo.

Para tener una idea aproximada de la magnitud de la influencia de un tipo u otro de financiación del sistema educativo podemos atribuir valores razonables a los parámetros del modelo y comparar los resultados obtenidos en uno y otro caso. En el cuadro 1 se simula la variación proporcional que experimentan el tiempo destinado a trabajar y el capital humano de equilibrio al pasar a un sistema educativo de financiación pública. Los cálculos se han realizado para diferentes valores de los parámetros (ξ, φ) que se indican en las filas y columnas correspondientes.

Cuadro 1. Efecto de la financiación pública de la educación. (%)

	$\xi=0,05$	$\xi=0,10$	$\xi=0,15$	$\xi=0,2$
$\varphi=0,50$				
u	-1,0	-2,0	-2,8	-3,7
h	+3,8	+7,7	+11,6	+15,5
$\varphi=0,66$				
u	-1,5	-2,9	-4,1	-5,3
h	+6,9	+14,0	+21,4	+29,0
$\varphi=0,80$				
u	-1,9	-3,7	-5,3	-6,8
h	+12,3	+25,7	+40,3	+56,2
$\varphi=0,90$				
u	-2,3	-4,4	-6,3	-8,1
h	+25,6	+56,9	+95	+141,0

Nota: Los cálculos se han obtenido para los siguientes valores del resto de parámetros: $\rho=0,02$; $\sigma=2$; $\delta=0,05$; $\alpha=1/3$; $\beta=1/3$; $\gamma_a=0,02$.

Debido a la existencia de rendimientos decrecientes sobre los factores acumulables las economías convergen hacia sus estados estacionarios. Linealizando la tasa de crecimiento del capital humano en torno al punto de equilibrio podemos comprobar que aquélla depende de la distancia respecto a dicho equilibrio:

$$\gamma_{h_{et}} = - (1-\varphi) (\delta+n+\gamma_a) (\ln h_{et} - \ln h_e^*) \quad [25]$$

La velocidad de convergencia depende crucialmente de cuán decrecientes sean los rendimientos de la inversión en capital humano. Cuanto más lo sean, es decir cuanto menor sea φ , más rápida será la convergencia.

Consideremos ahora la posibilidad de que los estados estacionarios de las diferentes regiones sean distintos. Ello podría deberse a distintos costes del proceso educativo, distintos ξ_i . Cuanto mayor sea ese coste privado, menos tiempo destinan los individuos a educarse y se adquiere un menor nivel de capital humano. Así, podríamos considerar que en las regiones menos desarrolladas resulta más costosa en términos relativos la inversión en capital humano. En ese contexto, la política educativa pública podría contribuir a una mayor convergencia regional si consigue equiparar el coste de la inversión en capital humano entre las distintas regiones. La razón es que esa equiparación se traduce en una aproximación, igualación incluso, de los estados estacionarios y, como consecuencia, las regiones menos desarrolladas estarán más alejadas de su nuevo estado estacionario en relación con la situación de las regiones más desarrolladas. Como el crecimiento depende positivamente de la distancia al estado estacionario, aumentaría en mayor medida en las regiones menos desarrolladas y, por tanto, generaría convergencia²⁰.

Catch-up tecnológico y capital humano

Hasta ahora hemos considerado que la eficiencia del trabajo crece a una tasa exógena. Vamos a flexibilizar el análisis introduciendo el *catch-up* tecnológico y el supuesto de que el progreso técnico depende del capital humano existente. Siendo p el logaritmo de la eficiencia del trabajo respecto a la eficiencia frontera, x , creciente a una tasa que consideraremos exógena:

$$\gamma_a = \gamma_x + \gamma_p \quad [26]$$

Supongamos que la tasa de crecimiento diferencial (γ_p) depende de la dotación de capital humano por unidad de eficiencia en relación con la de la economía líder (h_{xe}) y de la magnitud de

²⁰ Este fenómeno podría verse intensificado si, además, se considera que la incidencia fiscal de la política educativa, provisión casi gratuita y financiación mediante impuestos progresivos, origina transferencias interregionales de renta.

la propia brecha (p):

$$\gamma_a = \gamma_x + \Phi \ln \frac{h_e}{h_{xe}} - \varepsilon p \quad [27]$$

Esto significa que la eficiencia de una economía convergerá hasta que la brecha se sitúe en su nivel de estado estacionario:

$$p^* = \frac{\Phi}{\varepsilon} \ln \frac{h_e^*}{h_{xe}^*} \quad [28]$$

Como puede observarse, cuanto mayor sea el capital humano relativo menor es la brecha, reflejando la influencia a largo plazo del *efecto tasa* del capital humano. Consideremos cómo afecta esto al crecimiento económico durante la convergencia hacia el estado estacionario. La evolución de la economía está marcada por la dinámica de la acumulación de capital humano por unidad de eficiencia y por la de la propia eficiencia. Linealizando en torno al equilibrio la tasa de crecimiento de ambas variables, obtenemos las siguientes expresiones:

$$\gamma_{h_e} = [(\varphi-1) (\delta+n+\gamma_x) - \Phi - \psi] (\ln h_e - \ln h_e^*) + \varepsilon(p - p^*) \quad [29]$$

donde,

$$\psi = \varphi \Phi \frac{1}{1-u^*} (\delta+n+\gamma_x) \frac{\partial u}{\partial \gamma_a} ; \quad \frac{\partial u}{\partial \gamma_a} < 0 \quad [30]$$

y considerando que la economía líder se encuentra en equilibrio:

$$\gamma_a = \gamma_x + \Phi (\ln h_e - \ln h_e^*) - \varepsilon (p - p^*) \quad [31]$$

Como puede observarse, existe una mutua dependencia. Ello se debe a que la tasa de progreso técnico depende del capital humano y a que la tasa de crecimiento del capital humano por unidad de eficiencia depende del progreso técnico que, en este caso, es en sí mismo una

variable del modelo. Atendiendo a la relación entre capital humano y producción podemos establecer la tasa de crecimiento del producto por unidad de eficiencia del trabajo en torno al equilibrio:

$$\gamma_{y_e} = [(\varphi-1) (\delta+n+\gamma_x) - \Phi - \psi] (\ln y_e - \ln y_e^*) + \frac{\beta}{1-\alpha} \varepsilon (p - p^*) \quad [32]$$

$$\gamma_a = \gamma_x + \Phi \frac{(1-\alpha)}{\beta} (\ln h_e - \ln h_e^*) - \varepsilon (p - p^*) \quad [33]$$

De todo lo anterior podemos obtener la tasa de crecimiento del producto por ocupado como suma de ambas tasas de crecimiento:

$$\gamma_y = \gamma_x + \left[(\varphi-1) (\delta+n+\gamma_x) + \frac{1-\alpha-\beta}{\beta} \Phi - \psi \right] (\ln y_e - \ln y_e^*) - \frac{1-\alpha-\beta}{1-\alpha} \varepsilon (p - p^*) \quad [34]$$

Existen diferentes factores que influyen en el crecimiento económico en sentido opuesto, por lo que tanto la magnitud como la misma existencia de convergencia o divergencia es incierta. En primer lugar existe una tendencia a la convergencia debido a la existencia de rendimientos decrecientes en la acumulación de capital humano. Se trata de un rasgo habitual de los modelos neoclásicos y asociado al *efecto nivel* del capital humano:

$$(\varphi-1) (\delta+n+\gamma_x) < 0 \quad [35]$$

Por otra parte, el efecto del capital humano sobre el progreso técnico genera divergencia, ya que impulsa el crecimiento en las regiones más dotadas, bien de modo directo, bien a través de su efecto sobre la asignación del tiempo:

$$\frac{1-\alpha-\beta}{\beta} \Phi - \psi > 0 \quad [36]$$

Esta divergencia será mayor cuanto mayor sea la dependencia del progreso técnico respecto del capital humano. Finalmente, el menor coste de imitar técnicas ya existentes, la presencia de *catch-up* tecnológico, impulsa la convergencia al fomentar el crecimiento en las economías menos desarrolladas:

$$\frac{1-\alpha-\beta}{1-\alpha} \varepsilon > 0 \quad [37]$$

El efecto global depende de los valores concretos de los parámetros, así como de la importancia relativa de la insuficiencia de capital humano y de la brecha tecnológica. Esto se aprecia con más claridad analizando la tasa de crecimiento diferencial entre dos regiones. Denotando con un acento circunflejo la diferencia interregional respecto a la variable de que se trate:

$$\begin{aligned} \hat{\gamma}_y = & \left[(\varphi-1) (\delta+n+\gamma_x) + \frac{1-\alpha-\beta}{\beta} \Phi - \psi \right] (\ln \hat{y}_e - \ln \hat{y}_e^*) - \\ & - \frac{1-\alpha-\beta}{1-\alpha} \varepsilon (\hat{p} - \hat{p}^*) \end{aligned} \quad [38]$$

La tasa de convergencia total no es más que una media ponderada de los distintos efectos, dependiendo las ponderaciones de la medida en que la distancia relativa del producto por ocupado respecto al estado estacionario refleje diferencias en el capital humano o en el nivel de eficiencia:

$$\hat{\gamma}_y = \left[\left((\varphi-1) (\delta+n+\gamma_x) + \frac{1-\alpha-\beta}{\beta} \Phi - \psi \right) \left(\frac{\ln \hat{y}_e - \ln \hat{y}_e^*}{\ln \hat{y} - \ln \hat{y}^*} \right) - \frac{1-\alpha-\beta}{1-\alpha} \varepsilon \left(\frac{\hat{p} - \hat{p}^*}{\ln \hat{y} - \ln \hat{y}^*} \right) \right] (\ln \hat{y} - \ln \hat{y}^*) \quad [39]$$

En síntesis, el análisis teórico realizado permite establecer de modo apropiado la conexión entre capital humano y crecimiento. Así, son posibles diferencias salariales debido a dotaciones distintas de capital humano sin que eso cause movimientos migratorios. La persistencia temporal de diferencias interregionales es posible si responde a diferencias de capital humano. La evolución de esas diferencias también se ve sujeta a la dinámica de acumulación de capital humano. Sin embargo, la relación es ambigua. Por una parte el *efecto nivel* del capital humano tiende a favorecer la convergencia debido a los rendimientos decrecientes que afectan a ese proceso de acumulación. Por otra, hay que considerar la relación entre progreso técnico y capital humano que actúa en sentido opuesto, favoreciendo la divergencia. Finalmente, el coste de la inversión en capital humano aparece como uno de los posibles determinantes del estado estacionario de una economía. En este sentido, la política pública en materia educativa puede influir en el crecimiento y convertirse en un instrumento útil para fomentar la convergencia regional.

4. CAPITAL HUMANO, CRECIMIENTO Y CONVERGENCIA EN LAS REGIONES ESPAÑOLAS

La incorporación de nuevos productos, nuevas técnicas y nuevos procesos productivos y organizativos es una característica típica del crecimiento. El progreso técnico es una de las fuentes del crecimiento y, como hemos señalado reiteradamente, la literatura ha insistido en la ventaja que supone poder imitar técnicas desarrolladas por otros en vez de incurrir en un costoso proceso de innovación que suponga el desarrollo de nuevas técnicas y productos.

La inversión en capital humano supone una forma de acumular factores productivos, pero también se trata de una actividad que puede facilitar la imitación y la innovación es decir, el progreso técnico. El análisis empírico debe, por tanto, contemplar ambas posibilidades.

A continuación se presenta un marco adecuado para el análisis empírico de la influencia de capital humano en el crecimiento y la convergencia regional, de acuerdo con el modelo del apartado anterior y en la línea de de la Fuente (1996), donde se incorpora de modo explícito el *catch-up* tecnológico como factor de crecimiento para analizar el crecimiento regional durante el periodo 1964-1991. De acuerdo con ese marco teórico, y como resulta habitual en la literatura, supondremos una función de producción agregada de tipo Cobb-Douglas aunque sin predeterminedar el tipo de rendimientos a escala:

$$Y_{it} = K_{it}^{\alpha} H_{it}^{\beta} (A_{it}L_{it})^{\eta} \quad [40]$$

donde Y es el producto agregado regional, K el *stock* de capital privado, A un índice de eficiencia técnica, L el empleo y H la dotación promedio de capital humano por ocupado. Representando mediante minúsculas el logaritmo de cada variable, podemos describir la función de producción en términos logarítmicos:

$$y_{it} = \eta a_{it} + \alpha k_{it} + \eta l_{it} + \beta h_{it} \quad [41]$$

Definamos el nivel de eficiencia técnica con relación al promedio nacional:

$$a_{it} = a_t + p_{it} \quad [42]$$

donde a_t es el promedio de los valores regionales y p_{it} representa el diferencial tecnológico de la región i. La evolución de la eficiencia técnica de una región puede descomponerse, de forma similar a [26], en la evolución del promedio nacional y del diferencial de la región, pudiéndose representar como:

$$\Delta a_{it} = \Delta a_t + \Delta p_{it} = g + ct + \mu \bar{h}_{it-1} - \varepsilon p_{it-1} \quad [43]$$

donde la barra indica desviación respecto al promedio y suponemos que el progreso técnico promedio crece a una tasa exógena, aunque sujeta a una evolución tendencial relacionada con la aproximación del país a la frontera tecnológica internacional, $g+ct$. El diferencial tecnológico evoluciona en función de las posibilidades de imitar de la región. Éstas son decrecientes con el propio diferencial respecto al promedio y crecientes con el nivel relativo de capital humano de la región. En otras palabras, el proceso de *catch-up* tecnológico se intensifica con la brecha tecnológica (que define el potencial existente para la imitación) y con el capital humano de los ocupados de la región (que puede afectar a la capacidad de aprovechamiento de ese potencial).

A partir de esa expresión podemos establecer, de forma similar a [28], cuál será el nivel del diferencial tecnológico de estado estacionario:

$$\Delta p_{it} = 0 \Rightarrow p_i^* = \frac{\mu}{\varepsilon} \bar{h}_i \quad [44]$$

Obsérvese que si el capital humano afecta al progreso técnico regional, también afectará al diferencial tecnológico de estado estacionario. La utilidad empírica de este enfoque depende de la posibilidad de medir esa brecha tecnológica. Esto es factible utilizando la expresión logarítmica de la función de producción. Puede expresarse el diferencial técnico a partir del diferencial en producción y en dotación de capital físico, empleo y capital humano. Procediendo así puede obtenerse, a partir de [41], [42] y [43], una expresión²¹ para la tasa de crecimiento económico en función de la acumulación de factores productivos y del *catch-up* tecnológico:

$$\begin{aligned} \Delta y_{it} = & \eta g + \eta ct + \alpha \Delta k_{it} + \eta \Delta l_{it} + \beta \Delta h_{it} + \\ & + \eta \mu \bar{h}_{it-1} - \varepsilon (\bar{y}_{it-1} - \alpha \bar{k}_{it-1} - \eta \bar{l}_{it-1} - \beta \bar{h}_{it-1}) + u_{it} \end{aligned} \quad [45]$$

donde las barras indican desviaciones respecto al promedio, y las perturbaciones aleatorias se recogen en u_{it} . Se trata de una expresión que puede ser estimada mediante mínimos cuadrados no lineales.

La expresión finalmente utilizada ha sido adecuadamente transformada para que las tasas de progreso técnico y de convergencia tecnológica tengan carácter anual, pese a que los datos son bienales o trienales. El análisis abarca el periodo 1964-1993 siendo y_i el logaritmo del VAB regional de *Renta Nacional de España y su distribución provincial* (BBV) a precios constantes; k_i el logaritmo del *stock* neto de capital privado regional a precios constantes; l_i el logaritmo de la población ocupada regional y h_i el logaritmo del porcentaje regional de ocupados con al menos estudios medios terminados²².

²¹ Correspondiente a la ecuación [27] en de la Fuente (1996).

²² El VAB se ha deflactado utilizando el deflactor correspondiente de la *Contabilidad Nacional de España* del INE. En las estimaciones sectoriales que se ofrecen en este apartado se ha utilizado el correspondiente deflactor sectorial. Los datos sectoriales de capital físico proceden de Mas, Pérez y Uriel (1997). Los ocupados regionales, así como los indicadores de capital humano, provienen de las series de capital humano estimadas en Mas, Pérez, Uriel y Serrano (1995) completadas temporalmente y desagregadas sectorialmente a partir de la EPA y otras fuentes según se describe en Serrano (1997b).

Cuadro 2. Crecimiento sector privado.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)		(6)	
α	0.298 (4.91)	0.325 (5.56)	0.305 (5.63)	0.312 (5.94)	0.287 (5.29)		0.311 (5.76)	
η	0.659 (11.33)	[0.675]	[0.695]	[0.688]	[0.713]		[0.689]	
β	0.131 (4.59)	0.132 (4.52)	0.137 (4.89)	0.139 (5.07)	0.158 (5.29)		0.162 (5.37)	
η_g	0.001 (1.26)	0.007 (1.01)	0.007 (1.15)	0.007 (1.06)	0.005 (0.74)		0.003 (0.42)	
η_{ct}	-0.0004 (-1.90)	-0.0004 (-1.69)	-0.0004 (-1.90)	-0.0004 (-1.85)	-0.0003 (-1.82)		-0.0003 (-1.58)	
η_μ	0.025 (2.87)	0.026 (3.05)	0.008 (0.49)		0.055 (2.31)			
ε	0.061 (3.37)	0.067 (3.74)	0.255 (6.20)	0.256 (6.25)	0.409 (6.24)		0.402 (6.15)	
R^2	0.455	0.455	0.552	0.551	0.601		0.592	
ρ	-0.075	-0.065	0.010	0.010	0.055		0.056	
χ^2			0.003	0.001	0.232		0.111	
Ef. Fijos			π	π	π	λ	π	λ
1.AND			-0.058 (-2.04)	-0.064 (-2.56)	-0.025 (-0.83)	-0.014 (-0.91)	-0.064 (-2.49)	0.003 (0.08)
2.ARA			0.033 (1.31)	0.035 (1.42)	0.020 (0.82)	0.006 (0.21)	0.027 (1.12)	0.010 (0.31)
3.AST			-0.051 (-2.01)	-0.051 (-2.04)	-0.036 (-1.47)	-0.020 (-0.59)	-0.035 (-1.38)	-0.026 (-0.76)
4.BAL			0.202 (7.22)	0.201 (6.25)	0.152 (5.69)	0.082 (2.41)	0.154 (5.65)	0.078 (2.25)
5.CAN			0.047 (1.83)	0.050 (1.98)	-0.033 (-1.30)	0.119 (3.46)	-0.013 (-0.52)	0.103 (2.98)
6.CNT			-0.066 (-2.86)	-0.063 (-2.43)	-0.061 (-2.16)	-0.028 (-0.81)	-0.047 (-1.67)	-0.031 (-0.88)
7.CLEON			-0.106 (-2.95)	-0.118 (-4.60)	0.008 (0.19)	-0.118 (-2.97)	-0.070 (-2.53)	-0.074 (-2.09)
8.CMAN			-0.074 (-2.90)	-0.077 (-3.07)	-0.035 (-1.38)	-0.055 (-1.92)	-0.048 (-1.91)	-0.051 (-1.49)
9.CAT			0.121 (3.91)	0.128 (4.86)	0.097 (2.97)	-0.005 (-0.16)	0.136 (4.95)	-0.013 (-0.38)
10.VAL			0.000 (0.02)	-0.001 (-0.02)	0.008 (0.34)	-0.002 (-0.67)	0.001 (0.03)	0.001 (0.04)
11.EXT			-0.208 (-3.55)	-0.222 (-8.24)	-0.136 (-2.99)	-0.022 (-0.60)	-0.214 (-7.06)	0.005 (0.14)
12.GAL			-0.224 (-5.07)	-0.238 (-6.98)	-0.183 (-3.54)	0.026 (0.72)	-0.258 (-6.58)	0.045 (1.26)
13.MAD			0.210 (4.16)	0.231 (8.57)	0.063 (1.01)	0.113 (2.67)	0.188 (5.99)	0.059 (1.63)
14.MUR			-0.061 (-2.40)	-0.064 (-2.55)	-0.042 (-1.70)	-0.023 (-0.68)	-0.050 (-2.01)	-0.028 (-0.80)
15.NAV			0.058 (1.83)	0.067 (2.58)	0.012 (0.37)	0.023 (0.65)	0.056 (2.06)	0.017 (0.49)
16.PV			0.081 (2.45)	0.091 (3.39)	0.074 (1.96)	-0.052 (-1.44)	0.122 (3.97)	-0.061 (-1.65)
17.RIO			[0.096]	[0.095]	[0.117]	[-0.03]	[0.115]	[-0.04]
corr(π, λ)					0.134		0.084	

Nota: Entre paréntesis se ofrecen los *t-ratios*. R^2 es el coeficiente de determinación y χ^2 presenta el nivel crítico de significación del contraste de la hipótesis nula $\pi_i=0 \forall i$ en (3) y (4) y de $\lambda_i=0 \forall i$ en (5) y (6). El estadístico ρ es el coeficiente de autocorrelación de primer orden entre los residuos de una misma región. Corr(π, λ) es el coeficiente de correlación entre las *dummies* regionales π y λ .

La columna 1 del cuadro 2 presenta los resultados obtenidos sin imponer rendimientos constantes a escala sobre el trabajo, el capital físico o el humano. En la columna 2 se ha impuesto esa restricción, ya que no podía rechazarse. Los resultados están en línea con los obtenidos por de la Fuente (1996) para el periodo 1964-1991. La contribución del capital físico se sitúa en torno a un tercio, mientras que la contribución directa del capital humano (su efecto nivel) es al menos del 13%²³. La tasa de convergencia tecnológica (ε) resulta significativa y apreciable, situándose por encima del 6% anual. Por lo tanto, el *catch-up* tecnológico es un factor relevante en la comprensión del crecimiento e impulsa la convergencia económica. Finalmente, la contribución del capital humano parece no limitarse a su efecto directo sobre la producción (*efecto nivel*). La significatividad del coeficiente μ indica la existencia de un *efecto tasa* del capital humano. La dotación de capital humano parece afectar positivamente a la tasa de progreso técnico, por tanto la convergencia tecnológica no es absoluta. Las diferentes economías convergerían a distintos niveles tecnológicos a largo plazo en función de su dotación relativa de capital humano.

Sin embargo, para contemplar adecuadamente la existencia de diferentes estados estacionarios conviene introducir esa posibilidad desde el principio en la formulación empírica. Para ello basta con introducir *dummies* individuales:

$$\begin{aligned} \Delta y_{it} = & \eta g + \eta ct + \alpha \Delta k_{it} + \eta \Delta l_{it} + \beta \Delta h_{it} + \eta \mu \bar{h}_{it-1} \\ & - \varepsilon (\bar{y}_{it-1} - \alpha \bar{k}_{it-1} - \eta \bar{l}_{it-1} - \beta \bar{h}_{it-1} - \sum_i \pi_i) + \omega_{it} \end{aligned} \quad [46]$$

Se han normalizado las *dummies* regionales (π_i) para que su suma sea 0, evitando así los problemas de multicolinealidad. Cada una de ellas muestra la posición relativa respecto al promedio²⁴. Estas variables artificiales sólo captan las diferencias que van a persistir a largo plazo entre las regiones (marcando los límites del proceso de convergencia), pero no explican a qué se deben esas diferencias.

La columna 3 del cuadro 2 contiene los resultados obtenidos tras incluir las variables ficticias. Los resultados son semejantes a los obtenidos en de la Fuente (1996). En primer lugar hay que señalar la significatividad de las variables ficticias. Esto indica que existen diferencias de

²³ En línea con Serrano (1997a). Por otra parte, tal como se muestra en Serrano (1996), al utilizar *proxies* de la dotación de capital humano se subestima el coeficiente que representa su contribución a la producción.

²⁴ En concreto, el logaritmo de la eficiencia técnica relativa de cada región respecto al promedio en estado estacionario.

eficiencia técnica a largo plazo entre las regiones españolas. De hecho, examinado sus valores concretos podemos apreciar la considerable magnitud de esas diferencias: la eficiencia de Madrid superaría en un 21% al promedio, mientras que la de Galicia se situaría un 22% por debajo de éste. En segundo lugar, la introducción de los efectos fijos, aunque apenas altera los coeficientes del capital físico o del *efecto nivel* del capital humano, afecta considerablemente a la tasa de convergencia tecnológica, que se multiplica por cuatro (hasta un 25,5%), y al *efecto tasa* del capital humano que pasa a ser no significativo.

De acuerdo con estos resultados el proceso de difusión tecnológica sería mucho más intenso de lo que parecía y aproximaría a gran velocidad a cada comunidad a su propio estado estacionario específico. Las diferencias de eficiencia se mantendrían en esos niveles, sin que la acumulación de capital humano pudiese modificar esa situación. El papel del capital humano se limitaría al propio de un factor productivo más, a su *efecto nivel*.

Sin embargo, la misma pérdida de significatividad del *efecto tasa* al introducir términos que recojan las diferencias de eficiencia de estado estacionario indica que existe una manifiesta correlación entre éstas y la dotación relativa de capital humano. Las comunidades con mayores niveles de eficiencia a largo plazo se corresponden con aquéllas que disfrutaban de mayores niveles educativos. Por tanto, es posible que sí exista un *efecto tasa* del capital humano que no puede recogerse de modo totalmente satisfactorio al utilizar meros indicadores aproximados de la dotación de capital humano.

La única diferencia entre la columna 4 y la 3 es la exclusión del *efecto tasa* debido a su no significatividad. Los resultados son similares, aunque las diferencias a largo plazo de eficiencia relativa parecen aumentar ligeramente.

En virtud de la intensidad de la convergencia tecnológica condicional de cada región a su propio estado estacionario tecnológico, y de las considerables diferencias entre estos últimos, parece conveniente analizar la inmutabilidad o no de ese estado estacionario.

En la columna 5 se ofrecen los resultados obtenidos al dividir la muestra en dos subperiodos alrededor del año 1979 y se ha incluido un nuevo conjunto de variables regionales ficticias (λ_i) que adoptan el valor 0 durante el primer subperiodo y 1 durante el segundo. Estas variables recogen la variación de la eficiencia técnica relativa de estado estacionario de una región durante el subperiodo 1981-1993 respecto a su valor para el conjunto del periodo. Su no significatividad puede rechazarse al 3% e indica que los estados estacionarios relativos específicos

de cada región han variado a lo largo del periodo. Hay que observar los cambios que experimentan algunos de los coeficientes estimados. En primer lugar, el aumento de la tasa de convergencia tecnológica hasta el 40%. En segundo lugar, y de modo especial, hay que destacar la significatividad del *efecto tasa* del capital humano.

Las estimaciones con efectos fijos permitían apreciar la existencia de diferencias persistentes entre las regiones asociadas a diferentes estados estacionarios tecnológicos a los que se converge con rapidez. Pero esos estados estacionarios relativos pueden cambiar y así parece haber sucedido entre las regiones españolas. Una vez se consideran estos cambios, la tasa estimada de convergencia tecnológica deviene aún más intensa y, sobre todo, el capital humano recupera su doble función. Se mantiene su *efecto nivel* como factor productivo y se recupera su *efecto tasa* sobre la producción. La dotación de capital humano parece influir positivamente sobre el progreso técnico y determinar, al menos parcialmente, los niveles relativos de eficiencia a largo plazo.

A continuación se expone un sencillo método que permite descomponer los resultados de los típicos análisis de β -convergencia de un modo similar a como los economistas estamos habituados a hacer con el crecimiento. De este modo podremos asignar la convergencia estimada a sus diversas fuentes. En definitiva, se trata de realizar un ejercicio de contabilidad de la convergencia que permita cuantificar la contribución realizada por los diferentes factores al proceso de convergencia regional en España.

El papel de los factores productivos en un análisis convencional de convergencia suele hacer referencia a su capacidad explicativa como indicadores del estado estacionario. En las estimaciones de las regresiones de convergencia se incluyen por su capacidad para controlar por el estado estacionario de cada economía que nos es desconocido²⁵.

En otros casos se aborda de modo directo su contribución como fuente de convergencia o divergencia. Esto se realiza a través de regresiones de la tasa de crecimiento de cada factor, como el capital físico *per capita*, sobre el logaritmo de su nivel inicial. Es decir, se contrasta si el capital físico *per capita*, el capital humano *per capita* o la productividad total de los factores (PTF) han convergido o no a lo largo del periodo analizado. Los resultados así obtenidos se utilizan para contrastar la hipótesis de si un factor ha podido contribuir o no a la convergencia económica, dependiendo de la convergencia experimentada por el propio factor. Dollar y Wolff

²⁵ Barro (1991), Mankiw, Romer y Weil (1992) o Barro y Sala-i-Martin (1995).

(1994), utilizando datos acerca de 12 industrias y 9 países desarrollados entre mediados de los 60 y mediados de los 80, señalan la existencia de convergencia internacional respecto a la PTF. De acuerdo con Pérez, Goerlich y Mas (1996) ha habido convergencia entre las regiones españolas durante el periodo 1964-1991 en términos de la productividad del trabajo y también en cuanto a la dotación de capital físico privado y público, capital humano y PTF.

Con objeto de profundizar el análisis de la contribución a la convergencia de los diferentes factores, en vez de limitarnos a consideraciones cualitativas utilizaremos las técnicas habituales de contabilidad del crecimiento y las aplicaremos al problema de la contabilidad de la convergencia. Para ello mantendremos el supuesto de una tecnología de tipo Cobb-Douglas con rendimientos constantes a escala como [1]. Si transformamos la expresión en términos de diferencias logarítmicas de las variables por ocupado obtenemos la siguiente ecuación:

$$dy_{it} = da_i + \alpha dk_{it} + \beta dh_{it} \quad [47]$$

donde dy_{it} es la diferencia del logaritmo del producto por ocupado de la región i en el momento t , dk_{it} la diferencia del logaritmo del capital físico por ocupado, dh_{it} la diferencia del logaritmo de la dotación de capital humano por ocupado y da_i la diferencia logarítmica de la PTF.

Anteriormente se han estimado ecuaciones semejantes, utilizando la proporción de ocupados con estudios medios como indicador de la dotación de capital humano *per capita* y considerando que la tasa de crecimiento de la PTF regional depende de la evolución nacional de dicha variable, de la dotación relativa de capital humano y de la brecha tecnológica existente. Para tener en cuenta este último aspecto consideremos la siguiente descomposición del crecimiento de la PTF:

$$da_{it} = da_t + \mu h_{it} + d\tau_{it} \quad [48]$$

donde (da) representa una tasa de crecimiento común y los otros dos términos el crecimiento diferencial de la PTF de cada región. Éste depende de la dotación de capital humano por ocupado de la región, μh , y de otros factores específicos de la región $d\tau_i$.

Utilizando los resultados de las estimaciones del apartado anterior (en concreto los de la columna 5 del cuadro 2) podemos estimar la contribución de cada factor al crecimiento de la

productividad regional del trabajo: acumulación de capital físico ($dy_k=0,287 dk$), acumulación de capital humano ($dy_h= 0,158 dh$) y crecimiento residual ($dy_a=dy-0,287dk-0,158dh$). Este último puede descomponerse a su vez en el crecimiento de la PTF debido al capital humano promedio durante el periodo analizado (hm) y su efecto sobre la innovación y la imitación ($dy_{hm}=0,055 hm$), y otros factores ($dy_r=dy_a-dy_{hm}$).

Analizando el crecimiento entre 1964 y 1993 podemos cuantificar la contribución de cada factor a la convergencia regional estimando las siguientes expresiones:

$$\left(\frac{dy_i}{29} \right) = c + b \log y_{i64} + u_i \quad [49]$$

$$\left(\frac{dy_{ki}}{29} \right) = c_k + b_k \log y_{i64} + u_{ki} \quad [50]$$

$$\left(\frac{dy_{hi}}{29} \right) = c_h + b_h \log y_{i64} + u_{hi} \quad [51]$$

$$\left(\frac{dy_{ai}}{29} \right) = c_a + b_a \log y_{i64} + u_{ai} \quad [52]$$

donde $\log y_{i64}$, el logaritmo de la productividad regional del trabajo en 1964, es siempre el único regresor. La variable dependiente es la tasa anual de crecimiento de la productividad del trabajo en la ecuación [49], la contribución del capital físico a ese crecimiento en la ecuación [50], la contribución del capital humano en la ecuación [51] y el crecimiento residual en la ecuación [52]. La descomposición de este último puede realizarse a través de dos ecuaciones similares:

$$\left(\frac{dy_{hmi}}{29} \right) = c_{hm} + b_{hm} \log y_{i64} + u_{hmi} \quad [53]$$

$$\left(\frac{dy_{it}}{29} \right) = c_{\tau} + b_{\tau} \log y_{i64} + u_{it} \quad [54]$$

en las que la contribución del capital humano al crecimiento de la PTF es la variable dependiente en la ecuación [53], y la tasa de crecimiento medio de la PTF debida a otros factores lo es en la ecuación [54].

Es fácil comprobar que el parámetro b de convergencia total es la suma de los distintos parámetros b que obtenemos realizando las regresiones correspondientes a la contribución de cada factor al crecimiento:

$$b = b_k + b_h + b_a = b_k + b_h + b_{hm} + b_{\tau} \quad [55]$$

Así pues, podemos descomponer la convergencia de la productividad del trabajo en la contribución de los diferentes factores. Obsérvese que la contribución del capital humano es doble: por una parte tenemos su *efecto nivel* como factor productivo (b_h) y por otra su efecto sobre la tasa de progreso técnico (b_{hm}).

El cuadro 3 muestra los resultados para el periodo 1964-1993. La primera fila confirma un hecho bien conocido: las regiones españolas han convergido a lo largo de las tres últimas décadas. El valor del parámetro b (-1,75%) implica una velocidad de convergencia absoluta (habitualmente denominada β) del 2,44%, comparable con la estimada en estudios anteriores del caso español²⁶ y con la evidencia internacional²⁷.

La descomposición de la convergencia se corresponde con los resultados del modelo teórico presentado. La segunda fila del cuadro 3 indica que la acumulación de capital físico ha contribuido de modo significativo a esa convergencia. El parámetro b_k es significativo y su valor (-0,65%, que equivale a una velocidad de convergencia de 0,73%) representa más de un tercio de la convergencia total.

²⁶ Por ejemplo, Mas *et al.* (1994) para las regiones y Dolado *et al.* (1994) o Mas *et al.* (1995) para las provincias.

²⁷ Véase Barro y Sala-i-Martin (1995).

El capital humano, considerado como un factor productivo más, también ha contribuido de modo significativo a la convergencia. El *efecto nivel* del capital humano sería responsable de un 20% de la convergencia total dado el valor de b_h (-0,35% equivalente a una velocidad de convergencia del 0,37%), un resultado coherente con la ecuación [32].

Cuadro 3. Contabilidad de la convergencia.

	Coefficiente de Convergencia	t-ratio	R ²
Total (b)	-0,0175	(-6,40)	0,689
Cont. K (b_k)	-0,0065	(-3,15)	0,490
Ef. nivel H (b_h)	-0,0035	(-3,42)	0,552
Cont. PTF (b_a)	-0,0073	(-2,82)	0,344
Ef. tasa H (b_{hm})	0,0462	(-7,94)	0,821
Residuo (b_r)	-0,0536	(-10,58)	0,879

Finalmente, la evolución de la PTF regional habría sido la principal fuente de convergencia. El valor de b_a (-0,73%, equivalente a una velocidad anual del 0,83%) supone un 42% de la convergencia total. Sin embargo, esta satisfactoria evolución de la eficiencia regional es consecuencia de dos procesos opuestos. Por una parte, la dispar dotación regional de capital humano habría contribuido de modo significativo a la divergencia regional, en línea con lo postulado por la ecuación [36]. El *efecto tasa* del capital humano impulsa el progreso técnico en mayor medida en las regiones mejor dotadas, que suelen ser las de mayor desarrollo y productividad del trabajo inicial. Observéese no sólo el signo, sino la magnitud del parámetro b_{hm} (4,62%). Por el contrario, el proceso de *catch-up* tecnológico, analizado con detalle en el apartado anterior, habría contribuido a la convergencia regional conforme a lo indicado por la ecuación [37], reflejando que las comunidades menos eficientes tienen facilidades para avanzar más deprisa mediante la imitación de las técnicas de las economías avanzadas. El efecto neto se inclina hacia la convergencia pues el efecto del *catch-up* tecnológico ha sido más intenso a lo largo del periodo, como refleja la estimación de b_r (-5,63%).

Así pues, la relación entre capital humano y convergencia regional es más compleja de los que podría pensarse en un principio. Para determinar la contribución global del capital humano a la convergencia hay que considerar su doble papel: como factor productivo (*efecto nivel*) y como factor de progreso técnico (*efecto tasa*). La mayor magnitud del *efecto tasa* permite afirmar

que el capital humano ha sido un factor de divergencia regional en el caso español. Por una parte, la propia convergencia de las dotaciones de capital humano ha generado convergencia. Por otra, hay que considerar la persistencia a lo largo del periodo de notorias, aunque decrecientes, diferencias en la dotación de capital humano que se han traducido en un impulso hacia la divergencia de las tasas de progreso técnico y, por tanto, a la divergencia regional. El efecto neto es divergente y puede cuantificarse como la suma de los efectos parciales ($b_{hm}+b_{\tau}=4,27\%$ que equivale a una tasa de divergencia anual del 2,92%). Por supuesto, conforme converjan las dotaciones regionales de capital humano y menor sea la disparidad, este efecto irá reduciéndose.

En resumen, parece que la acumulación de capital en sentido amplio (tanto capital físico como capital humano) daría cuenta de un 58% de la convergencia regional acaecida, mientras que el *catch-up* tecnológico sería responsable del resto, siendo por tanto el factor más relevante a lo largo del periodo. Para valorar adecuadamente este hecho hay que tener presente que se produce a pesar de la notoria divergencia tecnológica y económica inducida por la desigual dotación regional en materia de capital humano. Sin embargo, hay que advertir que se trata de un simple ejercicio de contabilidad, sin entrar a discutir las razones de los procesos de acumulación de capital. Es decir, dejamos al margen cuestiones como preferencias, políticas públicas y otros rasgos estructurales que podrían considerarse como los auténticos fundamentos del crecimiento y la convergencia. En suma, este tipo de análisis está sujeto al mismo tipo de limitaciones que las técnicas habituales de contabilidad del crecimiento.

5. CONCLUSIONES

Debido a los rasgos específicos de este tipo de capital, la contribución del capital humano al crecimiento se produce mediante su múltiple efecto sobre la capacidad productiva de la economía. Al igual que sucede con el capital físico, cuanto mayor sea la dotación de capital humano mayor deberá ser la productividad. En efecto, la inversión en capital humano, como la realizada en cualquier otro factor productivo impulsará el crecimiento. Sin embargo, la íntima relación que puede establecerse entre el capital humano y el progreso técnico es un rasgo distintivo de este tipo de capital, del mismo modo que el conocimiento o la innovación son características de los seres humanos.

Por tanto, el análisis del efecto del capital humano ha de prestar atención al papel que éste juega en la innovación, difusión y adopción de nuevos productos y nuevas tecnologías, impulsando la innovación y facilitando la adopción de técnicas ya existentes.

A pesar de esa circunstancia, hay que destacar como principal evidencia derivada del análisis empírico la constatación de que ha existido un significativo efecto positivo del capital humano sobre el crecimiento. Utilizando como indicador de la dotación de capital humano la fracción de trabajadores con al menos estudios medios, se obtiene ese resultado, tanto a nivel nacional como regional, bien sea con datos sectoriales o agregados.

La inversión en capital humano ha sido sin duda uno de los principales motores del crecimiento de España y sus regiones. Su contribución positiva se ha debido no sólo a su efecto como factor productivo, es decir a la mejora cualitativa de los trabajadores, sino también a la mayor tasa de progreso técnico que ha inducido bien impulsando el progreso técnico en cada uno de los sectores, bien facilitando el cambio estructural de la economía española hacia sectores más dinámicos y productivos.

En definitiva, la repercusión del capital humano sobre el nivel de desigualdad regional puede considerarse como un fenómeno particularmente ambiguo. Por un lado, la convergencia educativa, ya discutida, ha influido positivamente en la convergencia económica de las regiones españolas. Sin embargo, por otro lado, la notoria desigualdad entre las dotaciones promedio de capital humano de cada región constituye una de las principales fuentes de desigualdad regional.

Al descomponer la convergencia regional y atribuirle a sus distintas fuentes, el resultado es que el capital humano ha propiciado la divergencia. Ello se debe a que las desiguales dotaciones relativas de capital humano han generado divergencia en la tasa de progreso técnico y a que ese efecto ha sido mayor que la convergencia inducida por la propia convergencia en las dotaciones regionales del capital humano. La evolución convergente de las dotaciones de capital físico y el *catching-up* tecnológico, propiciado por las ventajas que para las economías más atrasadas supone poder imitar, han sido los responsables de la convergencia regional que se ha producido, contrarrestando el efecto divergente del capital humano.

El capital humano es pues un factor indispensable para explicar el crecimiento económico, así como su dinámica espacial. Su evolución resulta decisiva y, por tanto, la política educativa, en cierto modo, se constituye en uno de los principales instrumentos de política económica para conseguir un crecimiento sostenido y regionalmente equilibrado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arrow, K. (1962), "The economic implications of learning by doing", *Review of Economic Studies*, 29, 155-173.
- Azariadis, C. y A. Drazen (1990), "Threshold externalities and economic development", *Quarterly Journal of Economics*, 104, 501-526.
- Banco Bilbao-Vizcaya (varios años), *Renta Nacional de España y su distribución provincial*, Bilbao.
- Barro, R.J. (1991), "Economic growth in a cross section of countries", *Quarterly Journal of Economics*, 106, 407-443.
- Barro, R.J. y J.W. Lee (1993), "International comparisons of educational attainment", *Journal of Monetary Economics*, 32, 3, 363-394.
- Barro, R.J. y J.W. Lee (1994), "Sources of economic growth", *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 40, 1-46.
- Barro, R.J., N.G. Mankiw y X. Sala-i-Martin (1995), "Capital mobility in neoclassical models of growth", *American Economic Review*, 85 (1), 103-115.
- Barro, R.J. y X. Sala-i-Martin (1995), *Economic Growth*. Mc Graw-Hill.
- Baumol, W.J. (1986), "Productivity growth, convergence and welfare: what the long-run data show", *American Economic Review*, 76 (5), 1072-1085.
- Benhabib J. y M. Spiegel (1994), "The role of human capital in economic development: evidence from aggregate cross-country data", *Journal of Monetary Economics*, 34, 143-173.
- Bernard, A.B. y C.I. Jones (1996), "Productivity across industries and countries: time series theory and evidence", *Review of Economics and Statistics*, February 1996.
- Boscá, J.E. (1996), "Crecimiento económico y convergencia en la OCDE: 1960-1990". Tesis doctoral no publicada, Universitat de València.
- Canova, F. y A. Marcet (1995), "The poor stay poor: non-convergence across countries and regions", CEPR Discussion Paper nº 1265.
- Cass, D. (1965), "Optimum growth in an aggregative model of capital accumulation", *Review of Economic Studies*, 32 (3), 233-234.
- de la Fuente, A. (1995), "Inversión, catch-up tecnológico y convergencia real", *Papeles de Economía Española*, 63, 18-34.
- de la Fuente, A. (1996), "Economía regional desde una perspectiva neoclásica. De convergencia y otras historias", *Revista de Economía Aplicada*, vol IV, 10, 5-63.
- de la Fuente, A. y J.M. da Rocha (1993), "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 nº1*, Vol II, Institut d'Anàlisi Econòmica, Barcelona.

- de la Fuente, A. y J.M. da Rocha (1996), "Capital humano y crecimiento: un panorama de la evidencia empírica y algunos resultados para la OCDE", *Moneda y Crédito*, 203.
- De Long, J.B. (1988), "Productivity growth, convergence and welfare: comment", *American Economic Review*, 78 (5), 1138-1154.
- Dolado, J.J., J.M. González-Páramo y J.M. Roldán (1994), "Convergencia económica entre las provincias españolas: evidencia empírica (1955-1989)", *Moneda y Crédito*, 198, 81-131.
- Dollar, D. y E.N. Wolff (1994), "Capital intensity and TFP convergence by industry in manufacturing 1963-1985", en W.J. Baumol, R.R. Nelson y E.N. Wolff (eds.) *Convergence of productivity*. Oxford University Press.
- Dowrick, S. y D.T. Nguyen (1989), "OECD comparative economic growth 1950-85: catch-up and convergence", *American Economic Review*, 79 (5), 1010-1030.
- Evans, P. y G. Karras (1996), "Convergence revisited", *Journal of Monetary Economics*, 37, 225-248.
- Gorostiaga, A. (1997), "¿Cómo afectan el capital público y el capital humano al crecimiento?: Un análisis para las regiones españolas en el marco neoclásico", Tesina CEMFI nº 9701.
- Islam, N. (1995), "Growth empirics: a panel data approach", *Quarterly Journal of Economics*, 110 (4), 1127-1170.
- Koopmans, T.C. (1965), "On the concept of optimal economic growth", en *The Econometric Approach to Development Planning*. New-Holland, Amsterdam.
- Lucas, R.E. (1988), "On the mechanics of economic development", *Journal of Monetary Economics*, 22 (1), 3-42.
- Mankiw, N.G. (1995), "The growth of nations", *Brookings Papers on Economic Activity*, 1, 275-326.
- Mankiw, N.G., P. Romer y D. Weil (1992), "A contribution to the empirics of economic growth", *Quarterly Journal of Economics*, 107 (2), 407-437.
- Mas, M., J. Maudos, F. Pérez y E. Uriel (1994), "Disparidades regionales y convergencia en las comunidades autónomas", *Revista de Economía Aplicada*, 4, 129-148.
- Mas, M., J. Maudos, F. Pérez y E. Uriel (1995), "Growth and convergence in the Spanish provinces", en H. Armstrong y r. Vickerman (eds.), *Convergence and divergence among European Regions*, Ed. Pion.
- Mas, M., F. Pérez, E. Uriel y L. Serrano (1995), *Capital humano, series históricas 1964-1992*, Fundación Bancaja, Valencia.
- Mas, M., F. Pérez y E. Uriel (1996), *El stock de capital en España y sus comunidades autónomas*, Fundación BBV, Bilbao.
- Mulligan, C.B. y X. Sala-i-Martin (1993), "Transitional dynamics in two-sector models of endogenous growth", *Quarterly Journal of Economics*, 107 (2), 739-773.
- Nelson, R. y E. Phelps (1966), "Investments in humans, technological diffusion and economic growth", *American Economic Review, Papers and Proceedings*, 56 (2), 69-75.

- Pérez, F., F.J. Goerlich y M.Mas (1996), *Capitalización y crecimiento en España y sus regiones 1955-1995*, Fundación BBV, Bilbao.
- Quah, D.T.(1996), "Twin peaks: growth and convergence in models of distribution dynamics", *The Economic Journal*, 106, 1045-1055.
- Ramsey, F.P. (1928), "A mathematical theory of saving", *Economic Journal*, 38 (152), 543-559.
- Raymond, J.L. y B. García Greciano (1994), "Las disparidades en el PIB per cápita entre comunidades autónomas y la hipótesis de convergencia", *Papeles de Economía Española*, 59, 37-58.
- Raymond J.L. y B. García Greciano (1996), "Distribución regional de la renta y movimientos migratorios", *Papeles de Economía Española*, 67, 185-201.
- Romer, P.M. (1986), "Increasing returns and long-run growth", *Journal of Political Economy*, 94 (5), 1002-1037.
- Sala-i-Martín, X. (1996), "The classical approach to convergence analysis", *The Economic Journal*, 106, 1019-1036.
- Serrano, L. (1996), "Indicadores de capital humano y productividad", *Revista de Economía Aplicada*, 11.
- Serrano, L. (1997a), "Productividad del trabajo y capital humano en la economía española", *Moneda y Crédito*, 205, 79-101.
- Serrano, L. (1997b), *Capital humano y crecimiento económico. Análisis del caso español*, Tesis Doctoral, Universitat de València.
- Solow, R.M. (1956), "A contribution to the theory of economic growth", *Quarterly Journal of Economics*, 70 (1), 65-94.
- Summers, R. y A. Heston (1991), "The Penn World Table (Mark 5): An extended set of international comparisons, 1950-1988", *Quarterly Journal of Economics*, 70 (1), 65-94.
- Swan, T.C. (1956), "Economic growth and capital accumulation", *Economic Record*, 32, 334-361.
- Uzawa, H. (1965), "Optimal technical change in an aggregative model of economic growth", *International Economic Review*, 31, 1-24.
- Villaverde, J. y P. Pérez González (1996), "Los ejes de crecimiento de la economía española", *Papeles de Economía española*, 67, 63-80.