

INVERSION, «CATCH-UP» TECNOLOGICO Y CONVERGENCIA REAL

Angel de la FUENTE (*)

I. INTRODUCCION

EL acercamiento de nuestro nivel de productividad al de los países de nuestro entorno —la llamada *convergencia real*— es, sin duda, uno de los grandes retos con que se enfrenta la economía española y, al menos nominalmente, uno de los objetivos centrales de nuestra política económica. Desde una perspectiva académica, el tema de la convergencia también ha recibido considerable atención en años recientes, dando lugar a una extensa literatura tanto teórica como empírica. En este trabajo, intentaré resumir algunas de las ideas centrales de esta literatura, contrastarlas con la evidencia disponible y explorar sus implicaciones de política económica, con especial atención al caso español.

El artículo está organizado como sigue. En el apartado II, desarrollo un sencillo modelo teórico que resume los determinantes inmediatos del ritmo de crecimiento y permite identificar dos mecanismos clave que podrían generar una tendencia hacia la convergencia en niveles de renta: la existencia de rendimientos decrecientes en el capital, y la difusión internacional de la tecnología (el llamado efecto de *catch-up*, o acercamiento tecnológico). Si estos mecanismos son operativos, el modelo predice la convergencia a largo plazo de las rentas per cápita a una distribución estacionaria, en la que la posición relativa de cada país viene determinada por su esfuerzo inversor. Se trata, por tanto, de una predicción de convergencia *condicional*, y no absoluta, que es perfectamente compatible con la persistencia indefinida de importantes desigualdades de renta.

En el apartado III, el modelo teórico se utiliza como marco para analizar la evolución de la desigualdad en el seno de la OCDE durante las últimas décadas, y para evaluar las perspectivas actuales de convergencia dentro de este grupo de países. Los resultados de la estimación del modelo sugieren que ambos factores de convergencia son, en efecto, operativos. Cabe destacar que el efecto de acercamiento tecnológico parece haber jugado

un papel importante en la reducción de las disparidades durante el periodo de posguerra. Sin embargo, la contribución de este factor al proceso de convergencia podría estar prácticamente agotada. Si esta conclusión es correcta, el acercamiento de los países menos avanzados a los niveles medios de renta requerirá un importante esfuerzo inversor. Finalmente, argumentaré que, en el caso de nuestro país, este esfuerzo ha de orientarse prioritariamente hacia el incremento de las tasas de acumulación de capital humano y tecnológico, sensiblemente inferiores a las observadas en los países de nuestro entorno.

II. MARCO TEORICO

La teoría económica identifica fuerzas contrapuestas en cuanto a sus implicaciones para la convergencia real. Los modelos neoclásicos de crecimiento y de localización de factores generan predicciones relativamente optimistas sobre la existencia de una tendencia espontánea hacia la reducción de las disparidades de renta per cápita, sobre todo en el marco de una economía abierta. La literatura de crecimiento endógeno, sin embargo, identifica algunos factores capaces, en principio, de invertir esta tendencia, aunque también otros que la refuerzan. En este apartado, resumiré los aspectos centrales de ambos grupos de teorías con la ayuda de un sencillo modelo que permite acomodar comportamientos muy dispares dependiendo de los valores de ciertos parámetros que reflejan distintos supuestos sobre las propiedades de la tecnología. La evolución de la renta relativa de dos países, un líder y un seguidor, aparece como el resultado de dos procesos —la acumulación de capital y el progreso técnico— cuyo ritmo depende de las tasas de inversión en capital físico y tecnológico, así como de la rapidez de la difusión internacional de las nuevas tecnologías. El análisis identifica dos posibles fuentes de divergencia o desigualdad creciente: la existencia de rendimientos crecientes en los factores acumulables y la persistencia de distintas tasas de inversión en I + D, en ausencia de efectos internacionales de difusión tecnológica. Bajo los supuestos contrarios (rendimientos decrecientes y difusión tecnológica entre países), el modelo predice que la desigualdad internacional de la renta tenderá a estabilizarse con el paso del tiempo, dando lugar a una distribución estable en la que la posición relativa de cada país viene determinada por su esfuerzo inversor.

La principal diferencia existente entre el modelo desarrollado en este apartado y otros propuestos en la literatura (1) reside en el tratamiento de los determinantes de la tasa de progreso técnico. Pese a que el tema ha recibido considerable atención en trabajos teóricos (2), la literatura empírica sobre crecimiento y convergencia típicamente continúa tratando esta variable como exógena. Sin embargo, las implicaciones del progreso técnico para la convergencia son importantes. Si los países difieren entre sí en la intensidad de sus esfuerzos por generar o adoptar nuevas tecnologías, también serán distintas sus tasas de crecimiento a largo plazo. Una posible objeción es que la persistencia de tales diferencias no resulta plausible. Por ejemplo, se podría pensar que la rentabilidad del capital tecnológico, al igual que la de otros factores, tenderá a reducirse con su acumulación hasta el punto en que el avance tecnológico se paralice, o al menos su ritmo se iguale entre países. Sin embargo, no resulta evidente que la acumulación de conocimientos esté sujeta a la ley de rendimientos marginales decrecientes, que tan plausible resulta en conexión con factores de producción más tradicionales. Así, si el coste de innovaciones adicionales se reduce con la experiencia científica y/o productiva, la rentabilidad de la inversión tecnológica podría no ser una función decreciente del conocimiento acumulado, lo que permitiría la persistencia de diferencias importantes en las tasas de aumento de la productividad de distintos países.

Así pues, el progreso técnico podría ser un factor importante de divergencia. Pero también existen fuerzas que apuntan en la dirección contraria. Como ha observado Abramovitz, entre otros autores, las propiedades de bien público del conocimiento tecnológico tienen también una dimensión internacional que tiende a favorecer a los países menos avanzados, siempre que éstos dispongan de una base que les permita adaptar a sus propias necesidades las tecnologías desarrolladas en el extranjero. La idea es sencilla: no teniendo que reinventar cada rueda, los países «seguidores» estarán en mejores condiciones para crecer rápidamente que el «líder» tecnológico, quien tendrá que asumir los costes y retrasos asociados al desarrollo de nuevas tecnologías de frontera (3). El proceso resultante de acercamiento, o *catch-up* tecnológico, podría contribuir de manera importante a la convergencia, sobre todo dentro del grupo de países industrializados que disponen de las condiciones adecuadas para explotar las ventajas que confiere la posibilidad de imitación (4).

El modelo que desarrollamos a continuación incorpora estos dos factores de una forma muy sencilla. En concreto, supondremos que la tasa de progreso técnico de un país es una función creciente de su inversión en I+D y de su nivel de retraso tecnológico. En este segundo aspecto, utilizaremos una especificación parecida a la propuesta por Dowrick y Nguyen (1989), excepto en que nuestra variable de «distancia tecnológica» entre dos países no es necesariamente proporcional a la razón de sus rentas per cápita (5). Por lo demás, el modelo es esencialmente la extensión del modelo de Solow (1956) propuesta por Mankiw, Romer y Weil (1992) como marco para el estudio empírico de los determinantes del crecimiento y la convergencia.

1. Determinantes de la tasa de crecimiento

En una primera aproximación, el producto agregado de una economía viene determinado por su dotación de factores productivos (fundamentalmente el tamaño de su fuerza laboral y sus *stocks* de capital físico y humano) y su nivel de desarrollo tecnológico. Para expresar esta relación, introducimos una función de producción agregada, que supondremos de la forma:

$$Y = \Phi K^\alpha (AL)^{1-\alpha} = \Phi ALZ^\alpha \quad [1]$$

donde A es un índice de la *productividad pura* del trabajo, que suponemos aumenta con el progreso tecnológico, L es el número de trabajadores y (para aligerar la notación) K denota el *stock* de capital en sentido amplio (incluyendo el capital humano y físico, privado o público). La variable $Z = K/AL$ es la *ratio* capital/trabajo en unidades de eficiencia. Para introducir la posibilidad de rendimientos crecientes de la forma más sencilla posible, supondremos además que el término Φ , aunque percibido como una constante exógena por los individuos, es en realidad una función de la forma $\Phi = Z^\alpha$ que captura los posibles efectos externos positivos de la inversión (6). Dados estos supuestos, el producto medio por trabajador viene dado por

$$Q = AZ^\alpha \quad [2]$$

donde $\alpha = a + b$ mide el grado de rendimientos a escala en los factores reproducibles, teniendo en cuenta la contribución indirecta del capital a la productividad a través de posibles externalidades.

Por hipótesis, el aumento de la renta por trabajador ha de ser el resultado de la acumulación de

factores productivos o del progreso tecnológico. Tomando logaritmos de [2] y diferenciando con respecto al tiempo, vemos que la tasa de crecimiento del producto per cápita, $Q'/Q = g_o$ (7) se puede expresar como la suma de dos términos que reflejan, respectivamente, la tasa de progreso técnico y la acumulación de factores reproducibles:

$$g_o = g_s + \alpha g_z \quad [3]$$

En el resto de este apartado, exploraremos los determinantes inmediatos de g_s y g_z . Comencemos con el segundo de estos factores. Si llamamos s a la fracción del PIB invertida en capital físico o humano, n a la tasa de crecimiento de la fuerza laboral y δ a la tasa de depreciación del capital, tendremos que el incremento del *stock* agregado de capital, K , viene dado por la diferencia entre la inversión y la depreciación, esto es,

$$K' = sLQ - \delta K \quad [4]$$

Puesto que $Z = K/AL$, la tasa de crecimiento del *stock* de capital por unidad de eficiencia de trabajo, g_z , es la diferencia entre $g_k = K'/K$ y la suma de las tasas de progreso técnico y crecimiento de la fuerza laboral. Utilizando [2] y [4], es fácil ver que:

$$g_z = g_k - g_s - n = sZ^{\alpha-1} - (n + g_s + \delta) \quad [5]$$

donde el término $Z^{\alpha-1}$ es el producto medio del capital. Sustituyendo esta expresión en [3], obtenemos

$$g_o = (1 - \alpha) g_s + \alpha sZ^{\alpha-1} - \alpha (n + \delta) \quad [6]$$

Por último, debemos especificar los determinantes de la tasa de progreso técnico, g_s . Supondremos que g_s es una función creciente de la fracción del PIB que se invierte en I + D (θ) y de las oportunidades de *catch-up* o acercamiento tecnológico, medidas por la diferencia logarítmica ($b = \ln X/A$) entre el índice de productividad propio, A , y el correspondiente a la «frontera tecnológica», que llamaremos X :

$$g_s = \gamma\theta + \epsilon b \quad [7]$$

Los parámetros ϵ y γ miden, respectivamente, la velocidad a la que se difunden las nuevas tecnologías entre países y la productividad del I + D. Supondremos también que la frontera tecnológica se desplaza a una tasa g_x que, aunque exógena desde el punto de vista de cada país dado, podría ser una función de la inversión media en I + D en el mundo en su conjunto.

Sustituyendo [7] en [6], llegamos finalmente a la expresión

$$g_o = (1 - \alpha) (\gamma\theta + \epsilon b) + \alpha sZ^{\alpha-1} - \alpha (n + \delta) \quad [8]$$

que nos permite expresar la tasa de crecimiento de la renta per cápita, g_o , como una suma ponderada de dos términos que recogen los determinantes inmediatos de las tasas de progreso técnico y de acumulación de factores productivos.

2. Dinámica

A continuación, exploramos las implicaciones de la ecuación [8] para la evolución del nivel de renta (absoluta y relativa) de un país. Resultará conveniente organizar el análisis en términos del impacto de dos procesos diferentes, la acumulación de capital y el progreso técnico, sobre la evolución de la renta relativa de dos países dados, un «líder» y un «seguidor». Mostraremos que cada uno de estos procesos, por separado, podría o no inducir divergencia en rentas per cápita. Si la tecnología presenta rendimientos crecientes en el capital ($\alpha > 1$), la rentabilidad de la inversión aumenta con el *stock* de capital, generando una tendencia explosiva a la aceleración del crecimiento en cada país, y a la divergencia en niveles de renta per cápita entre ellos. Por contra, cuando $\alpha < 1$, el producto marginal del capital decrece con la acumulación, y esto hace que las dotaciones de capital por trabajador, y por consiguiente la productividad media del trabajo, tiendan a igualarse, siempre que los países compartan la misma tecnología. De igual forma, la evolución tecnológica podría seguir dos perfiles muy distintos. Si no existe un proceso de difusión internacional de tecnología ($\epsilon = 0$), el país que más invierte en I + D tendrá siempre una tasa más alta de crecimiento de la productividad. Por el contrario, si existe un efecto de difusión, la distancia tecnológica entre los dos países acabará estabilizándose al nivel en el que la ventaja que comporta la posibilidad de imitación compensa el menor nivel de inversión tecnológica del seguidor.

Para analizar con mayor detalle la dinámica de la acumulación de activos físicos, recordemos que la tasa de crecimiento del *stock* de capital por unidad de eficiencia de trabajo viene dada por la ecuación

$$g_z = sZ^{\alpha-1} - (n + g_s + \delta) \quad [5]$$

Suponiendo, por el momento, que la tasa de progreso técnico, g_s , es una constante exógena, podemos dibujar los dos términos del lado derecho de [5] como función de Z . Como muestra el gráfico 1, la tasa de acumulación, g_z , es la diferencia entre el producto de la tasa de inversión y la productividad media del capital, $sZ^{\alpha-1}$, y una constante

$(n + g_a + \delta)$. El comportamiento del sistema dinámico descrito por [5] depende crucialmente del valor de α . Cuando $\alpha < 1$ —esto es, cuando se verifica la hipótesis neoclásica de rendimientos decrecientes— la productividad de la inversión es una función decreciente del *stock* acumulado. La tasa de crecimiento disminuye con Z , y existe un valor crítico Z^* tal que Z aumenta en el tiempo ($g_z > 0$) cuando $Z < Z^*$, y disminuye en caso contrario. Por tanto, el sistema es estable y el *stock* de capital por unidad de eficiencia de trabajo converge a su valor estacionario Z^* , caracterizado por

$$g_z = 0 \Rightarrow [9] Z^* = \left(\frac{s}{n + g_a + \delta} \right)^{1/(1-\alpha)}$$

Por el contrario, si los efectos externos asociados con el capital son lo suficientemente fuertes (en concreto, si $\alpha = a + b > 1$), el rendimiento de la inversión, medido por $sZ^{\alpha-1}$, es una función creciente del *stock* de capital por unidad de eficiencia de trabajo, y el ritmo de acumulación aumenta con Z , en vez de disminuir. La dinámica es ahora muy distinta, tal como se muestra en el panel *b* del gráfico 1. En este caso, Z aumenta cuando es mayor que Z^* y disminuye cuando es menor, alejándose en todo caso de su valor estacionario, que ahora debemos interpretar como un umbral mínimo de crecimiento en vez de un equilibrio a largo plazo.

Las implicaciones de estos resultados para la convergencia son claras. Dados dos países idénticos, excepto en sus dotaciones iniciales de capital (es decir, con acceso a la misma tecnología y las mismas tasas de inversión y crecimiento de la población), la evolución de sus *stocks* de capital, y por consiguiente de su renta relativa, depende crucialmente de la existencia o no de rendimientos crecientes en los factores acumulables. Bajo la hipótesis de rendimientos decrecientes, las dotaciones de capital por trabajador (y, por tanto, las productividades medias) tenderán a igualarse. Sin embargo, la existencia de rendimientos crecientes en el capital implicaría que la ventaja del país inicialmente más rico tendería a aumentar con el tiempo.

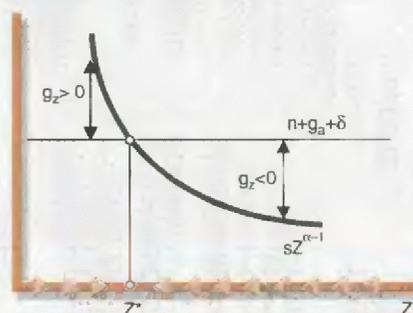
Para analizar el impacto del progreso técnico sobre el crecimiento y la convergencia, resultará conveniente trabajar explícitamente con dos países, *s* y *l* (seguidor y líder). Definamos la distancia tecnológica entre el país líder y el seguidor como

$$b_s = a_l - a_s = b_l - b_s$$

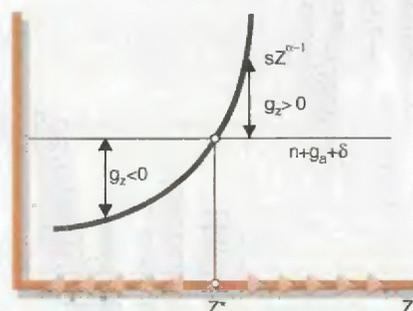
donde b_l y b_s denotan la distancia tecnológica entre cada uno de los países y la frontera. Observamos

GRAFICO 1
DINAMICA DE LA ACUMULACION DE CAPITAL

a) Rendimientos decrecientes



b) Rendimientos crecientes



que la senda temporal del retraso tecnológico relativo, b_s , satisface la ecuación

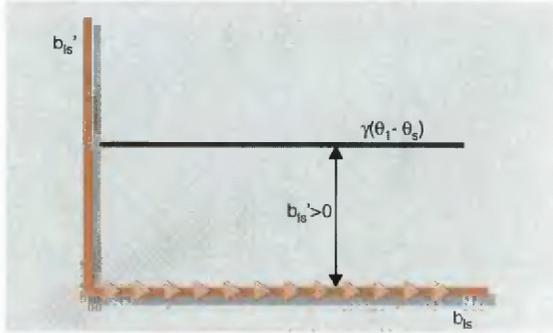
$$b'_s = a'_l - a'_s = \gamma (\theta_l - \theta_s) + \epsilon (b_l - b_s) = \gamma (\theta_l - \theta_s) - \epsilon b_s \quad [10]$$

El gráfico 2 muestra la dinámica de esta ecuación bajo dos supuestos sobre el valor de ϵ . Cuando no existe un efecto de difusión tecnológica ($\epsilon = 0$), el país líder (que por hipótesis invierte más en I + D) siempre tiene una tasa más elevada de crecimiento de la productividad. Por consiguiente, la distancia tecnológica entre líder y seguidor aumenta sin límite. Como ilustra el gráfico 2a, b'_s es siempre positivo, y b_s tiende a infinito.

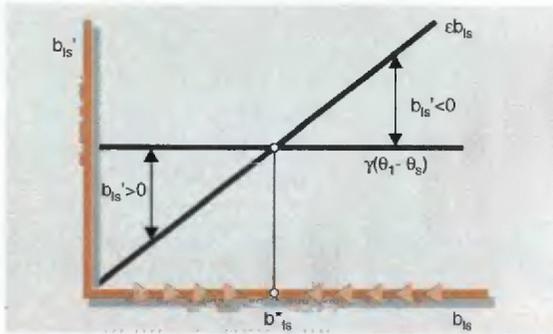
Cuando $\epsilon > 0$, sin embargo, la línea ϵb_s tiene pendiente positiva y corta a la recta horizontal $\gamma (\theta_l - \theta_s)$ en un valor finito de b_s que llamaremos b^*_s . Bajo este supuesto, el modelo es estable: b'_s es positivo (es decir, la distancia tecnológica aumenta con el tiempo) cuando b_s es menor que su valor

**GRAFICO 2
EVOLUCION DE LA DISTANCIA TECNOLÓGICA
ENTRE LIDER Y SEGUIDOR**

a) Ausencia de efectos de difusión tecnológica



a) *Catch-up* tecnológico con efectos de difusión



estacionario, b_{is}^* , y negativo (b_{is} decrece) en caso contrario (véase el gráfico 2b). Por tanto, el índice de retraso tecnológico converge ahora a un valor finito, b_{is}^* , definido por

$$b'_{is} = 0 \Rightarrow [11] \quad b_{is}^* = \frac{\gamma (\theta_1 - \theta_2)}{\epsilon}$$

A largo plazo, (el logaritmo de) la razón de los índices de productividad total de los factores en los dos países converge a un valor constante que es directamente proporcional a la diferencia entre sus coeficientes de inversión en I+D, e inversamente proporcional a la velocidad del proceso de *catch-up* tecnológico.

Combinando los resultados de los análisis parciales realizados hasta el momento, podemos distinguir dos casos. Cuando la tecnología presenta rendimientos crecientes en el capital ($\alpha > 1$) o no existe un proceso de difusión tecnológica ($\epsilon = 0$), el modelo es inestable y las sendas de crecimiento de los dos países divergen. Por contra, si tenemos

rendimientos decrecientes y difusión tecnológica ($\alpha < 1$ y $\epsilon > 0$), el modelo es estable. Asintóticamente, las tasas de crecimiento de los dos países se igualan a la tasa de progreso técnico mundial, g_x , y el cociente de sus rentas per cápita converge a un valor estrictamente positivo, cuyo logaritmo viene dado por:

$$(q_t - q_s)^* = \frac{\gamma (\theta_1 - \theta_2)}{\epsilon} + \frac{\alpha}{1 - \alpha} \ln \left(\frac{s_1 (n_s + g_x + \delta)}{s_2 (n_1 + g_x + \delta)} \right) \quad [12]$$

En un equilibrio a largo plazo, el cociente de las rentas per cápita de los dos países refleja las diferencias existentes en sus coeficientes de inversión en capital físico y tecnológico, así como la velocidad del proceso de difusión tecnológica. Aunque existe convergencia en el sentido de que la razón de las rentas per cápita converge a un valor finito, esto es perfectamente compatible con la persistencia indefinida de diferenciales de renta que reflejan el distinto comportamiento inversor de los países.

3. Algunas extensiones

Una limitación del modelo desarrollado en los epígrafes anteriores es el supuesto de que las tasas de inversión de cada país son variables exógenas. Aunque esta hipótesis simplifica considerablemente la modelización, y podría ser adecuada para un primer análisis empírico centrado en la cuantificación de las fuentes inmediatas del crecimiento, también resulta necesario estudiar los determinantes últimos de la acumulación de los distintos factores productivos.

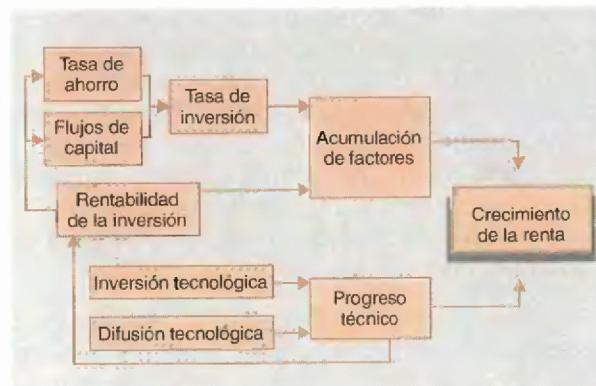
El punto de partida natural para este tipo de análisis es el reconocimiento de que los procesos de acumulación en que nos hemos centrado son el resultado de decisiones de ahorro e inversión tomadas por agentes racionales. Los individuos dedican parte de sus recursos al consumo inmediato, e invierten el resto en distintos tipos de activos que aumentan sus posibilidades de consumo futuro, tomando decisiones con vistas a maximizar el valor descontado del flujo de utilidades sobre su ciclo vital, bajo las limitaciones impuestas por su restricción presupuestaria. El incentivo a invertir en general, y a hacerlo en un tipo determinado de activo, o en un país dado, depende, por consiguiente, de la rentabilidad esperada de los distintos tipos de capital, que a su vez refleja los *stocks* de recursos existentes.

Puesto que las tasas de acumulación de los factores, incluyendo el capital tecnológico, son variables endógenas, hemos de preguntarnos cuál es su evolución previsible a lo largo de la senda de crecimiento. En términos generales, cabe esperar que el comportamiento ahorrador de los agentes tienda a reforzar nuestras conclusiones anteriores sobre la convergencia o divergencia en niveles de renta, que continúa, por tanto, dependiendo de los supuestos tecnológicos discutidos en la sección precedente. Así, bajo la hipótesis de rendimientos decrecientes, la caída de la productividad del capital con la acumulación tendrá ahora un doble efecto: además de reducirse el incremento del producto que resulta de un volumen dado de inversión, la tasa de acumulación también tenderá a caer con la rentabilidad del ahorro. El proceso resultante de convergencia se verá además reforzado, en el caso de una economía abierta, por el efecto de los flujos de factores móviles. Dados dos países idénticos excepto en sus dotaciones de factores, aquel que sea relativamente más rico en capital tendrá inicialmente salarios más altos y tipos de interés más bajos, y tenderá por tanto a exportar capital e importar mano de obra. Por consiguiente, la tasa de crecimiento de su población activa será mayor, y su tasa de inversión menor, que la del país más pobre, factores ambos que reforzarán la tendencia del segundo a crecer más rápidamente.

Con rendimientos crecientes en los factores acumulables, la situación se invierte. En este caso, la rentabilidad de la inversión aumenta con la acumulación de *stocks*. En consecuencia, tanto el rendimiento de la inversión como el incentivo a acumular serán mayores en los países más ricos, que tenderán también a atraer recursos móviles de los más pobres, aumentando así gradualmente su ventaja sobre éstos (gráfico 3).

De hecho, una situación de este tipo podría darse incluso bajo condiciones de rendimientos decrecientes. La razón es que los diferenciales de productividad no son sólo el resultado de disparidades en los *stocks* de capital físico por trabajador, sino que reflejan además los efectos de las diferencias existentes entre los niveles educativos de las poblaciones y los grados de sofisticación tecnológica de las empresas de distintos países, así como sus dotaciones respectivas de infraestructuras y otros bienes y servicios públicos. Si tomamos la distribución existente de estos factores como dada, la dirección esperable de los flujos de capital ya no está clara a priori, puesto que los países con mayores *ratios* capital/trabajo típicamente disponen

GRAFICO 3
RESUMEN DE LOS DETERMINANTES DE LA
TASA DE CRECIMIENTO DE LA RENTA



también de mayores dotaciones de otros factores complementarios, por lo que es posible que el producto marginal del capital (y, por tanto, su remuneración, bajo supuestos competitivos) sea más alto en los países más ricos, incluso en la ausencia de rendimientos crecientes (8). Esta posibilidad es fácil de ilustrar en términos del modelo desarrollado en el epígrafe anterior. Recordemos que el producto medio del capital, dado por $Z^{\alpha-1}$, es una función decreciente del *stock* de capital por unidad de eficiencia de trabajo ($Z = K/AL$). Reescribiendo esta expresión en la forma

$$Z^{\alpha-1} = A^{1-\alpha} (K/L)^{\alpha-1}$$

vemos que, aunque la rentabilidad de la inversión tiende a reducirse con el *stock* de capital por trabajador, es también una función creciente del grado de desarrollo tecnológico. Si los países más ricos en capital son también los más avanzados técnicamente, la eliminación de barreras a los flujos de factores podría resultar en flujos de capital que tiendan a incrementar las disparidades preexistentes.

4. Implicaciones de política

Hemos argumentado que las tasas de acumulación de factores productivos, incluyendo el capital tecnológico, son variables endógenas que responden a incentivos económicos. En particular, tanto el volumen global de recursos dedicado a actividades que aumentan la capacidad productiva de una economía como su distribución entre los dis-

tintos tipos de activos serán sensibles a la tasas de rentabilidad *privada* de los mismos. Por tanto, cualquier tipo de intervención pública que tenga algún efecto sobre estos factores incidirá sobre el ritmo de crecimiento y sobre su carácter a través del volumen y la composición de la inversión. Esta sencilla observación sugiere que la incidencia del Estado sobre el proceso de desarrollo va mucho más allá de los efectos directos e indirectos de la inversión pública en infraestructuras o educación, y se canaliza también a través de los subsidios directos o implícitos a distintos tipos de actividades y los incentivos o desincentivos que genera el sistema impositivo.

Por consiguiente, quíerese o no, casi cualquier aspecto de la política económica de un gobierno incide sobre el crecimiento económico. Aunque este punto resulta obvio, tiene implicaciones importantes que a menudo se ignoran. En particular, resulta imprescindible diseñar la política económica con una visión de conjunto. Así, las políticas de educación o impositivas, entre otras que típicamente no se consideran políticas de fomento del desarrollo, deben diseñarse teniendo en cuenta sus implicaciones para el crecimiento.

Los gobiernos disponen, por tanto, de una serie, quizás incómodamente larga, de instrumentos a través de los cuales pueden incidir sobre el proceso de crecimiento. La pregunta obvia es: ¿qué se debería hacer con tales instrumentos?, ¿qué criterios deberíamos seguir para formular, o evaluar, una política de desarrollo? Para esbozar una respuesta muy general, supongamos por un momento que el proceso de acumulación de factores se lleva a cabo en un contexto de competencia perfecta, sin fallos de mercado o efectos externos de ningún tipo. En tales condiciones, los precios de los distintos recursos reflejarán su productividad marginal, tanto privada como social, y cabe por tanto suponer que, como primera aproximación, las decisiones privadas de ahorro, inversión y consumo resultarán en una asignación eficiente.

La implicación de esta observación no es, sin embargo, que una política activa de desarrollo no es necesaria, sino que la formulación de tal política debe guiarse por un análisis de los factores que hacen que las condiciones reales de la economía se aparten del prototipo ideal que acabamos de describir. En este sentido, los modelos neoclásicos más tradicionales identifican solamente un área en la que hay una clara necesidad de intervención estatal: la provisión de ciertos tipos de capital que

presentan elementos de bien público, sobre todo las infraestructuras. En trabajos más recientes, sin embargo, el énfasis sobre las externalidades asociadas con la acumulación de información y capital humano sugiere la necesidad de una política más activa que corrija la tendencia del libre mercado a generar subinversión en actividades cuyos beneficios son, al menos en parte, difícilmente apropiables. Cobran así un papel central las políticas destinadas a incentivar la innovación tecnológica y la acumulación de capital humano mediante subvenciones destinadas a internalizar externalidades positivas, y otras intervenciones diseñadas para paliar los efectos de fallos de mercado que pueden surgir, por ejemplo, como resultado de la dificultad de aportar garantías fiables para respaldar préstamos destinados a financiar la inversión en capital humano, o la presencia de riesgos atípicos y difícilmente diversificables en conexión con la innovación.

III. CRECIMIENTO Y CONVERGENCIA EN LA OCDE

En este apartado, utilizaremos el modelo desarrollado en los epígrafes II.1 y II.2 como marco para un sencillo ejercicio empírico que intenta contrastar algunas de la hipótesis expuestas anteriormente sobre los determinantes del ritmo de crecimiento y convergencia. El modelo estimado servirá también de base para una evaluación tentativa de las perspectivas futuras de convergencia dentro del grupo de países más avanzados, bajo el supuesto de que las tasas de inversión observadas durante los años ochenta en cada país se mantendrán constantes en el futuro.

Los resultados obtenidos en este apartado confirman la importancia de la inversión en capital físico, humano y tecnológico como determinante del crecimiento de la renta per cápita, y apuntan a la existencia de un proceso, independiente y muy rápido, de acercamiento, o *catch-up* tecnológico, que podría explicar gran parte de la reducción de la desigualdad entre los países de la OCDE observada durante las décadas de los sesenta y setenta. Por otro lado, la misma rapidez del proceso de *catch-up* implica que el impulso que supuso en su momento para la convergencia real está ya prácticamente agotado, habiéndose estabilizado el retraso tecnológico de cada país a un nivel determinado por su esfuerzo en I + D. Si este diagnóstico es correcto, el acercamiento de los países menos

avanzados a los niveles medios de renta en la OCDE ha de basarse, casi exclusivamente, en un mayor esfuerzo inversor. En caso contrario, las perspectivas de convergencia futura no son muy alentadoras. De hecho, nuestros resultados sugieren que, en caso de mantenerse las tasas de inversión a los niveles medios de la última década, el nivel de desigualdad tendería a aumentar ligeramente.

1. Estimación y resultados empíricos

La ecuación de convergencia que se estima en esta sección se obtiene a partir de una extensión del modelo precedente que incluye el capital humano y el físico por separado. Trabajando con una aproximación log-lineal a este modelo, es fácil obtener la siguiente ecuación (9):

$$\begin{aligned} \frac{Q'_i}{Q_i} = & g_i + \lambda x_o + \lambda g_i t - \lambda \ln Q_i + \\ & + \frac{\lambda \alpha}{1 - \alpha - \beta} \ln \frac{s_{hi}}{n_i + g_i + \delta} + \\ & + \frac{\lambda \beta}{1 - \alpha - \beta} \ln \frac{s_{hi}}{n_i + g_i + \delta} + \quad [13] \\ & + \lambda \frac{\gamma \theta_i - g_i}{\epsilon} [1 + (\eta - 1) e^{-\eta t}] + \\ & + \lambda [(x_o - a_o) + (a_o - a_{io})] (\eta - 1) e^{-\eta t} \end{aligned}$$

donde α y β son los exponentes del capital físico y humano en la función de producción agregada, s_k y s_h las tasas de inversión en cada uno de estos activos, $a = \ln A$ y el subíndice i indica el país líder (Estados Unidos). La ecuación [13] nos dice que la tasa de crecimiento de la renta por trabajador en el país i , Q'/Q , es una función de sus tasas de inversión en capital físico, humano y tecnológico (s_k , s_h y θ), del nivel actual de renta y del retraso tecnológico inicial, $\ln \frac{X_o}{A_o} = (x_o - a_o)$, que hemos expresado como la suma del retraso con respecto al líder ($a_o - a_{io}$) y la distancia entre éste y la frontera tecnológica ($x_o - a_o$).

El parámetro λ , que depende fundamentalmente del grado de rendimientos decrecientes en el capital físico y humano, mide la velocidad media de convergencia de la renta por unidad de eficiencia de trabajo hacia su nivel estacionario. Un valor positivo de λ indicaría la existencia de rendimientos decrecientes en los factores acumulables y, por consiguiente, la operatividad de la lógica neoclásica de

convergencia, aunque referida ahora tan sólo a la renta por unidad de eficiencia de trabajo, y no necesariamente por trabajador.

La ecuación también incorpora el impacto del *catch-up* tecnológico. El parámetro $\eta = \frac{\epsilon}{\delta + n + g_x}$ será mayor que uno si la difusión internacional de la tecnología es relativamente rápida. En tal caso, el coeficiente asociado al retraso tecnológico inicial, $\lambda (\eta - 1) e^{-\eta t}$, será positivo, pero decreciente en el tiempo, y convergerá a cero. Esto es, los países inicialmente más atrasados tecnológicamente tenderán a crecer más deprisa, pero esta ventaja irá disminuyendo gradualmente, y cesará una vez alcanzado el nivel estacionario de eficiencia técnica relativa. De forma similar, el efecto de la inversión en I+D sobre el crecimiento será positivo, pero tenderá a reducirse con el tiempo, ya que, una vez alcanzado el nivel estacionario de eficiencia técnica relativa, la productividad crecerá en cada país a la tasa común, g_x , de desplazamiento de la frontera tecnológica.

La ecuación [13] se ha estimado utilizando una muestra de 21 miembros de la OCDE, con datos de panel correspondientes al período 1963-1988. El período muestral se ha subdividido en intervalos de cinco años, por lo que disponemos de cinco observaciones por país. La variable de renta es el producto por trabajador en dólares constantes, corregida por diferencias en poder adquisitivo. Como *proxy* para la tasa de inversión en capital humano, hemos utilizado el número de estudiantes universitarios, expresado como fracción de la población activa, mientras que la inversión en capital tecnológico corresponde al gasto total en I+D (privado y público) como fracción del PIB (10).

El cuadro n.º 1 describe la construcción y las fuentes de las distintas variables utilizadas. Dos aspectos de la elección de variables merecen alguna discusión. En primer lugar, hemos utilizado una tasa de escolarización terciaria (en vez de secundaria o la suma de las dos) por el siguiente motivo: en conjunto, existe relativamente poca variación entre la mayoría de los países considerados en cuanto a niveles medios de escolarización secundaria, que es obligatoria en todos ellos; por consiguiente, el efecto de la educación sobre la productividad resultará difícil de detectar. Además, gran parte de la variación observada resulta particularmente sospechosa; para algunos países, se observan cambios muy sustanciales entre períodos próximos que nos hacen dudar de la homogeneidad de los datos. Asimismo, los bajos ni-

CUADRO N.º 1

**DEFINICION Y FUENTES
DE LAS VARIABLES UTILIZADAS**

$\frac{Q_t}{Q_r}$	= Tasa media anual de crecimiento del producto real (PIB) por trabajador (en dólares constantes de 1985) a precios internacionales. (Fuente: Summers y Heston, 1991, PWT. 5).
ln Q_r	= Logaritmo del producto real por trabajador al principio de cada subperíodo. (Fuente: Summers y Heston, 1991).
s_t	= Inversión (pública y privada) en capital físico como fracción del PIB. Media de las observaciones anuales dentro de cada subperíodo. (Fuente: Summers y Heston, 1991).
s_n	= Número de estudiantes universitarios como fracción de la población activa en 1960, 1965, 1970, 1975 y 1980. El dato de 1960 se asocia al período 1963-1968, etc. (Fuente: UNESCO).
θ	= Gasto en I + D (privado y público) como fracción del PIB. Media de los valores correspondientes a 1963, 1965, 1970, 1975 y 1980 (10). (Fuente: UNESCO).

veles de escolarización atribuidos a varias naciones centroeuropeas parecen indicar que las estadísticas no incluyen a los participantes en cursos de formación profesional impartidos en las empresas (sistema éste muy extendido en estos países). Por consiguiente, hemos preferido utilizar los datos referidos a la educación universitaria, que parecen ser más homogéneos y deberían dar una imagen más fiable del esfuerzo educativo de los distintos países.

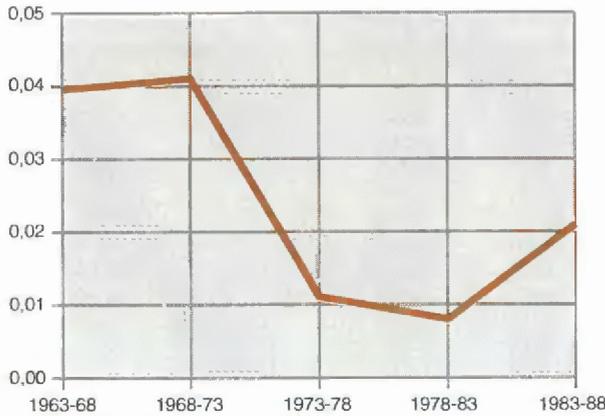
El segundo lugar, nuestra variable de esfuerzo tecnológico es el gasto medio en I + D (como fracción del PIB) durante el período muestral completo (y no sobre cada subperíodo, como en el caso de la inversión en capital físico y humano). En parte, esta elección responde a cuestiones de conveniencia analítica: el supuesto de que θ , es el mismo en todos los subperíodos simplifica considerablemente la ecuación a estimar, que en caso contrario incluiría una estructura temporal relativamente complicada. Por otra parte, dada la previsible existencia de retardos largos y variables entre la inversión en I + D y el incremento resultante de la renta, es quizá más razonable trabajar con una medida de esfuerzo medio durante un período relativamente largo que

intentar buscar una correlación contemporánea entre las dos variables.

A la hora de estimar la ecuación [13], se plantean dos problemas importantes. El primero de ellos es que el retraso tecnológico inicial ($a_{10} - a_{10}$) no es directamente observable, por lo que hemos de recurrir a alguna *proxy*. Entre los datos disponibles, hay tres variables que podrían ser indicadores razonables del nivel de sofisticación técnica inicial de los distintos países: la fracción de su población con titulación universitaria en 1960, el número de científicos e ingenieros empleados en actividades de I + D como fracción de la fuerza laboral en 1965, y el producto medio por trabajador al principio del período muestral. Ninguno de estos indicadores es, sin embargo, la variable ideal. Además, cada uno de ellos está altamente correlacionado con algún otro regresor (el nivel de renta inicial, la tasa de escolarización universitaria o el nivel de gasto en I + D), por lo que su utilización podría dar lugar a problemas de multicolinealidad. Por ambas razones, se ha optado por construir un indicador de retraso tecnológico a partir de una media de tres índices que miden la posición inicial de cada país en relación con Estados Unidos en términos de estas variables. El ordenamiento inducido por este índice parece ser bastante razonable, con la excepción de Austria —que aparece por debajo de Italia e Irlanda, seguido tan sólo de Grecia, España y Portugal— y quizás de Japón —que se sitúa en cuarto lugar, emparejado con Canadá (véase la última columna del cuadro n.º 3).

El segundo problema es cómo controlar por factores cíclicos o, más generalmente, por la posibilidad de perturbaciones específicas a cada período, sin perder por ello la capacidad de detectar el efecto de *catch-up*. El gráfico 4, que muestra la tasa media de crecimiento en los países de la OCDE en cada uno de los cinco subperíodos, ilustra el problema. El descenso de la tasa media de crecimiento durante el período podría ser un indicio de la importancia del *catch-up* tecnológico, pero también refleja en parte el impacto de factores cíclicos, y en particular la coincidencia de períodos recesivos relacionados con el ajuste a los *shocks* petrolíferos en la segunda mitad del período muestral. Una forma sencilla de controlar por estos factores sería incluir efectos fijos temporales en la ecuación a estimar. Sin embargo, las variables ficticias captarían también el efecto de *catch-up*, y serían difíciles de interpretar en términos de los parámetros estructurales. Por otro lado, si no controlamos en absoluto por perturbaciones específicas, tendería-

GRAFICO 4
TASA MEDIA DE CRECIMIENTO EN LA OCDE



mos a exagerar la intensidad del proceso de acercamiento tecnológico. Como compromiso, he optado por incluir variables ficticias (D3 y D4) para los subperíodos más claramente atípicos (1973-1978 y 1983-1988), atribuyendo el resto de la reducción del crecimiento, tras controlar por otros factores —capturada por el término $\lambda [(x_o - a_{io}) + (a_{io} - a_{io})] (\eta - 1) e^{-\eta t}$ en la ecuación [13]—, al agotamiento de las oportunidades de imitación.

Siguiendo a Barro y Sala, y a Mankiw, Romer y Weil, he impuesto algunas restricciones adicionales sobre los parámetros del modelo. Utilizando valores habituales en la literatura, he supuesto que la tasa de depreciación anual es del 3 por 100, y que la tasa de progreso técnico en la frontera es el 2 por 100 anual. También se ha impuesto la hipótesis de que la tasa de convergencia, λ , y el parámetro η son comunes a todos los países (pese a que el modelo teórico sugiere que deberían variar con la tasa de crecimiento de la población). La ecuación finalmente estimada es, por tanto,

$$\begin{aligned} \frac{Q'_t}{Q_t} = & \Gamma_o + \lambda \cdot 0,02 \cdot t - \lambda \ln Q_t + \\ & + \Gamma_k \ln \frac{s_{kt}}{n_t + 0,05} + \Gamma_h \ln \frac{s_{ht}}{n_t + 0,05} + \\ & + \lambda \frac{\gamma \theta_t - 0,02}{\epsilon} \left(1 + \left(\frac{\epsilon}{n + 0,05} - 1 \right) e^{-\eta t} \right) + [14] \\ & + \lambda ((x_o - a_{io}) + (a_{io} - a_{io})) \left(\frac{\epsilon}{n + 0,05} - 1 \right) e^{-\eta t} \end{aligned}$$

donde Γ_o es una constante y n el crecimiento promedio de la fuerza laboral en todos los países y subperíodos (aproximadamente un 1 por 100 anual).

Los resultados de la estimación por mínimos cuadrados no lineales se presentan en el cuadro número 2. En la ecuación [1'], se intenta estimar la distancia del líder con respecto a la frontera tecnológica, $x_o - a_{io}$, como un parámetro más. Puesto que los resultados no son en absoluto precisos, repetimos la estimación imponiendo dos valores de este parámetro que podrían ser razonables. En la ecuación [2'], se impone $x_o - a_{io} = 0$ (es decir, Estados Unidos está en la frontera tecnológica), mientras que en la [3'] se supone que la productividad pura del trabajo en este país es inferior en un 30 por 100 a su nivel máximo teórico (es decir, $x_o - a_{io} = 0,30$). Como se observa en el cuadro, los resultados no son muy sensibles a este supuesto.

En todos los casos, los parámetros estimados son significativos y tienen el signo esperado. El coeficiente de convergencia, λ , que está en torno al 2,3 por 100 anual, indica la existencia de rendimientos decrecientes en capital físico y humano, y es similar al obtenido en otros estudios. En cuanto a los coeficientes de la función de producción (recobrados a partir de los valores estimados de λ , Γ_k y Γ_h), el exponente del capital físico (α) es mayor que el estimado por Mankiw, Romer y Weil para los países de la OCDE con datos de sección cruzada, mientras que el del capital humano (β) es menor, si bien ambos están dentro de un error estándar de los obtenidos por estos autores. El coeficiente de la variable de I+D, γ , y el de convergencia tecnológica, ϵ , son ambos positivos y significativos. Destaca el elevado valor del coeficiente de *catch-up*, próximo al 10 por 100, lo que implica una vida media del proceso de convergencia tecnológica en torno a los siete años (11) y (12).

2. Perspectivas de convergencia en la OCDE

Como ya resaltábamos en un apartado anterior, la persistencia a largo plazo de importantes diferenciales de renta es compatible con los rendimientos decrecientes y la difusión tecnológica. Los resultados recogidos en el apartado anterior sobre la operatividad de los mecanismos de convergencia, por tanto, no indican necesariamente que debamos esperar una reducción espontánea de la desigualdad en el futuro.

CUADRO N.º 2

RESULTADOS DE LA ESTIMACION DE LA ECUACION DE CONVERGENCIA

	[1']		[2']		[3']	
	Coefficiente	t	Coefficiente	t	Coefficiente	t
Constante	0,269	(5,34)	0,207	(4,82)	0,215	(5,02)
D3	-0,0155	(5,41)	-0,0165	(5,37)	-0,0162	(5,33)
D4	-0,0178	(5,87)	-0,0194	(6,04)	-0,0191	(6,01)
λ	0,0300	(5,89)	0,0229	(5,34)	0,0238	(5,56)
Γ_k	0,0280	(5,33)	0,0259	(4,69)	0,0261	(4,78)
Γ_p	0,0123	(3,65)	0,00782	(2,42)	0,00886	(2,72)
ϵ	0,0643	(5,83)	0,102	(8,46)	0,0977	(9,64)
γ	0,0112	(2,40)	0,0267	(4,78)	0,0244	(4,85)
$x_0 - a_0$	17,47	(0,37)	[0,00]	—	[0,30]	—
α	0,47	—	0,43	—	0,43	—
β	0,21	—	0,13	—	0,15	—
R^2	—	0,733	0,699	—	0,706	—

Nota: Los valores de los parámetros que aparecen entre corchetes han sido impuestos, y no estimados.

CUADRO N.º 3

TASAS DE INVERSION Y RENTA RELATIVA A LARGO PLAZO

	s_k (%)	$univ$ (%)	θ (%)	n (%)	$y_{rel} 88$	$y_{rel} SS$	$SS - 88$	$a_{10} - a_{10}$
Suiza	30,15	2,68	3,08	0,43	0,306	0,589	0,283	0,54
Japón	27,22	4,27	2,77	0,85	0,003	0,467	0,464	0,80
Alemania	21,72	4,38	2,72	0,26	0,074	0,376	0,302	1,35
Estados Unidos	17,75	11,14	2,73	1,02	0,434	0,311	-0,123	0,00
Finlandia	27,88	4,98	1,57	0,66	-0,007	0,293	0,300	1,35
Noruega	30,63	4,08	1,62	0,82	0,212	0,292	0,080	1,28
Suecia	18,29	3,97	2,88	0,37	0,039	0,172	0,133	0,87
Francia	21,83	4,61	2,25	0,73	0,108	0,163	0,055	1,28
Austria	26,93	4,37	1,27	0,55	-0,019	0,162	0,181	1,71
Canadá	23,60	7,63	1,41	1,16	0,286	0,111	-0,175	0,82
Italia	22,55	4,96	1,13	0,60	0,181	-0,025	-0,206	1,55
Holanda	17,89	6,66	2,06	1,16	0,141	-0,062	-0,203	1,06
Bélgica	18,26	4,82	1,75	0,46	0,121	-0,065	-0,186	0,92
Reino Unido	17,33	3,08	2,22	0,34	0,015	-0,131	-0,146	1,29
Dinamarca	19,99	3,99	1,25	0,52	-0,103	-0,179	-0,076	0,58
Australia	24,64	4,82	1,13	1,66	0,157	-0,184	-0,341	0,92
Nueva Zelanda	21,74	5,88	0,76	1,61	-0,120	-0,328	-0,208	1,31
Irlanda	22,99	4,39	0,82	1,63	-0,449	-0,362	0,087	1,53
España	20,50	5,17	0,55	1,13	-0,177	-0,381	-0,203	2,14
Grecia	18,39	3,51	0,33	0,47	-0,461	-0,527	-0,067	1,80
Portugal	20,44	2,11	0,32	0,85	-0,743	-0,693	0,050	2,46
Media	22,42	4,83	1,65	0,82	—	—	—	—
Desviación estándar	4,03	1,85	0,85	0,42	0,271	0,331	—	—
Coefficiente variación	0,18	0,38	0,51	0,51	—	—	—	—

Nota: Tasas de inversión (s_k , $univ$ y θ) correspondientes al período 1983-1988; $y_{rel} 88$ es la renta relativa observada en 1988 (desviación sobre la media muestral del logaritmo de la renta por trabajador, aproximadamente igual a la desviación porcentual sobre la media geométrica muestral); $y_{rel} SS$ es la renta relativa en el estado estacionario, calculada utilizando los valores de los parámetros estimados en la ecuación [3'] del cuadro n.º 2; $a_{10} - a_{10}$ es el índice de retraso tecnológico inicial con respecto al líder.

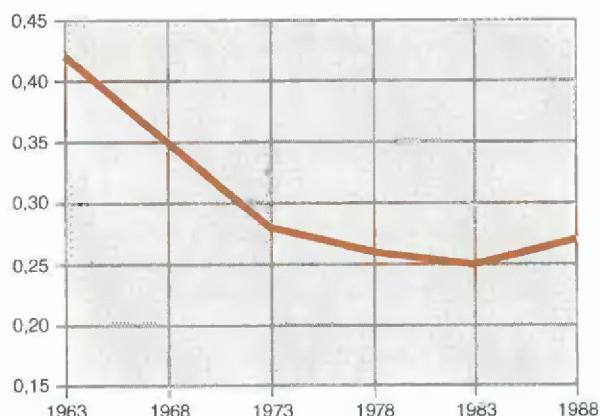
Para explorar las implicaciones del modelo en este sentido, utilizaremos los parámetros estimados en el apartado anterior (ecuación [3']) para calcular la renta relativa de cada país en un equilibrio a largo plazo, bajo el supuesto de que las tasas de inversión en capital físico, humano y tecnológico se mantienen constantes indefinidamente al nivel observado durante el último subperíodo muestral (1983-1988). El cuadro n.º 3 muestra las tasas de inversión de los distintos países de la muestra durante este período, junto con las rentas relativas observadas en 1988 y los valores estimados de la misma variable en un equilibrio a largo plazo, medidas en desviaciones logarítmicas sobre la media muestral correspondiente.

Sin atribuir demasiada importancia al valor específico obtenido para cada país, la ordenación de las rentas a largo plazo inducida por el modelo parece relativamente razonable. Países como Japón, Suiza y Alemania, caracterizados por altos niveles de inversión en capital físico, humano y tecnológico, ocupan los primeros niveles de la tabla, desplazando incluso a Estados Unidos. Por otro lado, las perspectivas de los países más pobres, entre los que nos contamos, no son particularmente halagüeñas. De mantenerse los niveles actuales de inversión, por ejemplo, la renta per cápita española en el equilibrio a largo plazo sería inferior en un 38 por 100 a la media de la OCDE.

El modelo predice también un incremento de la dispersión de las rentas en el conjunto de la muestra. Como se aprecia en el cuadro, la considerable variación entre países de los coeficientes de inversión induciría, en el estado estacionario, un nivel de desigualdad superior al observado en 1988. Aunque desagradable, esta conclusión no parece descabellada. De hecho, es compatible tanto con la experiencia de años recientes —que, como muestra el gráfico 5, se ha caracterizado por el estancamiento de la convergencia— como con la fuerte reducción de la desigualdad registrada durante la primera parte del período muestral. Tal como argumenta Abramovitz (1986), este segundo fenómeno podría deberse en gran parte a un proceso de rápido acercamiento tecnológico. Una vez agotado éste, sin embargo, nos encontramos en una situación en la que la única vía hacia la convergencia es un incremento del esfuerzo inversor de los países más pobres.

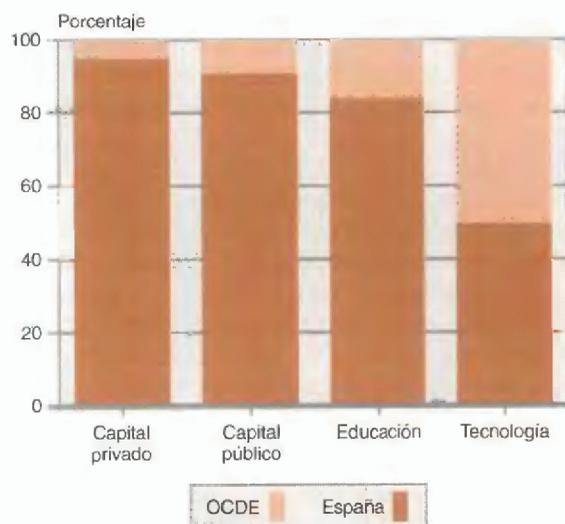
Si aceptamos la conclusión de que un incremento de la inversión es una condición necesaria para la convergencia real, se plantean inmediata-

GRAFICO 5
DISPERSION DEL PRODUCTO
POR TRABAJADOR EN LA OCDE



Nota: Coeficiente de variación del logaritmo del producto por trabajador.

GRAFICO 6
INVERSION EN ESPAÑA Y EN LA OCDE
(Magnitudes relativas)



Fuentes: Capital físico (privado y público): S-H (1991); Educación (Gasto privado+público): EAG (OCDE, 1992b); Tecnología (Gasto en I+D privado y público+pagos tecnológicos): BSTS (OCDE, 1991). Todas las variables en porcentajes del PIB.

mente dos preguntas: ¿cuál es la magnitud necesaria y la composición óptima de este esfuerzo adicional?, y ¿qué políticas han de implementarse para conseguir los objetivos marcados? En el resto

de este epígrafe, intentaremos esbozar una respuesta a la primera de estas cuestiones desde una perspectiva española, partiendo de una comparación del volumen y composición de la inversión en nuestro país y en la OCDE (13). Si bien el comportamiento inversor de los países de nuestro entorno no es necesariamente óptimo, sí constituye una referencia válida a la hora de evaluar las perspectivas actuales de convergencia y de identificar posibles áreas merecedoras de atención prioritaria.

El gráfico 6 resume el esfuerzo inversor relativo de nuestro país durante la década de los ochenta. La fracción del PIB dedicada a la inversión en capital físico, humano y tecnológico aparece expresada como porcentaje del promedio de la misma variable en el conjunto de la OCDE. Aunque el nivel de inversión español es inferior a la media en todos los casos, la diferencia varía considerablemente de un tipo de capital a otro, siendo bastante reducida en el caso del capital físico (tanto privado como público) y mucho más importante en el caso de la inversión en intangibles, sobre todo en lo que concierne a actividades de I + D (14).

En resumen, nuestro análisis sugiere que el volumen global de inversión en nuestro país es insuficiente para alcanzar la tan deseada convergencia real, y está además excesivamente sesgado hacia el capital físico, en detrimento de la educación y la tecnología (15). Esta conclusión sugiere que las políticas tradicionales de fomento de la inversión (a través, por ejemplo, de incentivos fiscales o la reducción del déficit público para liberar recursos y permitir la reducción de los tipos de interés) han de ser acompañadas por un mayor estímulo a la inversión en intangibles. En esta tarea, el Estado ha de jugar un papel activo, no sólo a través del sistema fiscal, sino también mediante la mejora del sistema educativo y su adecuación a las necesidades productivas del país y la promoción de la investigación científica y técnica.

IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES

En la primera parte de este artículo, he desarrollado un modelo que resume los principales determinantes inmediatos de la tasa de crecimiento económico e identifica los posibles mecanismos que tienden a favorecer la convergencia real entre países. La evidencia empírica aportada en el apartado III sugiere que tales mecanismos son, en efecto, operativos. Otras cosas iguales, los países más po-

bres tienden a crecer más rápidamente que los ricos debido a que la existencia de rendimientos decrecientes en los factores acumulables hace que su inversión sea más productiva, y a que su propio retraso tecnológico comporta la posibilidad de adoptar a bajo coste las innovaciones desarrolladas en otros países. Estas fuerzas, sin embargo, no son suficientes para garantizar la eliminación, incluso a largo plazo, de los diferenciales de renta existentes. La convergencia real, por tanto, requiere un mayor esfuerzo inversor. En el caso de nuestro país, finalmente, este esfuerzo ha de orientarse prioritariamente hacia la inversión en capital humano y tecnológico.

NOTAS

(*) Agradezco la asistencia de Juan Antonio Duro, y los comentarios y sugerencias de Ramón Caminal, Jordi Galí, Carmela Martín y Xavier Vives. Este trabajo ha sido financiado en parte por la CIRIT (proyecto CS93-9.903) y por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (a través del proyecto «Crecimiento y convergencia regional en España y en Europa»).

(1) Véase, por ejemplo, DOWRICK y NGUYEN (1989), BARRO y SALA (1992), y MANKIW, ROMER y WEIL (1992).

(2) Véase, por ejemplo, GROSSMAN y HELPMAN (1991), y ROMER (1990). Para un revisión en castellano de esta literatura, véase DE LA FUENTE (1992).

(3) La idea parece partir de GERSCHENKRON (1952), y ha sido desarrollada, entre otros, por ABRAMOVITZ (1979, 1986), BAUMOL (1986), DOWRICK y NGUYEN (1989), NELSON y WRIGHT (1992), y WOLFF (1991).

(4) ABRAMOVITZ subraya que el proceso de *catch-up* dista mucho de ser automático. Aunque un cierto retraso tecnológico ofrece un potencial de crecimiento rápido, el grado en el que este potencial se realiza en un país dado dependerá de su «capacidad social» para adoptar nuevas tecnologías; es decir, del nivel educacional de la fuerza de trabajo y la calidad del personal científico y técnico disponible, así como de la existencia de un entorno macroeconómico y político que favorezca la inversión y el cambio estructural. BAUMOL (1986) también argumenta que la composición del producto juega un papel importante, ya que resulta mucho más fácil incorporar nuevos procesos en áreas en las que se dispone de una cierta experiencia.

(5) En el modelo estimado por estos autores, se utiliza la renta per cápita de cada país (normalizada por la de Estados Unidos) como un indicador de retraso tecnológico. Sin embargo, el coeficiente de esta variable en una regresión de convergencia tenderá a recoger también el efecto de los rendimientos decrecientes, que es la fuente de convergencia destacada en otros trabajos que utilizan especificaciones empíricas muy similares (por ejemplo, BARRO y SALA, 1992; y MANKIW, ROMER y WEIL, 1992). Para intentar separar los efectos de estas dos posibles fuentes de

convergencia, intentaremos construir en el siguiente apartado un indicador independiente de retraso tecnológico.

(6) Esta especificación es básicamente la propuesta por ROMER (1986).

(7) La notación $x' = dx/dt$ indica la derivada de x con respecto al tiempo; es decir, el incremento del valor de la variable durante un período de tiempo de duración infinitesimal. Utilizaremos $g_x = x'/x$ para indicar la tasa instantánea de crecimiento de x . En lo que sigue, haremos uso a menudo del hecho siguiente. Sea $x = y/z$, entonces $g_x = g_y - g_z$.

(8) Véase LUCAS (1990) y ROMER (1989).

(9) Véase DE LA FUENTE (1994a). El procedimiento utilizado es muy similar al propuesto por BARRO y SALA (1992), y MANKIW, ROMER y WEIL (1992), excepto que lo que se estima es la aproximación log-lineal al sistema original, y no su solución. Puesto que se utilizan datos de panel correspondientes a intervalos relativamente cortos, la estimación directa de la ley de moción del sistema no debería resultar demasiado problemática.

(10) Para ciertos países, algunos valores no están disponibles y han sido estimados del modo siguiente, antes de calcular la media. En primer lugar, se calcula el promedio para cada año del grupo de países para los que se dispone de datos completos. Los datos disponibles del resto de los países se expresan en términos relativos, como fracción de esta media. El valor asignado a las observaciones no disponibles es el correspondiente al promedio de los valores relativos en años adyacentes, o, en su defecto, el del año más próximo.

(11) Es decir, la mitad de la desviación de la variable de retraso tecnológico con respecto a su valor estacionario se eliminaría en siete años. A este ritmo, el efecto de *catch-up* se agotaría casi totalmente en tres décadas.

(12) El coeficiente de *catch-up* podría estar sesgado al alza si nuestra *proxy* de retraso tecnológico inicial (que implica una *ratio* cercana a 10 entre los índices de productividad iniciales de USA y Portugal) exagera la distancia existente entre el líder y los otros países. Para explorar esta posibilidad, he intentado estimar un factor de corrección, que aparecería multiplicando el término ($a_0 = a_c$) en la ecuación [14]. El estimador puntual de este factor es superior a uno (lo que indicaría que en todo caso nuestro índice infravalora las diferencias iniciales de productividad), pero tiene un error estándar muy grande (1,12). Imponiendo un factor de corrección de 0,5, sin embargo, el valor estimado de ϵ aumenta ligeramente en vez de disminuir, lo que indica que el resultado de una tasa elevada de difusión tecnológica es robusto a errores de escala en la medición del retraso inicial.

(13) La información disponible para este ejercicio se resume en los cuadros A1-A3 del apéndice. El gráfico 6 está basado en las series consideradas más fiables o más completas. Desafortunadamente, algunas de éstas no están disponibles para todos los países, o para el período muestral completo, por lo que no hemos podido utilizarlas en el análisis estadístico del epígrafe anterior.

(14) En el caso de la educación, la situación es más compleja de lo que reflejan las cifras de gasto resumidas en el gráfico. En términos de los años medios de educación de la población en su conjunto, nuestro país sufre un retraso considerable con respecto a la mayoría de los países de la OCDE. La situación es, sin embargo, mucho más favorable en lo que concierne al nivel de formación de los más jóvenes. Las tasas de escolarización españolas son equiparables a las de otros países europeos, e incluso superiores a las de muchos de ellos. A medio y largo plazo, por tanto, la desventaja de la que partimos acabará corrigiéndose si se mantienen los niveles actuales de esfuerzo. Sin embargo, existen indicios de dos deficiencias preocupantes en la política educativa española. La primera es que la escasez de recursos podría comprometer la calidad de la formación. En efecto, los niveles de gasto educativo en nuestro país son muy bajos en relación a la media europea, incluso cuando se miden en relación al PIB per cápita. La segunda es que el reducido peso relativo de los estudios técnicos y profesionales hace sospechar que la composición de la oferta educativa no es la más adecuada desde el punto de vista de las necesidades de nuestro mercado de trabajo. Para una discusión más detallada de este tema, véase DE LA FUENTE y DA ROCHA (1994).

(15) DE LA FUENTE (1994b) argumenta que la inversión en intangibles es inferior a la óptima incluso en el promedio de la OCDE. Por consi-

guiente, el grado de subinversión en educación e I + D en España sería incluso superior al que sugiere el epígrafe 6.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ABRAMOVITZ, M. (1979), «Rapid growth potential and its realization», en *Thinking about growth and other essays on economic growth and welfare*, Cambridge University Press, 1989, págs. 187-219.
- (1986), «Catching up, forging ahead and falling behind», en *Thinking about growth and other essays on economic growth and welfare*, Cambridge University Press, 1989, págs. 220-244.
- BARRO, R., y SALA I MARTIN, X. (1992), «Convergence», *Journal of Political Economy*, 100, 2, págs. 223-251.
- BAUMOL, W. (1986), «Productivity growth, convergence and welfare: What the long-run data show», *American Economic Review*, dic., páginas 1072-1085.
- DE LA FUENTE, A. (1992), «Histoire d'A: crecimiento y progreso técnico», *Investigaciones Económicas*, XVI, 3, págs. 331-391.
- (1994a), «A note on catch-up and convergence», mimeo, IAE.
- (1994b), «Composición de la inversión y crecimiento», mimeo, IAE.
- y DA ROCHA, J. M. (1994), «Capital humano, productividad y crecimiento», en *Crecimiento y convergencia regional en España y Europa*, volumen II, IAE, Barcelona.
- DOWRICK, S., y NGUYEN, D. T. (1989), «OECD comparative economic growth 1950-85: Catch-up and convergence», *American Economic Review*, 70 (5), dic., págs. 1010-1030.
- GERSCHENKRON, A. (1952), «The economic backwardness in historical perspective», en HOSLITZ, B. (ed.), *The progress of underdeveloped areas*, Chicago University Press.
- GROSSMAN, G., y HELPMAN, E. (1991), *Innovation and growth in the global economy*, MIT Press, Cambridge.
- LUCAS, R. (1990), «Why doesn't capital flow from rich to poor nations?», *American Economic Review*, Papers and Proceedings, 80, páginas 92-96.
- MANKIW, G.; ROMER, D., y WEIL, D. (1992), «A contribution to the empirics of economic growth», *Quarterly Journal of Economics*, págs. 407-437.
- NELSON, R., y WRIGHT, G. (1992), «The rise and fall of American technological leadership: the postwar era in historical perspective», *Journal of Economic Literature*, vol. XXX, dic., págs. 1931-1964.
- OCDE (1991), *Basic science and technological statistics*, París.
- (1992a), *National Accounts. Vol. I: Main aggregates*, París.
- (1992b), *Education at a glance: The OECD indicators*, París.
- ROMER, P. (1986), «Increasing returns and long-run growth», *Journal of Political Economy*, 94, págs. 1002-1037.
- (1989), «Increasing returns and new developments in the theory of growth», *NBER Working Paper*, n.º 3098.
- (1990), «Endogenous technical change», *Journal of Political Economy*, octubre, págs. S71-S102.
- SOLOW, R. (1956), «A contribution to the theory of economic growth», *Quarterly Journal of Economics*, 70, págs. 65-94.
- SUMMERS, R., y HESTON, A. (1991), «The Penn World Table (mark 5): An expanded set of international comparison, 1950-88», *Quarterly Journal of Economics*, mayo, CVI, 2, págs. 327-368.
- UNESCO, *Anuario Estadístico*, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, París, varios años.
- WOLFF, E. (1991), «Capital formation and productivity convergence over the long term», *American Economic Review*, junio, págs. 565-579.

APENDICE

CUADRO A.1

INVERSION EN CAPITAL FISICO/PIB (En porcentaje)

	[1] Total	[2] Privado	[3] Total público	[4] Total público	[5] Tr. & Com. público
Alemania Occidental	23,04	17,41	5,63	4,64	2,53
Australia	25,76	21,96	3,79	3,40	2,76
Austria	27,32	20,10	7,21	6,33	2,76
Bélgica	20,24	15,05	5,19	4,63	4,16
Canadá	23,77	21,09	2,67	2,58	3,08
Dinamarca	20,88	15,53	5,35	4,13	2,49
España	21,88	17,40	4,48	4,76	1,35
Estados Unidos	17,71	14,91	2,80	2,61	1,66
Finlandia	29,66	22,90	6,76	5,30	2,44
Francia	23,57	19,40	4,17	3,67	1,35
Grecia	21,78	15,19	6,59	6,36	2,27
Holanda	18,88	13,21	5,67	5,84	1,86
Irlanda	27,15	20,71	6,44	5,61	2,33
Italia	23,83	—	—	4,50	2,37
Japón	29,08	—	—	2,65	—
Nueva Zelanda	21,17	17,75	3,42	3,69	1,58
Noruega	30,45	25,68	4,77	3,64	3,96
Portugal	23,23	—	—	4,23	—
Reino Unido	17,08	12,84	4,24	3,70	1,66
Suecia	18,64	14,70	3,94	4,19	1,36
Suiza	29,66	24,47	5,19	4,40	3,44
Media	23,56	18,35	4,91	4,33	2,39
España	21,88	17,40	4,48	4,76	1,35
España/Media	0,93	0,95	0,91	1,10	0,56
Fuente	S-H	S-H	S-H	GFS	GFS
Periodo	1978-88	1978-88	1978-88	1980-91	1980-91

Notas: Los valores que aparecen en las tablas son las medias de las observaciones disponibles para cada país durante el período indicado. El gasto público se refiere, en principio, al conjunto de las diversas administraciones, aunque en algunos casos los datos disponibles se refieren tan sólo al gobierno central. «Tr. & Com.» es el gasto público en transportes y comunicaciones. Esta categoría podría incluir el gasto corriente (consumo público de servicios de transporte) además de la inversión.

Fuentes: S-H = Summers y Heston (1991).

GFS = *Government Financial Statistics* (FMI).

NA = *National Accounts*, OCDE.

EAG = *Education et a Glance*, OCDE.

BSTS = *Basic Science and Technology Statistics*, OCDE.

CUADRO A.2

INVERSION EN CAPITAL HUMANO

	GASTO EDUCACION COMO PORCENTAJE DEL PIB					Emp. púb./ Emp. total (Porcentaje)	Estudiantes Población (Porcentaje)
	Público	Público	Público	Total	Privado		
Alemania Occidental	4,10	4,64	4,30	6,20	—	2,70	19,69
Australia	5,35	5,53	4,80	—	0,81	3,20	25,18
Austria	3,74	—	5,60	—	0,17	3,60	20,25
Bélgica	6,99	7,91	6,10	—	—	4,70	24,74
Canadá	5,67	—	6,40	7,20	1,72	—	24,55
Dinamarca	7,54	7,15	6,80	6,90	0,82	3,00	20,51
España	1,74	3,87	3,90	5,00	1,22	2,60	26,34
Estados Unidos	5,19	—	5,00	5,70	1,40	2,20	23,50
Finlandia	4,29	—	6,80	6,80	—	2,60	20,80
Francia	4,44	5,51	5,10	5,70	0,26	3,50	25,23
Grecia	3,70	—	5,80	6,20	0,39	3,60	28,20
Holanda	6,17	6,50	6,30	6,60	0,21	2,60	23,98
Irlanda	5,73	—	4,80	—	0,39	—	20,07
Italia	3,69	—	3,80	4,90	1,43	2,40	22,25
Japón	—	5,14	6,00	—	—	—	16,10
Nueva Zelanda	5,02	—	—	—	—	2,80	26,84
Noruega	6,21	—	6,60	—	—	3,30	21,33
Portugal	3,98	4,58	4,70	4,90	0,96	—	19,54
Reino Unido	5,00	5,14	4,70	—	0,49	2,40	21,16
Suecia	4,16	—	5,70	5,70	0,08	—	17,51
Suiza	5,24	—	5,10	—	—	—	18,40
Media	4,90	5,60	5,41	5,98	0,74	3,01	22,20
España	1,74 (*)	3,87	3,90	5,00	1,22	2,60	26,34
España/Media	0,36	0,69	0,72	0,84	1,65	0,86	1,19
Fuente	GFS	NA	EAG	EAG	NA	EAG	EAG
Período	1980-91	1981-91	1988	1988	1980-91	1988	1988

(*) Gobierno central.

Nota: Emp. púb./Emp. total es el empleo en el sistema público de educación como fracción de la población activa.

CUADRO A.3

**ESFUERZO TECNOLÓGICO
(1980-1990)**

	GASTO EN I + D COMO PORCENTAJE DEL PIB			Pagos tecnológicos (Porcentaje)	I + D + pt (Porcentaje)
	Privado	Público	Total		
Alemania Occidental	1,65	0,98	2,64	0,32	2,95
Australia	0,39	0,72	1,12	0,09	1,21
Austria	0,65	0,61	1,26	0,16	1,42
Bélgica	1,14	0,49	1,64	1,05	2,69
Canadá	0,55	0,66	1,21	0,14	1,35
Dinamarca	0,60	0,62	1,22	0,23	1,45
España	0,27	0,29	0,56	0,36	0,92
Estados Unidos	1,38	1,35	2,72	0,03	2,75
Finlandia	0,89	0,59	1,48	0,20	1,68
Francia	0,92	1,14	2,06	0,19	2,25
Grecia	0,07	0,23	0,30	0,03	0,33
Holanda	1,05	0,95	2,00	0,40	2,40
Irlanda	0,39	0,36	0,75	1,96	2,71
Italia	0,49	0,57	1,06	0,13	1,19
Japón	1,86	0,59	2,44	0,09	2,53
Nueva Zelanda	0,25	0,66	0,91	0,06	0,97
Noruega	0,74	0,78	1,53	0,16	1,68
Portugal	0,12	0,27	0,39	0,16	0,55
Reino Unido	1,07	0,95	2,02	0,21	2,23
Suecia	1,59	1,05	2,64	0,05	2,68
Suiza	2,04	0,59	2,62	0,00	2,62
Media	0,86	0,69	1,55	0,30	1,84
España	0,27	0,29	0,56	0,36	0,92
España/Media	0,31	0,42	0,36	1,21	0,50

Fuente: OCDE, *Basic Science and Technology Statistics*.

Resumen

Este artículo investiga los determinantes de la tasa de crecimiento de la renta y del ritmo de convergencia entre países. Partiendo de un sencillo modelo teórico, se realiza un análisis empírico de la experiencia de convergencia en la OCDE durante el período de posguerra. Los resultados indican que el proceso de *catch-up* o acercamiento tecnológico ha jugado un papel importante en la reducción de las disparidades de renta dentro de este grupo. Sin embargo, el previsible agotamiento de este efecto sugiere que el acortamiento de las distancias existentes entre los países más pobres y los más ricos requeriría un importante aumento del esfuerzo inversor de estos últimos. En el caso de España, este esfuerzo ha de dirigirse prioritariamente hacia la inversión en educación e I + D.

Palabras clave: crecimiento, convergencia, acercamiento.

Abstract

This paper explores the determinants of the rates of income growth and convergence across countries. Starting from a simple theoretical model, it analyzes the convergence experience of the OECD countries during the post-war period. The results show that technological catch-up played an important role in reducing income disparities within this sample. However, the likely exhaustion of this effect suggests that a further reduction of the income gap between rich and poor countries will require a major investment effort by the latter group. In the case of Spain, this effort must be directed primarily towards increasing investment in education and R&D.

Key words: growth, convergence, catch-up.

JEL classification: O4.