

N^o Dobis 799628
N^o Libis 799653

Bce.

Crecimiento Económico y Convergencia en la OCDE: 1960-1990

129632

Tesis Doctoral presentada por:
José Emilio BOSCA MARES

Directores:

Dr. Javier ANDRÉS DOMINGO

Dr. Vicente ORTOS RÍOS

Paralelo de Estudios Económicos y Empresariales	
Fecha de Entrada	12 - marzo - 1996
Fecha de Lectura	17 - mayo - 1996
Calificación	Apto 'cum laude' por Unanimidad

Vº. Bº.:

*Departamento de Análisis Económico
Universidad de Valencia*

Valencia, Marzo de 1996

UMI Number: U607263

All rights reserved

INFORMATION TO ALL USERS

The quality of this reproduction is dependent upon the quality of the copy submitted.

In the unlikely event that the author did not send a complete manuscript and there are missing pages, these will be noted. Also, if material had to be removed, a note will indicate the deletion.



UMI U607263

Published by ProQuest LLC 2014. Copyright in the Dissertation held by the Author.
Microform Edition © ProQuest LLC.

All rights reserved. This work is protected against
unauthorized copying under Title 17, United States Code.



ProQuest LLC
789 East Eisenhower Parkway
P.O. Box 1346
Ann Arbor, MI 48106-1346

A Choli y a mis padres

AGRADECIMIENTOS

Es de justicia empezar agradeciendo sinceramente la labor que durante este tiempo han realizado Javier Andrés y Vicente Orts como directores de esta Tesis. El apoyo constante de ambos y su capacidad de orientación y de guía han marcado mi trabajo de investigación durante los últimos años. De ambos he obtenido durante este tiempo una lección de honestidad personal y profesional, que junto a la amistad que ahora nos une, considero valores añadidos fundamentales en mi formación académica y personal.

De forma muy especial he de agradecer a Rafael Doménech el constante apoyo recibido en la elaboración de esta Tesis. Sus comentarios, sugerencias y lectura detallada de los distintos borradores han enriquecido sobremanera el producto final. La presente Tesis se ha realizado en el marco del Proyecto de Crecimiento Económico y Convergencia de la Dirección General de Planificación del Ministerio de Economía y Hacienda. Quiero personalizar en David Taguas el agradecimiento por el apoyo recibido de dicha institución, no sólo por haber sido mi vínculo de unión con otros compañeros que han colaborado en este proyecto, sino también por su dedicación profesional a enriquecer este trabajo. También agradezco al resto de la Dirección General todas las sugerencias recibidas en los distintos seminarios en los que han ido conociendo esta Tesis. Por último quiero valorar sinceramente las sugerencias recibidas de Angel de la Fuente, Antonio Fatás y Javier Escibá, que también han aportado sus conocimientos a diferentes partes de la Tesis.

Debo señalar que esta Tesis ha gozado de la financiación del proyecto de investigación PB92-1036-C02-02 de la DGYCIT.

Quiero agradecer también al Departamento de Análisis Económico todas las facilidades que he recibido para poder llevar a buen término esta empresa. Haber compartido el trabajo diario junto a compañeros como Concha Betrán, Salvador Calatayud, Dulce Contreras, Antonio Cutanda, Carlos Peraita y Manuel Sánchez ha sido un constante estímulo para la realización de este trabajo.

Finalmente, ha habido algunas personas que han padecido los malos momentos que siempre se pasan en la elaboración de una Tesis y a los que quisiera hacer una mención muy especial. Me refiero a mi familia, de la que he obtenido un constante apoyo en estos años. Esta Tesis va especialmente dedicada a mi compañera Choli, de la que sólo he recibido ánimos y comprensión incondicional, a mi madre y a mi padre, a quien perdí en el camino.

INDICE

INTRODUCCION	3
1.- CRECIMIENTO ECONÓMICO Y CONVERGENCIA: DESARROLLOS TEÓRICOS Y EMPÍRICOS RECIENTES	9
I. Introducción.	10
II. Hechos Estilizados y Teorías Previas del Crecimiento.	20
III. Modelos de Crecimiento Endógeno.	31
III.1. Modelos con externalidades y rendimientos crecientes.	33
III.2. Modelos lineales.	46
III.3. Modelos neo-schumpeterianos.	55
IV. Aportaciones Empíricas: El Debate sobre la Convergencia.	63
V. Teoría del Crecimiento Económico: Una Evaluación.	84
2.- PRINCIPALES RASGOS DEL PROCESO DE CRECIMIENTO Y CONVERGENCIA EN LA OCDE: 1960-1990.	91
I. Introducción.	92
II. Crecimiento y Convergencia.	96
II.1. σ -convergencia.	113
III.2. β -convergencia.	122
III. Estabilidad del Proceso de Crecimiento y Convergencia en la OCDE.	146
IV. Influencia de los Factores Macroeconómicos en el Crecimiento.	165
V. Conclusiones.	185
Apéndice 2.1.: Base de Datos para el Análisis del Crecimiento Económico en la OCDE, 1960-1993.	191

3.- DIFERENCIAS TECNOLÓGICAS Y CONVERGENCIA EN LA OCDE	197
I. Introducción.	198
II. El Modelo de Solow Aumentado.	204
III. ¿Es la OCDE un Grupo Realmente Homogéneo?	215
IV. No Convexidades en la Tecnología y Efectos Individuales.	223
V. Resultados Empíricos.	236
V.1. Clubes Tecnológicos en la OCDE.	236
V.2. Diferencias Tecnológicas en la OCDE.	242
V.3. Robustez de los Resultados.	255
VI. Conclusiones.	275
4- CAMPOS DE DATOS Y ECUACIONES DE CONVERGENCIA: EL ESTIMADOR DE MEDIAS DE GRUPOS (MGE).	280
I. Introducción.	281
II. Planteamientos Econométricos Alternativos del Modelo de Convergencia.	287
III. Ecuaciones de Convergencia y el Estimador de Medias de Grupos (MGE).	306
IV. Consistencia e Inferencia con el Estimador de Medias de Grupos.	324
V. Conclusiones.	337
Apéndice 4.1.	342
BIBLIOGRAFÍA	348

Introducción.

En los últimos años y a partir de los trabajos seminales de P. Romer (1986) y R. Lucas (1988) se ha desatado un creciente y renovado interés por temas relacionados con el crecimiento económico en el largo plazo. Una parte importante de la nueva teoría económica del crecimiento considera el progreso técnico como una variable endógena, por lo que en sus modelizaciones la tasa de crecimiento de una economía viene determinada por sus parámetros estructurales (se trata de los denominados modelos de crecimiento endógeno). Como consecuencia de ello las economías no tienen que converger necesariamente, ni en términos absolutos ni en términos condicionales, a niveles similares de renta per cápita en el largo plazo. Sin embargo, la proposición de convergencia (sea absoluta o condicional) sí que era una propiedad fundamental del modelo neoclásico de Solow (1956), que fue el modelo teórico dominante en las décadas de los años 60 y 70. Además de las diferencias en cuanto a la proposición de convergencia, la nueva teoría del crecimiento endógeno abre la puerta a la posibilidad de intervención por parte de las autoridades económicas, lo que haría posible alterar tanto la tasa de crecimiento del estado estacionario, como la tasa corriente. Todos estos ingredientes han motivado que la teoría del crecimiento haya pasado a formar parte importante de la agenda de investigación de un buen número de los macroeconomistas contemporáneos de mayor prestigio.

Una de las características primordiales del renovado interés por los problemas de la dinámica de largo plazo de las economías, ha sido la atención que de forma simultánea han recibido las aportaciones teóricas y empíricas. A diferencia de lo ocurrido en los años 60 y 70 la existencia de bases de datos multi-país, en las que se cuenta con un gran número de países y una dinámica temporal suficiente para el análisis de largo plazo, ha propiciado que el trabajo empírico no haya quedado por detrás de la modelización teórica, al menos en cuanto a cantidad de aportaciones.

La presente Tesis doctoral se inscribe en el contexto general del trabajo empírico realizado en el campo del crecimiento económico y la convergencia de los últimos años. El objetivo del primer capítulo de esta Tesis es enmarcar los ejercicios de carácter eminentemente empírico de los tres capítulos siguientes, en el contexto general de esa nueva literatura teórica y empírica del crecimiento económico. Dicha tarea se aborda desde una perspectiva necesariamente modesta por dos tipos de razones. La primera es que ésta rama de la macroeconomía ha ocupado un lugar preponderante en las revistas y publicaciones especializadas en la última década, por lo que parece casi imposible aspirar a "conocer" si quiera toda la literatura existente y menos a tratar de resumirla en el marco necesariamente limitado de un capítulo introductorio de una tesis. La segunda es que ya existen en la literatura panorámicas y evaluaciones excelentes de los últimos desarrollos en este campo, lo que reduce el valor añadido de cualquier repaso exhaustivo y extensivo de dicha literatura. En el primer capítulo, sin embargo, sí que se pretende cubrir dos objetivos. En primer lugar,

realizar un repaso a las aportaciones teóricas, a mi juicio, más relevantes en los distintos tipos o clases de modelos que se inscriben en la rúbrica general de modelos de crecimiento endógeno. Más concretamente, se trata de responder a algunas preguntas del tipo: ¿qué ventajas teóricas tiene cada tipo de modelización?, ¿a qué tipo de preguntas da respuesta cada una?, ¿qué tienen en común y de diferente estos modelos?. En segundo lugar, se va a llevar a cabo un repaso de algunos de los principales resultados que se han obtenido a nivel empírico en los últimos años. Fundamentalmente, se pondrá el énfasis en la literatura que ha estudiado el problema de la convergencia real entre los países, empleando como soporte fundamental las conocidas ecuaciones de convergencia o "regresiones de Barro" (Barro, 1991). Aunque el debate sobre la convergencia no es el único aspecto relevante a nivel empírico, sí que ha sido el que más atención ha recibido en la literatura de los últimos años. De hecho, no parece excesivamente arriesgado decir que una de las lecciones a extraer del considerable esfuerzo empírico realizado es que todavía dicho trabajo está muy por detrás de los desarrollos teóricos, ya que no ha permitido todavía discriminar entre los distintos modelos en litigio. En este sentido, se intentará evaluar en qué medida el trabajo realizado ha sido productivo, es decir, ha permitido discriminar entre modelos alternativos, o qué lecciones importantes se han podido aprender acerca de la dinámica de largo plazo de los países o de cuestiones tan relevantes como el papel de las políticas económicas activas en dicho proceso.

En los tres capítulos restantes de la Tesis se realiza un análisis

exhaustivo de algunas de las características más importantes del proceso de crecimiento y convergencia de los países pertenecientes a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en el periodo 1960-1990. La elección de la mencionada muestra de 24 países no es en absoluto casual. La OCDE se ha caracterizado, a diferencia de otras regiones económicas del mundo, por haber mantenido en el periodo de posguerra un patrón de crecimiento sostenido, tasas de inversión muy estables, un importante esfuerzo en la acumulación de capital humano y unas bajas tasas de crecimiento de la población. Todas estas características, junto con la existencia de unas instituciones económicas, sociales y políticas muy estables, han propiciado que la OCDE halla vivido una época de sustancial convergencia en outputs per cápita. Por todas estas razones y acorde a los resultados que se obtienen de la estimación de ecuaciones de convergencia se ha generado un cierto consenso de que la OCDE es un buen ejemplo de consistencia con el modelo de crecimiento exógeno. En el segundo capítulo se van a presentar, sin embargo, toda una serie de características, que se derivan de la realización de un análisis desagregado por países y por periodos de tiempo, que plantean algunas dudas razonables sobre la validez de dicho modelo para describir la dinámica de largo plazo de esta región aparentemente tan homogénea. Una de las conclusiones fundamentales de el segundo capítulo es la necesidad de un marco de análisis más amplio que la simple estimación de ecuaciones de convergencia, a partir de datos de corte transversal construidos con promedios de las series económicas para periodos largos de tiempo.

En general, en aquellos trabajos existentes en la literatura donde se estiman ecuaciones de convergencia con *pooles* de datos se obtienen resultados distintos para la velocidad de convergencia, que los que se derivan de la estimación de cortes transversales (en concreto la velocidad de convergencia suele ser superior al 2 por cien típico de los análisis de corte transversal). Dicha evidencia apunta a la posibilidad de que exista heterogeneidad en los coeficientes estimados y que, por tanto, al estimar cortes transversales se esté imponiendo inadecuadamente que los parámetros son los mismos para todos los países. Dado que los coeficientes estimados en la ecuación de convergencia recogen, acorde al modelo de crecimiento neoclásico, los parámetros de la función de producción, en el Capítulo 3 se propone una forma de realizar un contraste directo y explícito sobre la existencia de diferencias tecnológicas entre distintos grupos de países dentro de la OCDE. Como se verá en dicho capítulo, va a ser posible identificar, en una muestra tan homogénea como la de los países de la OCDE, la existencia de al menos dos clubes tecnológicos, con coeficientes técnicos estimados que son estadísticamente distintos en ambos clubes. En dicho capítulo se plantean dudas razonables sobre la validez del modelo neoclásico aumentado, dado lo inverosímil de los coeficientes tecnológicos estimados, fundamentalmente en el club tecnológicamente más avanzado.

El Capítulo 4 comparte con el anterior la preocupación por la existencia de heterogeneidad en los coeficientes estimados en ecuaciones de convergencia. En este sentido se amplía el análisis del capítulo anterior a partir de una serie de consideraciones metodológicas propuestas recientemente por Pesaran

y Smith (1995). Estos autores argumentan que en modelos dinámicos (como es el caso de la ecuación de convergencia) el valor obtenido para los coeficientes a partir de la estimación de cortes transversales, puede estar contaminado por un sesgo de efectos fijos. La existencia de este sesgo explicaría la obtención casi mecánica de una velocidad de convergencia del 2 por cien. En definitiva, el sesgo de efectos fijos hace que el parámetro estimado para la velocidad de convergencia esté sesgado a la baja y tienda a valores cercanos a cero, lo que ocurre siempre que se promedian las observaciones de los países para estimar cortes transversales, como si el proceso generador de los datos fuera el mismo en todos ellos. La posible existencia de heterogeneidad en los coeficientes estimados en ecuaciones de convergencia, hace que el supuesto de homogeneidad deba de ser contrastado explícitamente, si se quiere dar una interpretación adecuada al parámetro que se obtenga para la velocidad de convergencia. En definitiva, tener en cuenta este tipo de consideraciones metodológicas conduce de forma casi natural a la necesidad de utilizar la información temporal de las series de una forma más amplia, que la implícita en las estimaciones de corte transversal. En este sentido, en el Capítulo 4 de ésta tesis se aplican las técnicas econométricas propuestas por Pesaran y Smith (1995) para estimar ecuaciones de convergencia para los países de la OCDE. Como se verá posteriormente, los resultados de dicho capítulo vienen a confirmar la existencia de heterogeneidad en los coeficientes estimados y que, al tratarla econométricamente de forma adecuada, es posible obtener velocidades de convergencia muy superiores al 2 por cien habitual, aunque con una interpretación también distinta a la convencional.

Capítulo 1:

Crecimiento Económico y Convergencia: Desarrollos Teóricos y Empíricos Recientes

I. Introducción.

No sería exagerado decir que el trabajo realizado en la última década en el campo de la teoría del crecimiento ha posibilitado que por primera vez este área pueda ser considerada como un dominio sustantivo, en contraposición a un dominio teórico fascinante, pero empíricamente vacío (McCallum, 1993). Desde el punto de vista teórico, a los nuevos desarrollos que han posibilitado que se pueda hablar en estos términos, se les conoce como modelos de *crecimiento endógeno*, como contrapunto a los modelos de *crecimiento exógeno*. La aportación teórica fundamental del compendio variado de modelos de crecimiento endógeno, y en definitiva la clave que los distingue del crecimiento neoclásico, es el énfasis en el hecho de que el crecimiento económico es un producto endógeno del sistema económico y no el resultado de fuerzas externas a dicho sistema. De esta forma el trabajo teórico no invoca a un proceso de progreso técnico exógeno para explicar el crecimiento continuado observado en los niveles de renta per cápita, ni, por otra parte, el trabajo empírico se centra en el estudio del residuo de un ejercicio de contabilidad del crecimiento, tratando de explicar la variabilidad de su tasa de crecimiento entre países o distintos periodos de tiempo.

El hecho de empezar explicitando una de las principales características que constituyen una parte importante del valor añadido de los modelos de crecimiento endógeno no significa en modo alguno, que las teorías

fundamentadas en un mecanismo exógeno de crecimiento no fueran capaces de captar importantes aspectos del proceso de crecimiento y de convergencia entre los países. De hecho, la dinámica transicional de estos modelos es muy "rica" en cuanto a su capacidad de explicación de los movimientos del output corriente hacia su nivel de largo plazo. Hasta el momento en el que las economías alcanzan su equilibrio estacionario (momento en el que "todo" pasa a ser exógeno) el modelo neoclásico permite comprender cual es la fuerza motriz que hace que un país alejado de su equilibrio de largo plazo retorne a él de forma suave. Además, dicha dinámica transicional permite explicar, al menos parcialmente, la renta relativa de los países y por qué unos países tienden a crecer fuera del estado estacionario más rápidamente que otros, de forma que existe un proceso de convergencia condicionada (al estado estacionario de cada país). En cualquier caso, una cuestión importante, que se abordará en las próximas páginas de este capítulo, es la confrontación entre ambos tipos de modelizaciones de la dinámica de largo plazo de las economías, ya que, como se verá, la evidencia empírica dista mucho de ser concluyente a este respecto. Se podría incluso argumentar que el modelo de crecimiento neoclásico es una buena representación de la dinámica transicional al estado estacionario de los países (tomando el crecimiento de la productividad o progreso técnico como dado), mientras que los modelos de crecimiento endógeno tratan de explicar precisamente ese progreso técnico, como algo endógeno al sistema. En definitiva, el modelo de crecimiento exógeno es capaz de explicar "toda" la dinámica de las economías, excepto el propio crecimiento a largo plazo (Barro y Sala i Martín, 1995), mientras que los modelos de crecimiento endógeno se ocupan precisamente de ese

crecimiento de largo plazo (en algunos casos, como en algunos modelos de los denominados lineales, incluso a costa de renunciar a explicar la dinámica transicional de las economías).

Una primera cuestión a abordar es el por qué de este resurgimiento en la teoría del crecimiento económico. En mi opinión la razón hay que buscarla en tres tipos de factores en gran medida complementarios entre sí.

En primer lugar, hasta la aparición de los modelos de crecimiento endógeno prácticamente todos los modelos explícitos de crecimiento tenían una caracterización del equilibrio como Pareto-óptimo. El supuesto de competencia perfecta y de empresas precio aceptantes era la base sobre la que se edificaba cualquier modelo de equilibrio general. En realidad, no se trataba de una ceguera que afectara a los economistas y que les impidiera plantearse si en realidad los equilibrios en la economía son o no Pareto óptimos. Se trataba más bien de un problema fundamentalmente técnico, que la teoría de la organización industrial ayudó a resolver años más tarde. Ya al final de los años setenta y principios de los ochenta se desarrollaron modelos agregados en los que existían gran cantidad de empresas con cierto poder de mercado¹. Los teóricos del crecimiento económico tenían el caldo de cultivo necesario para poder abandonar el supuesto de competencia perfecta. Además, en los últimos años se ha producido un gran avance técnico en el análisis de los modelos dinámicos, de forma que ahora es *casi* tan sencillo

¹ Véase por ejemplo Dixit y Stiglitz (1977).

resolver modelos de equilibrio dinámicos con presencia de distorsiones de todo tipo, como resolver los modelos más estándares, en los que se cumplen todos los requisitos de la competencia perfecta. En la actualidad prácticamente todo el análisis de los modelos dinámicos se basa en la resolución de un problema de maximización, pero ahora la solución del problema no tiene porque ser la solución óptima de un problema del planificador social². El crecimiento debe analizarse como un problema de equilibrio general, donde todos los mercados y agentes influyen y se ven influidos por él. Por lo tanto, aunque por razones de sencillez expositiva no se va a presentar en las páginas siguientes un desarrollo completo de los modelos, es importante destacar que todos ellos son versiones de modelos dinámicos de equilibrio general.

Un segundo elemento o factor explicativo del resurgimiento de la teoría del crecimiento económico son los desarrollos de las teorías de los ciclos reales de los años ochenta, de las cuales algunos de los modelos de crecimiento pueden considerarse un subproducto. Hasta principios de dicha década la separación entre ciclo y tendencia fue la norma habitual al estudiar las series de output de las economías. Sin embargo, a partir del trabajo seminal de Nelson y Plosser (1982) se ha cuestionado dicha

² Esto no quiere decir que todos los modelos de crecimiento endógeno adopten la competencia imperfecta u otro tipo de distorsiones para caracterizar el equilibrio. De hecho, existen infinidad de modelos donde, por ejemplo, las empresas son precio aceptantes y existen externalidades. La cuestión relevante es que estos desarrollos técnicos permiten al investigador disponer de una gama de modelos de donde poder elegir aquel que mejor se adecúe a los datos.

separación drástica, dado que la tendencia misma del output puede ser la suma de shocks permanentes (dicho de otra forma, existe una raíz unitaria en el proceso que gobierna los niveles de output). Si esta interpretación es cierta, la senda de largo plazo de la economía se verá afectada permanentemente por acontecimientos contemporáneos. La descomposición de la serie del output real en un componente cíclico y otro tendencial se hace extremadamente difícil, dado que existirán elementos estocásticos comunes afectando a ambas series. Dichos shocks de tipo real (shocks tecnológicos) son el elemento clave de los modelos de ciclos reales, que tienen en común con los modelos de crecimiento desarrollados en los últimos años la forma de plantear la modelización de la economía: se trata de modelos de equilibrio general, que utilizan el supuesto de agente representativo y difieren entre sí por los supuestos que hacen sobre las preferencias, la tecnología y el concepto de equilibrio utilizado. Desde este punto de vista la incorporación del crecimiento endógeno no es más que una asignatura pendiente en la modelización de los ciclos económicos y resulta natural que tal asignatura haya sido abordada ya, en una primera instancia, desde la perspectiva del crecimiento económico. En realidad, aunque cada vez está más asentada entre los economistas la idea de que ciclo y crecimiento deben abordarse de forma conjunta, el estudio por separado tiene también importantes ventajas, pues simplifica enormemente la problemática. Es muy significativo, por tanto, que una gran cantidad de ilustres economistas³ que han investigado sobre ciclos económicos hayan sido también pioneros en el campo del crecimiento endógeno,

³ Baste citar nombres como los de R. Lucas o R. Barro, entre otros muchos.

sin embargo la asignatura de integrar ambos tipos de tratamientos en un marco que permita realizar una descripción adecuada de los hechos sigue pendiente, aunque ya hay ejemplos de este tratamiento unificado⁴.

Por último, otro de los motores que han servido para revitalizar la teoría del crecimiento ha sido sin duda la aparición de una serie de bases de datos⁵ que permiten hacer comparaciones internacionales tanto entre una gran cantidad de países, como con una dimensión temporal suficiente para el análisis de largo plazo propio del problema del crecimiento. La existencia de estas bases de datos ha posibilitado que se puedan contrastar de forma directa algunas de las proposiciones tanto de los nuevos modelos, como de los viejos, lo cual ha fomentado un intenso debate sobre los determinantes últimos del crecimiento desde posiciones mucho más realistas. Una de las distinciones claves entre los *nuevos* modelos de crecimiento y, el modelo neoclásico es que en los primeros las características idiosincráticas de los países afectan a sus tasas de crecimiento, mientras que en los segundos sólo tienen un efecto sobre la posición relativa que ocupan respecto al resto. La existencia de datos sobre muchas de las variables relevantes facilita enormemente la tarea de discriminar entre ambos tipos de planteamientos, aunque como veremos posteriormente el análisis empírico realizado hasta el

⁴ Véase simplemente a modo de ejemplo los trabajos de Prescott (1986), King, Plosser y Rebelo (1988 a y b), Stadler (1990) y Aghion y Saint-Paul (1993).

⁵ Merecen especial mención las bases de Summers y Heston (1991 y versiones anteriores) y Maddison (1982 y 1991).

momento, si bien ha sido cuantitativamente importante, no ha permitido todavía obtener resultados cualitativos que permitan discriminar de forma efectiva entre las distintas hipótesis en conflicto.

La evaluación que cabe hacer del proceso de revitalización de la teoría del crecimiento no puede ser más que positiva. Nótese que la forma en la que los economistas habían pensado hasta hace poco sobre el proceso de crecimiento a largo plazo descansaba únicamente en la noción de un progreso técnico exógeno, que era como maná caído del cielo. Si el determinante fundamental del crecimiento era algo exógeno y no influenciable lo único que cabía hacer en materia de política económica era tratar de mitigar las fluctuaciones cíclicas del corto o medio plazo. Pero si la nueva teoría es capaz de aportar alguna luz sobre factores cuantificables responsables en última instancia del proceso de progreso tecnológico, las ganancias de bienestar de una intervención acertada de las autoridades económicas pueden ser sencillamente asombrosas. Baldwin (1992) realiza un ejercicio de calibración a partir del modelo de crecimiento endógeno de Romer (1986), que aunque criticable en muchos aspectos, si que puede servir para ilustrar los posibles efectos sobre las tasas de crecimiento europeas del proceso de integración iniciado en 1992. Este autor sugiere que dichos efectos podrían suponer una ganancia de entre 0.3 y 0.9 puntos en la tasa de crecimiento de largo plazo de dichas economías, lo que puede suponer en términos de bienestar una mejora muy sustancial⁶. Por lo tanto, cualquier esfuerzo

⁶ Para tener una idea aproximada de estos efectos sobre el bienestar de los individuos basta con señalar que una ganancia de medio punto en el crecimiento de largo plazo implicaría un incremento extra de la renta real

tendente al mejor entendimiento del proceso de crecimiento a largo plazo, si es capaz de fructificar en el terreno normativo, podría cambiar radicalmente el énfasis de la política económica desde el hincapié en las cuestiones de ciclo económico (donde las ganancias de una buena política de estabilización serían comparativamente muy modestas) a las de crecimiento a largo plazo.

El objetivo de este primer capítulo de la tesis es enmarcar los ejercicios de carácter eminentemente empírico de los tres capítulos siguientes, en el contexto general de la nueva literatura teórica y empírica del crecimiento económico de los últimos años. Dicha tarea se va a abordar desde una perspectiva necesariamente modesta por dos tipos de razones. La primera es que ésta rama de la macroeconomía ha ocupado un lugar preponderante en las revistas y publicaciones especializadas en la última década, por lo que parece casi imposible aspirar a "conocer" si quiera toda la literatura existente y menos a tratar de resumirla en el marco necesariamente limitado de un capítulo introductorio de una tesis. La segunda es que ya existen en la literatura panorámicas y evaluaciones excelentes de los últimos desarrollos en este campo (a alguna de las cuales se hará referencia posteriormente), lo que reduce el valor añadido de cualquier repaso exhaustivo y extensivo de dicha literatura. En las próximas páginas, sin embargo, sí que se pretende cubrir dos objetivos. En primer lugar, realizar un repaso a las aportaciones teóricas, a mi juicio, más relevantes en los distintos tipos o clases de modelos que se inscriben en la rúbrica general

de cinco puntos en diez años. Si la ganancia fuera de un punto esto implicaría que un individuo promedio vería triplicada su renta real durante su vida, mientras que a las tasas de crecimiento actuales sólo la vería duplicarse.

de modelos de crecimiento endógeno. Más concretamente, se trata de responder a algunas preguntas del tipo: ¿qué ventajas teóricas tiene cada tipo de modelización?, ¿a qué tipo de preguntas da respuesta cada una?, ¿qué tienen en común y de diferente estos modelos?, ¿cuáles son algunas de las posibles vías futuras de investigación y qué ingredientes de cada enfoque pueden ser más relevantes?. En segundo lugar, se va a llevar a cabo un repaso de algunos de los principales resultados que se han obtenido a nivel empírico en los últimos años. Fundamentalmente, se pondrá el énfasis en la literatura que ha estudiado el problema de la convergencia real entre los países, empleando como soporte fundamental las conocidas ecuaciones de convergencia o "regresiones de Barro" (Barro, 1991). Aunque el debate sobre la convergencia no es el único aspecto relevante a nivel empírico, sí que ha sido el que más atención ha recibido en la literatura de los últimos años. De hecho, no parece excesivamente arriesgado decir que una de las lecciones a extraer del considerable esfuerzo empírico realizado es que todavía dicho trabajo está muy por detrás de los desarrollos teóricos, ya que no ha permitido todavía discriminar entre los distintos modelos en litigio. En este sentido, se intentará evaluar en qué medida el trabajo realizado ha sido productivo, es decir, ha permitido discriminar entre modelos alternativos, o qué lecciones importantes se han podido aprender acerca de la dinámica de largo plazo de los países o de cuestiones tan relevantes como el papel de las políticas económicas activas en dicho proceso. Por último, a lo largo de el repaso que se va a hacer tanto a nivel teórico como empírico, se resaltarán aquellos aspectos que han motivado algunos de los temas concretos que van a ser objeto de estudio en los próximos capítulos que

configuran esta tesis. Concretamente se justifica porqué centrar la atención en la muestra de países de la OCDE y, dentro de este marco, la posible relevancia de los temas concretos que se abordan en los capítulos siguientes.

Este primer capítulo se ha estructurado de la siguiente forma. En el segundo apartado se hace un somero repaso tanto a los hechos estilizados del crecimiento económico (entre otras cosas porque dichos hechos se han visto ampliados a raíz de los últimos desarrollos), como a las teorías del crecimiento anteriores, para ubicar en un contexto adecuado los desarrollos más recientes. El tercer apartado está dedicado al análisis de los modelos recientes de crecimiento endógeno, resaltando únicamente aquellas aportaciones que a mi juicio han sido más relevantes. El cuarto apartado se centra en los trabajos de carácter empírico, valorando su relevancia fundamentalmente en cuanto a las respuestas que han sido capaces de dar al debate sobre la convergencia. Por último, el quinto apartado está dedicado a extraer algunas conclusiones que cabe derivar del análisis realizado.

II. Hechos Estilizados y Teorías Previas del Crecimiento.

Como paso previo a la construcción de cualquier teoría económica es necesario disponer de una serie de hechos o evidencia empírica acumulada, sobre la que debe existir el necesario consenso entre los economistas, y que recoge de forma amplia cuáles son las tendencias de las relaciones económicas que se pretenden modelizar. En definitiva, estos hechos sirven en los estadios iniciales de creación de un cuerpo teórico para que los economistas teóricos no "*disparen al vacío*". Por otra parte, aunque la teoría del crecimiento no es un cuerpo teórico en fase de creación, la revisión y adaptación de los hechos estilizados es una tarea obligatoria cuando dicha teoría entra en un proceso de revisión de las cuestiones más básicas que plantea (como es el caso que nos ocupa). Tal y como señala Stiglitz (1992) la validación de una teoría descansa en la conformidad de todas sus predicciones con la realidad y no solamente de la de algunas de ellas, por lo que es absolutamente necesario tener siempre presente cómo es esa realidad. De todas formas, esto no quiere decir que en ocasiones no exista el necesario consenso sobre como interpretar los datos, por lo que los hechos estilizados pueden estar sujetos también a controversia y crítica.

En 1961 Kaldor hizo un primer enunciado de seis hechos estilizados básicos que toda teoría del crecimiento debería tratar de explicar. Estos hechos son los siguientes:

- 1- *Crecimiento continuado en el volumen agregado de producción y en la productividad del trabajo.*
- 2- *Crecimiento continuado en la relación capital por trabajador.*
- 3- *Tasa de beneficio del capital estable en largos periodos de tiempo.*
- 4- *Relación capital-producto estable en largos periodos de tiempo.*
- 5- *Participación constante de las rentas del trabajo (salarios) y del capital (beneficios) en la producción total.*
- 6- *Diferencias sustanciales en las tasas de crecimiento de la producción y de la productividad del trabajo entre los países.*

Nótese que los seis hechos anteriores no son todos independientes entre sí, de tal forma que el segundo y el tercero son consecuencia directa de los demás, por lo que basta con concentrarse en los cuatro restantes. Sobre tres de ellos sigue existiendo un amplio consenso de que representan caracterizaciones estilizadas adecuadas de los hechos. La excepción es el quinto, donde parece constatarse una cierta tendencia a la disminución (aumento) de la participación del capital (trabajo) a lo largo del tiempo.

Además de los hechos de Kaldor existe otra serie de características de los datos que podemos considerar también como hechos estilizados sobre los que también existe un amplio consenso. La formulación de estos "nuevos" hechos, surgidos entre otras razones a raíz de la disponibilidad de bases de datos que han permitido su comprobación se debe a Romer (1989), quien amplía la lista de seis hechos a once:

- 7- *En estudios multi-país no existe una correlación significativa entre las tasa de crecimiento promedio y el nivel inicial de renta per cápita.*
- 8- *El crecimiento en el volumen de comercio está positivamente correlacionado con el crecimiento del output.*
- 9- *Las tasas de crecimiento de la población presentan una correlación negativa con el nivel de renta.*
- 10- *El crecimiento de los factores de producción no es suficiente para explicar el crecimiento del output; esto es, siempre se obtiene un residuo al hacer contabilidad del crecimiento.*
- 11- *Tanto la mano de obra cualificada, como la no cualificada tiende a emigrar hacia los países de rentas altas.*

Según R. Solow (1994) han existido tres oleadas de interés por la teoría del crecimiento durante los últimos sesenta años más o menos. En la medida que los hechos estilizados anteriores eran conocidos, los distintos autores han intentado reflejarlos total o parcialmente, como parte integrante de las diferentes teorías. En las siguientes páginas, se va a hacer uso de la clasificación propuesta por Solow para poner en perspectiva la teoría del crecimiento endógeno, que lógicamente es la tercera de esas oleadas. Como se podrá comprobar las predicciones de estos modelos no satisfacen en muchos casos la evidencia empírica presentada anteriormente.

El modelo de Harrod-Domar fue el modelo de crecimiento predominante hasta finales de los años cincuenta. Siguiendo a Solow (1994) podemos sintetizar

las características de este modelo de una forma muy sencilla. Supóngase, como así demuestran los hechos estilizados, que por cualquier razón tecnológica o de otro tipo el output es proporcional al stock de capital físico instalado. Supóngase también que el ahorro realizado y la inversión neta son proporcionales al output y a la renta (para lo que también existe evidencia empírica). Esto implica que la inversión es proporcional al stock de capital, lo que a su vez fija la tasa tendencial de crecimiento del capital y del output (a no ser que se considere un comportamiento absolutamente errático de la tasa de utilización de la capacidad productiva). Lógicamente esa tasa tendencial de crecimiento tiene que ser igual al producto del ratio inversión-output, s , y el ratio output-capital, α . Si además se piensa en términos *ex-post* el ratio inversión-output y el ratio ahorro-renta son exactamente lo mismo.

Si se supone por otra parte que la productividad crece a una tasa constante, g , por la razón que sea y , además, la población activa crece a una tasa constante, n , esto implica que el output total debe crecer en promedio a una tasa $g+n$. De no ser así o bien la tasa de desempleo crecería de forma ilimitada (si el crecimiento del output es inferior a $g+n$), o bien la economía se quedaría sin suficiente factor trabajo (si el crecimiento del output es superior a $g+n$).

Hay que destacar que se acaban de extraer dos condiciones independientes, que debe satisfacer la tasa de crecimiento del output. Ambos tipos de condiciones sólo son reconciliables si exactamente se cumple que:

$$sa = g + n$$

La inconsistencia de este tipo de modelización del crecimiento a largo plazo es evidente. No existe ninguna razón por la que la igualdad anterior deba cumplirse como tal, ya que los cuatro parámetros involucrados surgen de fuentes totalmente distintas. Las economías deberían encontrarse durante largos periodos de tiempo en situaciones de crecimiento o caída continuada de sus tasas de desempleo y/o de sus tasas de utilización de la capacidad productiva, lo que contrasta fuertemente con la evidencia disponible. Por otra parte, una de las implicaciones del modelo de Harrod-Domar es la existencia de una receta mágica para países en vías de desarrollo, que podrían alcanzar la tasa de crecimiento de los países avanzados en sus sectores industriales simplemente incrementando s (bajo ciertos supuestos sobre la distribución de la población entre agricultura e industria).

La conclusión es que un modelo como el de Harrod-Domar no es una buena representación de la dinámica de crecimiento a largo plazo de las economías. ¿Cuál fue la respuesta de la segunda oleada de modelos de crecimiento a los problemas mencionados? La forma de evitar las conclusiones inverosímiles del modelo anterior no podía ser otra que la de reconocer que al menos uno de los cuatro parámetros implicados en la igualdad anterior debía de ser endógeno. Caso de ser así, la igualdad podría cumplirse en promedio a largo plazo, dada la existencia de un posible mecanismo de ajuste hacia tal situación, lo que permitiría un crecimiento sostenido. En el momento en que surgió el modelo neoclásico de crecimiento los candidatos naturales a la

endogeneidad eran los parámetros s y a ⁷. Los intentos de utilizar s (Kaldor 1956), en su vertiente de tasa de ahorro, no fructificaron porque en modelos de aquel tipo el mecanismo que hacía variar endógenamente la tasa de ahorro implicaba una desconexión entre los precios de los factores y su productividad.

El modelo neoclásico de crecimiento desarrollado por Solow (1956)⁸ resolvió el problema tomando el ratio output-capital, a , como la variable endógena. En este caso la tasa de crecimiento de la productividad del trabajo variará con la intensidad del capital, pero quedará un componente exógeno, que se puede identificar como el progreso tecnológico. El supuesto adicional que hace que exista en el modelo un mecanismo de ajuste hacia un único equilibrio de crecimiento sostenido a largo plazo es el de la existencia de rendimientos decrecientes en la utilización de los inputs. De esta forma, el mecanismo de ajuste resulta verosímil y familiar: si en la economía se produce una situación en la que $sa-g > n$ el capital se hace escaso

⁷ Como bien apunta Solow (1994) no existía en principio razón alguna para excluir n y g . Sin embargo, la tasa de crecimiento de la población, aunque importante para el desarrollo económico, no parecía tener un peso específico excesivo en los países desarrollados para los que este tipo de modelos están diseñados. Respecto a endogeneizar la tasa de progreso técnico en aquel momento no parecía concebible una conexión simple entre la asignación de recursos y la tasa de crecimiento de la productividad. De hecho el intento de construir una "función del progreso técnico" por parte de Kaldor y Mirrlees (1962) se contempló en aquel momento como algo inverosímil.

⁸ El modelo de Solow fue desarrollado también por Cass (1965) y Koopmans (1965) bajo el supuesto de que la tasa de ahorro se determina de forma óptima por agentes que viven infinitamente.

relativamente al factor trabajo, con lo que cabría esperar que el cociente de los salarios respecto al rendimiento del capital aumentara. Consecuentemente las empresas aplicando una conducta de minimización de sus costes sustituirían capital por trabajo. El ratio output-capital tenderá, en consecuencia, a disminuir con lo que la condición de consistencia, ($sa = g + n$), volverá a restaurarse.

El avance de la formulación neoclásica respecto al modelo de Harrod-Domar es fundamental, ya que la existencia de rendimientos decrecientes sobre el capital posibilita que se tienda siempre de una forma suave hacia el equilibrio, con lo que se elimina la posibilidad de que existan periodos prolongados de desempleo o infrautilización de la capacidad productiva. Además, la posibilidad de utilizar la tasa de ahorro (inversión) para afectar a la tasa de crecimiento queda cohartada. En el modelo neoclásico de crecimiento exógeno el output crece a una tasa $n+g$ y un incremento permanente de la tasa de ahorro (inversión) sólo afectará al nivel, pero no a la tasa de crecimiento de largo plazo del output.

Una primera cuestión a resaltar es que en el análisis precedente no se ha empleado para nada el supuesto de rendimientos constantes en la función de producción agregada de la economía. Sobre este punto existe una cierta confusión, ya que el mecanismo descrito anteriormente funcionaría exactamente igual sin suponer rendimientos constantes a escala⁹. Otra

⁹ Este es un punto importante porque en ocasiones se ha tendido a equiparar rendimientos constantes a escala con crecimiento exógeno y rendimientos crecientes con crecimiento endógeno. En realidad, el modelo neoclásico

cuestión diferente es que el supuesto añadido de mercados perfectamente competitivos capte la realidad económica o no. Caso de obtener una respuesta afirmativa los rendimientos constantes a escala son el marco adecuado, de no ser así los rendimientos podrían ser incluso crecientes, pero no se alteraría el mecanismo de ajuste descrito anteriormente.

Por último, es importante poner de manifiesto que una de las proposiciones más importantes que se derivan del modelo neoclásico es, bajo supuestos muy claros, la de la convergencia de los países a niveles similares de renta per cápita en el largo plazo. Dado que la tecnología es un bien público puro en este modelo, los avances tecnológicos pueden ser incorporados en cualquier país. Si los países coinciden en sus pautas de comportamiento, es decir, si en términos de la igualdad anterior los parámetros exógenos s y n son iguales, entonces dada la exogeneidad de g los países alcanzarán un mismo nivel de output per cápita de estado estacionario. Si por cualquier shock exógeno un país se encuentra alejado de su estado estacionario tenderá a él y, por lo tanto, convergerá a los mismos niveles de renta per cápita que los países que se encuentren en equilibrio. Además, cuanto más alejado esté de dicho nivel de estado estacionario mayor será su tasa de crecimiento. Esta proposición puede ser contrastada empíricamente a partir de una expresión como la siguiente:

podría funcionar perfectamente con rendimientos crecientes, siempre y cuando la productividad marginal del capital fuera decreciente. Esta posibilidad apuntada por Solow en una nota al pie de página en su artículo seminal de 1956 no resultaba verosímil en aquella época, porque implicaría abandonar el paradigma de funcionamiento competitivo de los mercados.

$$\frac{dy}{dt} = g + \lambda(y^* - y), \quad \lambda > 0 \quad [1.1]$$

donde, en definitiva, la tasa de crecimiento del output per cápita, y , es igual al crecimiento exógeno de la productividad, g , más un componente que depende de la distancia a la que se encuentre la economía de su nivel de renta per cápita de estado estacionario, y^* . Suponiendo que los países comparten pautas de comportamiento (s y n iguales) y tecnologías (idénticas funciones de producción, $y=f(K,L)$), la expresión anterior se convierte en la ecuación de convergencia absoluta. Para contrastar la existencia de dicho mecanismo a nivel de países o regiones basta, en principio, con comprobar para cada país si su tasa de crecimiento ha sido mayor cuanto más bajo era su nivel de renta real corriente (es decir, hacer uso de las propiedades de la serie temporal del output per cápita), o en un contexto de sección cruzada comprobar que los países o regiones más pobres en un momento dado han presentado tasas de crecimiento subsiguientes más elevadas¹⁰. Más adelante veremos que la aparente falta de soporte empírico a dicha proposición (recogida implícitamente en el hecho estilizado séptimo) ha sido uno de los elementos motivadores del debate sobre el crecimiento en los últimos años y del estímulo a la aparición de modelos de crecimiento endógeno.

¹⁰En el Capítulo 2 se presentan contrastes de dicha proposición para los países de la OCDE. También en dicho capítulo se explicitan más claramente los conceptos de convergencia absoluta y condicional, así como su relación con otras nociones de convergencia (la denominada σ -convergencia, por ejemplo). Por último, en el Capítulo 3 se deriva explícitamente dicha ecuación a partir de un modelo de crecimiento neoclásico que incluye capital humano en la función de producción y que ha sido construido por Mankiw, Romer y Weil (1992).

En el caso de que s y n difieran entre países todavía se puede hablar de convergencia condicionada, es decir, los países tenderán a su propio estado estacionario, diferente al de otros países, a tasas decrecientes. Desde el punto de vista de la contrastación empírica, con datos de sección cruzada, la existencia de convergencia condicional se contrastaría igualmente a partir de la ecuación [1.1], pero teniendo en cuenta la existencia de diferencias en y^* entre los países o regiones¹¹.

Como se verá en el cuarto apartado de este capítulo, la estimación de diferentes versiones más o menos ampliadas (es decir, incluyendo más o menos regresores) de la ecuación [1.1] ha constituido el grueso del trabajo empírico en el campo del crecimiento económico de la última década. Pudiera parecer en este momento, por tanto, que el trabajo empírico, independientemente de los desarrollos que se hayan producido en el terreno teórico, se ha quedado en la contrastación de modelos de crecimiento exógeno, sea la versión tradicional de Solow (1956) o versiones a partir de la nueva teoría del crecimiento como la de Mankiw, Romer y Weil (1992). Sin embargo, posteriormente se argumentará que esto no es necesariamente cierto. La razón es que la proposición de convergencia no es una propiedad exclusiva de los modelos de crecimiento exógeno, ya que existen diferentes "encarnaciones" de los modelos de crecimiento endógeno que también presentan

¹¹ De forma muy sencilla se puede decir que en la versión de sección cruzada de la ecuación que implica convergencia absoluta, y^* se va a una constante común a todos los países o regiones, mientras que en la versión que implica convergencia condicional, y^* es distinto para cada país o región.

una forma reducida parecida en esencia a la de la ecuación [1.1]. En realidad, una parte importante del problema reside en dilucidar a partir de ecuaciones estimadas como la anterior, en qué medida toda una serie de correlaciones parciales que de ellas se pueden obtener, por ejemplo, una correlación parcial positiva entre diferentes indicadores de capital humano y las tasas de crecimiento, son evidencia a favor de modelos de crecimiento exógeno (donde el capital humano sería un input acumulable más en la función de producción) o a favor de modelos de crecimiento endógeno (como el de Lucas (1993) en los que las externalidades generadas por la acumulación de capital humano, debidas fundamentalmente a procesos de *learning by doing*, generan crecimiento sostenido). La pregunta clave en cualquier caso, es si una ecuación como [1.1] permite al investigador aportar un contraste efectivo sobre la validez del modelo de crecimiento neoclásico.

III. Modelos de Crecimiento Endógeno.

Como ya se ha explicado anteriormente los modelos de crecimiento endógeno constituyen la tercera oleada de interés por el crecimiento en los últimos cincuenta años. Para Grossman y Helpman (1994) el hecho empírico más importante que ha propiciado muchas de las aportaciones recientes a la teoría del crecimiento es la observación de que muchos países han permanecido en sendas de crecimiento aparentemente dispares durante periodos de tiempo relativamente largos. Además, en relación con este hecho el análisis empírico realizado, utilizando datos tanto de corte transversal como de serie temporal, ha permitido encontrar una correlación significativa entre las tasas de crecimiento nacionales y regionales y una serie de indicadores económicos, sociales y políticos, incluyendo muchos que pueden ser afectados por las políticas económicas. Esto permite otra forma alternativa de caracterizar a este tipo de modelos como contrapunto a los modelos de crecimiento exógeno. En los primeros la tasa de crecimiento de la renta per cápita y, por lo tanto, la posición relativa de los países en el largo plazo es el reflejo de parámetros estructurales y de política económica distintos¹², mientras que en los modelos de crecimiento exógeno esos parámetros sólo afectan a la posición relativa de los países, pero no a sus tasas de crecimiento.

¹² Véase Easterly, Kremer, Pritchett y Summers (1993) para una discusión y evaluación empírica de este tipo de diferencias entre ambos tipos de modelos.

En mi opinión, la discusión relevante no estriba en la elección entre modelos donde la acumulación de capital (físico y humano) es el motor último del crecimiento y modelos donde las mejoras tecnológicas, exógenas o endógenas, son la fuerza motriz del crecimiento económico¹³. Como se verá posteriormente, también dentro de la teoría del crecimiento endógeno existen modelos que mantienen la acumulación de capital como fundamento primordial del crecimiento¹⁴ (al igual que ocurre en el modelo neoclásico). Otros modelos de crecimiento endógeno invocan la existencia de rendimientos crecientes debidos a un mecanismo endógeno, pero *no consciente* de los agentes económicos (a diferencia del modelo neoclásico). Sin embargo, otro tipo de modelos endógenos hace descansar el impulso al crecimiento en las mejoras en la tecnología, fruto de un proceso de inversión de recursos *consciente y costoso*, realizado por empresas a la búsqueda de beneficios¹⁵. Es ésta última característica la que -a mi juicio- capta mejor la esencia de

¹³ Esta discusión se puede reformular de la siguiente manera: la discusión es entre modelos donde el motor del crecimiento es el progreso técnico y modelos donde las propiedades de la función de producción agregada determinan el crecimiento.

¹⁴ Esta es la que se ha dado en denominar la *doctrina de la primacía del capital*. Véase King y Levine (1994) para una esclarecedora argumentación sobre la relevancia de unos y otros planteamientos a la hora de modelizar el crecimiento económico. Para estos autores la acumulación de capital hay que contemplarla como parte integrante del proceso de desarrollo y crecimiento económico, pero en ningún caso como la fuerza motriz del mismo.

¹⁵ Más adelante se volverá sobre este punto, una vez se hayan expuesto las características primordiales de cada tipo de modelos.

lo que es la dinámica real de crecimiento a largo plazo de las economías.

Hacer una clasificación de los distintos modelos de crecimiento endógeno puede resultar arbitrario dada la ingente cantidad de planteamientos diferentes que se han realizado en los últimos años. No obstante, existen una serie de rasgos característicos de los modelos que nos van a permitir hacer una subdivisión en tres categorías¹⁶: modelos con externalidades y rendimientos crecientes a escala, modelos lineales y modelos neoschumpeterianos.

III.1. Modelos con externalidades y rendimientos crecientes.

Existe un amplísimo consenso en que los trabajos de Romer (1986) y Lucas (1988) son los iniciadores de la teoría del crecimiento endógeno. Este tipo de modelos son extensiones bastante sencillas del modelo neoclásico. La especificación de la tecnología es muy similar a la empleada en los modelos de crecimiento exógeno. La función de producción agregada de la economía se aumenta con un índice de eficiencia tecnológica, A ¹⁷, de forma que dicha

¹⁶ Panorámicas o evaluaciones excelentes sobre crecimiento endógeno pueden encontrarse en De la Fuente (1992), Sala i Martín (1994a), Romer (1994a), Grossman y Helpman (1994), Solow (1994), Jones y Manuelli (1994), Pack (1994), Mankiw (1995) y Barro y Sala i Martín (1995), entre otros.

¹⁷ A partir de la costumbre de utilizar esta letra del abecedario como representación del nivel tecnológico de la economía, De la Fuente (1992) relata la historia de la teoría del crecimiento como la *Histoire d'A*. Hay una historia previa a la aparición de A y una venida al mundo de la mano del residuo de Solow.

función se puede representar como $Y = F(K,L,A)$. La forma en la que se determina la senda temporal de A es lo que distingue a los diferentes modelos.

Romer (1986 y 1987a) propuso un modelo de rendimientos crecientes con externalidades que se puede considerar una extensión del modelo de Arrow (1962). Se trata de un modelo con aprendizaje (*learning by doing*) basado en la acumulación de capital¹⁸. A nivel de las empresas la tecnología es de rendimientos constantes en los factores de producción controlados privadamente, pero teniendo en cuenta la externalidad de aprendizaje la función de producción agregada exhibe rendimientos crecientes.

De una forma muy concisa podemos resumir este modelo de la siguiente forma. El output de una empresa j se puede representar por una función $Y_j = A(R)F_j(R_j, K_j, L_j)$, donde R_j es el stock de resultados del gasto en investigación y desarrollo realizado por la empresa j . En el modelo se supone que existen externalidades de los esfuerzos privados en investigación que llevan a mejoras en el stock público de conocimiento, $A(R)$. Esto implica que, dado que F es homogénea de grado uno en los tres factores y suponiendo

¹⁸ En realidad, Romer trabajaba por simplicidad en este modelo con sólo dos factores de producción, trabajo y conocimiento (*knowledge*). Ha existido una cierta confusión porque utilizaba el símbolo K para denominar al conocimiento, con lo que ha tendido a confundirse con el stock de capital. De todas formas, dados los supuestos del modelo (conocimiento y capital físico se utilizan en proporciones fijas), se puede considerar que el conocimiento es un subproducto de la inversión en capital físico, por lo que se puede hablar de un modelo de aprendizaje basado en la acumulación de capital.

un equilibrio simétrico (todas las empresas son idénticas en la economía), la función de producción agregada tiene rendimientos crecientes a escala ya que $Y=A(R)F(K,L)$ y se supone que $A(R)=A(K)$ ¹⁹.

Una importante implicación de interés teórico de este modelo es que aún habiendo rendimientos crecientes a nivel agregado las empresas toman como dado el valor de A , por lo que, al haber rendimientos constantes en los factores controlados a nivel privado, el equilibrio competitivo continúa siendo factible en la economía. En Romer (1987b²⁰), sin embargo, se plantea un modelo que también exhibe rendimientos crecientes pero donde la especialización y la división del trabajo son los factores generadores de las economías de escala. Para ello se usa una versión del modelo de competencia monopolística de Dixit y Stiglitz (1977) en el que hay costes de entrada en el sector de bienes intermedios. En este caso el motor del crecimiento sostenido es la acumulación de capital que posibilita un incremento en el número de productores de bienes intermedios. La mecánica de este modelo es sumamente sencilla: al aumentar el número de variedades de inputs intermedios el coste unitario del bien final disminuye. Esto es debido a que la función de producción que relaciona el output final con el

¹⁹ Que es lo mismo que decir que el conocimiento R aumenta uno a uno con K , por lo que también hay rendimientos crecientes en la acumulación sólo de capital.

²⁰ Este modelo también podría catalogarse en el tercero de los grupos que se han establecido, ya que al igual que los otros modelos neo-schumpeterianos resalta la importancia del poder monopolístico de las empresas para incentivar el proceso de innovación.

uso de todos los inputs tiene rendimientos crecientes, lo que permite el crecimiento sostenido (en definitiva, de una forma muy similar a la que se da en el modelo anterior de *learning by doing*).

Otro resultado importante, aunque en este caso de interés empírico, de los modelos con externalidades y rendimientos crecientes es que permiten dar una explicación verosímil a una de las paradojas más llamativas del modelo de crecimiento neoclásico: ¿cómo es posible que el capital no fluya masivamente de los países de rentas per cápita más altas a los más pobres y que incluso se observen flujos en sentido contrario? Si la función de producción presenta rendimientos crecientes en K , el producto marginal del capital aumenta con el stock de capital instalado. En consecuencia, dados dos países con la misma población, el tipo de interés será más alto en el que tenga un mayor stock de capital, con lo que el capital podría fluir perfectamente de los países pobres a los ricos (esto implicaría un "vuelco" a la hipótesis de convergencia).

Por último, es importante resaltar de este tipo de modelos la idea de que el progreso técnico aparece como resultado de actividades conscientes de los agentes económicos, aunque, en este caso, las externalidades o los rendimientos crecientes surjan de forma casi accidental (ya que no se internalizan) como un subproducto de otras actividades económicas. De esta forma no se plantea el problema para las empresas de como financiar su adquisición o apropiarse de sus beneficios. Se podría decir que en estos modelos la acumulación de capital y el progreso técnico son bienes

complementarios.

El modelo de Lucas (1988) tiene una estructura subyacente muy similar a la de los modelos anteriores. En este caso, es la inversión en capital humano en lugar de en capital físico la que provoca las externalidades, que a su vez posibilitan las mejoras en el nivel de la tecnología. Se trata de un modelo de equilibrio en el que los agentes invierten en capital humano para aumentar sus ingresos futuros. La función de producción de una empresa j se puede escribir en este caso como $Y_j = A(H)K^\alpha[(1-\tau)H_j]^{1-\alpha}$, donde H_j es el stock privado de capital humano y τ es la fracción del tiempo disponible que se dedica a la educación²¹. La forma más sencilla de plasmar la externalidad es suponiendo que $A(H) = H^\gamma$, con lo que si $\gamma > 0$ la educación genera una externalidad positiva que los individuos no tienen en cuenta (como sí que lo haría un planificador).

En el modelo de Lucas los trabajadores determinan simultáneamente el tiempo que dedican a tareas productivas y el que dedican a la formación de su propio capital humano. La educación tiene un efecto directo sobre los ingresos del trabajador, que éste puede apropiarse, lo que justifica la inversión privada en formación. Además, siempre que exista dicha externalidad positiva se puede comprobar que habrá una tasa de inversión inferior a la socialmente óptima en la economía dando pie a la posibilidad de la

²¹ En realidad Lucas plantea su modelo haciendo depender la externalidad del capital humano per cápita, en vez del stock como se hace aquí. Los resultados son idénticos si mantenemos constante la población.

intervención pública.

Tres aspectos del modelo anterior merecen especial atención para comprender la relevancia de este tipo de modelización. En primer lugar, a diferencia de los modelos vistos anteriormente, la adquisición de conocimientos compete con la acumulación de capital por los recursos disponibles, dando lugar a un *trade-off* entre tipos alternativos de inversión (De la Fuente, 1992). Utilizando la terminología empleada anteriormente acumulación de capital y progreso técnico son bienes sustitutivos, por lo que desaparece la "doctrina de la primacía del capital".

En segundo lugar, éste es en realidad un modelo con dos sectores productivos, el sector de producción de bienes finales y el sector de producción de capital humano. El modelo de Lucas (1988) y la simplificación subsiguiente en Lucas (1993) adoptan el supuesto extremo de que la producción de capital humano se realiza únicamente con este factor, en una especificación lineal de la función de producción. Aunque éste es un supuesto que se puede relajar sin excesivas complicaciones, la importancia de la consideración de más de un sector productivo es fundamental para comprender algunos de los posibles mecanismos del proceso de crecimiento en el largo plazo, que en los modelos unisectoriales son difíciles de captar. Así, por ejemplo, este tipo de modelización con dos sectores no necesita siquiera la presencia de externalidades para generar crecimiento endógeno. En este caso el crecimiento lo generaría los desequilibrios en el ratio capital físico-capital humano respecto a su nivel de estado estacionario. De

esta forma, países que por cualquier razón hubieran sufrido una destrucción importante de su capital físico podrían crecer rápido, mientras que otros países donde hubiera sido el capital humano el factor destruido tendrían perspectivas de crecimiento lento. En definitiva, el modelo de Lucas enfatiza la interacción entre los distintos sectores productivos en la economía y hace una apuesta clara por la acumulación de capital humano como principal motor del crecimiento económico (a diferencia del modelo de Romer). La acumulación de capital físico no juega más que un papel subsidiario en el proceso de crecimiento y, de entre los posibles canales que pueden propiciar la acumulación de capital humano, Lucas (1993) presenta evidencia de carácter microeconómico que avalaría la gran importancia del aprendizaje en el puesto de trabajo como principal motor del crecimiento, sobre todo en economías cuyo desarrollo en las últimas décadas cabe describir como "milagros económicos".

En tercer lugar, este modelo permite explicar la evidencia empírica, incompatible con un modelo de crecimiento exógeno, de que la mano de obra cualificada tiende a emigrar de los países de rentas bajas a los de rentas más elevadas (hecho estilizado undécimo). En el modelo de Lucas el rendimiento del capital físico se puede igualar entre países, pero si esto ocurre, la remuneración del capital humano será mayor en los países de rentas altas, con lo que los trabajadores mejorarían emigrando hacia dichos países²².

²² Para Romer (1994a) este tipo de resultado del modelo de Lucas es una evidencia mucho más fuerte, que todas las regresiones juntas de convergencia.

Existen otros modelos que comparten muchas de las características de los anteriores, pero que han sido diseñados para proporcionar resultados en otros frentes. Así, y a modo de ejemplo, Young (1991) realiza una extensión del modelo de Romer (1986) al contexto de economías abiertas. En este trabajo se investigan los efectos dinámicos del comercio internacional en un modelo de *learning by doing* y externalidades. A partir de la interacción entre un país desarrollado y otro en vías de desarrollo (donde el primero está mejor dotado inicialmente de conocimiento científico), se puede comprobar como en el país menos desarrollado la tasa de crecimiento del progreso técnico y del output son inferiores con libre comercio o, como máximo iguales, a las que se darían en autarquía. La razón es que existen dos tipos de bienes, uno de alta tecnología y otro de baja, con lo que el país más avanzado aprovecha su ventaja comparativa especializándose en el bien de alta tecnología. Pese a todo, dadas las habituales ganancias estáticas del comercio, los consumidores del país en vías de desarrollo podrían aumentar su bienestar en la situación de libre comercio.

Para concluir este subapartado se van a destacar de forma muy general algunas de las implicaciones de este tipo de modelos respecto a sus proposiciones empíricas más destacables. Normalmente este tipo de modelizaciones que incorporan efectos externos y/o rendimientos crecientes en la función de producción agregada tienen la sencilla implicación de ausencia de convergencia a largo plazo de las economías a niveles similares de renta per cápita. En este sentido, los modelos de rendimientos crecientes

en los factores acumulables como el de Romer (1986), en su formulación más "radical", podrían ser contrastados de forma casi directa a partir de ecuaciones de convergencia como [1.1], dado que un parámetro de convergencia λ positivo, recoge la presencia de rendimientos decrecientes en dichos factores, mientras que un parámetro $\lambda < 0$ sería evidencia en favor de la hipótesis de rendimientos crecientes²³. Del mismo modo, versiones extremas de este tipo de modelos con externalidades tienen la implicación de que la tasa de crecimiento del output per cápita depende de alguna variable de escala como el nivel de la población, por lo que existe un efecto que implica que aquellas economías más grandes (más pobladas) deberían crecer más rápidamente. Este tipo de predicción ha sido contrastada en la literatura empírica, por ejemplo por Backus, Kehoe y Kehoe (1992), que encuentran evidencia bastante contundente en contra de estos efectos de escala. Argumentos como los anteriores parecen indicar a primera vista la posible irrelevancia empírica de estas modelizaciones teóricas. Sin embargo, es necesario hacer algunas matizaciones importantes. En primer lugar, el sentido común de la mayoría de los economistas tiende a descartar como irrelevante un mundo caracterizado por la presencia de rendimientos crecientes a escala, donde adicionalmente se exige que las posibles externalidades sean lo suficientemente grandes, como para que los factores acumulables presenten rendimientos no decrecientes a su vez. En este

²³ Véase la derivación de la ecuación de convergencia que se hace en el Capítulo 3, para comprobar que $\lambda = (1-\alpha)(n+g+\delta)$, donde α es el exponente del capital físico en la función de producción (suponiendo que se produce sólo con trabajo y capital físico) y n , g y δ son las tasas de crecimiento de la población, del progreso técnico exógeno y de depreciación. Si $\alpha > 1$ existen rendimientos crecientes en el capital y consecuentemente $\lambda < 0$.

sentido, efectos de escala como el descrito (una población mayor supone un crecimiento mayor) pueden ser eliminados de los modelos de forma sencilla, simplemente suponiendo que la externalidad en el conocimiento no depende del volumen agregado de capital, sino por ejemplo del capital medio $A(R)=A(K/L)$. En este caso, se sigue manteniendo la existencia de un crecimiento que es endógeno, pero que no tiene la implicación de escala anterior, por lo que trabajos como el de Backus et al. (1992) no son más que evidencia en contra de una versión extrema e irreal del modelo de crecimiento de Romer. De la misma manera autores como Caballero y Lyons (1992) han demostrado la existencia de externalidades positivas del conocimiento en un estudio de la industria manufacturera de Estados Unidos y Europa, lo que avalaría la posible utilización de este tipo de modelos que emplean esta fuente de crecimiento económico. Pese a todo la magnitud estimada de dichas externalidades parece no ser suficiente como para generar crecimiento endógeno del tipo del modelo de Romer.

En general, modelos con externalidades en el capital físico o humano, como los de Romer y Lucas, son difícilmente creíbles en sus versiones extremas, además de ser bastante irreconciliables con la evidencia empírica. El trabajo teórico necesita, en muchos casos, de supuestos básicos para resaltar argumentos relevantes sobre el funcionamiento de las economías y, en este sentido, modelizaciones como las de estos autores, cuya intuición en cuanto a la generación de crecimiento se podría recoger fácilmente en un modelo de un sector con externalidades en el capital, han propiciado un importante debate entre los economistas sobre la fuente básica de generación

de efectos externos en la economía. Así, muchos investigadores parecen decantarse a favor de que la fuente básica de las externalidades es fundamentalmente el capital humano y no el capital físico (además, dado que la participación del trabajo en la renta nacional es mucho mayor que la del capital físico, modelizar las externalidades vía capital humano reduce considerablemente el tamaño que éstas han de tener para generar crecimiento endógeno). Además de este tipo de consideraciones, es fácil comprobar que ligeras modificaciones de algunos supuestos de estos modelos, permiten extraer conclusiones mucho más cercanas a las que es posible obtener a partir de modelos estándar de crecimiento exógeno, lo que hace que el trabajo empírico resulte mucho más complicado. El trabajo de Lucas (1993) muestra este tipo de posibilidad muy claramente, ya que permite una reinterpretación del modelo neoclásico en términos de un modelo de crecimiento endógeno (con implicaciones radicalmente opuestas sobre la convergencia), para con alguna ligera modificación posterior volver a un mundo de crecimiento endógeno que predice convergencia condicional entre los países. De una forma sencilla podemos plasmar este proceso de ida y vuelta de un mundo con la propiedad de convergencia a un mundo de divergencia suponiendo la siguiente función de producción:

$$y(t) = Ak(t)^\alpha [(1-\tau)h(t)]^{1-\alpha} \quad [1.2]$$

donde por simplicidad se han expresado las variables en términos per cápita y, adicionalmente, se supone que la población (normalizada a uno) no crece. Al igual que en los párrafos anteriores τ es la fracción del tiempo

disponible que se dedica a la educación. Simplificando aún más las cosas se supone que A es común a todos los países y que no existen por tanto externalidades del capital humano. La dinámica de los dos tipos de capital de este mundo simplificado se puede recoger en las siguientes ecuaciones de acumulación:

$$dk(t)/dt = sy(t) \quad [1.3]$$

$$dh(t)/dt = \eta\tau h(t) \quad [1.4]$$

donde s es la tasa de ahorro, η mide la productividad del tiempo dedicado a la educación. Como puede observarse, el modelo anterior (tomando s y τ como dadas) se puede reinterpretar exactamente como el modelo neoclásico unisectorial de Solow: el nivel tecnológico inicial sería igual a $Ah(0)^{1-\alpha}$ y la tasa de crecimiento de largo plazo del capital y el output per cápita (la tasa de crecimiento exógeno en el modelo de Solow) sería igual a $\eta\tau$. Obsérvese, sin embargo, que pese a la aparente similitud de ambos modelos las implicaciones son radicalmente distintas: aún suponiendo que la tasa de crecimiento del capital humano, $\eta\tau$, sea idéntica entre países, el nivel de output per cápita de cada país será proporcional en el largo plazo al nivel inicial de capital humano de cada país. Este modelo es, por lo tanto, consistente con el mantenimiento a largo plazo de cualquier tipo de desigualdad en la distribución de la renta entre países. La simple reinterpretación del nivel tecnológico inicial como un stock de capital humano propio de cada país, convierte un modelo que predice convergencia, en un modelo que predice cualquier tipo de disparidad en la distribución de la

renta a largo plazo (las implicaciones serían todavía más extremas si suponemos diferencias en $\eta\tau$ entre países). El último paso que falta dar para comprobar como es relativamente sencillo volver a un entorno de convergencia condicional, sin romper los postulados básicos de funcionamiento del modelo, es suponer que la acumulación de capital humano en un país no es independiente del nivel de dicha variable en otras economías. En definitiva, basta con reconocer que existe una frontera común del conocimiento a nivel mundial y que dicho conocimiento se transmite entre países, para introducir algún tipo de convergencia en el modelo anterior. Así, la ecuación de acumulación del capital humano [1.4] se puede reescribir como:

$$dh(t)/dt = \eta\tau h(t)^{1-\theta} Z(t)^\theta \quad [1.5]$$

donde $Z(t)$ es el nivel de capital humano promedio en el mundo. Bajo este supuesto, bastante razonable por otra parte, y en el caso extremo en que $\eta\tau$ fuera igual entre países las rentas per cápita acabarían convergiendo exactamente a los mismos niveles en el largo plazo.

El ejemplo anterior ilustra con bastante claridad la dificultad de discriminar empíricamente entre uno y otro tipo de planteamientos, ya que cualquiera de los tres modelos presenta dinámicas de los stocks de capital esencialmente similares. Además, cualquier evidencia empírica en favor de la existencia de convergencia condicional entre países es difícilmente atribuible a uno de los dos modelos presentados con esta propiedad. Posteriormente veremos que existen versiones o modificaciones sencillas de

los otros tipos de modelos de crecimiento endógeno, que pueden tener también implicaciones similares sobre la convergencia entre países.

III.2. Modelos lineales.

La clase de modelos de crecimiento endógeno denominados modelos lineales persiguen la estrategia de la primacia del capital de una forma mucho más agresiva que los modelos de Romer (1986 y 1987a). Por lo tanto, estos modelos continúan asentando el sustento al crecimiento sobre la base de la acumulación de capital (aunque en este caso el capital se entiende en un sentido amplio y puede incluir capital humano, el stock de conocimiento, capital público o capital financiero, por ejemplo). Estos modelos abandonan uno de los hechos que Romer (1994a) considera como fundamentales a la hora de modelizar el crecimiento: que la tecnología o el conocimiento son bienes no rivales (es decir que pueden ser utilizados por todo el mundo a un coste básicamente nulo)²⁴.

De una forma muy simplificada podemos sintetizar estos modelos²⁵ partiendo de una función de producción como $Y=F(R,K,H)$, donde en este caso R sería el conocimiento científico, que presenta rendimientos constantes a escala en

²⁴ Si bien es cierto que el propio modelo de Romer (1986) visto anteriormente también viola este supuesto.

²⁵ Algunos de los ejemplos más notorios de esta corriente de modelos son Jones y Manuelli (1990), Rebelo (1991), King y Rebelo (1990) o Becker, Murphy y Tamura (1990).

los tres inputs. Nótese que R es tratado como un input ordinario rival más, con lo que al no existir inputs no rivales se elimina la posibilidad de que existan rendimientos crecientes. A partir de aquí es relativamente sencillo construir un modelo de crecimiento perfectamente competitivo. Dados los supuestos anteriores el modelo se puede simplificar considerablemente agregando los tres inputs en una medida del capital amplia, que por sencillez llamamos K : $Y=F(K)=AK$ (de la linealidad de esta función de producción es de donde surge el nombre de modelos de crecimiento lineales). La competencia perfecta requiere que a dicha medida del capital, K , se le remunere acorde a su productividad marginal, que debe situarse por encima de la tasa subjetiva de descuento para que la inversión continúe siendo rentable. Los diferentes autores resuelven esta cuestión fijando un límite inferior a la tasa de rentabilidad privada del capital, como una propiedad de la función de producción agregada, lo que asegura que la inversión no deje de ser rentable en ningún momento. Otra forma relativamente sencilla de ver este mismo punto es pensar que en la economía se ahorra una fracción constante del output, Y , que se utiliza para producir más capital, K , con lo que el modelo genera crecimiento endógeno y persistente.

Antes de pasar a comentar muy brevemente algunos de los resultados concretos que se derivan de estos modelos merece la pena hacer hincapié en dos cuestiones. La primera es que de nuevo, como es una constante en los modelos de crecimiento endógeno, el crecimiento surge de actividades que los hombres realizan²⁶. La segunda es que, aunque esto también es característico de los

²⁶ Eso sí a costa de violar el supuesto de no rivalidad del conocimiento

modelos anteriores, los modelos lineales dan una explicación muy clara y contundente de por qué no debe existir convergencia entre los países a niveles de renta per cápita similares. En la versión más sencilla de este modelo (véase por ejemplo Sala i Martín 1994a) la tasa de crecimiento de un país depende de su tasa de ahorro (que viene determinada por la tasa de descuento subjetiva y la elasticidad de sustitución intertemporal) y de cuán productiva sea su tecnología (el parámetro A de la función de producción). Las tasas de crecimiento de dos países en los que todos los parámetros anteriores sean iguales serán idénticas, por lo que si uno de ellos parte de un nivel de renta per cápita inferior, la distancia entre ambos tenderá a mantenerse perpetuamente. Además, si los países también difieren en sus parámetros de productividad, los países de "bajo crecimiento" permanecerán siempre como tales, independientemente de cuales sean sus condiciones iniciales, lo que incluso podría conducir a un proceso de divergencia continuado.

Rebelo (1991) emplea uno de estos modelos lineales para explicar cómo la diversidad de tasas de crecimiento entre países, puede ser explicada por las diferencias en la política gubernamental observada entre países. Dichas diferencias en la política económica pueden también crear incentivos para que el trabajo emigre de los países de bajo crecimiento a los de alto crecimiento.

científico (de hecho, esta sería la crítica que esgrimiría un defensor del modelo neoclásico, donde sí que se respeta dicho supuesto).

El modelo de King y Rebelo (1990) es interesante porque explica las diferencias en las tasas de crecimiento por las diferencias existentes entre los países en cuanto a sus políticas económicas, que pueden afectar los incentivos de los individuos a acumular capital tanto físico, como humano. Este trabajo es interesante también porque utiliza un ejercicio de calibración de su modelo para cuantificar los efectos de cambios en la imposición sobre las tasas de crecimiento. Así, por ejemplo, los autores concluyen que las implicaciones sobre el bienestar de los individuos (el coste de un incremento del diez por cien en el impuesto sobre la renta) pueden ser cuarenta veces superiores en un modelo de crecimiento endógeno, que en modelo neoclásico estándar.

Por último, otra aportación relevante de esta rama de la literatura es el trabajo de Becker, Murphy y Tamura (1990). En este caso los autores suponen que la tasa de fertilidad es endógena y que la tasa de rentabilidad del capital humano aumenta conforme aumenta su nivel. En este modelo se plantea un *trade-off* entre tasas de rentabilidad de los hijos y tasas de rentabilidad de la inversión en capital humano, de forma que al final se pueden caracterizar dos tipos de estados estacionarios. En los países donde el nivel de capital humano es escaso se invertirá mucho en hijos y muy poco en su formación, mientras que en los países bien dotados de capital humano las familias tenderán a ser pequeñas y el capital humano y físico crecerá.

Para finalizar este subapartado sobre los modelos lineales se van a presentar de nuevo algunas puntualizaciones acerca de las proposiciones

contrastables que se derivan de estos modelos, así como de ciertas cuestiones de interés más teórico. Una de las implicaciones más en contra de la evidencia empírica es que los modelos lineales unisectoriales (el modelo *AK* puro) tienen la indeseable propiedad de que la participación del trabajo en la renta nacional converge a cero. En general esta situación se produce para cualquier factor de producción no reproducible, en el caso en el que se considere más de una forma de capital. Sin embargo, este tipo de predicción es fácilmente corregible si se amplía el modelo a dos sectores. En ese caso, suponiendo por ejemplo la existencia de un sector productor de bienes de consumo y otro de bienes de capital, es suficiente con que en uno de los dos sectores se produzca sólo con factores reproducibles (mientras que la tecnología del otro admite cualquier combinación de factores) para que las participaciones de los factores no reproducibles en la renta nacional sean positivas. De hecho, el modelo de Lucas (1988) se puede reinterpretar como un modelo *AK* de dos sectores, que corrige este defecto, si se eliminan totalmente las externalidades del capital humano. Ejemplos como el anterior demuestran de nuevo la sensibilidad de los modelos de crecimiento endógeno a los supuestos concretos que se adopte y la dificultad de realizar contrastes empíricos explícitos de crecimiento endógeno (donde la hipótesis alternativa sería un mundo de crecimiento exógeno). No obstante, los modelos *AK* son una interesante forma de modelización, porque casi todos los modelos de crecimiento endógeno se pueden reducir en algún sentido a versiones de este tipo: para generar crecimiento endógeno hay que conseguir fijar de alguna manera un límite inferior a la productividad marginal del capital²⁷ en

²⁷ En realidad lo que diferencia en muchos casos a los distintos tipos de

sentido amplio.

Otra interesante implicación de los modelos lineales unisectoriales, que es común también a muchos modelos con externalidades y rendimientos crecientes (por lo menos en sus primeras versiones) es la ausencia de dinámica transicional²⁸. Dicho de otra manera, aquellas economías que funcionaran acorde a estos modelos se encontrarían siempre en el estado estacionario y caso de cambiar los determinantes del mismo, pasarían directamente al nuevo equilibrio de largo plazo. La ausencia de dinámica transicional de estos modelos puede parecer *a priori* relevante a nivel puramente teórico, sin embargo, ésta propiedad conduce al resultado empíricamente contrastable de que no debe existir ningún tipo de relación entre los niveles de renta de partida de los países y sus subsiguientes tasas de crecimiento. Estos

modelos endógenos es la estrategia seguida para fijar el límite inferior a la productividad. Los modelos *AK* imponen como punto de partida dicho límite. Por otra parte, en los modelos con externalidades, éstas han de ser lo suficientemente grandes como para que el conjunto de producción que las empresas internalizan sea lineal en el capital (en este sentido los rendimientos crecientes no son condición suficiente para generar crecimiento endógeno, además de que tampoco son condición necesaria). Por esta razón, casi cualquier modelo de crecimiento endógeno se puede reducir a una versión más o menos simple del modelo *AK* básico. Sería erróneo, no obstante, inferir de argumentos como el anterior que las distintas estrategias de modelización son irrelevantes, dado que todas se pueden reducir a un tipo de modelo más general. Las implicaciones de política económica de los distintos modelos pueden ser radicalmente distintas pese a esa mecánica "similar" de generación del crecimiento, por lo que queda al trabajo empírico la tarea de discriminar entre unas y otras.

²⁸ El modelo de Lucas (1988), sin embargo, sí que presenta dinámica transicional. No obstante, ésta es un tanto compleja, lo que genera una gran dificultad para estudiar el comportamiento cualitativo concreto de las diferentes variables (véase Caballé y Santos, 1993 y Barro y Sala i Martín, 1995).

modelos predicen, por tanto, la inexistencia de convergencia absoluta o condicional de los países (es decir, predicen un parámetro $\lambda=0$ en la ecuación [1.1]). Obsérvese que al igual que en los modelos de rendimientos crecientes, cabría en principio utilizar ecuaciones de convergencia como [1.1] para contrastar la validez de los modelos *AK*. Nuevamente se puede argumentar, al igual que se hacía al final del anterior subapartado, que las cosas no son tan sencillas como pudiera parecer. En general, existe un consenso suficiente entre los economistas de que los modelos *AK* son bastante irrazonables en su versión más pura, ya que la evidencia empírica parece apuntar firmemente hacia la existencia de algún tipo de convergencia condicional, *catching-up*, difusión del conocimiento, etc. incompatible con estos modelos. Además, otro tipo de contrastes empíricos basados en las implicaciones sobre las series temporales de estos modelos tienden a rechazarlos²⁹. Sin embargo, es fácil de nuevo volver a un mundo en el que pueden coexistir el crecimiento endógeno con la existencia de dinámica transicional y la propiedad de convergencia condicional. Para ver este resultado se va a realizar un ejercicio similar al del subapartado anterior. Primero se va a resolver el modelo *AK* puro, para comprobar la ausencia de dinámica transicional y la inexistencia de la propiedad de convergencia, para, en segundo lugar, hacer una leve modificación en el modelo que permita rescatar ambos resultados.

²⁹ Por ejemplo, en Jones (1995) se rechaza abrumadoramente la hipótesis nula de que cambios permanentes en ciertas variables de política económica tengan efectos permanentes sobre las tasas de crecimiento, como predicen muchos modelos *AK*.

Supóngase que la tasa de ahorro, s , es constante y la función de producción es $Y=AK$. La función de producción expresada en términos per cápita es por lo tanto $y=Ak$ (donde $y=Y/L$). En este modelo la tasa de crecimiento del output per cápita será igual a la tasa de crecimiento del capital per cápita. Suponiendo que la población crece a una tasa exógena, n , y el capital se deprecia a una tasa δ , la dinámica del stock de capital per cápita vendrá dada en esta economía cerrada y sin sector público por:

$$(dk/dt)/k = sy/k - (n+\delta) \quad [1.6]$$

Dado que la tasa de crecimiento del output per cápita es igual a la del stock de capital per cápita, obsérvese sustituyendo en [1.6] que:

$$(dy/dt)/y = sA - (n+\delta) \quad [1.7]$$

Siempre que $sA > (n+\delta)$ esta economía presentará crecimiento a largo plazo sin necesidad de que exista progreso técnico exógeno (el modelo es endógeno) y, además, independientemente de cual sea el nivel de output per cápita de la economía la tasa de crecimiento seguirá siendo la misma ($sA-(n+\delta)$), por lo que el modelo predice la inexistencia de convergencia de ningún tipo entre países. Ahora bien, la tecnología del modelo anterior se puede modificar (véase Jones y Manuelli, 1990) de forma que, manteniendo la existencia de rendimientos constantes a escala, se puede generar dinámica transicional, convergencia y crecimiento endógeno. Concretamente supóngase que la función de producción en niveles es una combinación de la tecnología AK y de una

Cobb-Douglas³⁰:

$$Y = AK + BK^\alpha L^{1-\alpha} \quad [1.8]$$

La expresión anterior en términos per cápita será:

$$y = Ak + Bk^\alpha \quad [1.9]$$

En consecuencia, dado que la dinámica del stock de capital per cápita sigue siendo la misma de la ecuación [1.6], utilizando [1.9] se puede obtener la tasa de crecimiento del output per cápita:

$$(dy/dt)/y = s(A+Bk^{-(1-\alpha)}) - (n+\delta) \quad [1.10]$$

El resultado importante es que en el límite (cuando k tiende a infinito) el modelo es idéntico al anterior (y/k converge a A) y, consecuentemente existe crecimiento endógeno. Sin embargo, dado que la productividad media del capital es decreciente en k , la tasa de crecimiento del output per cápita del país depende del valor concreto del stock de capital en un momento dado del tiempo. En definitiva, dadas dos economías que sólo difieran en términos de su stock de capital per cápita inicial, siempre crecerá más rápido la menos dotada en este factor. El modelo predice una etapa de transición al

³⁰ A este tipo de función de producción se la conoce como "Sobelow", ya que es un compuesto de la función de producción de Solow ($K^\alpha L^{1-\alpha}$) y de Rebelo (AK).

estado estacionario similar a la de los modelos de crecimiento exógeno, pero mantiene el crecimiento endógeno. La propiedad de convergencia condicional también se cumple en este modelo y obsérvese que este tipo de convergencia es difícilmente distinguible de la que se deriva de un modelo de crecimiento exógeno en estimaciones de ecuaciones de convergencia como [1.1].

III.3. Modelos neo-schumpeterianos.

Otra de las corrientes de los modelos de crecimiento endógeno, que en opinión de Solow (1994) va a constituir el valor añadido real de la teoría endógena del crecimiento, se debe a los intentos de modelizar el componente endógeno del progreso tecnológico como parte integral de la teoría económica del crecimiento³¹. Estos modelos denominados neo-schumpeterianos ponen el énfasis en la importancia de la obtención de rentas de monopolio de forma transitoria, como la fuerza motriz del proceso de innovación. Además, se contempla de forma explícita la introducción en la economía de nuevos bienes o variedades mejoradas de bienes ya existentes³². Hasta ahora los modelos

³¹ Los precursores en esta corriente de modelos son Romer (1990), Aghion y Howitt (1992), Grossman y Helpman (1989, 1990a y b, 1991a, b, c, d). Muchas de las aportaciones de los trabajos anteriores de Grossman y Helpman aparecen recopiladas en (1991e).

³² Véase Romer (1994b) para una discusión relevante de cuáles son las implicaciones en modelos de competencia perfecta e imperfecta de no considerar la posibilidad de que se introduzcan nuevos bienes en la economía. Aunque en ese trabajo el objetivo primordial es determinar los costes asociados a la introducción de tarifas arancelarias, muchas de las conclusiones pueden ser extrapolables perfectamente a la distinción entre modelos de crecimiento donde no se permite la aparición de nuevos bienes y los que sí que lo hacen.

considerados (sean con externalidades y rendimientos crecientes o los modelos lineales de competencia perfecta) mantienen el supuesto de que la introducción de nuevos bienes no tiene ningún efecto a nivel agregado, la premisa en los modelos neo-schumpeterianos es que las economías tienen posibilidades ilimitadas de introducir nuevos bienes.

La dificultad en la construcción de estos modelos radica en la forma en la que se modeliza el crecimiento basado en la innovación. Se supone que las empresas (los agentes innovadores) realizan inversiones en procesos de investigación y desarrollo (I+D) con la esperanza de producir un bien (sea final o intermedio) que no tenga sustitutivos cercanos en el mercado. De esta forma la empresa espera recuperar los gastos realizados anticipadamente y obtener un beneficio fruto de su inversión y esfuerzos investigadores. Esto implica abandonar el supuesto de que las empresas son precio aceptantes en un entorno de competencia perfecta y supone aceptar un esquema de competencia monopolística. De no ser así, las empresas no podrían fijar precios en exceso a sus costes unitarios de producción, de forma que esto les permita recuperar sus gastos anticipados en I+D.

Veamos un ejemplo de los pasos que siguen este tipo de modelos para explicar el crecimiento basado en la innovación. Para ello vamos a utilizar un modelo para el caso de economía cerrada presentado por Grossman y Helpman (1991e, capítulo 4), que a su vez se fundamenta en una versión previa de Aghion y Howitt (1992). Supongamos una industria competitiva de bienes de consumo que utiliza como únicos inputs una serie de productos intermedios (por

simplicidad se puede suponer que la función de producción es Cobb-Douglas con participaciones iguales de todos los inputs intermedios). Supongamos también que cada uno de los inputs tiene su propia "quality ladder", es decir una secuencia ilimitada de ganancias potenciales en calidad, en la que cada nueva generación del input mejora al precedente³³. Las empresas invierten en I+D con la esperanza de desarrollar una versión del input más productiva que la de las generaciones anteriores. Con un sistema de patentes que funcione las empresas innovadoras adquieren el derecho de propiedad sobre su invención, con lo que podrán disfrutar de rentas de monopolio (dado que hay competencia en precios) hasta que otra empresa dé un paso más en la "línea de calidad" y consiga una versión superior del input. El paso siguiente es analizar el proceso de I+D. Una opción, seguida también por Romer (1990), es suponer que este sector es como cualquier otro en la economía, es decir convierte inputs primarios en un output que es el conocimiento. Así, se puede adoptar el criterio de que la probabilidad de éxito en la investigación es proporcional al volumen de empleo utilizado en dicha actividad. Las empresas, con libertad de entrada en este sector, invierten recursos en I+D hasta que el coste marginal iguala la ganancia esperada. Estos modelos son mayoritariamente de equilibrio general, por lo que para cerrarlos son necesarios toda una serie de supuestos adicionales en los que por simplicidad no se va a entrar en este momento (sobre los

³³ Este tipo de modelización recoge la noción schumpeteriana de crecimiento a partir de la "destrucción creativa". Otra posibilidad que cualitativamente genera resultados similares sobre el crecimiento es suponer que las empresas expanden la variedad de bienes finales que producen.

mercados de trabajo, de bienes y financieros).

En definitiva, esta clase de modelos predicen crecimiento sostenido en el output per cápita. La razón es que los bienes intermedios son mejorados en calidad de forma ilimitada, con lo que aumenta continuamente la productividad en el sector productor del bien final. La senda de crecimiento de largo plazo depende por lo tanto de los costes y beneficios a los que se enfrenta la investigación industrial.

A partir de la especificación anterior el modelo se puede ampliar en sucesivos frentes para incluir la acumulación de capital físico y humano (véase Grossman y Helpman 1991e, capítulo 5), o para analizar los efectos sobre el bienestar de la intervención pública (recuérdese que como norma en los modelos de crecimiento endógeno con competencia monopolística la solución del mercado no tiene por qué ser socialmente eficiente). Finalmente, muchos de estos modelos han servido para hacer un análisis explícito de problemas de interdependencia en economías abiertas. Así, por ejemplo, Rivera-Batiz y Romer (1991a) analizan las razones por las que las restricciones al comercio pueden acelerar o ralentizar indistintamente el crecimiento mundial. Problemas asociados con los procesos de integración entre países y sus efectos sobre las tasas de crecimiento se estudian en Rivera-Batiz y Romer (1991b) o Rivera-Batiz y Xie (1992). Por último, tanto en algunos de los trabajos anteriores, como más explícitamente en Grossman y Helpman (1990b y 1991e) se intenta dar una visión integrada de las más recientes teorías del comercio internacional y de las teorías del

crecimiento endógeno, con especial énfasis en la dotación relativa de factores, como determinante de la ventaja comparativa dinámica de los países, y de la influencia de la explotación de esta ventaja sobre las pautas de crecimiento de los países.

Para concluir este último subapartado es necesario de nuevo realizar algunas consideraciones de índole teórica y empírica. Desde un punto de vista teórico los modelos definidos como neo-schumpeterianos en las páginas anteriores presentan una ventaja comparativa indudable respecto a los otros tipos de modelos estudiados anteriormente. Nótese que tanto los modelos lineales, como los de externalidades y rendimientos crecientes son capaces de generar crecimiento endógeno a largo plazo sin necesidad de postular nada sobre el progreso tecnológico. El supuesto fundamental en esos casos es que la tecnología tiene la propiedad de que no se producen (al menos asintóticamente) rendimientos decrecientes en la utilización de alguna medida amplia del capital. Se podría argumentar, no obstante, que este es un supuesto bastante irrealista, desde el punto de vista de que es una propiedad de la función de producción. Los modelos neo-schumpeterianos, y ahí radica su posible ventaja comparativa, centran su atención directamente en la modelización de la tasa de progreso técnico³⁴, como forma de "escapar" de la disciplina de los rendimientos decrecientes. La endogeneización de la tasa de progreso técnico como respuesta al proceso de invención-innovación

³⁴ Obsérvese que en estos modelos la tasa de progreso técnico no es más que el ritmo al que avanza la introducción de nuevas variedades de productos o de mejoras en la calidad de los mismos, que en definitiva depende de los esfuerzos en I+D que hagan los países.

que realizan empresas a la búsqueda de beneficios, confiere a estos modelos una capacidad importante de captación de detalles relevantes de la realidad económica. No obstante, modelos de este tipo también confrontan con la evidencia empírica disponible en algunos aspectos fundamentales. En un extremo, si se supone que la difusión de las nuevas ideas y descubrimientos es muy lenta entre países, estos modelos predicen la existencia de importantes efectos de escala: aquellos países más grandes pueden afrontar mejor los importantes costes fijos en los que se incurre para innovar. Este tipo de efectos de escala confronta con la evidencia empírica disponible, al igual que la inexistencia de algún tipo de convergencia propia de esta descripción del proceso de crecimiento. Sin embargo, todo el peso de este resultado descansa fundamentalmente en el tipo de supuesto que se haga sobre la velocidad de difusión tecnológica entre unos países y otros. Si los modelos se reformulan convenientemente, estableciendo por ejemplo algún tipo de coste a la imitación de los avances tecnológicos que permita un proceso de difusión gradual del conocimiento, entonces es posible recuperar la propiedad de convergencia condicional entre los países. En definitiva, una posible ecuación de convergencia que se derivaría de un modelo de estas características sería³⁵:

$$\frac{dy_I}{dt} = g_L + \lambda[(y_I - y_L)^* - (y_I - y_L)], \quad \lambda > 0 \quad [1.1]$$

³⁵ En De la Fuente (1995) se deriva y estima una ecuación similar en esencia a esta a partir de un extensión del modelo de Mankiw, Romer y Weil (1992).

donde los subíndices I y L denotan al país líder y al imitador, g_L es la tasa de crecimiento de estado estacionario del líder tecnológico y $(y_I - y_L)^*$ es la distancia relativa en el estado estacionario de los países. La dificultad para discriminar empíricamente entre este tipo de ecuación y la ecuación [1.1] de convergencia del modelo neoclásico es obvia. En concreto si se estima un corte transversal de países, ambas ecuaciones son absolutamente indistinguibles ya que g_L e y_L son constantes que se van al término independiente. Utilizando datos de corte transversal junto a información temporal podría permitir discriminar entre ambos tipos de teorías, aunque en ese caso el problema radica en que el peso del contraste recae en las diferencias entre el coeficiente de la variable y_L , que aproxima el nivel de la tecnología en el país o países líderes, y el coeficiente de la tendencia temporal que se estimaría en la ecuación [1.1], y que aproxima el progreso tecnológico exógeno³⁶.

En este tercer apartado del capítulo se han puesto de manifiesto toda una serie de estrategias para modelizar crecimiento endógeno. En general, los distintos modelos están diseñados para estudiar el comportamiento cualitativo de diferentes políticas económicas, aunque en las páginas anteriores no se ha dado excesivo peso a estas cuestiones. Sí que se ha intentado poner el énfasis en los mecanismos para generar crecimiento

³⁶ Sin entrar demasiado en profundidad en una explicación de porqué esto es tan problemático, basta con tener en cuenta que no está claro que *proxy* habría que emplear para y_L y que, además, cualquier output per cápita que se tomara estaría "contaminado" por las oscilaciones cíclicas, que poco o nada tienen que ver con la frontera tecnológica.

endógeno y en algunas de las proposiciones contrastables que se derivan de estos modelos, con especial hincapié en la propiedad de convergencia. Se ha podido comprobar la dificultad que existe para discriminar entre unas y otras teorías, fundamentalmente si se utiliza como base de dicho contraste la existencia de convergencia entre los países. En el siguiente apartado se entra más en profundidad en el debate empírico sobre la convergencia.

IV. Aportaciones Empíricas: El Debate sobre la Convergencia.

El grueso del trabajo empírico generado por la nueva teoría del crecimiento de los últimos años se ha centrado en analizar la existencia o inexistencia de convergencia a niveles similares de renta per cápita o productividad en muestras amplias de países. Ha sido relativamente escaso el trabajo empírico que se ha llevado a cabo tratando de confrontar y dilucidar explícitamente entre las proposiciones del modelo de crecimiento exógeno y las que se derivan de los modelos de crecimiento endógeno³⁷. El debate fundamental sobre cuál o cuáles son los motores últimos del crecimiento económico, es decir, entre el llamado *capital fundamentalism* (véase King y Levine, 1994) y los determinantes del crecimiento de la productividad total de los factores, ha tenido pocos resultados empíricos claros. Sin embargo, esto no quiere decir que el debate sobre la convergencia haya sido totalmente estéril, ya que es necesario ponerlo en la perspectiva concreta de su evolución en el tiempo. Así, por ejemplo, es indudable que en contraste con el trabajo empírico sobre el crecimiento económico desarrollado en los años 50 y 60, el trabajo de la última década ha permitido cuanto menos un exhaustivo análisis de las diferencias existentes entre economías que han experimentado altas tasas de crecimiento y aquellas que no lo han hecho.

³⁷ Eminentes expertos en este campo como Mankiw (1995), que son muy críticos con los resultados obtenidos por los teóricos del crecimiento endógeno, apuntan a que la razón fundamental del "relativo" fracaso empírico de la teoría del crecimiento endógeno se basa en el énfasis que pone en toda una serie de variables difícilmente cuantificables estadísticamente y, por lo tanto, poco utilizables en las estimaciones econométricas.

Como se dijo anteriormente la existencia de bases de datos homogéneas para hacer comparaciones internacionales, permitió comprobar la existencia de incoherencias entre los postulados más básicos del modelo neoclásico tradicional y la evidencia empírica. Así, por ejemplo, a finales de los años ochenta se pensaba bastante mayoritariamente que la existencia o no de convergencia absoluta en muestras de países como la de Summers y Heston podía permitir discriminar entre el modelo neoclásico y los modelos de crecimiento endógeno. La simple representación gráfica de las tasas de crecimiento promedio de los países, frente a sus niveles de output per cápita iniciales, muestra la inexistencia de la correlación negativa significativa que cabría esperar a partir del modelo de Solow. En pocas palabras, un modelo donde el progreso técnico es exógeno, y donde existen las mismas oportunidades tecnológicas para todos los países, no puede ofrecer una explicación realista al hecho de que los países pobres no consigan converger a largo plazo a los niveles de renta per cápita de los ricos. En Romer (1989 y 1994), King y Rebelo (1993) o McCallum (1993) se ofrece una cuantificación de dicha incapacidad del modelo neoclásico para explicar la evidencia empírica. Romer (1994) calcula que a partir de los datos de renta per cápita de Filipinas y Estados Unidos y de sus tasas de crecimiento en el periodo 1960-1985, la tasa de inversión promedio en EE.UU. debería haber sido aproximadamente treinta veces superior a la de Filipinas, para que los datos fueran coherentes con el modelo neoclásico. En realidad, la tasa de inversión en Estados Unidos no ha llegado ni a duplicar la de Filipinas. Igualmente, en dicho trabajo se demuestra que si el capital se

retribuye de acuerdo a su productividad marginal, el tipo de interés real en Filipinas debería haber sido en 1960 treinta veces superior al de Estados Unidos, lo que de nuevo no concuerda con la evidencia disponible.

El problema anterior se puede resumir de forma muy sencilla. Partiendo de los supuestos del modelo de crecimiento exógeno, supongamos una función de producción Cobb-Douglas con dos factores (capital y trabajo), rendimientos constantes y progreso técnico neutral exógeno: $Y(t) = K(t)^{1-\beta} [L(t)A(t)]^\beta$. La tasa de crecimiento del nivel tecnológico $A(t)$ es igual a g y la población crece a la tasa constante y exógena n . De los datos de las cuentas nacionales se sabe que la participación del trabajo en la renta nacional (el parámetro β) tiene un valor aproximado de 0.6. Para obtener los resultados del párrafo anterior se ha impuesto que esta expresión funcional es compartida por Filipinas y Estados Unidos (como es habitual en muchas de las estimaciones empíricas basadas en el modelo neoclásico). Se puede comprobar (véanse las referencias anteriormente citadas) que para resolver la inconsistencia con la evidencia empírica existen al menos dos alternativas, que son las que se siguió inicialmente en la literatura empírica de crecimiento.

La primera de ellas, y la más radical, es obviamente confrontar el modelo neoclásico con los modelos de crecimiento endógeno. Tanto en los modelos con externalidades, como en los modelos lineales o en los modelos neoschumpeterianos existe algún mecanismo que hace que los rendimientos decrecientes del capital o operen mucho más lentamente o, sencillamente no

se produzcan (por ejemplo, en el modelo lineal básico, *el modelo AK*, la productividad marginal del capital es constante). La cuestión se reduce a justificar por qué al trabajo se le remunera por encima de su productividad marginal y al capital por debajo³⁸. En este sentido, en Romer (1987b) se realiza un ejercicio de contabilidad del crecimiento a partir de su modelo básico de externalidades y *learning by doing* donde se estima un valor de β cercano a 0.25, lo que estaría mucho más cercano a la evidencia empírica. En cualquier caso, desde el punto de vista empírico, aunque inicialmente se interpretara la ausencia de convergencia absoluta como evidencia en contra del modelo neoclásico y a favor de los modelos de crecimiento endógeno, seguía existiendo un problema de difícil solución, que tampoco se ha resuelto satisfactoriamente hasta el momento. Muchos de los modelos de crecimiento endógeno tienen como característica primordial que las ecuaciones que gobiernan la dinámica de crecimiento de los distintos países no tienen porqué ser las mismas. Dicho de otra forma, ni la expresión funcional de la función de producción, ni las ecuaciones de movimiento de los factores tienen porqué ser idénticas, con lo que el análisis multi-país puede ser estéril, ya que las limitaciones de grados de libertad en las estimaciones impedirían contrastar diferencias entre todos los países en todos los parámetros del modelo. Como señala Pack (1994) el reto pendiente del trabajo empírico es contrastar las implicaciones de la nueva teoría de una forma más directa. En la práctica, esto supone contrastar sus

³⁸ Es decir, la incompatibilidad con la evidencia empírica se corrige si el parámetro β se reduce. En el extremo, si $\beta=0$, estaríamos en el modelo lineal básico, que predice la inexistencia de convergencia.

predicciones con los datos individuales de cada país, utilizando plenamente su dimensión de serie temporal. En consecuencia, aún suponiendo que la ausencia de convergencia pudiera interpretarse en favor de alguno de los modelos de crecimiento endógeno, el resto de propiedades y proposiciones que se derivan de dichos modelos no pueden ser, de forma general, validadas empíricamente a partir de ecuaciones de convergencia con datos multi-país.

La segunda posibilidad para resolver el problema de consistencia con la evidencia empírica es la postura conservadora, es decir, tratar de "salvar" al modelo neoclásico. De hecho, Sala i Martín (1994) define este planteamiento como la contrarrevolución neoclásica de principios de los noventa. Por ejemplo, en Barro y Sala i Martín (1992) se ofrece una primera explicación que consiste en incorporar en el modelo la posibilidad de que existan diferencias en la distribución inicial entre países o regiones en el nivel tecnológico inicial, $A(t)$. De esta manera se puede evitar la consecuencia del modelo neoclásico de que en las regiones o países pobres (menos dotados de capital por trabajador) la productividad marginal del capital tenga que ser bastante más grande que en las regiones ricas, con lo que se podrían igualar las tasas de rentabilidad del capital entre ellos. Este tipo de explicación no resultaba plenamente satisfactoria de todas formas, ya que resuelve el problema con una explicación *ad-hoc*, dejando sin explicar el origen de las diferencias en los niveles tecnológicos iniciales en el contexto de un modelo donde, por lo demás, la tecnología es un bien absolutamente no rival.

También en una línea parecida Mankiw, Romer y Weil (1992) intentan rescatar el modelo de Solow a partir de una sencilla extensión, mucho más compatible con los postulados neoclásicos. Utilizando argumentos también recogidos en Barro y Sala i Martín (1992) estos autores negaron el hecho de que el modelo neoclásico hiciera la predicción de convergencia absoluta y que, por lo tanto, la evidencia de la inexistencia de una correlación negativa significativa entre niveles de output iniciales y tasas de crecimiento subsiguientes pudiera ser utilizada como prueba en favor de los modelos de crecimiento endógeno. El argumento utilizado fue que, dada la disparidad existente entre países en sus parámetros de comportamiento, el modelo predice convergencia condicional al estado estacionario propio de cada país y no convergencia absoluta. El único cambio que estos autores introducen en su modelo, respecto a la formulación neoclásica original, es la consideración de un tercer input en la función de producción. Este nuevo factor no podía ser otro más que el capital humano. El modelo "aumentado" con este factor permite seguir manteniendo el supuesto de que el nivel tecnológico es el mismo en todo el mundo. La conclusión que extraen estos autores a partir de las estimaciones con datos de corte transversal de la ecuación de convergencia, en la que se controla por diferencias en el estado estacionario, es que una buena especificación de la función de producción es: $Y=A(t)K^{1/3}H^{1/3}L^{1/3}$. La reducción del parámetro β de 0.6 a 0.33 permite devolver la coherencia del modelo con los datos observados. Además, dichas estimaciones implican que las economías convergen a una velocidad media de aproximadamente el dos por cien a su propio estado estacionario (lo que supone un periodo de tiempo de unos 35 años). En definitiva, aparentemente

el modelo es capaz de explicar la mayor parte de las diferencias en las tasas de crecimiento promedio de una amplia gama de países (aproximadamente un 78 por cien de la varianza total). Esta es la razón por la que se ha producido una proliferación enorme de trabajos, que ha tomado como referencia el análisis teórico y empírico de Mankiw, Romer y Weil.

El esquema típico de gran parte de los trabajos empíricos publicados en los últimos años ha sido el abordar un determinado problema, a partir de una modelización teórica que puede ser tanto de crecimiento exógeno, como endógeno y estimar regresiones de Barro para cortes transversales de una muestra determinada de países, para dilucidar el signo y la significatividad de las variables incluidas en la ecuación. Como variable dependiente se suele utilizar la tasa de crecimiento del output per cápita o por trabajador y como regresores se suelen incluir prácticamente siempre las variables que se derivan del modelo de Mankiw, Romer y Weil (es decir, las tasas de acumulación en capital físico y humano y las tasas de crecimiento de la población, como determinantes del estado estacionario de los países). Adicionalmente se incluyen en las estimaciones otra serie de variables específicas de cada trabajo concreto, que constituyen la razón última del análisis particular que cada autor realice (por ejemplo, medidas de la política fiscal, del grado de apertura externa, de la inestabilidad política, etc.). La significatividad de dichas variables se ha interpretado generalmente como evidencia más o menos contundente en favor de las implicaciones del modelo utilizado. Sin embargo, no deja de ser menos cierto que esta forma de proceder tiene problemas importantes si se quieren extraer

conclusiones acerca de la validez de unos y otros modelos. Como se ha señalado en las páginas anteriores es posible llegar a especificar una ecuación de convergencia para casi cualquier tipo de modelo (endógeno o exógeno) que presente una dinámica transicional al estado estacionario y en la que, por tanto, se pueden incluir toda una serie de variables para controlar por diferencias en dicho estado estacionario. La dificultad, no obstante, radica en que con ecuaciones de este tipo es difícil separar lo que pueden ser determinantes de las diferencias en la posición relativa de los países en el largo plazo (determinantes del estado estacionario) y lo que son los verdaderos motores del crecimiento económico (es decir aquellas variables que pueden conducir a eventuales diferencias de carácter permanente en las tasas de crecimiento de los países). En definitiva, es prácticamente imposible distinguir en una ecuación de convergencia condicional entre modelos de crecimiento endógeno y modelos de crecimiento exógeno.

Una primera evaluación de la aportación empírica al debate plantea inmediatamente el interrogante de si se ha sido capaz hasta ahora de discriminar entre las predicciones de los modelos exógenos y endógenos. La respuesta es que no y la razón es que la evidencia empírica disponible es consistente en muchas ocasiones con ambos tipos de modelos tal y como se ha argumentado en los párrafos anteriores. Así, por ejemplo, una correlación parcial positiva entre capital humano y crecimiento es un resultado bastante robusto en infinidad de trabajos, que sería coherente tanto con el modelo de Lucas (1988), como con un modelo de crecimiento exógeno donde los países

tienen estados estacionarios distintos. Por otra parte, distinguir entre teorías que descansan en la acumulación de distintas formas de capital como motor último del crecimiento y aquellas en las que el progreso tecnológico, resultado de la inversión consciente (costosa o no) de recursos, es la fuerza motriz es prácticamente imposible con los datos de los que se dispone. La razón es sumamente sencilla, ya que incluso aunque el motor del crecimiento fuera únicamente la tecnología, nadie podría negar que la acumulación de capital puede jugar un importantísimo e independiente papel durante fases de transición (que pueden ser incluso muy duraderas en el tiempo). Incluso, aunque cesara la tendencia a aumentar el ratio capital-trabajo en una economía, el progreso tecnológico podría seguiría "transmitiéndose" en la acumulación de maquinaria y bienes de equipo.

La disponibilidad de datos es siempre un factor limitativo para el análisis empírico, por lo que no es de extrañar que ante la imposibilidad de un contraste directo que permita discriminar entre modelos competidores, se opte inicialmente por una estrategia de búsqueda de regularidades (análisis de correlación parcial) que proporcione un primer punto de apoyo claro. En este sentido cabe inscribir toda una serie de trabajos³⁹, que han intentado conectar el crecimiento económico con una amplia variedad de indicadores de las características macroeconómicas de los países. En muchos sentidos tales

³⁹ Entre otros muchos véase por ejemplo Kormendi y Meguire (1985), Dowrick y Nguyen (1989), Barro (1990, 1991 y 1995), DeLong y Summers (1991), Levine y Renelt (1992), Fischer (1993), King y Levine (1993), Edwards (1993), Lee (1993) o Andrés, Doménech y Molinas (1996). Algunas panorámicas excelentes sobre la literatura empírica reciente de crecimiento pueden encontrarse en De la Fuente (1994) y Fagerberg (1994).

esfuerzos han proporcionado una importante cantidad de información sobre aspectos tan variados de la realidad macroeconómica como son la relación entre el crecimiento y la estabilidad macroeconómica, la política fiscal, el grado de apertura externa, el desarrollo de los mercados financieros, la inflación, la política monetaria, etc. La aportación de este tipo de literatura ha supuesto sin duda un importante valor añadido al entendimiento de los economistas sobre la dinámica económica del largo plazo, aunque no haya permitido todavía establecer una visión unificada del problema.

En definitiva, gran parte de la literatura empírica de los últimos años no ha servido para discriminar entre modelos exógenos y endógenos de crecimiento, pero aparentemente sí que ha sido capaz de establecer toda una serie de correlaciones parciales más o menos robustas entre las tasas de crecimiento y una gran variedad de variables o indicadores de comportamiento macroeconómico en muestras amplias de países⁴⁰. No obstante, este tipo de análisis no está exento de problemas, algunos de los cuáles afectan a toda la literatura empírica basada en estimaciones de ecuaciones de convergencia con datos de corte transversal. A este respecto en Mankiw (1995) se resumen los tres problemas más importantes, que básicamente son: la existencia de simultaneidad, es decir que muchas de las variables exógenas empleadas en la

⁴⁰ Véase Levine y Renelt (1992) para darse cuenta que la lista de variables robustas en regresiones de corte transversal de crecimiento es mucho menos amplia de lo que parecería indicar una inspección de la abundante literatura empírica existente. En Andrés, Doménech y Molinas (1996) se muestra que el número de variables robustas en la muestra de países de la OCDE es más amplia que si se toman muestras más grandes, como la de Summers y Heston.

literatura no son realmente exógenas sino que se determinan conjuntamente con las tasas de crecimiento, por lo que no cabe hacer interpretaciones causales de los resultados; la existencia de multicolinealidad, dada la fuerte correlación existente entre muchas de las variables explicativas empleadas⁴¹; y la limitación de grados de libertad presente en dichas estimaciones⁴².

A pesar de los problemas anteriores, inherentes por otra parte a casi cualquier análisis macroeconómico en el que se utilicen técnicas de estimación con datos de corte transversal, autores como Mankiw, Romer y Weil (1992), Barro y Sala i Martín (1992 y 1995) o Sala i Martín (1994b), por citar algunos de los más destacados, se decantan muy firmemente por una interpretación de la evidencia empírica muy favorable al modelo de crecimiento exógeno. Estos autores interpretan los resultados obtenidos en muchos de los trabajos mencionados anteriormente como prueba de la

⁴¹ Este es un problema potencialmente serio, dado que los efectos de la multicolinealidad son poco obvios en muchos casos. Así, por ejemplo, la multicolinealidad unida a la existencia de errores de medición en muchas de las variables o *proxies* utilizadas hace que cualquier resultado deba ser tomado con precaución, ya que está muy condicionado por los regresores empleados. El valor de los coeficientes estimados puede estar ampliamente influenciado por los errores de medida y la omisión de variables relevantes en el conjunto de regresores.

⁴² Al utilizar datos de corte transversal existen un máximo de unos cien países para estimar ecuaciones de crecimiento. Al mismo tiempo ése es el número aproximado de regresores que se han empleado en los diversos trabajos en la literatura de crecimiento. Si bien obviamente nadie a estimado ecuaciones incluyendo el total de regresores propuesto en la literatura, sino subconjuntos del mismo, cualquier resultado está por definición condicionado al conjunto de regresores excluido.

existencia de un mundo en el que se tiene acceso a una misma tecnología (a un mismo nivel de conocimiento) por parte de todos los países y en el que las diferencias en los niveles de renta per cápita se deben fundamentalmente al grado en el que cada país es capaz de aprovechar ese conocimiento común al invertir en capital físico y humano. Básicamente, para estos autores lo que ha cambiado realmente a raíz del surgimiento de las nuevas teorías del crecimiento es la interpretación que se ha dado al papel del capital en el proceso de crecimiento económico. Así, a diferencia de lo que se pensaba hace algunas décadas el capital debe ser interpretado en un sentido mucho más amplio, sea porque la acumulación de capital físico genera algún tipo de externalidad (eso sí insuficiente como para generar crecimiento endógeno) o porque el capital humano u otro tipo de capital es un input más en la función de producción. En cualquier caso, es suficiente con postular por alguna de estas razones que la participación del capital en la renta es mayor que lo que muestran las cuentas nacionales, para que el modelo de crecimiento exógeno ampliado dé una explicación satisfactoria de la experiencia de crecimiento de los países a nivel mundial. Además, dicha experiencia de convergencia condicional presenta regularidades empíricas muy contundentes, como es el hecho de que en muy diferentes muestras de países y regiones se obtenga una velocidad promedio de convergencia al estado estacionario de aproximadamente un 2 por cien, valor éste que ya se ha convertido en algún sentido en un número místico.

Pese a la "elegancia" en muchos aspectos de la argumentación de los defensores de la dinámica del modelo neoclásico, existe también en la

literatura otra serie de trabajos mucho menos favorable a la interpretación de los citados autores sobre la capacidad del modelo de explicar la realidad. Aparte de consideraciones teóricas ya expuestas con cierta extensión en las páginas anteriores⁴³, existe toda una gama de consideraciones empíricas que merece la pena mencionar, ya que sobre algunas de ellas descansan los ejercicios que se realizan en los siguientes capítulos de esta tesis.

En primer lugar, análisis de corte empírico como el de Mankiw, Romer y Weil (1992), y en general el de cualquier trabajo con estimaciones de corte transversal, imponen sin contrastarlo formalmente que los coeficientes de la regresión son los mismos para todos los países. Obviamente dicho contraste de heterogeneidad de los coeficientes estimados no es posible con datos de corte transversal. La cuestión relevante es, por lo tanto, si es lícito extender el horizonte temporal y combinar distintas observaciones temporales para cada país con la información de corte transversal (en definitiva, utilizar la estructura de panel típica de las bases de datos multi-país). El problema del crecimiento económico es por definición un problema del largo plazo, por lo que la utilización de datos anuales estaría "contaminada" de

⁴³ Como apunta Paul Romer en sus comentarios al trabajo de Mankiw (1995) no hay nada intrínsecamente malo en que la teoría vaya por delante de la contrastación empírica si el investigador está convencido de que está modelizando verdades probadas, como lo es para él el hecho de que la tecnología no es un bien público. En ese sentido, pese a la elegancia del modelo neoclásico tanto desde el punto de vista pedagógico, como desde el punto de vista de las implicaciones cara a la actuación en materia de política económica, es necesario un marco teórico más amplio, aunque todavía no esté validado por la investigación empírica.

ciclo económico, cuando la visión tradicional es que los movimientos de corto y medio plazo en las series y los de largo plazo se definen como ortogonales. No obstante, la utilización de un corte transversal con medias de, por ejemplo, treinta años también implica imponer a las series de output per cápita la existencia de una tendencia determinística (véase Quah, 1993b) poco realista. La utilización de medias quinquenales o decenales, por otra parte, amplía el número de grados de libertad en las estimaciones a costa de un grado bajo de contaminación de las series con movimientos cíclicos. Además, esta forma de proceder permite en algunos casos la utilización de métodos de variables instrumentales que pueden corregir en alguna medida los problemas de endogeneidad. En principio, por lo tanto, no parece una alternativa indeseable emplear más información temporal que la utilizada en cortes transversales, como ya se ha hecho en algunos trabajos en la literatura⁴⁴.

En general, en aquellos trabajos donde se estiman ecuaciones de crecimiento con *pooles* de datos se obtienen resultados menos acordes con el modelo neoclásico aumentado. Los resultados de estos trabajos apuntan, por ejemplo, a la falta de robustez del capital humano (Cohen, 1993) u otras variables, o simplemente postulan velocidades de convergencia muy superiores al 2 por cien y sólo compatibles con el modelo neoclásico aumentado si existen grandes diferencias en los niveles de conocimiento técnico (Knight, Loaiza y

⁴⁴ Sólo por citar algunos ejemplos véase Knight, Loaiza y Villanueva (1992), Cohen (1993), Andrés, Doménech y Molinas (1995 y 1996), Barro y Sala i Martín (1995) o Islam (1995).

Villanueva, 1992). En una línea parecida Islam (1995) encuentra evidencia bastante robusta de la inexistencia de una tecnología común en todos los países de la muestra de Summers y Heston. Dicha evidencia se sustenta en la estimación de un modelo de efectos fijos, en el que la presencia de diferencias estadísticamente significativas en el término independiente de la ecuación se interpretan como diferencias en el factor de escala de una función de producción Cobb-Douglas⁴⁵. La contrastación de posibles diferencias en los parámetros tecnológicos de los países plantea dudas razonables sobre la capacidad del modelo neoclásico, que postula el carácter de bien público del conocimiento científico (y por lo tanto la existencia de una tecnología común) y abre el camino a la posibilidad de que pueda haber distintos clubes tecnológicos en el mundo. La existencia de dichos clubes tecnológicos o clubes de convergencia⁴⁶ ha sido también abordada en la literatura en otros trabajos, aunque con metodologías distintas a las técnicas de panel (véase por ejemplo Durlauf y Johnson (1992) y Ben-David (1994)). Una ecuación de convergencia es, en palabras de Quah (1995), una forma creativa pero indirecta de estimar los parámetros de la función de producción. Dada la interpretación de dichos parámetros como coeficientes tecnológicos, un contraste también indirecto sobre la capacidad del modelo consistiría en hallar diferencias en los coeficientes técnicos estimados a partir de ecuaciones de convergencia. En los trabajos mencionados sólo se

⁴⁵ Dicho factor recogería tanto el estado inicial del conocimiento de los países, como la dotación de recursos, el clima, las instituciones, etc.

⁴⁶ Véase el Capítulo 2 para una distinción más precisa entre ambas nociones.

contrastan diferencias en el término independiente de la ecuación de convergencia, pero no existe ninguna razón *a priori* para suponer que no pueda extenderse la heterogeneidad también al resto de los coeficientes. En el Capítulo 3 de ésta tesis se aborda precisamente este punto. Como se verá posteriormente va a ser posible identificar, en una muestra tan homogénea como la de los países de la OCDE, la existencia de al menos dos clubes tecnológicos, con coeficientes técnicos estimados que son estadísticamente distintos en ambos clubes. En dicho capítulo se plantean dudas razonables sobre la validez del modelo neoclásico aumentado, dado lo inverosímil de los coeficientes tecnológicos estimados, fundamentalmente en el club tecnológicamente más avanzado.

La fundamentación de por qué se utiliza la muestra de países de la OCDE a lo largo de ésta tesis se encuentra en el segundo capítulo. La OCDE se ha caracterizado, a diferencia de otras regiones económicas del mundo, por haber mantenido en el periodo de posguerra un patrón de crecimiento sostenido, tasas de inversión muy estables, un importante esfuerzo en la acumulación de capital humano y unas bajas tasas de crecimiento de la población. Todas estas características, junto con la existencia de unas instituciones económicas, sociales y políticas muy estables, han propiciado que la OCDE haya vivido una época de sustancial convergencia en outputs per cápita. Por todas estas razones y acorde a los resultados que se obtienen de la estimación de ecuaciones de convergencia se ha generado un cierto consenso de que la OCDE es un buen ejemplo de consistencia con el modelo de crecimiento exógeno. En el segundo capítulo se van a presentar, sin embargo,

toda una serie de características, que se derivan de la realización de un análisis desagregado por países y por periodos de tiempo, que plantean algunas dudas razonables sobre la validez de dicho modelo para describir la dinámica de largo plazo de esta región aparentemente tan homogénea. De hecho, algunos de los resultados que se van a presentar en el segundo capítulo abundan adicionalmente en las consideraciones hechas en el párrafo anterior y conducen a abordar el ejercicio de tratar de contrastar la existencia de diferencias tecnológicas del tercer capítulo.

Por último, para concluir este apartado es necesario hacer alguna referencia a otros trabajos en los que también se constata, a partir de metodologías muy distintas a la de la estimación de ecuaciones de convergencia, que muchos aspectos del comportamiento a largo plazo de las economías no encuentran una explicación adecuada en el marco del modelo aumentado de crecimiento exógeno⁴⁷, lo que apunta a la necesidad de un marco analítico alternativo. Las razones esgrimidas en estos trabajos son diversas. Así, por ejemplo, en Blómstrom, Lipsey y Zejan (1993) o Andrés, Boscá y Doménech (1995) se presentan resultados que confirman la ausencia de la causalidad estadística positiva que cabría esperar del mecanismo de ajuste del modelo de crecimiento exógeno y que iría de las tasas de acumulación a los niveles o a las tasas de crecimiento del output per cápita. Los resultados apuntan mucho más firmemente en el sentido de la existencia de causalidad en la

⁴⁷ Por ejemplo, en Blómstrom, Lipsey y Zejan (1993), Easterly, Kremer, Pritchett y Summers (1993), Andrés, Boscá y Doménech (1995) o Andrés, Doménech y Molinas (1995).

dirección opuesta o, en todo caso, de causalidad en las dos direcciones. Otros trabajos abordan el tema de la convergencia desde una óptica de series temporales utilizando técnicas de cointegración (véase por ejemplo Bernard y Durlauf, 1995), y empleando definiciones alternativas de convergencia a la implícita en las ecuaciones de convergencia (que los países más pobres tienden a crecer más rápidamente que los más ricos). Estos trabajos suelen presentar evidencia en contra de la hipótesis de convergencia al rechazar, por ejemplo, que los países presenten tendencias idénticas del output per cápita.

Finalmente, una de las líneas de investigación más notables que ha defendido la necesidad de abordar el problema del crecimiento en un marco analítico radicalmente distinto es la liderada por Danny Quah (1993a y b, o 1995). La crítica fundamental de Quah (1993b) a la práctica habitual de estimar ecuaciones de convergencia, es que éstas no permiten extraer ninguna conclusión válida sobre la convergencia tal y como ésta se entiende (es decir, que los países pobres tienden a alcanzar a los ricos o, dicho de otra forma, que disminuye la dispersión en la muestra de países). El argumento, apuntado también por Friedman (1992), es sumamente sencillo, existe un problema de reversión a la media en las ecuaciones de convergencia, que se conoce como la *falacia de Galton*⁴⁸. La conclusión es que el signo del

⁴⁸ Galton observó estudiando la altura de padres e hijos, que los hijos de padres altos tendían a ser más bajos que sus padres (es decir, hay reversión a la media). Igualmente comprobó que los padres de hijos altos tendían a ser más bajos que sus hijos (con lo que también hay reversión a la media). La conclusión de una regresión con los datos de alturas de padres e hijos a lo largo de un determinado momento del tiempo sería que existe convergencia hacia una misma altura y, sin embargo, en el caso más

coeficiente de la renta inicial en una regresión de convergencia no aporta ninguna información relevante sobre si los países están convergiendo o divergiendo. La alternativa propuesta por Quah (1993a) es analizar directamente la evolución en el tiempo de la distribución de rentas per cápita, para ver si ésta acaba degenerando en torno a un valor que indique que, independientemente de su nivel de partida, todos los países convergen hacia un mismo nivel de renta per cápita. Los resultados de este tipo de análisis apuntan a la existencia de divergencia entre los países. Más en concreto, aparentemente a nivel mundial los países tienden a una distribución en la que existen dos grupos de países, los primeros permanecen en niveles de renta elevados y los segundos en niveles de renta bajos. Además, los países de rentas intermedias tienden a desaparecer y la distancia entre pobres y ricos tiende a incrementarse⁴⁹.

Con una serie de matices y empleando metodologías diferentes a las de Quah, existen también en la literatura otras aportaciones que comparten la filosofía general de la crítica de este autor al análisis convencional de convergencia. Así, por ejemplo, autores como Pesaran y Smith (1995) argumentan que en modelos dinámicos (como es el caso de la ecuación de convergencia) el valor obtenido para los coeficientes a partir de la

extremo la dispersión de alturas no tiene porqué haber cambiado en el tiempo.

⁴⁹ Andrés y Lamo (1995), utilizando la metodología propuesta por D. Quah, encuentran evidencia en el mismo sentido en la muestra de países de la OCDE.

estimación de cortes transversales, puede estar contaminado por un sesgo de efectos fijos. La existencia de este sesgo⁵⁰ explicaría la obtención casi mecánica de una velocidad de convergencia del 2 por cien, debido a que las estimaciones de corte transversal de dicha ecuación imponen, sin contrastarlo, que los coeficientes estimados son exactamente los mismos para todos los países de la muestra. En definitiva, el sesgo de efectos fijos hace que el parámetro estimado para la velocidad de convergencia esté sesgado a la baja y tienda a valores cercanos a cero, lo que ocurre siempre que se promedian las observaciones de los países para estimar cortes transversales, como si el proceso generador de los datos fuera el mismo en todos ellos. La posible existencia de heterogeneidad en los coeficientes estimados en ecuaciones de convergencia, hace que el supuesto de homogeneidad deba de ser contrastado explícitamente, si se quiere dar una interpretación adecuada al parámetro que se obtenga para la velocidad de convergencia. En definitiva, tener en cuenta este tipo de consideraciones metodológicas conduce de forma casi natural a la necesidad de utilizar la información temporal de las series de una forma más amplia, que la implícita en las estimaciones de corte transversal. En este sentido, en el Capítulo 4 de ésta tesis se aplican las técnicas econométricas propuestas por Pesaran y Smith (1995) para estimar ecuaciones de convergencia para los países de la OCDE. Como se verá posteriormente, los resultados de dicho capítulo vienen a confirmar la existencia de heterogeneidad en los coeficientes estimados y

⁵⁰ También documentado teóricamente en den Haan (1995) y empíricamente en Gardeazabal y Regúlez (1995), para el caso concreto de ecuaciones de convergencia.

que, al tenerla en cuenta de forma adecuada, es posible obtener velocidades de convergencia muy superiores al 2 por cien habitual. Este es un resultado potencialmente importante, porque la metodología de estimación que se emplea en el Capítulo 4 permite seguir trabajando con el soporte empírico de las ecuaciones de convergencia, pero atendiendo a toda una serie de críticas metodológicas, como las de D. Quah, sobre la capacidad de dichas ecuaciones para extraer conclusiones sobre la dinámica de la convergencia en muestras amplias de países. Otros autores también se han hecho eco ya de este tipo de problemas llegando a conclusiones que vendrían a confirmar los resultados de dicho capítulo. Por ejemplo, en una línea muy parecida, aunque empleando técnicas de análisis bayesiano, Marcet y Canova (1995) obtienen resultados que confirman que al tener en cuenta la existencia de diversidad en las tasas de convergencia y en los estados estacionarios de los países, es posible obtener velocidades de convergencia mucho más elevadas⁵¹ que las obtenidas habitualmente.

⁵¹ Al igual que en los resultados que se presentarán en el Capítulo 4, la interpretación que hacen estos autores de la velocidad de convergencia es distinta a la habitual. Se trata de un promedio de las velocidades de convergencia de cada país a su propio estado estacionario y no de una velocidad promedio a un estado estacionario promedio de los países.

V. Teoría del Crecimiento Económico: Una Evaluación.

La evolución de la teoría del crecimiento es un claro exponente de la forma en la que los economistas desarrollan el conocimiento sobre la realidad económica. Partiendo de un modelo ampliamente consensuado entre la profesión, se produce la aparición de nuevos datos que permiten contrastar de forma más adecuada las proposiciones de dicha teoría. La discrepancia entre algunos de los enunciados más básicos de la teoría existente y la nueva evidencia empírica disponible, plantea la necesidad de nuevas explicaciones a los hechos observados. Paralelamente se producen toda una serie de desarrollos técnicos y metodológicos en áreas afines (por ejemplo, el desarrollo de modelos de competencia monopolística o la introducción de nuevas técnicas de resolución de modelos dinámicos) que, en definitiva, suponen una importante acumulación de capital a disposición de los investigadores. La consecuencia es que se produce una primera generación de modelos teóricos, que en su mayoría difieren significativamente de los que hasta ese momento constituyeran el consenso. Inmediatamente se pone en marcha la maquinaria de la contrastación empírica de las nuevas proposiciones y de la confrontación con las previamente existentes. Como es habitual, se empieza por una utilización de los datos cautelosa, con el objetivo inicial de mostrar tendencias amplias de los datos que se ajusten a las nuevas modelizaciones. Por ejemplo, en el caso que nos ocupa se realizan desde ejercicios de calibración de los nuevos modelos, hasta ejercicios de contabilidad del crecimiento con el fin de dilucidar si las implicaciones

sobre la función de producción de los nuevos modelos se adecúan con la realidad.

El paso siguiente también es común a la evolución de otras áreas del conocimiento macroeconómico y no es otro que el surgimiento de una interpretación mucho más "conservadora" de la evidencia, que con ligeros retoques sobre el cuerpo teórico inicial, permite rescatar los viejos postulados de una forma compatible con los nuevos datos. A partir de aquí existen ya las bases para un amplio debate entre los economistas; se produce el surgimiento de nuevas generaciones de los nuevos modelos que tratan de refinar los planteamientos iniciales y hacerlos inmunes a algunas de las críticas de la postura tradicional; a la vez el trabajo aplicado se centra en cuestiones más concretas tratando, si no de discriminar entre los diferentes planteamientos, sí de al menos eliminar de la escena los menos conformables con la realidad.

Al final las alternativas con las que se cuenta son cuantitativa y cualitativamente mejores, pero no deja de existir una situación en la que tal vez existen demasiadas teorías que son consistentes con la misma lista de hechos estilizados. Esto implica que el trabajo no está concluido y que, si bien se ha producido un salto importante en el nivel de conocimiento sobre los determinantes del crecimiento a largo plazo, todavía queda un amplio margen en el que dilucidar importantes controversias, tanto a nivel teórico como empírico. En este sentido, parece existir un cierto consenso en la literatura reciente de que la dinámica de largo plazo de las economías se

caracteriza por la existencia de un cierto grado de convergencia condicional en el mundo (fundamentada en un mecanismo de crecimiento que podría ser exógeno o endógeno). No obstante, la disparidad observada a nivel mundial en los niveles de renta per cápita es lo suficientemente grande, como para plantear serias dudas de que sea un mundo soloviano de crecimiento exógeno el que la explique. Tampoco parece ser muy verosímil un mundo de crecimiento puramente endógeno (por ejemplo, de rendimientos crecientes a nivel agregado), porque entonces las disparidades observadas deberían ser todavía mucho mayores. En definitiva, ambos tipos de explicaciones podrían formar parte de una explicación unificada de la dinámica de largo plazo de las economías. Obsérvese que por definición los modelos de crecimiento exógeno, más que explicar el crecimiento a largo plazo (que suponen maná caído del cielo), se preocupan por explicar la dinámica transicional hacia el equilibrio de largo plazo y la existencia de diferencias en los niveles de renta per cápita, mientras que los modelos de crecimiento endógeno se centran fundamentalmente en explicar la existencia del progreso técnico y en entender, por ejemplo, el funcionamiento de actividades como la investigación y el desarrollo. Aunque la tendencia mayoritaria ha sido el considerar ambos tipos de explicaciones como alternativas, bien podría pensarse que son complementarias en la descripción de un mismo fenómeno.

La clasificación que se ha hecho en las páginas anteriores de los diferentes tipos de modelos de crecimiento endógeno es, como cualquier otro intento de abstracción de una realidad compleja, subjetiva y criticable. De hecho, se podía haber optado por otro tipo de criterio que, por ejemplo, pusiera mucho

más el énfasis en la distinción entre modelos donde el progreso tecnológico es un producto consciente de procesos de inversión por parte de empresas a la búsqueda de beneficios y otros donde el progreso técnico es un subproducto de otras actividades, pero sin un criterio explícito de búsqueda de rentabilidad empresarial. Existen en la literatura planteamientos que unifican los modelos de crecimiento endógeno como versiones distintas del modelo lineal básico, ya que la cuestión más relevante para estos autores es que en todos ellos se produce el denominador común de la existencia de un límite inferior a la productividad marginal de una medida amplia del capital. En realidad, cualquiera de estas opciones es tan válida como la presentada en las páginas anteriores, ya que cada una resalta alguno de los aspectos más notorios de los nuevos desarrollos. Sin embargo, de todas ellas se pueden extraer una serie de lecciones sobre cual debe de ser la forma en la que los teóricos del crecimiento económico deben operar a la hora de construir modelos, que cada vez sean más fieles a la realidad.

Estas lecciones sobre la modelización económica en el área de la teoría del crecimiento han sido enumeradas por Romer (1994a). Se trata de una serie de requerimientos que deben formar parte ineludible de cualquier modelo que se construya y que son fruto del conocimiento derivado de los diferentes esfuerzos, teóricos y/o empíricos, que se han ido haciendo en los últimos años. Desde el punto de vista de Romer existe toda una serie de evidencias, que no son directamente reducibles a tendencias de los datos resumibles en un estadístico particular (como sería el caso de los once hechos estilizados), pero que tienen tanta o más importancia a la hora de

modelizar. Estos hechos que deberían estar presentes en cualquier teoría del crecimiento económico son los siguientes:

- 1- En la economía existen multitud de empresas.
- 2- Los descubrimientos científicos se diferencian de otros inputs en que pueden ser utilizados por mucha gente al mismo tiempo (el conocimiento es un bien no rival).
- 3- Es posible replicar las actividades físicas (la función de producción agregada representativa de un mercado competitivo debe de ser homogénea de grado uno en todos los inputs rivales).
- 4- El progreso técnico surge de actividades que los individuos realizan.
- 5- Muchos individuos y empresas tienen poder de mercado y obtienen rentas de monopolio por sus descubrimientos (aunque el conocimiento sea un bien no rival puede ser parcialmente excluible).

En definitiva, en mi opinión la aportación fundamental de la nueva teoría del crecimiento endógeno ha consistido en el paso de modelos en donde el crecimiento se producía en un entorno de mercados competitivos con una única caracterización del estado estacionario, a modelos donde la actuación de los individuos y las empresas en un régimen de competencia imperfecta proporcionan el motor de la innovación y el progreso tecnológico. La innegable dificultad para realizar contrastes explícitos sobre todas y cada una de las proposiciones de los diferentes modelos de crecimiento endógeno, ha provocado que el trabajo aplicado haya quedado en muchos casos por detrás de la modelización teórica. De hecho, gran parte del trabajo empírico se ha

centrado en la controversia sobre la convergencia, cuando ésta no es más que una parte, tal vez ni siquiera la más relevante, de la discusión. Bastantes autores coinciden en que la cuestión primordial en el debate ha sido el renovado interés por los determinantes últimos del crecimiento a largo plazo, de hecho cuestiones como el papel de la inversión en los procesos transicionales de reversión hacia el estado estacionario, típicos del enfoque neoclásico, han pasados a un relativo segundo plano. La cuestión ahora se centra mucho más en la perspectiva de cuáles son los factores subyacentes a la tasa de crecimiento de la productividad. No se trata de negar como irrelevante la acumulación de capital, sino de plantear en qué medida contribuye dicha acumulación como factor propagador de las nuevas innovaciones. De hecho, los defensores actuales del modelo neoclásico, aunque siguen asentando en la acumulación de capital el motor último al crecimiento, han cambiado notablemente la concepción de lo que es el stock de capital, respecto a la que existía en las décadas de los años 60 y 70. En este sentido, una de las aportaciones más notables de la nueva teoría del crecimiento ha sido ampliar y profundizar en lo que es el stock de capital de una economía, postulándose por los defensores tanto del crecimiento endógeno, como exógeno una medida mucho más amplia del mismo.

Es cierto que la relevancia a medio y largo plazo de una teoría pasa inexcusablemente por el grado en el que es capaz de generar una productiva literatura empírica. Y no es menos cierto, que en este sentido la teoría del crecimiento endógeno no ha sido capaz de generar el suficiente conocimiento contrastado. Sin embargo, el estado actual de la teoría, junto con la

acumulación primaria de trabajo empírico, hacen que quepa esperar, que en un futuro próximo dicho trabajo aplicado sea capaz de probar el valor añadido real de la teoría del crecimiento endógeno. El reto para el trabajo aplicado está, como ya se señaló anteriormente, en contrastar las implicaciones de la nueva teoría de una forma más directa, lo que necesariamente implica trabajar con datos de serie temporal de los países. En este sentido, toda la acumulación de sugerentes resultados de la literatura de convergencia puede proporcionar una adecuada guía de trabajo.

Capítulo 2:

Principales Rasgos del Proceso de Crecimiento y Convergencia en la OCDE: 1960-1990.

I. Introducción.

En los últimos años se ha dedicado un importante esfuerzo al estudio de algunos de los rasgos más característicos del comportamiento macroeconómico de medio plazo de los países de la OCDE. En muchos de estos trabajos se ha explotado la información disponible tanto en su dimensión de corte transversal, como en la de serie temporal. Así, trabajos como los de Layard y Nickell (1992) que analizan el problema del desempleo comparado, o, en menor medida, los de Danthine y Donaldson (1993) y Backus, Kehoe y Kydland (1993) que analizan el ciclo económico, son algunos ejemplos ilustrativos en los que se aborda el estudio de las características de este grupo de países. En este segundo capítulo se va a hacer uso del mismo tipo de información temporal y de sección cruzada, pero con el objetivo concreto de analizar el largo plazo de las economías más desarrolladas. En concreto, se va a hacer un estudio exhaustivo de los hechos más relevantes del proceso de crecimiento económico de los países de la OCDE en el periodo comprendido entre 1960 y 1990⁵². Existen tres motivos para emprender la tarea que se va a abordar en las siguientes páginas y que también es válida para el resto de capítulos de esta tesis. En primer lugar, que el nivel de bienestar de los

⁵² A lo largo del resto de los capítulos de esta tesis vamos a trabajar con una muestra de los 24 países de la OCDE (se excluyen Yugoslavia y México) para los que se disponen datos homogéneos. En algunos casos, también se presenta información hasta el año 1993, aunque en general la mayoría de las estimaciones abarcan únicamente el periodo 1960-1990.

países depende en gran medida de las tasas de crecimiento de sus rentas per cápita o rentas por trabajador (sus productividades). Una segunda motivación es el renovado interés que se ha suscitado en la profesión por los modelos de crecimiento, fundamentalmente debido a los importantes avances en el terreno teórico de la última década, que ya han sido tratados extensamente en el capítulo anterior. Por último, y mucho más importante, se va a mostrar que existen una gran cantidad de características del proceso de crecimiento en la OCDE, que son difícilmente reconciliables con la explicación que ofrecen los modelos de crecimiento exógeno con rendimientos constantes a escala. Muchos de estos resultados contradicen la visión mayoritaria en este área de investigación macroeconómica, incluso a pesar de que la OCDE es, de entre las áreas económicas del mundo, la que posiblemente mejor se ajusta a los supuestos fundamentales del modelo de crecimiento neoclásico.

La OCDE es el "club" de los países más ricos del mundo que comparte instituciones políticas y económicas, para el que existe la posibilidad de contar con una base de datos homogénea. Además, este grupo de países presenta un adecuado balance entre aspectos institucionales comunes y experiencias macroeconómicas diversas, que lo hacen muy recomendable para el contraste de las teorías económicas. Existe un consenso bastante amplio en la literatura empírica del crecimiento económico, acerca del patrón de convergencia existente entre los países de la OCDE (véase, por ejemplo, Barro y Sala-i-Martin (1991) o Mankiw et al. (1992)). Para muchos autores, el comportamiento de largo plazo de las economías de la OCDE es el mejor ejemplo de convergencia tal y como la predice el modelo de crecimiento

exógeno, tanto en su versión simple, como en su forma ampliada con capital humano. Esta es la razón por la que se va a utilizar a lo largo de este capítulo y, en general a lo largo de toda la tesis, el modelo de crecimiento de rendimientos constantes de Solow (1956) ampliado con capital humano como hilo conductor de los resultados. Así, se presentan los rasgos fundamentales del proceso de crecimiento de los países de la OCDE en el marco de ecuaciones de convergencia estándar para mostrar que, a pesar de lo que constituye el consenso general, este tipo de modelización no es adecuada para explicar razonablemente muchos de esos rasgos, lo que sugiere la necesidad de buscar un marco teórico más amplio. En realidad, muchas de las estimaciones que se van a realizar en éste y los demás capítulos, pueden entenderse como contrastes donde la hipótesis nula es el modelo de crecimiento exógeno y la hipótesis alternativa no está plenamente especificada, en vez de intentar contrastar algún modelo particular de crecimiento endógeno. La literatura de crecimiento endógeno ya ha producido, como se ha visto en el capítulo anterior, una gran variedad de modelos que destacan diferentes "motores del crecimiento". Sin embargo, muchos de esos modelos están en un estadio demasiado primitivo desde el punto de vista empírico por al menos dos tipos de razones. En primer lugar, muchas de sus proposiciones empíricas implican la utilización de variables que no son directamente observables, o para las que sencillamente no existen datos fiables y homogéneos disponibles. Por otra parte, incluso aunque fuéramos capaces de poder discriminar entre modelos de crecimiento exógeno y modelos de crecimiento endógeno, seguiría siendo muy difícil discriminar entre las distintas encarnaciones de los modelos de crecimiento endógeno, en base a la

evidencia empírica disponible (Pack (1994)).

Las siguientes páginas de este capítulo se han estructurado de la siguiente forma. En el segundo apartado se presentan los hechos básicos de la evolución de las tasas de crecimiento en la OCDE para el periodo 1960-1990. Se calculan medidas de dispersión y convergencia, así como su evolución en el tiempo, analizándose la relación existente entre las tasas de crecimiento y sus principales determinantes. El tercer apartado está dedicado al mismo tipo de cuestiones, aunque con una visión mucho más pormenorizada. En concreto, se realiza un análisis desagregado en grupos de países y en distintos subperiodos temporales. El cuarto apartado del capítulo se dedica íntegramente al estudio del patrón de correlaciones existentes entre tasas de crecimiento e indicadores macroeconómicos de medio plazo, fundamentalmente enfatizando las diferencias existentes entre distintos grupos de países en periodos diversos de tiempo. Para concluir el capítulo, el apartado quinto está dedicado a resumir las conclusiones más importantes que se derivan de los distintos ejercicios realizados, sugiriendo algunos temas de investigación que se abordarán en capítulos próximos, así como otros que quedan fuera del campo de esta tesis.

II. Crecimiento y Convergencia.

Aunque con las cautelas debidas, tras una primera inspección de los hechos, parece bastante razonable hablar del modelo de rendimientos constantes a escala como una buena aproximación a algunas de las características básicas que definen la evolución de largo plazo de las economías de la OCDE. Para ver porqué, es suficiente inicialmente con hacer una comparación entre diferentes regiones económicas del mundo en cuanto a algunos de los rasgos que definen el proceso de crecimiento.

Como puede observarse en los Gráficos 2.1 y 2.2 únicamente la OCDE y Asia han experimentado un crecimiento sustancial y sostenido de sus niveles de PIB per cápita y de PIB por trabajador ocupado a lo largo de los treinta años considerados (crecimiento eso sí, mucho más pronunciado en la OCDE)⁵³. Una de las claves del éxito relativo de los países más avanzados se puede comprobar en el Gráfico 2.3: como puede observarse, el porcentaje del PIB que han dedicado los países de la OCDE a incrementar el stock de capital

⁵³ Los datos con los que se han realizado éstos y algunos de los gráficos que se presentan posteriormente provienen de la *Penn World Table 5.6*, que es la última versión disponible de la conocida bases de datos de Summers y Heston (1991). Se van a considerar en estas comparaciones cuatro regiones económicas del mundo: la OCDE, Africa, América Latina y Asia (excluyendo a Japón). El criterio seguido para construir las series ha sido el de coger todos aquellos países para los que existe información anual de 1960 a 1990. Concretamente, Africa está formada por 37 países, América Latina por 21 y Asia por 17.

Gráfico 2.1
 PIB per cápita en diferentes regiones

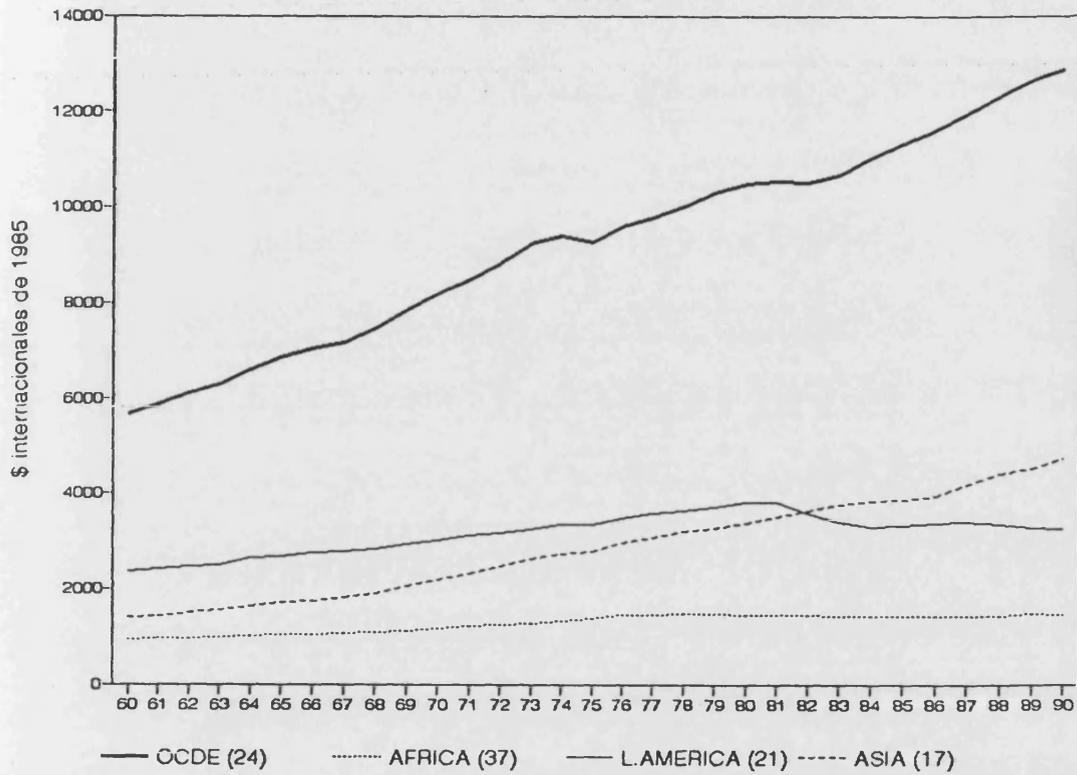


Gráfico 2.2
 PIB por trabajador, diferentes regiones

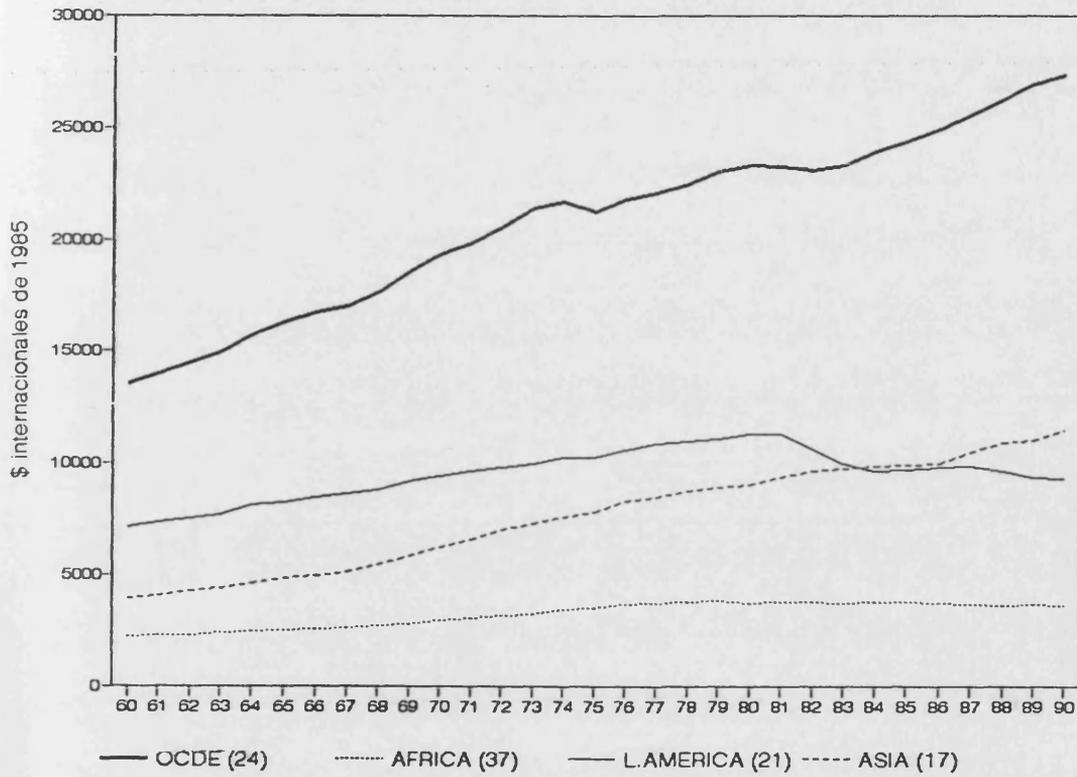
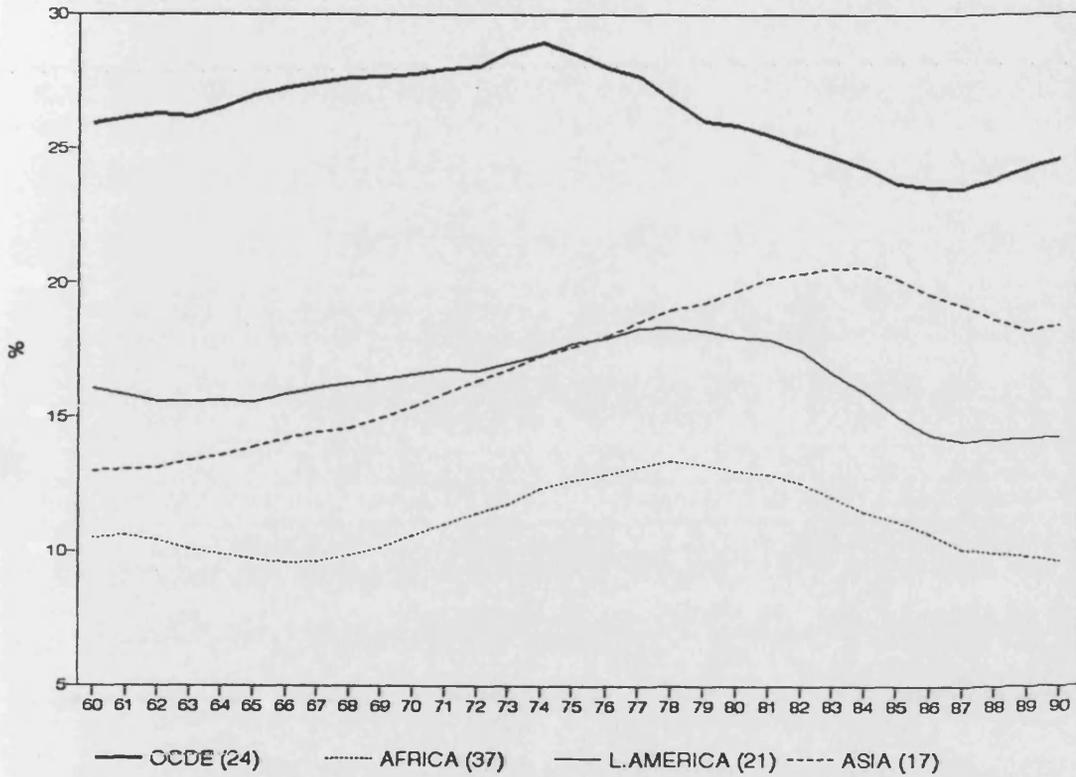


Gráfico 2.3
Ratio Inversión/PIB, media móvil 5 años

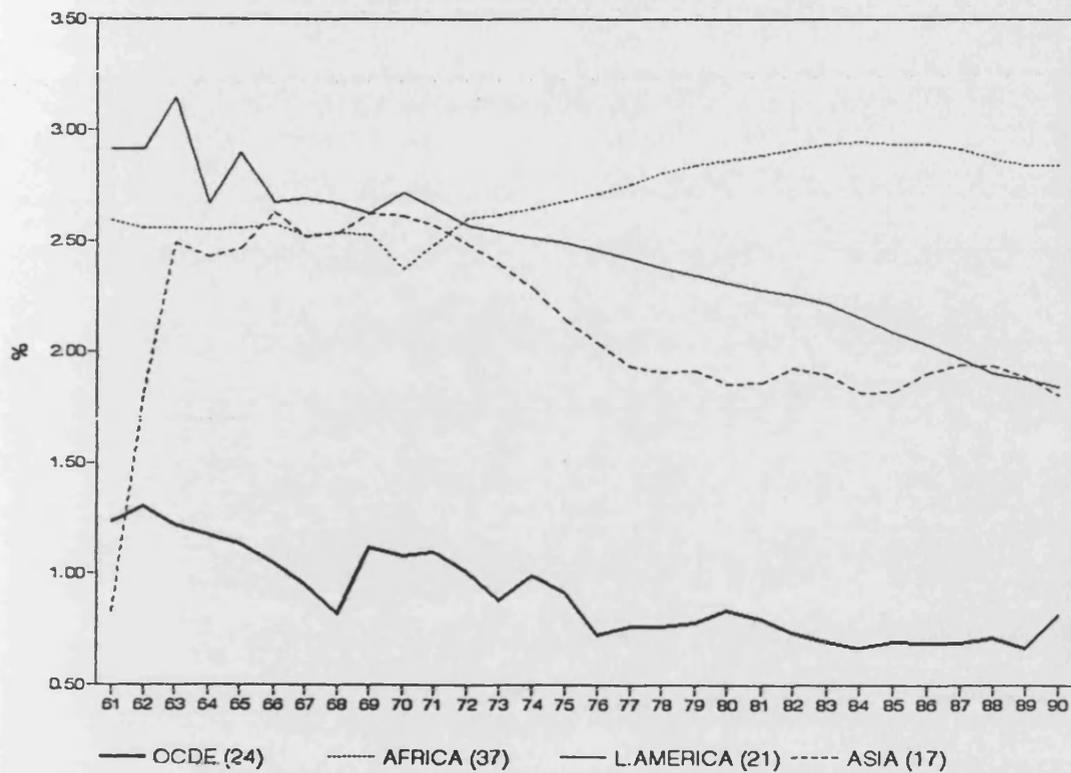


productivo es mucho mayor, además de ser más estable en el tiempo, que en el resto de las regiones consideradas. De hecho, sólo Asia mostró una tendencia que le hubiera permitido alcanzar niveles de esfuerzo inversor en términos de PIB similares a los de la OCDE, de no haber sido por la recesión de principios de los años ochenta, que le volvió a alejar a una distancia de aproximadamente cinco puntos.

Otro de los factores que sin ninguna duda influyen en la capacidad de crecimiento de los países es el ritmo al que crece la población. En este sentido, también hay rasgos definitorios del desigual comportamiento de las diferentes regiones económicas. El Gráfico 2.4 ilustra este hecho bien a las claras: la tasa de crecimiento de la población en la OCDE ha sido durante todo el periodo como mínimo la mitad que en cualquier otra región del mundo⁵⁴. Sea cual sea el tipo de modelo que se considere adecuado para describir el proceso de crecimiento, la implicación de estas diferencias es que todo lo demás igual, o bien los niveles o bien las tasas de crecimiento

⁵⁴ En este gráfico se esconden un par de hechos preocupantes, aunque poco comentados en la literatura, acerca de la base de datos de Summers y Heston. Así, por ejemplo, en muchos países las series de población resultan poco verosímiles al principio de las décadas de 1960 y 1970. Como puede observarse en el gráfico, las tasas de crecimiento de la población en Asia de los años 1961 y 1962 son muy inferiores a las del resto de los años (0.8% y 1.8%, frente a unas tasas promedio en el resto de los años 60 cercanas al 2.5%). De igual forma, tanto en África como en América Latina hay un importante cambio de nivel en el número de habitantes entre 1970 y 1971 (por ejemplo, en África la población cae en casi 7 millones de habitantes). Tanto para África como para América Latina se han calculado las tasas de crecimiento, como los promedios de años anteriores y posteriores en los casos en que esto ocurría.

Gráfico 2.4
Tasas de Crecimiento de la Población



del output serán muy inferiores en los países menos desarrollados.

Una forma alternativa de corroborar las importantes diferencias entre la OCDE y las otras regiones del mundo se presenta en los Gráficos 2.5 y 2.6. En el primero de estos gráficos se puede observar cómo la OCDE ha sido la única región de las consideradas que ha conseguido mantener un patrón de consumo privado respecto al PIB estable a lo largo de los treinta años. Además, se puede comprobar que el resto de las regiones han consumido partes mucho más significativas de sus PIBs, si bien con una tendencia decreciente que se ha estabilizado en los últimos quince años a niveles de entre dos puntos (Asia) y casi seis puntos (Africa y América Latina) del PIB de diferencia en relación a la OCDE. La conjunción de las evidencias de contabilidad nacional recogidas hasta ahora se refleja claramente en el Gráfico 2.6, donde se constata el importante crecimiento experimentado por el consumo público en relación al PIB, fundamentalmente en Africa y América Latina⁵⁵. El papel del sector público en el crecimiento a largo plazo ha sido estudiado en un buen número de trabajos, que postulan sus posibles efectos positivos o negativos dependiendo de si los distintos componentes del gasto público cooperan o no con otros factores de la función de producción (Barro, (1989)), o de si introducen distorsiones en el mecanismo de formación de los

⁵⁵No se hace ningún tipo de mención al saldo de la balanza por cuenta corriente, ya que tal y como se han definido las regiones económicas el saldo de ésta no es significativamente distinto de cero en ninguna de ellas y en ningún año (dicho saldo se ha construido como la suma de las exportaciones al resto del mundo, menos la suma de todas las importaciones del resto del mundo realizadas por los países de cada región).

Gráfico 2.5
Ratio Consumo Privado/PIB

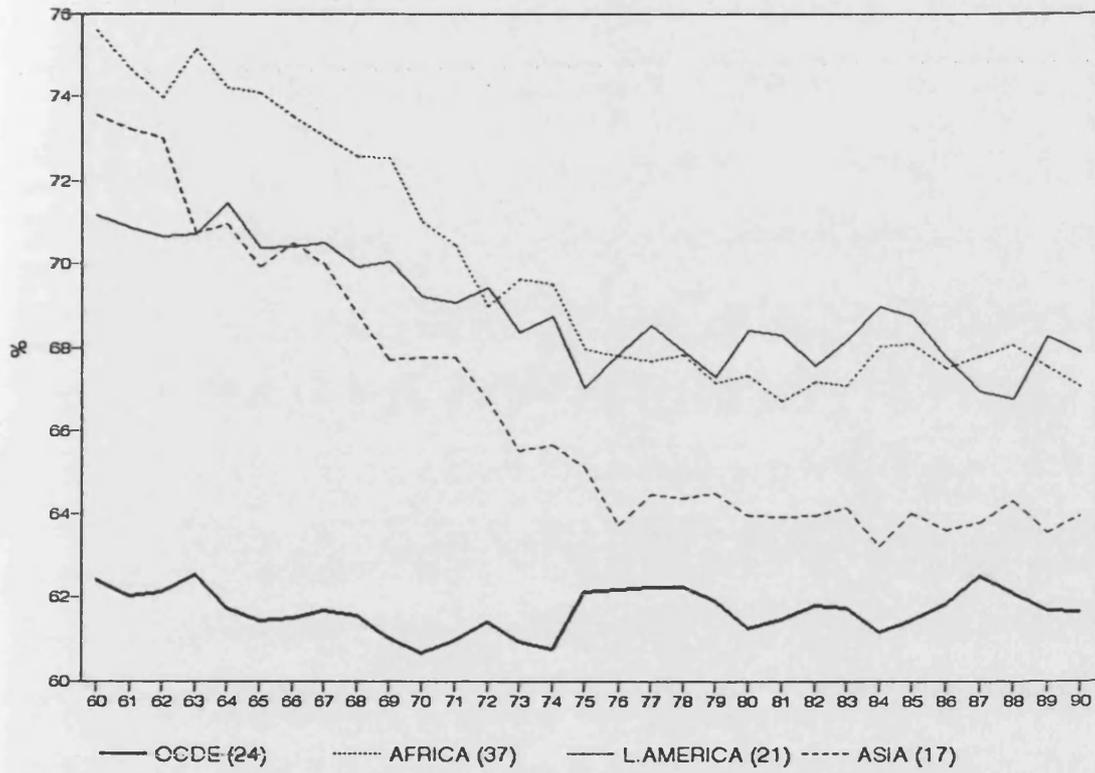
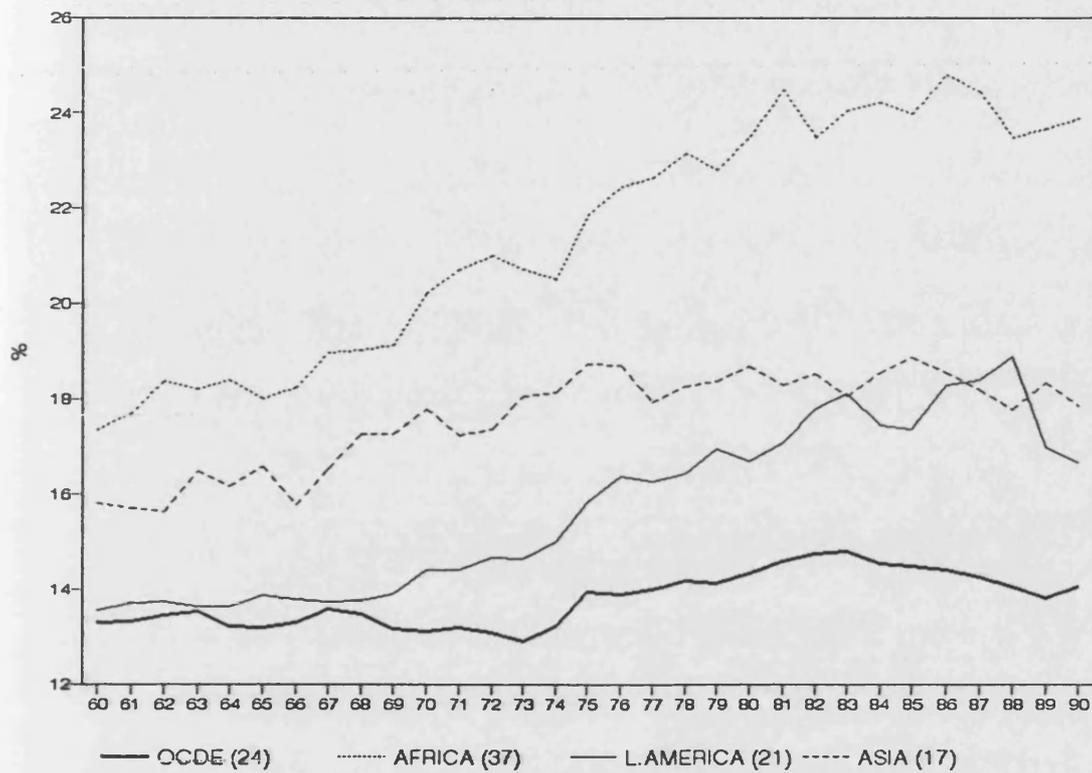


Gráfico 2.6
Ratio Consumo Público/PIB



precios (Singh (1992) o Easterly (1994), por ejemplo). En cualquier caso, sí que existe un cierto consenso en que una alta participación del consumo público en el PIB o bien no tiene efectos sobre el crecimiento, o bien puede tener efectos adversos.

Otro de los factores fundamentales para poder entender la evolución de largo plazo de los países o grupos de países es comparar la forma en la que se articula el proceso de producción en las distintas áreas económicas, es decir, el grado de intensidad relativa con el que se utilizan los factores productivos. Los Gráficos 2.7 y 2.8 intentan abordar esta tarea desde un punto de vista meramente descriptivo. Así, en el Gráfico 2.7 queda patente que las economías desarrolladas han producido con una dotación de capital por trabajador mucho más elevada que en el resto de regiones⁵⁶. De hecho, la dotación de capital por trabajador sólo se ha incrementado de forma sostenida en la OCDE y en Asia, aunque en este segundo caso a tasas mucho menores. La abundancia relativa de capital en la OCDE se refleja también en

⁵⁶ Es necesario hacer un par de salvedades sobre estos gráficos. El nivel de capital por trabajador que se obtiene de los datos de Summers y Heston resulta muy bajo en comparación con otras estimaciones (por ejemplo, las de Maddison (1991)). Esto no ha de extrañar, ya que las series de inversión utilizadas para las estimaciones de la *Penn World Table* no incluyen ni la inversión exterior, ni la variación de existencias. Además, Summers y Heston utilizan un método de cálculo, que va reduciendo el valor en el stock de capital de la inversión en un determinado tipo de activo, conforme aumenta la vida del mismo. En definitiva, estas estimaciones presentan sus ventajas e inconvenientes respecto a otro tipo de métodos, pero son directamente comparables entre países y relativamente fiables en su evolución, sobre todo a partir de 1980.

Gráfico 2.7
Stock de Capital por Trabajador

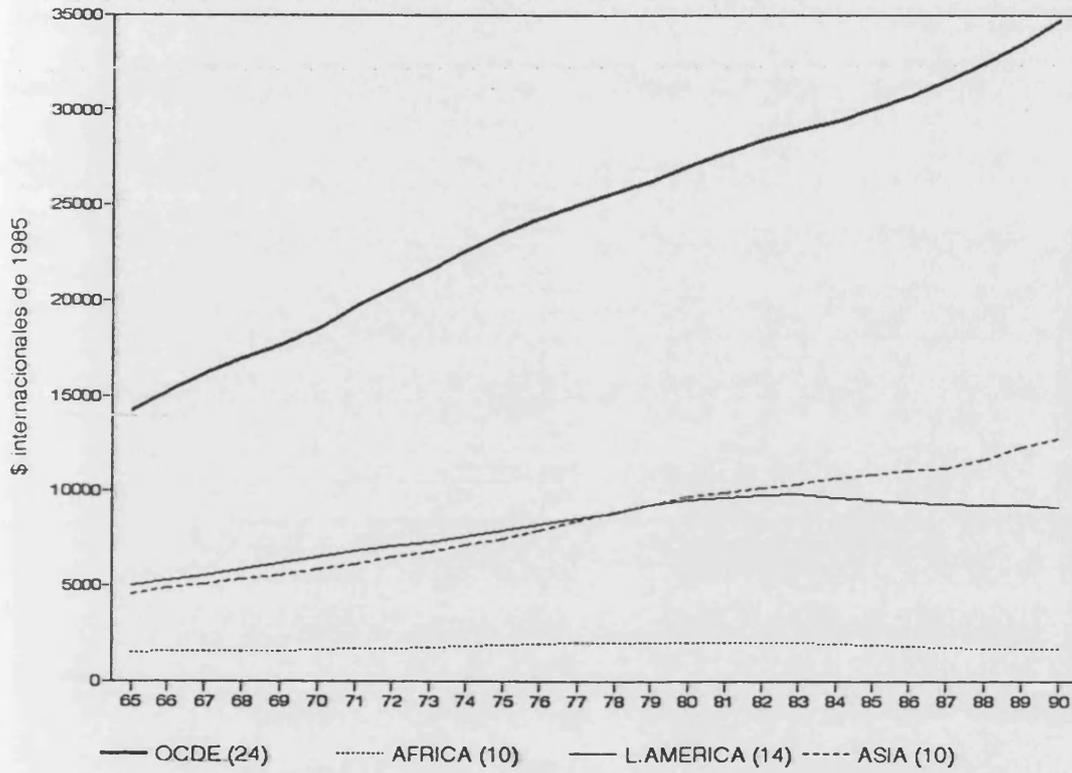
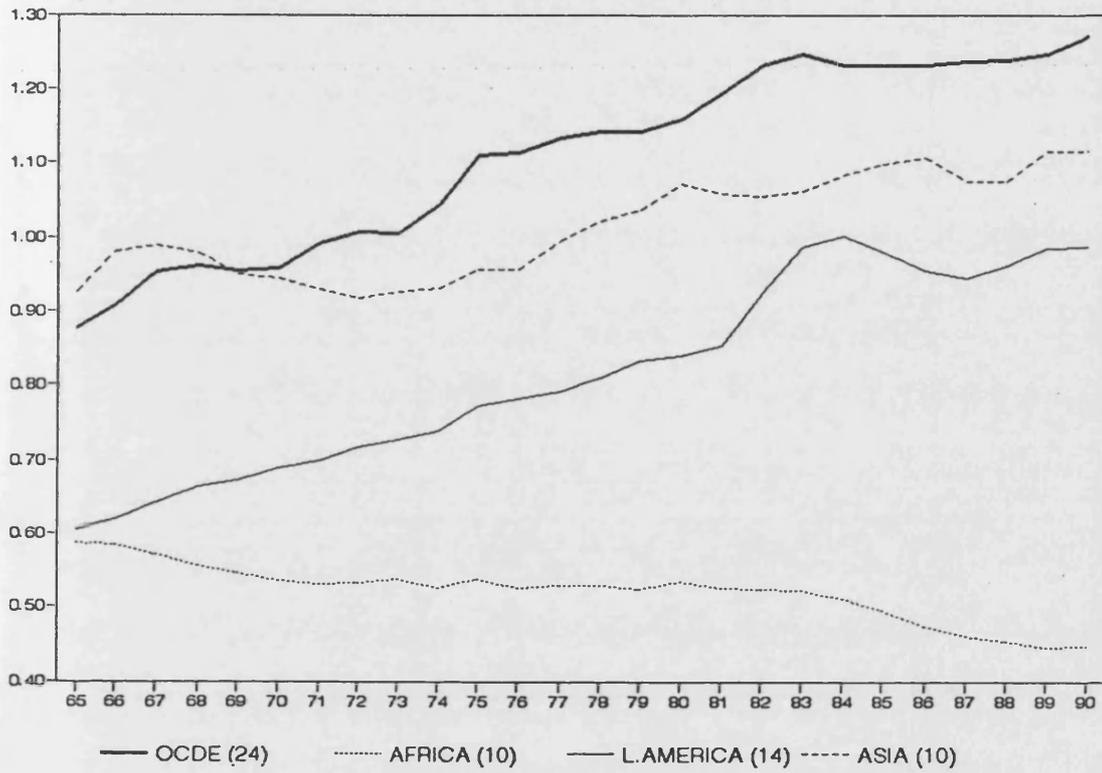


Gráfico 2.8
Ratio Capital/Output



el Gráfico 2.8, donde se ha representado la evolución en el tiempo del ratio capital-output. Este indicador ha presentado un crecimiento moderado en todas las regiones del mundo, con la excepción de Africa, donde ha disminuido año a año. En cualquier caso, la cantidad de capital utilizada para producir una unidad de output es muy superior en la OCDE, lo que viene a confirmar esa abundancia relativa en dicho factor productivo. No se va a entrar en este momento en consideraciones de tipo tecnológico, que se abordarán extensamente en el Capítulo 3, ni en las implicaciones que pueden tener estas sustanciales diferencias para el proceso de crecimiento de las economías, baste con resaltar que en líneas generales la OCDE es la única región considerada que ha mostrado un crecimiento sostenido, con unas participaciones relativamente muy estables de la inversión, el consumo privado y el consumo público en el PIB y con un proceso productivo que ha permitido dotar a los trabajadores con una cantidad creciente de capital productivo.

Indudablemente, detrás de las evidencias presentadas en los párrafos anteriores se esconden toda una serie de relaciones tecnológicas y parámetros de comportamiento social y económico, que en definitiva son las causantes del proceso de crecimiento y, en su caso, de convergencia entre los países. Aún siendo conscientes de que se han quedado fuera del análisis anterior algunos importantes rasgos que permiten una caracterización más exhaustiva del proceso de crecimiento a largo plazo (por ejemplo, el papel del capital humano o de la inversión en investigación y desarrollo), no es el objetivo de este capítulo un análisis pormenorizado del crecimiento a

nivel mundial, sino resaltar algunos de los determinantes más importantes de dicho proceso en los países de la OCDE. Pasando, en consecuencia, a centrarnos ahora en el caso específico de los países 24 países más desarrollados, se puede hallar en el Cuadro 2.1 la información más básica sobre las tasas de crecimiento del PIB per cápita y de la productividad⁵⁷.

La tasa de crecimiento promedio de la renta per cápita (por trabajador) entre 1960 y 1990 ha sido de un 2.97% (2.83%) para el total de países de la OCDE. En el caso de los doce países de la Unión Europea (UE) dichas tasas han alcanzado valores ligeramente superiores del 3.13% (3.17%), mientras que en el grupo de los siete países más industrializados (G7) del 3.05% (2.85%) y en el grupo de los seis países más pobres⁵⁸ en 1990 del 3.25% (3.57%). Este proceso de crecimiento se ha sustentado en unas tasas de inversión en porcentaje del PIB razonablemente elevadas (19.34%), así como en unas tasas de crecimiento de la población moderadas (0.80%) y en un sustancial esfuerzo en inversión en capital humano (las tasas de escolarización en enseñanza secundaria y universitaria han alcanzado valores promedio del 73.44 y

⁵⁷ Los datos con los que se ha construido este cuadro, así como la casi práctica totalidad de los que aparecerán en esta tesis, provienen de estadísticas oficiales de la OCDE. Las series han sido homogeneizadas con Paridades del Poder Adquisitivo (PPAs) de 1990. Véase tanto el Apéndice 2.1 de esta tesis, así como Dabán, Doménech y Molinas (1995) o Andrés, Doménech y Molinas (1995) para más detalles sobre la construcción de la base de datos.

⁵⁸ Estos seis países que denominaremos a partir de ahora OCDE(6) son: Turquía, Portugal, Grecia, Irlanda, España y Nueva Zelanda.

Cuadro 2.1

PROMEDIOS DEL PERIODO 1960-1990

1960-1975 y 1985-1990

PROMEDIOS

1975-1985

PROMEDIOS

PAIS	Tasas de crecimiento (%)			PIB/N		PIB/L		Real I/PIB	Nominal I/PIB	Tasas escolariz.		Tasas de crec. (%)		Real I/PIB	Tasas de crec. (%)		PIB/L		Real I/PIB		
	PIB/N	PIB/L	N	1960	1990	1960	1990			2aria.	3aria.	PIB/N	PIB/L		PIB/N	PIB/L	1975	1985		1975	1985
				(EE.UU.=100)	(EE.UU.=100)	(EE.UU.=100)	(EE.UU.=100)														
Australia	2.25	1.75	1.62	67.53	72.98	63.29	75.24	23.65	24.61	67.50	20.36	2.53	1.79	24.19	1.69	1.66	76.71	75.02	22.55		
Austria	3.20	3.02	0.30	52.80	75.41	47.20	81.59	21.57	25.58	73.67	16.24	3.61	3.84	21.98	2.37	1.39	69.65	72.88	21.00		
Bélgica	3.07	2.98	0.28	54.08	74.39	54.30	92.99	16.38	20.22	83.67	20.16	3.68	3.30	17.13	1.86	2.33	71.50	71.18	14.84		
Canada	2.70	1.70	1.48	67.32	83.09	74.09	87.32	18.61	22.27	75.33	35.29	2.91	1.80	18.50	2.30	1.50	81.66	84.71	18.94		
Suiza	1.93	1.76	0.75	98.18	96.61	72.59	87.05	21.55	25.78	63.08	17.17	2.22	2.24	22.57	1.35	0.81	100.21	94.85	19.65		
Alemania	2.69	2.85	0.44	67.74	83.51	53.83	88.70	19.36	22.49	68.16	18.16	2.87	3.26	20.21	2.35	2.02	77.05	80.44	17.35		
Dinamarca	2.54	1.98	0.39	64.10	75.30	54.32	69.36	18.32	21.37	91.89	21.61	2.56	2.14	19.52	2.49	1.66	73.14	77.39	16.01		
España	3.83	4.36	0.81	31.43	53.49	30.38	77.34	17.13	23.24	63.33	15.41	5.32	4.87	17.95	0.85	3.35	52.86	47.64	15.85		
Finlandia	3.41	3.26	0.40	48.76	73.69	38.14	70.64	27.30	26.16	69.67	19.40	3.89	3.94	28.38	2.43	1.90	66.11	69.57	24.82		
Francia	2.94	3.22	0.73	59.48	78.98	51.42	94.64	18.60	22.66	72.17	21.19	3.49	3.67	19.20	1.86	2.33	77.00	76.68	17.64		
Reino Unido	2.19	2.13	0.31	68.09	72.34	55.22	73.73	12.24	18.26	75.67	15.86	2.35	2.12	12.71	1.86	2.15	68.61	68.29	11.46		
Grecia	3.97	4.33	0.64	19.20	33.77	17.67	43.83	14.99	21.49	67.00	14.28	5.00	5.64	15.67	1.90	1.70	34.78	34.75	13.68		
Irlanda	3.50	4.00	0.71	32.79	50.96	32.98	75.84	16.57	21.17	73.50	16.17	4.02	4.23	15.84	2.46	3.54	41.39	43.64	18.65		
Islandia	3.35	2.49	1.24	53.69	78.63	51.95	76.12	24.28	25.83	78.33	13.01	3.39	2.80	24.84	3.26	1.86	68.59	78.08	22.73		
Italia	3.49	3.77	0.41	47.77	74.06	43.10	92.35	18.37	23.28	59.83	18.80	3.80	4.39	19.27	2.86	2.53	63.81	70.00	16.28		
Japón	5.38	5.16	0.94	30.24	60.04	23.80	75.70	25.25	31.31	67.00	20.54	6.40	6.12	25.59	3.34	3.25	62.64	72.10	25.35		
Luxemburgo	2.62	2.03	0.64	89.17	106.58	79.42	101.96	17.80	23.09	90.18	22.17	2.83	1.98	19.08	2.18	2.14	93.91	96.43	15.15		
Holanda	2.44	2.35	0.88	63.33	72.43	57.37	81.50	18.68	22.86	82.33	22.88	3.05	3.00	19.88	1.23	1.06	75.38	70.48	16.23		
Noruega	3.23	2.85	0.58	50.57	72.81	44.10	72.76	29.34	28.31	80.50	18.52	2.97	3.01	29.24	3.73	2.54	63.15	75.41	29.75		
Nueva Zelanda	1.38	1.19	1.17	74.02	61.35	66.16	66.19	14.30	22.63	79.50	22.66	1.57	1.50	14.59	0.99	0.56	72.98	66.56	13.80		
Portugal	4.28	4.08	0.46	22.14	42.60	18.29	42.62	19.78	27.58	44.83	8.62	5.36	4.69	20.40	2.11	2.85	35.62	36.32	18.39		
Suecia	2.41	2.12	0.45	68.12	77.37	53.34	71.01	17.81	21.46	72.50	22.26	2.94	2.70	18.70	1.35	0.96	82.11	77.74	15.99		
Turquía	2.57	3.45	2.40	20.47	24.09	17.77	34.56	14.85	18.89	28.83	6.03	3.18	4.09	15.01	1.34	2.18	23.92	22.51	14.84		
Estados Unidos	1.99	1.14	1.09	100.00	100.00	100.00	100.00	17.56	18.71	94.14	48.87	2.02	1.35	17.65	1.92	0.73	100.00	100.00	17.45		
OCDE	2.97	2.83	0.80	56.29	71.44	50.03	76.38	19.34	23.30	73.44	19.82	3.42	3.27	19.92	2.09	1.96	66.03	69.28	18.27		
UE	3.13	3.17	0.56	51.61	68.20	45.69	77.91	17.35	22.31	72.71	17.94	3.70	3.61	18.07	2.00	2.30	63.76	64.44	15.96		
G-7	3.05	2.85	0.77	62.95	81.72	57.35	87.49	18.57	22.71	76.04	25.53	3.40	3.24	19.02	2.36	2.07	75.82	78.89	17.78		
OCDE(6)	3.25	3.57	1.03	33.34	44.38	30.54	56.73	16.27	22.50	59.50	13.86	4.08	4.17	16.58	1.61	2.36	43.59	41.80	15.87		

19.82%, respectivamente).

Estos rasgos característicos del proceso de crecimiento de la OCDE, aunque muy diferentes como ya se comprobó anteriormente a los de otras regiones, no han sido tampoco en absoluto homogéneos. De hecho, como se verá posteriormente las diferencias entre los países en sus tasas de acumulación de los factores explican una parte, pero no el total de las diferencias observadas en las tasas de crecimiento. Así, por ejemplo, el relativo éxito de algunos países podría ser explicado por sus relativamente elevadas tasas de ahorro. Este es el caso de Japón con un crecimiento promedio del 5.38% y una tasa de ahorro (aproximada por el ratio inversión-PIB) del 25.25%, o Noruega (3.23% y 29.34%, respectivamente) entre los países de mayor crecimiento y de Gran Bretaña (2.19% y 12.24%) y Nueva Zelanda (1.38% y 14.30%) entre los países de más lento crecimiento. La varianza de las tasas de escolarización ha sido aparentemente mucho mayor y su correlación con las tasas de crecimiento es mucho menos evidente. Se pueden encontrar países con elevadas tasas de escolarización, como Dinamarca y EE.UU., que han crecido mucho menos que otros en los que se ha invertido mucho menos en capital humano (p. ej. Turquía, Portugal e Italia). Además, en cualquier caso, tampoco debe descartarse *a priori* la existencia de causalidad en la dirección opuesta (es decir, de las tasas de crecimiento de la renta a las tasas de acumulación).

Uno de los hechos que más se ha discutido en la literatura empírica del crecimiento de los últimos años es, sin duda, si se han reducido las

diferencias en rentas per cápita y/o productividades entre los países a lo largo del proceso de crecimiento. Una primera inspección del Cuadro 2.1 sugiere que la distancia de muchos países, respecto a los niveles de renta per cápita de EE.UU., y en mayor medida respecto a los niveles de productividad, se ha reducido a lo largo de los años en términos relativos, aunque con experiencias muy heterogéneas⁵⁹. Otro hecho relacionado con el anterior, y también profusamente discutido, es si las diferencias en las tasas de acumulación (en capital físico y humano) permiten explicar los diferenciales en las tasas de crecimiento, o por el contrario se puede hablar de un efecto genuino de *catching-up*, por el que los países más pobres tienden a crecer más rápido que los países más avanzados debido a la existencia de mayores posibilidades de inversión. Barro y Sala i Martín (1991, 1992) han propuesto las dos formas, ahora populares, de presentar la información recogida en la senda de largo plazo de las rentas relativas de los países: las nociones de σ y β convergencia.

⁵⁹ Considérense, por ejemplo, los casos de Alemania, Canadá, Australia y el Reino Unido que tenían niveles muy similares de renta per cápita en 1960. Mientras que Canadá y Alemania consiguieron alcanzar en 1990 niveles bastante cercanos a los de EE.UU. (cercaos al 85%), los otros dos países se quedaron bastante por debajo (menos del 75% de la renta de EE.UU.). Estas diferencias entre países en el patrón de crecimiento se hacen también evidentes en otros casos como los de Japón (pasó de 30 al 80% de la renta estadounidense), Suiza (estabilizada a unos niveles del 96-98%) y Nueva Zelanda (con una pérdida sustancial en su posición relativa a lo largo de los años).

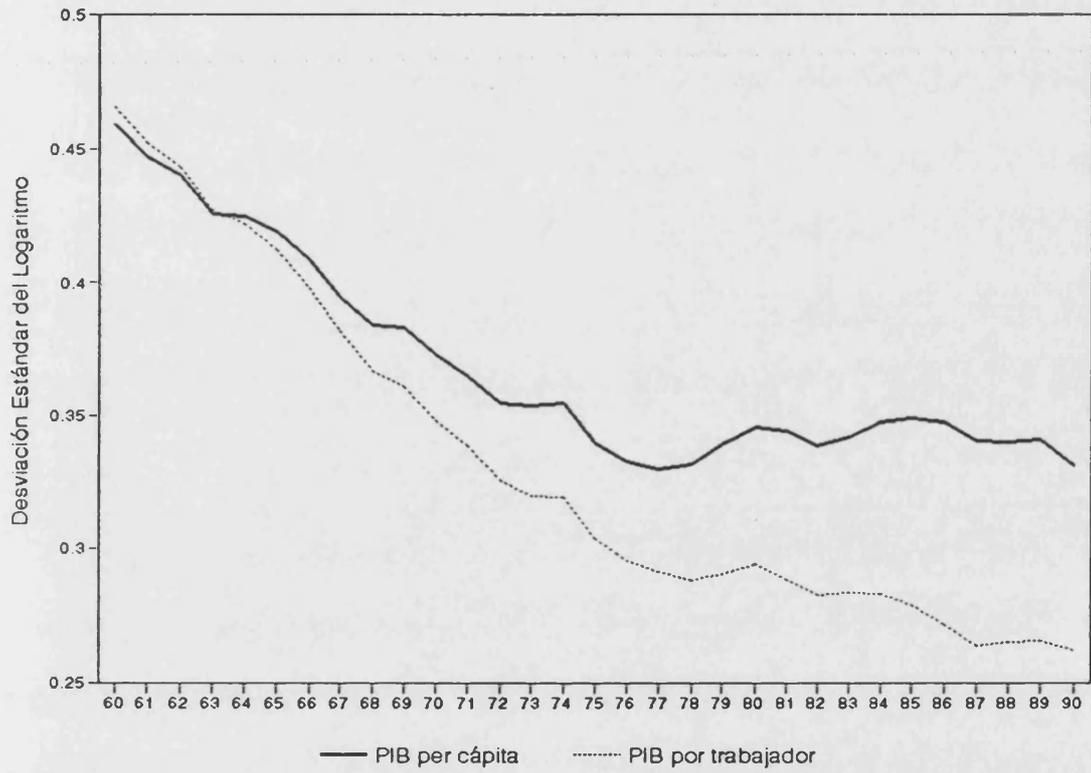
II.1. σ -convergencia.

Siguiendo a Barro y Sala i Martín la σ -convergencia se define como la variación a lo largo del tiempo de una medida de dispersión de la variable de interés entre los países. Dicha medida de convergencia no incorpora ningún *a priori* sobre el modelo relevante de comportamiento de las economías. En este sentido, se puede hablar de una medida bastante poco sofisticada de convergencia, dado que la varianza estimada de las rentas entre países está contaminada por la varianza de las perturbaciones que pueden afectar a las economías a lo largo del tiempo⁶⁰. Por ello, incluso en el caso de que los países estuvieran realmente acercándose en el largo plazo, este estadístico presentaría un límite inferior, fijado por la varianza de los shocks que afectaran a las economías.

Se ha representado en el Gráfico 2.9 La evolución en el tiempo de la desviación estándar del logaritmo de la renta per cápita y de la productividad de los países de la OCDE. Como puede apreciarse, ambas series empiezan desde niveles similares en 1960, habiéndose producido desde entonces y hasta mediados de los años 70 una reducción sostenida en la dispersión, mucho más acusada en output por trabajador que en output per

⁶⁰ Además de este tipo de limitación, algunos autores han criticado más en profundidad la utilización de esta medida de convergencia. Quah (1993a) postula que la desviación estándar no es más que un parámetro de la distribución de rentas per cápita, que no recoge aspectos mucho más interesantes de la dinámica temporal de la misma.

Gráfico 2.9
Sigma Convergencia en la OCDE



cápita. A partir de 1975-76 la convergencia en output por trabajador ha continuado, aunque a ritmos más bajos, mientras que en términos per cápita ha cesado completamente. Para el periodo en su conjunto se ha producido una reducción de la desviación estándar del output por trabajador de aproximadamente un 45 por cien, mientras que la misma medida sólo se ha reducido en un 28 por cien en el output per cápita.

Tal y como se puede apreciar en los Gráficos 2.10 y 2.11, en los que de nuevo se hace uso de información referente a las distintas regiones del mundo anteriormente definidas, la caída en la dispersión de las rentas (per cápita o por trabajador) no es un patrón observable a nivel mundial (véase a este respecto Parente y Prescott (1993)). De hecho, se podría decir que la σ -convergencia es fundamentalmente una característica definitoria de la evolución de los países de la OCDE. El Gráfico 2.10 es paradigmático de este hecho, ya que el nivel de dispersión en rentas per cápita es muy similar en las cuatro regiones en 1960, mientras que en 1990 ha permanecido a niveles prácticamente iguales en América Latina y ha crecido de forma notoria en África y Asia (en estas dos regiones el crecimiento de la dispersión es un hecho fundamentalmente de la primera mitad del trienio). En general, no hay diferencias apreciables en los resultados de la σ -convergencia en productividad del Gráfico 2.11, por lo que el mensaje es esencialmente el mismo.

La caída observada en la dispersión es un hecho característico de los países más desarrollados, que apunta claramente hacia un claro patrón de

Gráfico 2.10
Sigma convergencia, diferentes regiones

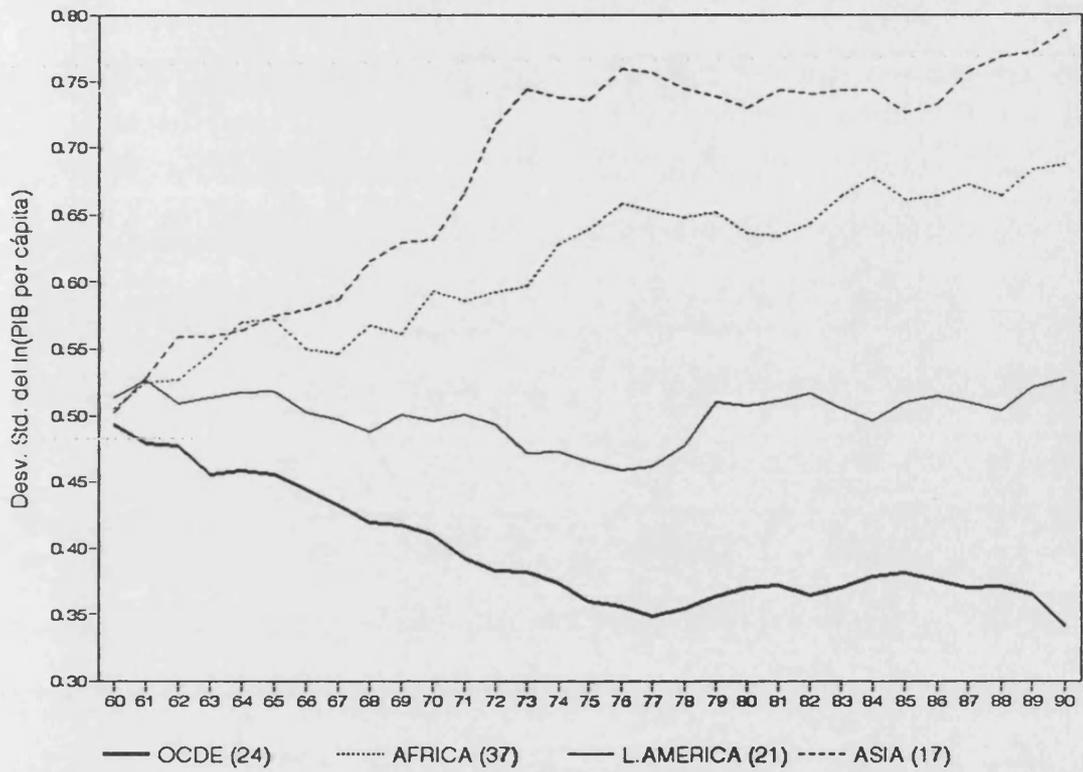
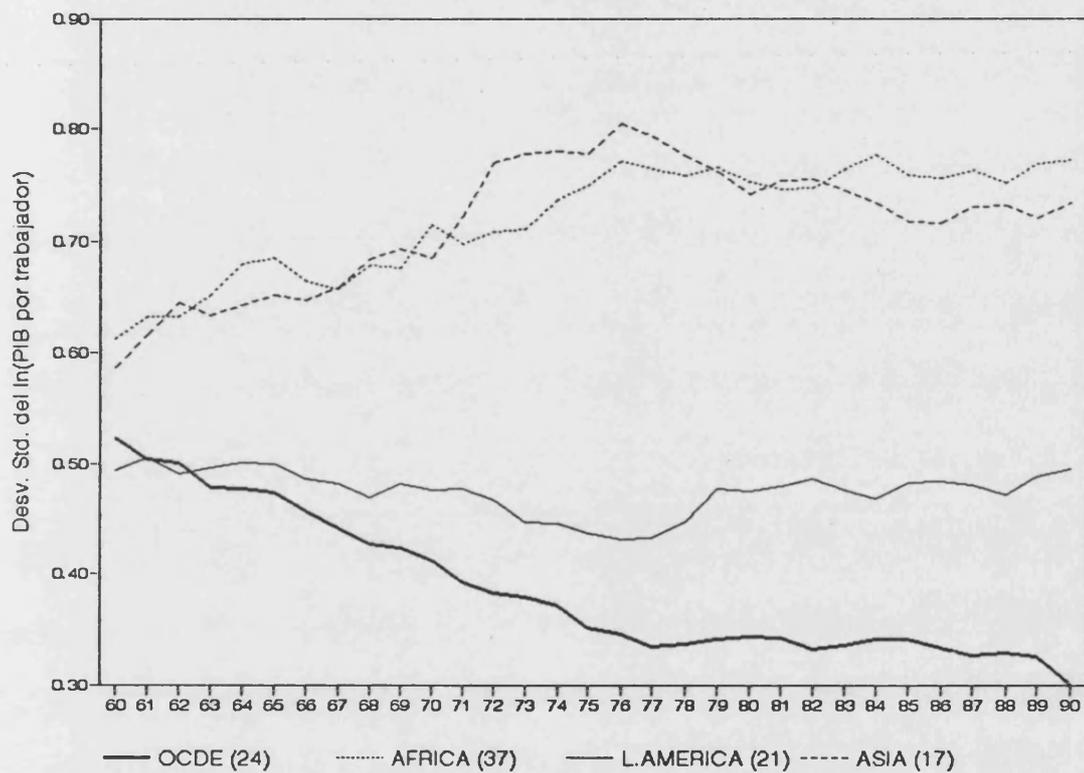


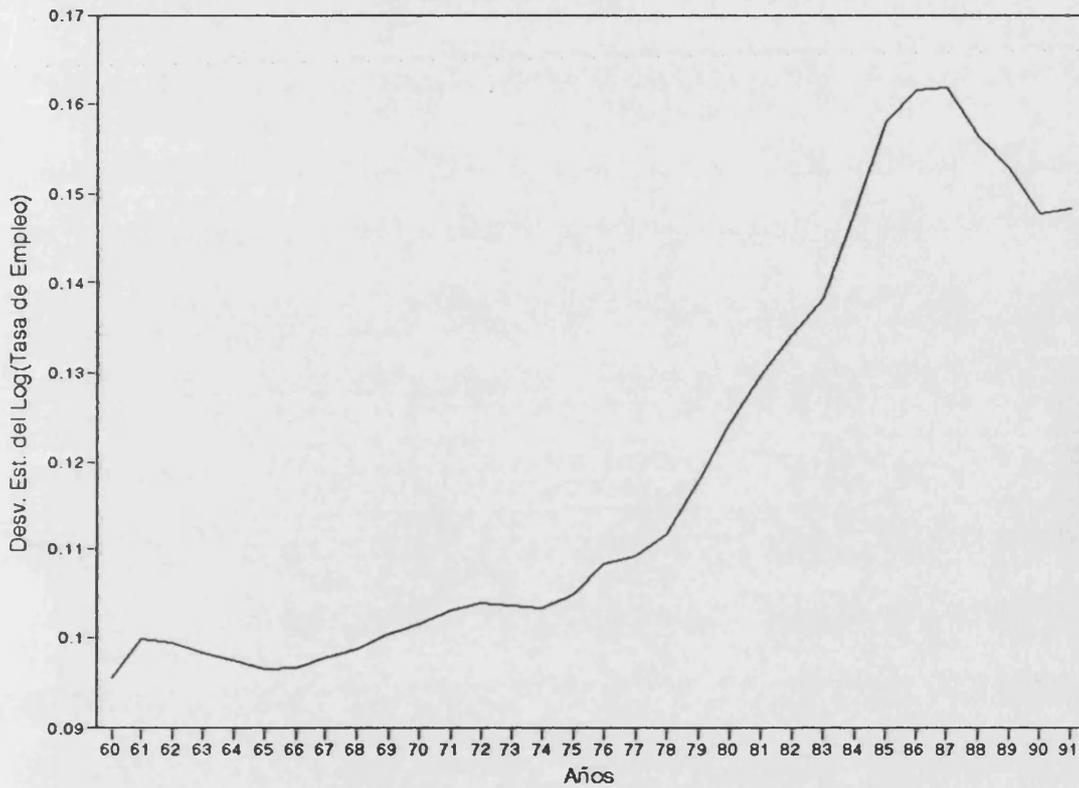
Gráfico 2.11
Sigma convergencia, diferentes regiones



convergencia entre los países miembros de la OCDE. Dicho proceso de convergencia se ha producido en un entorno caracterizado por la creciente integración de los mercados financieros y de bienes, así como por la expansión del comercio internacional. Todas estas fuerzas han contribuido a generar un proceso de sustancial *catching-up* tecnológico, tal y como refleja la importante y sostenida reducción de la dispersión en productividad. Sin embargo, la convergencia en PIBs per cápita ha sido mucho más limitada, lo que puede ser explicado en la OCDE por la existencia de un proceso mucho más lento de convergencia en las estructuras demográficas de los países y de las tasas de participación de la fuerza de trabajo en los mercados de trabajo. Adicionalmente, y como veremos más adelante en profundidad, también se puede encontrar una explicación a la desaceleración de la convergencia en rentas per cápita de mediados de la década de los años 70 en el impacto desigual de los shocks y turbulencias macroeconómicas característicos del periodo de mitad de los años 70 a mitad de los 80.

Las diferencias observadas en el patrón de convergencia en rentas per cápita y productividades también reflejan algunas diferencias fundamentales entre países más y menos avanzados dentro de la OCDE. La caída en la dispersión de la productividad ha estado estrechamente vinculada con un fuerte incremento en la dispersión de las tasas de empleo entre los países. Este hecho se aprecia nítidamente en el Gráfico 2.12, en el que se ha representado la evolución temporal de la desviación estándar de las tasas de empleo de los 24 países. Se ha definido la tasa de empleo como el cociente entre el empleo y el total de la población, de forma que la varianza de este indicador

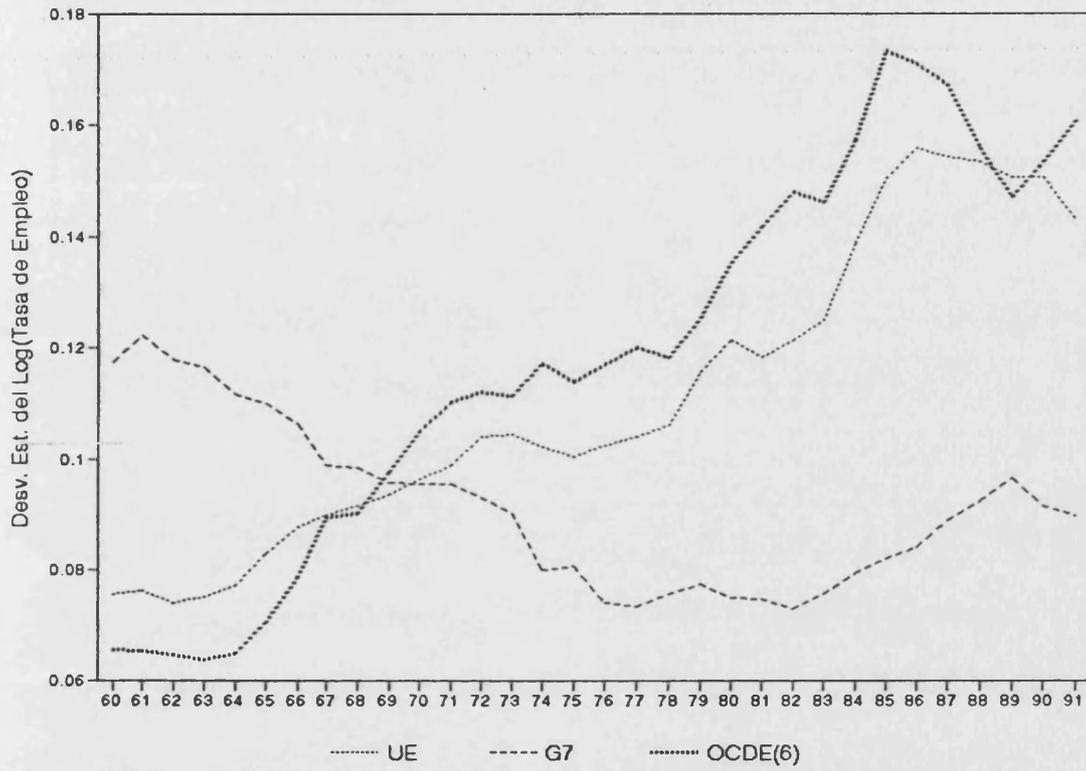
Gráfico 2.12
Convergencia en la Tasa de Empleo



refleja el comportamiento tanto de las tasas de participación, como de las tasas de desempleo. Como se puede apreciar este estadístico tiene una evolución levemente tendencial hasta 1978 aproximadamente, para pasar a crecer rápidamente con posterioridad. La conclusión obvia es que algunos de los países relativamente más atrasados han conseguido cerrar la brecha en términos de productividad con los más ricos a costa de soportar unas tasas de empleo muy bajas. Estas economías, de las que el caso español es un ejemplo paradigmático, han sido capaces de obtener importantes ganancias en términos de output, que han repercutido muy poco en la creación de empleo. Para reforzar los anteriores argumentos se ha representado en el Gráfico 2.13 el mismo estadístico para las submuestras de países de la OCDE anteriormente utilizadas (UE, G7 y OCDE(6)). Llama poderosamente la atención que el grupo de los siete países más industrializados ha sido la única de las tres submuestras que ha conseguido una convergencia clara en términos de las tasas de empleo (aunque el periodo 1982-1989 supuso un frenazo importante). De hecho, es en el seno de la Unión Europea y de la OCDE(6) donde realmente aplica el argumento del fuerte aumento de la dispersión observada en las tasas de participación.

Aparte de otras posibles críticas al concepto de convergencia que se deriva de la utilización de la desviación estándar (algunas de las cuales ya se comentaron en el primer capítulo), interesa destacar en estos momentos que dicha noción no es válida para aislar los diferentes factores que contribuyen al crecimiento de los países y que, por lo tanto, pueden contribuir a que los distintos países tiendan a acercarse o a alejarse en el

Gráfico 2.13
Convergencia en la Tasa de Empleo



largo plazo. Dicho en otras palabras se trata de una noción de convergencia que no está sujeta a la rigidez de ningún modelo económico concreto. Una medida alternativa de convergencia entre los países es lo que se ha dado en llamar en la literatura la β -convergencia, que se centra fundamentalmente en la cuestión de si los países más pobres son capaces de crecer más rápidamente que los más ricos o no.

II.2. β -convergencia.

La β -convergencia puede derivarse directamente a partir del modelo neoclásico de crecimiento exógeno que se obtendrá explícitamente en el tercer capítulo de esta tesis. La ecuación de convergencia condicional que allí se presenta puede reescribirse de la siguiente manera⁶¹:

$$(1/T) \log(y_{it}/y_{i,t-T}) = g_i^* + (1/T) (1-e^{-\beta T}) \log(\hat{y}_i^*/\hat{y}_{i,t-T}) + u_{it} \quad [2.1]$$

donde y es el output per cápita (o por trabajador), g^* es su tasa de

⁶¹ Aunque los dos conceptos de convergencia son diferentes, Barro y Sala-i-Martin (1991) demuestran la existencia de la siguiente relación entre la desviación estándar del logaritmo de las rentas per cápita (o por trabajador) entre los países (σ) y la velocidad de convergencia (β):

$$\sigma_i^2 = \sigma_u^2/(1-e^{-2\beta}) + [\sigma_0^2 - \sigma_u^2/(1-e^{-2\beta})]e^{-2\beta t}$$

donde σ_0^2 es la varianza al principio del periodo muestral y σ_u^2 es la varianza del residuo de la ecuación [2.1].

crecimiento de estado estacionario (que en el modelo se corresponde con la tasa de progreso técnico aumentativo de la eficiencia del factor trabajo), \hat{y} es el output per cápita (o por trabajador) en unidades de trabajo eficiente e \hat{y}^* su valor de estado estacionario. Por último, T es el periodo de tiempo considerado, β es la tasa o velocidad de convergencia y u es el término de error.

El concepto de β -convergencia tiene algunas limitaciones que vale la pena mencionar antes de pasar a su estudio concreto en el ámbito de la OCDE. En primer lugar, esta medida de convergencia no es independiente de un modelo económico, ya que sólo es válida en modelos con un estado estacionario bien definido, como el modelo de rendimientos constantes a escala y crecimiento exógeno. En segundo lugar, β es una medida de la velocidad a la que la renta de cada país se mueve hacia su estado estacionario, una vez que ha sido desviado de él por la presencia de un shock cualquiera. En realidad se trata de una implicación del modelo de crecimiento que está clara en el caso individual de cada país, pero que es difícil de interpretar cuando se trabaja con datos multi-país. En tercer lugar, para hacer operativa dicha medida se suelen tomar medias de las rentas para largos periodos de tiempo, que tienden a esconder información potencialmente útil, que estaría presente en las tasas anuales de crecimiento. Al tomar medias de largos periodos de tiempo se está, de hecho, imponiendo una estructura muy particular al componente de largo plazo de la renta per cápita, que no tiene porqué ser

necesariamente válida⁶². Por último, tal y como ha argumentado bastante contundentemente Quah (1993b), un parámetro como β estimado a partir de un modelo de regresión como [2.1], en el que se realiza un análisis de sección cruzada con datos multi-país contruidos a partir de medias de largos periodos de tiempo, está condenado a proporcionar muy poca información relevante. Concretamente, un $\hat{\beta}$ positivo podría ser coherente con una distribución no degenerada de rentas per cápita en el largo plazo.

Pese a las anteriores limitaciones, el modelo de la ecuación [2.1] puede aportar todavía bastante información interesante sobre los determinantes de las tasas de crecimiento de los países, sobre todo en la muestra de la OCDE, donde, como hemos visto anteriormente, es más probable que se cumplan los supuestos restrictivos del modelo de crecimiento neoclásico. Como paso previo al estudio de la β -convergencia es interesante analizar el proceso autorregresivo de las tasas de crecimiento, para comprobar otro hecho específicamente característico de la OCDE, que no es inconsistente con las implicaciones del modelo de crecimiento exógeno. Tal y como han argumentado Easterly, Kremer, Pritchett y Summers (1993) existe muy poca persistencia en las tasas de crecimiento a nivel mundial, con la excepción de la OCDE, donde las tasas de crecimiento siguen un proceso autorregresivo de primer orden en

⁶² Esta limitación es particularmente seria cuando se toman promedios de treinta años, como es habitual en la literatura. Esta forma de proceder es equivalente, en definitiva, a suponer que la estructura que caracteriza al componente de largo plazo de la renta es la de una tendencia determinística lineal (véase al respecto Quah (1993b)).

el que la persistencia decrece con el paso del tiempo. La existencia de una baja persistencia es difícilmente justificable a partir de los modelos de crecimiento endógenos, en los que las características estructurales de los países determinan las tasas de crecimiento⁶³. De igual manera, cabría esperar una elevada persistencia en los modelos de crecimiento exógeno mientras que los países se están acercando a sus niveles de renta de estado estacionario, para reducirse con posterioridad cuando éstos ya están muy próximos a él y sólo se mueven como reacción a shocks transitorios específicos. Tal y como se muestra en el Cuadro 2.2 la persistencia ha sido sustancial para el conjunto de países de la OCDE, aunque ha decrecido de forma sostenida desde 1960 hasta 1990. La virtual ausencia de inercia en el periodo de 1980 a 1985, y en menor medida entre 1985 y 1990, puede ser explicada por el incremento de la inestabilidad macroeconómica propia de esos años. Como puede observarse, la persistencia ha sido, además, más elevada y ha decrecido menos en términos de productividad que en términos de renta per cápita. Esto puede interpretarse, al igual que lo hacíamos anteriormente, en el sentido de que el proceso de *catching-up* en productividades todavía continúa, aunque en términos per cápita se ve ensombrecido por la existencia de muy diversas experiencias en los distintos países en lo relativo a tasas de participación y desempleo.

⁶³ De hecho, Jones (1995) desarrolla un contraste para discriminar entre el modelo de crecimiento exógeno y modelos de crecimiento endógeno (del tipo *AK* o de *I+D*) basado precisamente en las implicaciones que sobre la persistencia de las tasas de crecimiento tienen éstos modelos.

Cuadro 2.2: Persistencia en las Tasas de Crecimiento

	Renta per Cápita	Productividad
<u>OCDE</u>		
1965-70	0.691**	0.754**
1970-75	0.231	0.618**
1975-80	0.378	0.608**
1980-85	-0.074	-0.082
1985-90	-0.137	0.378
<u>UE</u>		
1965-70	0.798**	0.828**
1970-75	0.769**	0.748**
1975-80	-0.046	0.568
1980-85	-0.173	-0.071
1985-90	-0.079	0.477
<u>OCDE(18)</u>		
1965-70	0.687**	0.750**
1970-75	0.049	0.522*
1975-80	0.682**	0.617**
1980-85	0.103	-0.066
1985-90	0.052	-0.026
<u>G-7</u>		
1965-70	0.979**	0.950**
1970-75	0.484	0.870**
1975-80	0.307	0.876**
1980-85	0.036	0.174
1985-90	0.544	0.254

Nota: En este cuadro aparecen las correlaciones entre las tasas promedio de crecimiento corrientes y las de 5 años antes.

** Significativo al 1%

* Significativo al 5%

Hay que hacer constar, no obstante, que el patrón autorregresivo y de disminución de la persistencia en las tasas de crecimiento que refleja el Cuadro 2.2, podría ser compatible tanto con un modelo de crecimiento exógeno, como con uno de crecimiento endógeno. Dicha evidencia encajaría en un modelo endógeno si se supone que la caída en la persistencia ha estado ocasionada por un incremento de carácter asimétrico en las turbulencias macroeconómicas de los últimos años de la muestra. Alternativamente, la persistencia debería disminuir, tal y como se explicaba anteriormente, en un modelo de crecimiento exógeno conforme los países se aproximan a sus estados estacionarios. Es en este punto donde se hace relevante la noción de β -convergencia, ya que la estrategia que se ha popularizado en los últimos años para discriminar entre estos dos tipos de modelizaciones, ha consistido en contrastar si las tasas de crecimiento presentan una correlación positiva o negativa con los niveles iniciales de renta per cápita o por trabajador. En realidad, esto es para lo que es útil el concepto de β -convergencia. La versión del modelo que implica la existencia de convergencia absoluta supone que es posible reescribir la ecuación [2.1] de la siguiente forma:

$$(1/T) \log(y_{it}/y_{i,t-T}) = a - (1/T) (1-e^{-\beta T}) \log(y_{i,t-T}) + u_{it} \quad [2.2]$$

donde el intercepto, a , es igual a $\{g^* + (1/T)(1-e^{-\beta T})[\log(\hat{y}_i^*) + g^*(t-\tau)]\}$. Bajo el supuesto de que \hat{y}_i^* y la tendencia temporal ($g^*(t-\tau)$) son iguales para todos los países tenemos la ecuación de convergencia absoluta. Tal y como argumentan Barro y Sala i Martín (1995, Capítulo 11) la versión del modelo

que implica convergencia absoluta es mucho más factible que se verifique en el caso de muestras de datos regionales (regiones integrantes de un mismo país) que en el caso de muestras de países, donde las diferencias en la tecnología, las preferencias o las instituciones económicas son mucho más pronunciadas. No obstante, como se va a comprobar a continuación la OCDE constituye nuevamente una excepción a escala mundial, siendo posible encontrar un parámetro de convergencia absoluta positivo, significativo y robusto. Los Gráficos 2.14 y 2.15 recogen la representación gráfica de la estimación por MCO de un corte transversal del periodo 1960-90 de la versión lineal de la ecuación [2.2] para los 24 países de la OCDE, utilizando como variable dependiente la tasa de crecimiento del PIB per cápita y del PIB por trabajador, respectivamente. En ambos casos la correlación entre las tasas de crecimiento y la renta inicial es significativa y negativa⁶⁴, mientras que la velocidad implícita de convergencia está en el entorno de los valores habituales del 2 por cien anual (1.6% en renta per cápita y 2.7% en productividad).

Este mismo resultado se obtiene para diferentes submuestras de países de la OCDE, tal y como puede apreciarse en el Cuadro 2.3, en el que se recoge la correlación entre la renta inicial y la tasa de crecimiento, así como la velocidad implícita de convergencia. En este caso se ha estimado también la

⁶⁴El ajuste de la regresión es mejor en el caso de la convergencia absoluta en productividad ($R^2=0.724$), que en el de la renta per cápita ($R^2=0.513$).

Gráfico 2.14
 Convergencia absoluta, OCDE 1960-1990

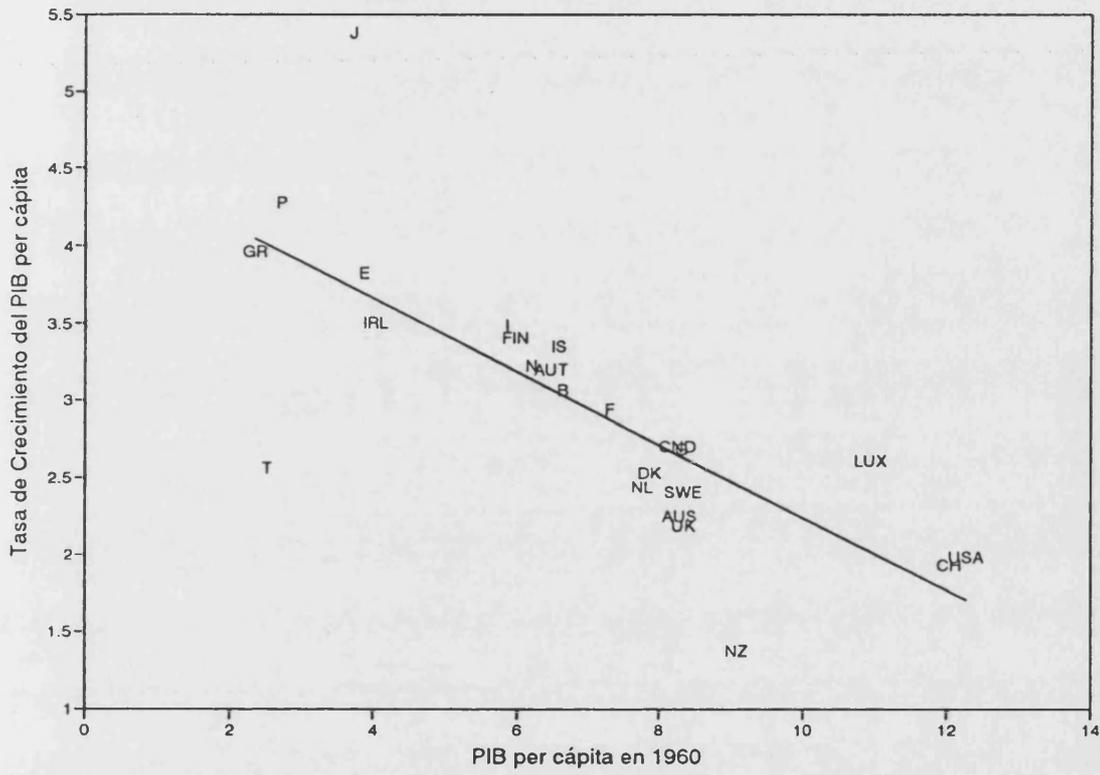
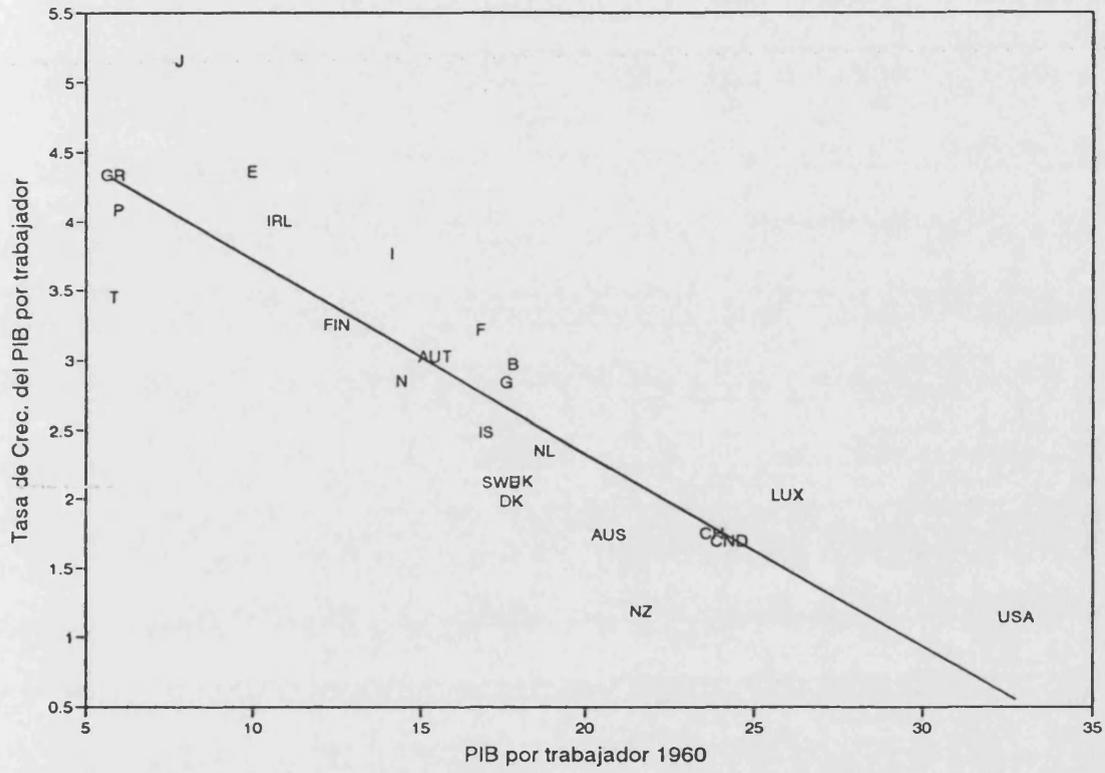


Gráfico 2.15
Convergencia Absoluta, OCDE 1960-1990



**Cuadro 2.3: Ecuación de Convergencia Absoluta:
Correlación Tasa de Crecimiento - Renta Inicial y
Velocidad Implícita de Convergencia**

	Renta per Cápita		Productividad	
<u>OCDE</u>	Correlación	Velocidad	Correlación	Velocidad
1960-90	-0.562*	0.020	-0.720*	0.031
R ²	0.316		0.518	
N.Obs.	144		144	
<u>UE</u>				
1960-90	-0.661*	0.024	-0.762*	0.032
R ²	0.437		0.581	
N.Obs.	72		72	
<u>OCDE(18)</u>				
1960-90	-0.713*	0.035	-0.797*	0.045
R ²	0.508		0.636	
N.Obs.	108		108	
<u>G-7</u>				
1960-90	-0.767*	0.042	-0.872*	0.051
R ²	0.588		0.760	
N.Obs.	42		42	
<u>OCDE(6)</u>				
1960-90	-0.566*	0.026	-0.648*	0.030
R ²	0.320		0.420	
N.Obs.	36		36	

Nota: * Significativo al 1%.

versión lineal de la ecuación [2.2], pero a partir de un pool de datos, con seis observaciones temporales, que son medias de cada uno de los seis quinquenios comprendidos entre 1960 y 1990. La velocidad de convergencia oscila entre un 4.2 por cien para el caso del G-7, pasando por un 3.5 por cien para los 18 países más ricos de la OCDE en 1990, un 2.6 por cien para la OCDE(6) y un 2.4 por cien en los doce países de la Unión Europea, siendo su valor para el conjunto de los 24 países de un 2.0 por cien. El patrón de convergencia absoluta es muy similar al utilizar productividades en vez de rentas per cápita. Al igual que ocurría con las estimaciones de corte transversal de los Gráficos 2.14 y 2.15, los resultados del "pool" de datos del Cuadro 2.3 apuntan hacia una mayor velocidad de convergencia y, por tanto, hacia un proceso más notorio de acortamiento de las distancias relativas entre países en términos de productividad. En este caso, la velocidad promedio de convergencia es del 3.1 por cien para todos los países de la OCDE⁶⁵ y alcanza un máximo del 5.1 por cien para el grupo de los siete países más industrializados. Adicionalmente, se puede observar que el ajuste

⁶⁵ Barro y Sala i Martín (1995, Capítulo 11) apuntan la posibilidad de que el coeficiente de la renta inicial esté sesgado al alza, debido a la presencia de errores de medición de las variables (por ejemplo, las estadísticas tienden a subestimar en muchos casos las rentas de los países más atrasados). La solución teórica para este problema es instrumentar la renta inicial con valores desfasados de la misma variable. Se ha realizado dicho ejercicio (que no se presenta) y los resultados no se ven alterados significativamente (sí que es cierto que se produce una disminución muy marginal en los coeficientes estimados de la renta inicial). Por otra parte, también se ha estimado la ecuación [2.2] en su versión no lineal (con y sin instrumentos) y los resultados sobre convergencia absoluta en la OCDE tampoco se ven afectados.

de la regresión es también mejor en productividades (por ejemplo, en el G-7 se explica más de un 75 por cien de la varianza sólo con la productividad inicial).

A modo de resumen de los párrafos anteriores, es importante destacar que la evidencia presentada en favor de la existencia de convergencia absoluta es un hecho distintivo de los países de la OCDE (o de distintas submuestras, como la Unión Europea, dentro de la misma), a diferencia de lo que ocurre en otras áreas económicas del mundo. De hecho, en la literatura sólo se ha encontrado evidencia de convergencia absoluta a nivel de las regiones, provincias, prefecturas o estados dentro de un mismo país (véase p. ej. Sala i Martín (1994)). La inexistencia de convergencia absoluta, junto con la evidencia adicional de inexistencia de σ -convergencia, para muestras grandes de países como la de Summers y Heston, cuestionó inicialmente la validez del modelo de crecimiento neoclásico de rendimientos decrecientes del capital. De hecho, trabajos como el de Baumol (1986), que encontró para una muestra de 16 países desarrollados (todos ellos de la OCDE) evidencia contundente de convergencia absoluta en el periodo comprendido entre principios de siglo y la actualidad, fueron ferozmente criticados por DeLong (1988) por problemas de selección de la muestra. La idea fundamental es que si se toma como muestra un conjunto de países que al final del periodo son ricos y tienen niveles de renta similares, es lógico encontrar evidencia de convergencia. En realidad el contraste de convergencia debería efectuarse seleccionando la muestra con independencia de las condiciones finales de los países, ya que DeLong demostraba que al ampliar la muestra con economías que al principio

del periodo tenían niveles de renta similares a los de los 16 países del trabajo de Baumol, desaparecía la evidencia de convergencia absoluta. Pese a la crítica de DeLong, que el propio Baumol admitió como cierta en una réplica posterior (Baumol, (1988)), no es obvio que la misma se aplique al caso de la OCDE en el periodo 1960-1990, que es el que se está considerando en este trabajo. La razón es que tanto al principio como al final del periodo muestral existe la suficiente distancia relativa entre las rentas de los distintos países, como para que no sea evidente que los mismos han convergido o acabarán convergiendo en términos absolutos. Aparte de otras consideraciones que se realizarán más adelante en éste y próximos capítulos de esta tesis, tampoco merece un mayor esfuerzo el tratar de discernir en este momento si realmente aplican o no las críticas de DeLong a la muestra de la OCDE. Quede sin embargo la evidencia incontrovertible, y diferencial con otras áreas económicas del mundo, de que los países más pobres de la OCDE han crecido más rápidamente que los más ricos durante las últimas tres décadas.

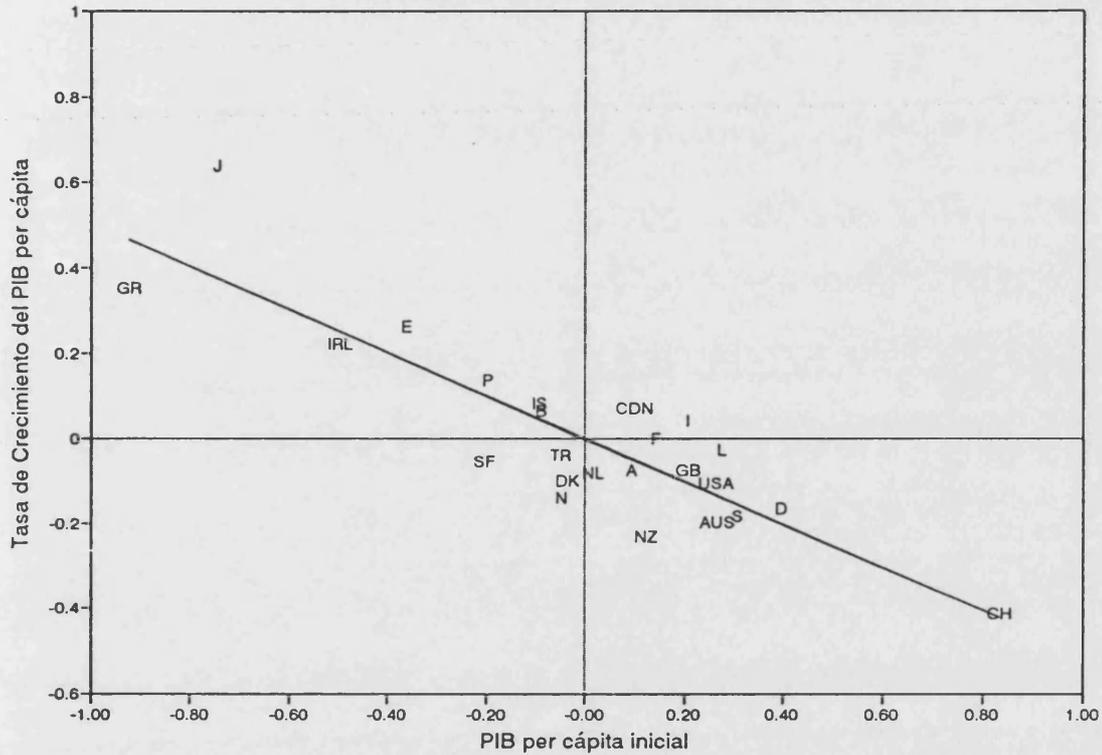
Para lo que sí que sirvió la crítica de DeLong en el momento que se produjo fue para cuestionar muy seriamente el modelo neoclásico de crecimiento y, en principio, para apuntar hacia la posible mejor adecuación de los modelos de crecimiento endógeno para describir la evolución de largo plazo de los países. No obstante, y como es habitual en macroeconomía, inmediatamente surgió la réplica oportuna a las críticas anteriormente mencionadas por parte de reputados economistas neoclásicos. Barro y Sala i Martín (1991 y 1992) y Mankiw, Romer y Weil (1992) argumentaron convincentemente que

contrastar la predicción de convergencia absoluta, no era realmente un contraste adecuado sobre el modelo de crecimiento neoclásico. La razón, ya expuesta al describir el modelo en el primer capítulo, es que los países pueden converger a estados estacionarios distintos, en función de sus tasas de ahorro, de depreciación o de crecimiento de la población. Evidentemente estos economistas venían a apuntar la posibilidad, por otra parte mucho más realista, de que cada país crece en función de la distancia relativa a la que se encuentra de su propio estado estacionario, tal y como de hecho se deduce del modelo de Solow. La noción de convergencia realmente relevante es la de β -convergencia condicional o relativa, que sólo se convierte en absoluta si la constante de la ecuación [2.2] es realmente la misma para todos los países de la muestra (es decir, si los parámetros de las preferencias y de comportamiento que definen el nivel de renta de estado estacionario son idénticos en todos los países).

A continuación se van a presentar los resultados, ya documentados en otros trabajos⁶⁶, del modelo de convergencia condicional para la OCDE. La ventaja clara de este modelo es que permite relacionar las tasas de crecimiento de la renta con sus determinantes fundamentales, en un modelo perfectamente especificado. Los Gráficos 2.16 y 2.17 proporcionan una primera pista de la existencia de una clara correlación parcial negativa entre niveles de renta

⁶⁶ Resultados similares a los que se van a presentar se pueden encontrar en Mankiw, Romer y Weil (1992), Dolado, Goría e Ichino (1994), Andrés, Doménech y Molinas (1995), entre otros.

Gráfico 2.16
 β Convergencia en la OCDE, 1960-90

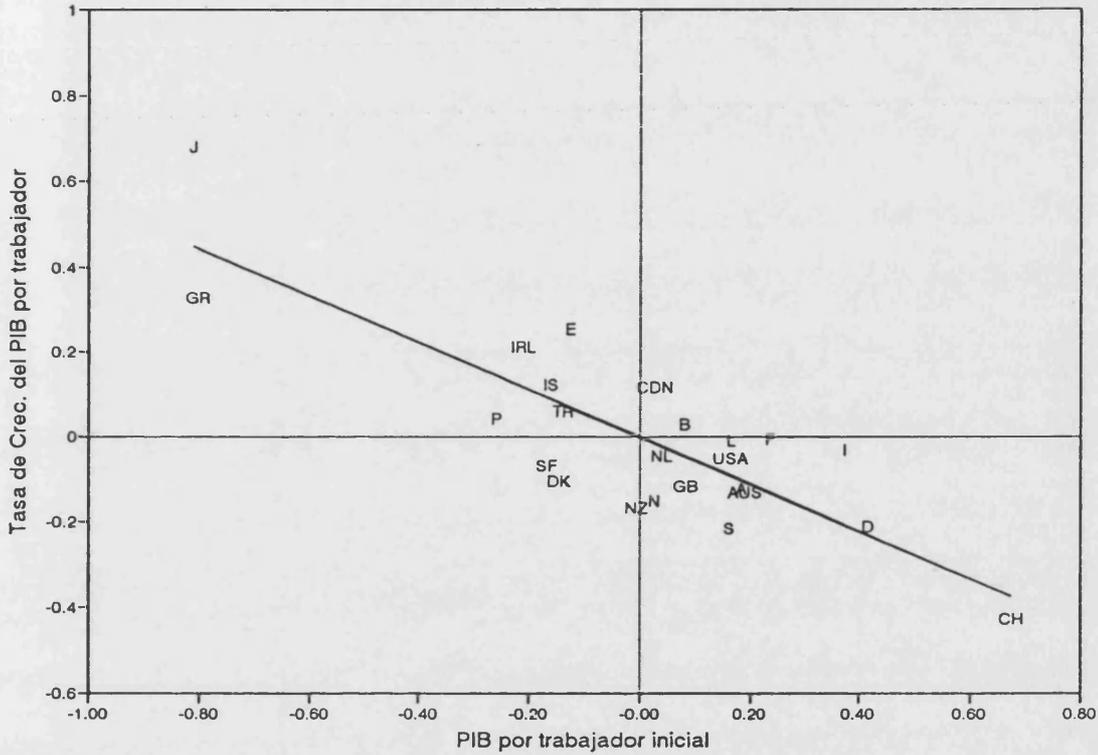


Componentes ortogonales al estado estacionario.

$$\text{Tasa Crec. PIB p.c.} = -2.38 - 0.50 \ln(\text{PIB p.c. inicial}) + 0.41 \ln(I/\text{PIB}) + 0.30 \ln(\text{Her2}) - 0.59 \ln(\text{Tasa crec. poblac.})$$

(2.67) (7.76)
(3.40)
(3.23)
(1.76)

Gráfico 2.17
 β Convergencia en la OCDE, 1960-90



Componentes ortogonales al estado estacionario.

$$\text{Tasa Crec. PIB p.t.} = -1.59 - 0.55 \ln(\text{PIB p.t. inicial}) + 0.26 \ln(l/\text{PIB}) + 0.20 \ln(\text{Her2}) - 0.82 \ln(\text{Tasa crec. poblac.})$$

(1.55) (6.64)
(1.77)
(1.34)
(2.79)

per cápita o por trabajador en 1960 y sus tasas de crecimiento entre 1960 y 1990, una vez se ha condicionado en las estimaciones por las variables que aproximan el nivel de renta (inobservable) de estado estacionario (las tasas de acumulación del capital físico, aproximadas por el ratio Inversión/PIB, (I/PIB), las tasas de acumulación del capital humano, aproximadas por la tasa de escolarización en enseñanza secundaria (HER2) y las tasas de crecimiento de la población activa u ocupada (g_n o g)⁶⁷. De los gráficos anteriores resulta patente que la relación anterior es claramente negativa y significativa⁶⁸ y que, en consecuencia, los países de rentas más bajas en 1960 han disfrutado de mayores tasas de crecimiento. Sin embargo, no hay nada en la representación gráfica (análisis de regresión particionada) anterior que sugiera que las diferencias absolutas en renta hayan tendido a disminuir a lo largo del periodo considerado.

⁶⁷ Como es habitual en la literatura a la tasa de crecimiento de la población se la "amplia", sumándole la tasa de depreciación (3 por cien) y la tasa de progreso técnico (2 por cien), que se impone son iguales en todos los países.

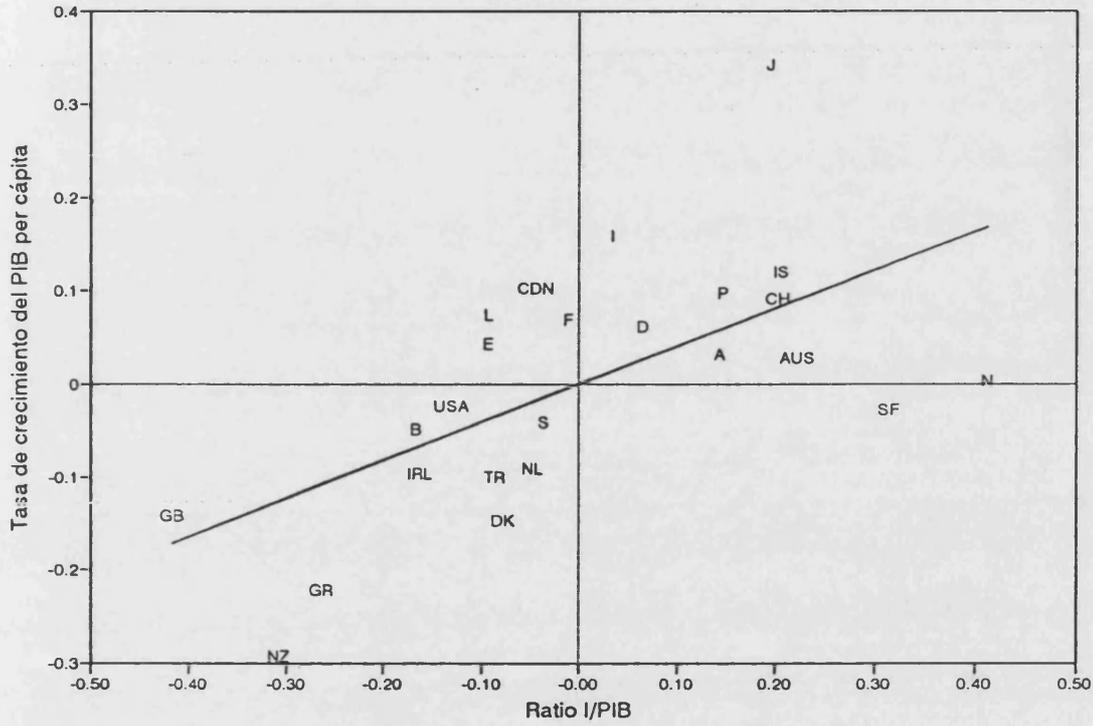
⁶⁸ Estos resultados son robustos a diferentes técnicas de estimación. Así, por ejemplo, la estimación de versiones lineales o no lineales de la ecuación de convergencia condicional, el formar "pooles" de datos de diferentes dimensiones temporales o el hecho de instrumentar o no instrumentar las variables para corregir potenciales problemas de endogeneidad de algunos regresores, no alteran los resultados más importantes sobre la significatividad y el signo del parámetro de la renta inicial. No se presentan en estos momentos dichas estimaciones, ni los contrastes de rendimientos constantes a escala (que por otra parte también se aceptan generalmente a los niveles de significación habituales) ya que algunas de estas estimaciones se recogen posteriormente en los Capítulos 3 y 4, donde juegan un papel fundamental para justificar algunos de los resultados más importantes de esta tesis.

Las correlaciones parciales entre las tasas de crecimiento y las tasas de ahorro, tasas de acumulación en capital humano y tasas de crecimiento de la población se han representado en los Gráficos 2.18, 2.19 y 2.20⁶⁹. La correlación entre el crecimiento y las tasas de inversión (Gráfico 2.18) es positiva y significativa, resultado que se mantiene tras controlar en las estimaciones por los niveles de la renta inicial, las tasas de crecimiento de la población y las tasas de escolarización. Este resultado es uno de los más robustos que han aparecido en la literatura empírica del crecimiento económico de los últimos años (véase Levine y Renelt (1992)) para muestras muy amplias de países. Adicionalmente, la mencionada correlación parcial positiva es estable a lo largo de todo el periodo muestral, si bien el resultado está influido en buena medida por las experiencias de países concretos, como son los casos de Japón, Nueva Zelanda y el Reino Unido. Concretamente el caso de Japón, con unas tasas extraordinariamente elevadas de crecimiento y de ahorro a lo largo de todo el periodo, ha ejercido una fuerte influencia en el resultado.

En el caso de la correlación entre crecimiento y capital humano se obtiene también un resultado positivo y significativo (véase el Gráfico 2.19) tras

⁶⁹ A partir de ahora se van a presentar en muchos casos únicamente resultados para la convergencia en rentas per cápita. El análisis en términos de productividad, aunque en algunos casos difiere, no altera los resultados fundamentales.

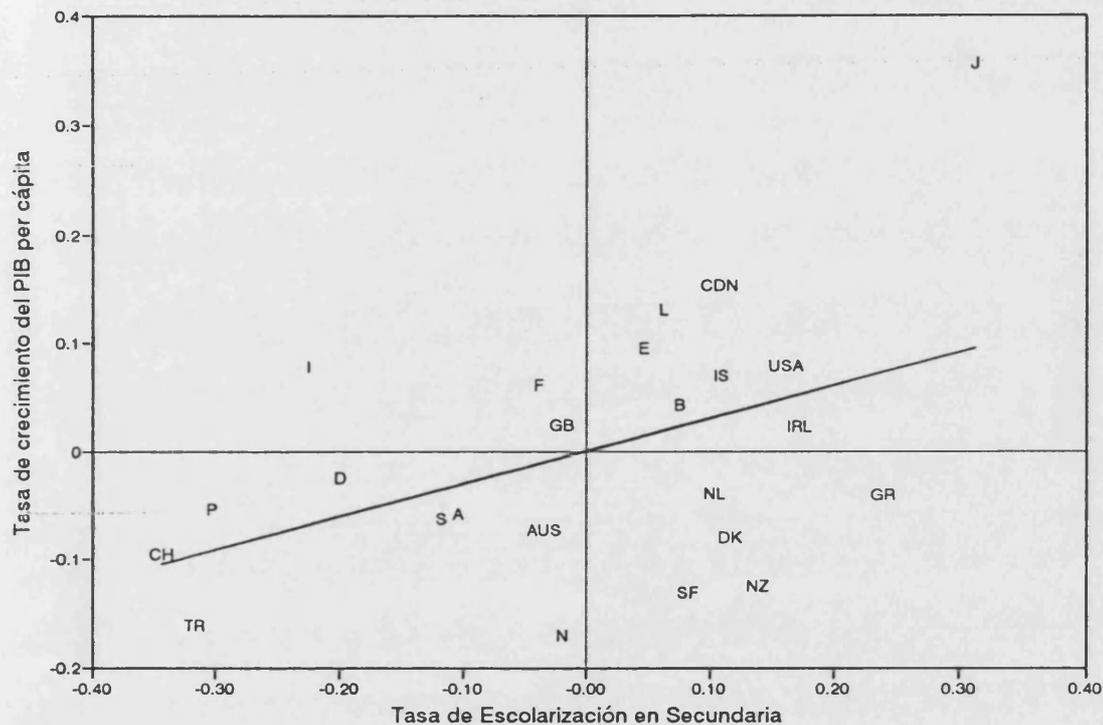
Gráfico 2.18
Correlación I/PIB vs. Tasa de Crec.



Componentes ortogonales a la renta inicial y otras variables del estado estacionario.

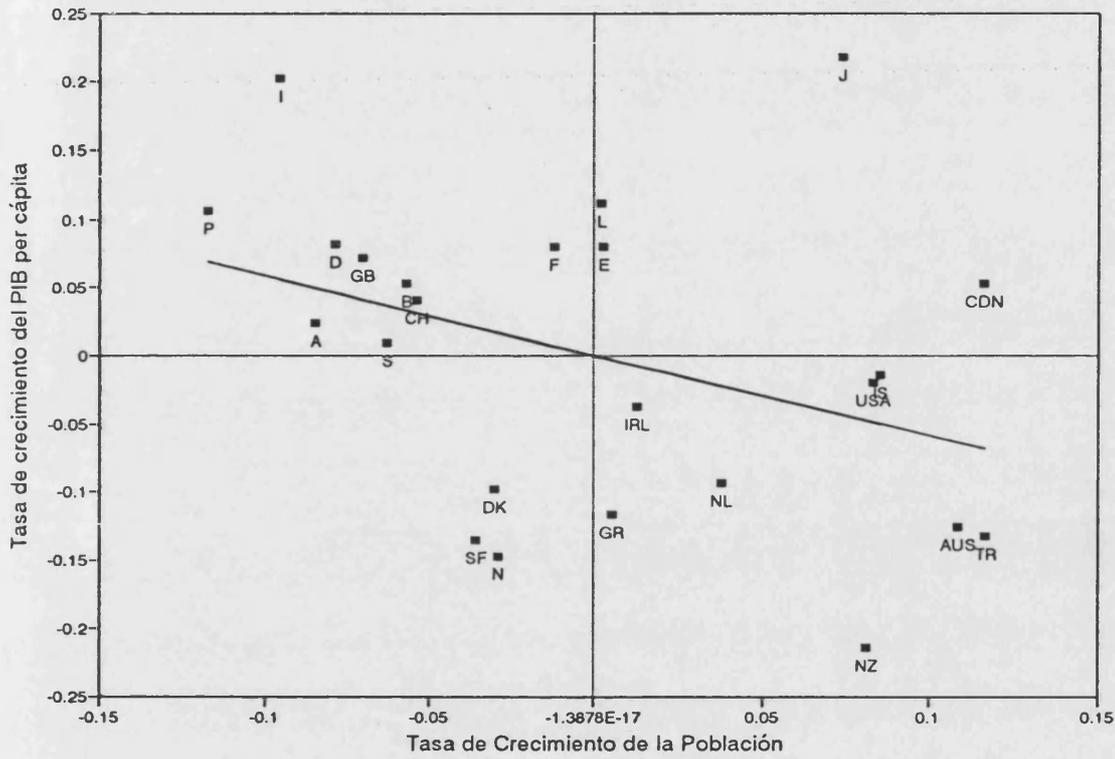
Véase ecuación estimada en el Gráfico 2.16.

Gráfico 2.19
Correlación Cap. Humano vs. Tasa Crec.



Componentes ortogonales a la renta inicial y otras variables del estado estacionario.
Véase ecuación estimada en el Gráfico 2.16.

Gráfico 2.20
Correlación Crec. Poblac. vs. Crec. PIB



Componentes ortogonales a la renta inicial y otras variables del estado estacionario.
Véase ecuación estimada en el Gráfico 2.16.

controlar por la renta inicial, las tasas de ahorro y de crecimiento de la población. A diferencia del caso de la acumulación en capital físico, en el caso del capital humano, la correlación positiva no se mantiene a lo largo de todo el periodo muestral, desapareciendo totalmente a partir de 1980⁷⁰.

Para concluir este análisis del modelo de convergencia condicional en la OCDE, se ha representado en el Gráfico 2.20 la correlación parcial entre tasas de crecimiento de la renta per cápita y tasas de crecimiento de la población. En este caso, el signo es negativo, como cabría esperar, aunque sólo es significativo al 10 por cien. Tampoco en este caso la correlación negativa es estable a lo largo de todo el periodo⁷¹, si bien el resultado tiene mucho que ver con el comportamiento de los países nórdicos

⁷⁰ Una vez que las tasas de escolarización en enseñanza secundaria alcanzan niveles muy elevados en todos los países (lo que ocurre en la OCDE a finales de los años 70), su varianza podría no ser lo suficientemente grande como para permitir explicar las diferencias en los niveles de renta. Este hecho sugiere la posibilidad de que pudiera ser más conveniente utilizar alguna otra proxy del capital humano para la OCDE en los últimos años, como por ejemplo las tasas de escolarización en enseñanza universitaria. No obstante, la realización del mismo ejercicio del Gráfico 2.19, así como del análisis de estabilidad por subperiodos, produce prácticamente los mismos resultados. Dado que, como se apuntara a continuación y en otras partes de este trabajo, existe evidencia en la literatura de que dicha correlación puede no ser robusta, se ha optado por mantener las tasas de escolarización en secundaria como proxy del capital humano a lo largo de esta tesis.

⁷¹ No obstante, si se hace este análisis en términos de productividades la correlación parcial entre el crecimiento de la productividad y el de la población ocupada es mucho más significativa y estable a lo largo del tiempo.

(fundamentalmente Noruega, Finlandia y Dinamarca) que han tenido muy moderadas tasas de crecimiento del output, junto a muy bajas tasas de crecimiento de la población.

Es necesario matizar que las correlaciones parciales que se han presentado en los párrafos anteriores no implican necesariamente ningún tipo de causalidad en dirección alguna (concretamente, no suponen evidencia de que las tasas de acumulación causen a las tasas de crecimiento del output). De hecho, en algunos trabajos recientes se sugiere la idea de que las mencionadas correlaciones pueden ser mucho más débiles, si se toma en consideración la presencia de efectos individuales de país en las estimaciones (véase Cohen (1993)). También en otros trabajos (por ejemplo Blömsrom, Lipsey y Zejan (1993)) se apunta la posibilidad de que la dirección de causalidad sea la opuesta, es decir, que el crecimiento de la renta cause a las tasas de acumulación en capital físico y/o humano. Por último, en este mismo sentido, en Andrés, Boscá y Doménech (1995) se propone un método para discriminar entre modelos de crecimiento endógeno y exógeno, basado en la implicación de convergencia del modelo neoclásico, que supone la existencia de causalidad a largo plazo de las tasas de acumulación a los niveles de renta. En el mencionado trabajo se rechaza abrumadoramente la hipótesis nula de causalidad estadística (de las tasas de acumulación al crecimiento) en una gran variedad de especificaciones, en las que se tiene en cuenta la presencia de efectos fijos de país, regresores adicionales, y posible no estacionariedad de los regresores, etc. En cualquier caso, lo que vienen a demostrar inequívocamente las correlaciones parciales anteriores,

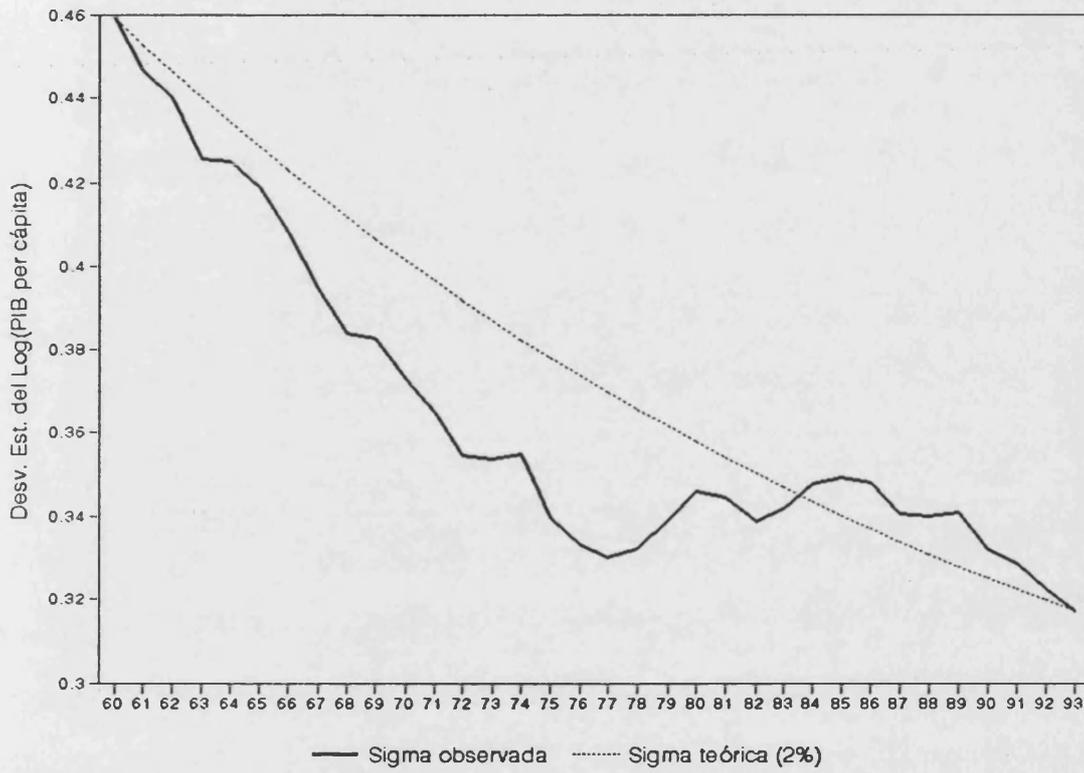
es que la información presente en las proxies del estado estacionario de los países es relevante y debería, por tanto, estar incluida en el análisis de la β -convergencia, tal y como de hecho se hace en los Gráficos 2.16 y 2.17.

III. Estabilidad del Proceso de Crecimiento y Convergencia en la OCDE.

En el apartado anterior de este capítulo se ha presentado una panorámica de las características fundamentales de la evolución de largo plazo de la OCDE en su conjunto, que es bastante coherente con lo que cabría esperar de los modelos estándar de crecimiento exógeno. No obstante, subyaciendo a estas relaciones básicas, se va a comprobar que existen toda una serie de resultados empíricos que merecen una interpretación mucho más cauta y una visión teórica más amplia. En este tercer apartado se van a discutir algunos de estos hechos, que se suscitarán de forma natural en cuanto se realice una inspección de la evidencia empírica mucho más desagregada. Esta desagregación se va a realizar tanto entre países como temporalmente. La motivación para proceder de esta manera tiene su fundamento en dos fuentes de potencial inestabilidad presentes en la base de datos que se está empleando, al considerar subgrupos de países dentro de la OCDE y al hacer un análisis para periodos más cortos de tiempo. Empecemos, en primer lugar, analizando con mayor profundidad el proceso de crecimiento y convergencia a lo largo del tiempo.

En el Gráfico 2.21 se ha representado nuevamente la evolución en el tiempo de la desviación estándar del logaritmo de la renta per cápita (la línea de σ -convergencia), junto con la σ -convergencia implícita o teórica que se obtendría si el coeficiente β obtenido de la estimación de la ecuación [2.1] fuera exactamente del 2 por cien y, adicionalmente, fuera estable durante

Gráfico 2.21
Sigma Convergencia en la OCDE



todos los años del periodo considerado⁷². La naturaleza del cambio estructural que ha tenido lugar en el proceso de convergencia se manifiesta claramente en el hecho de que la sigma observada disminuyera mucho más rápidamente que la teórica hasta mediados de la década de los años 70, pasando a hacerlo mucho más lentamente con posterioridad. Se podría argumentar que ambas líneas tienen una evolución tan dispar debido al aumento de la varianza de los shocks de carácter macroeconómico de medio plazo, que no está eliminada en el cálculo de la σ -convergencia. Esta interpretación podría hacer compatible la estabilidad esperada en el proceso de convergencia a partir del modelo de crecimiento exógeno (que considera ortogonales los movimientos del output de corto y de largo plazo), con la ausencia de convergencia realmente observada al final del periodo.

Existe, sin embargo, una explicación alternativa obvia a la discrepancia entre la sigma observada y la teórica, que no es otra que suponer que ha

⁷² La σ -convergencia teórica anual (para un coeficiente β del 2 por cien) se ha calculado siguiendo a Barro y Sala i Martín (1991 y 1995) a partir de la siguiente expresión:

$$\sigma_t^2 = e^{-2\hat{\beta}} \sigma_{t-1}^2 + \sigma_u^2$$

donde, siguiendo la expresión que relaciona los dos conceptos de convergencia expuesta en la nota al pie de página 8, aproximamos σ_u^2 como:

$$\sigma_u^2 = \left[\sigma_{90}^2 - \sigma_{60}^2 e^{-60\hat{\beta}} \right] \left[1 - e^{-2\hat{\beta}} \right] \left[1 - e^{-60\hat{\beta}} \right]^{-1}$$

existido un cambio en la tasa o velocidad de convergencia. La información que contiene el Cuadro 2.1 apunta claramente a que esta segunda interpretación podría ser la correcta. En la década comprendida entre 1975 y 1985 la tasa de crecimiento anual promedio de la renta per cápita de la OCDE disminuyó hasta un 2.09 por cien (cuando el promedio de los años 1960-1975 y 1985-1990 fue del 3.42 por cien). Esta ralentización del crecimiento fue incluso mucho más dramático entre los seis países más pobres, pasando del 4.08 al 1.61 por cien anual. En paralelo a esta ralentización del crecimiento, también se detuvo sustancialmente la convergencia. Únicamente Austria, Canadá, Alemania, Dinamarca, Finlandia, Islandia, Italia, Japón, Luxemburgo y Noruega mantuvieron su proceso de *catching-up* con respecto a los niveles de renta per cápita de Estados Unidos⁷³. Algunos países únicamente consiguieron mantener constante en esta década su posición relativa respecto a EE.UU., mientras que otros menos afortunados experimentaron un deterioro en sus rentas reales relativas (los casos más notables son los de España, Holanda, Nueva Zelanda, Suecia, Suiza y Turquía).

La evidencia circunstancial recogida en el párrafo anterior, que asociaba la caída general en las tasas de crecimiento con un cambio en la velocidad de

⁷³ A modo de comparación baste con hacer notar que durante los años 1960-75 y 1985-90 todos los países de la OCDE (con la notable excepción de Nueva Zelanda) crecieron en promedio anual a tasas más elevadas que Estados Unidos.

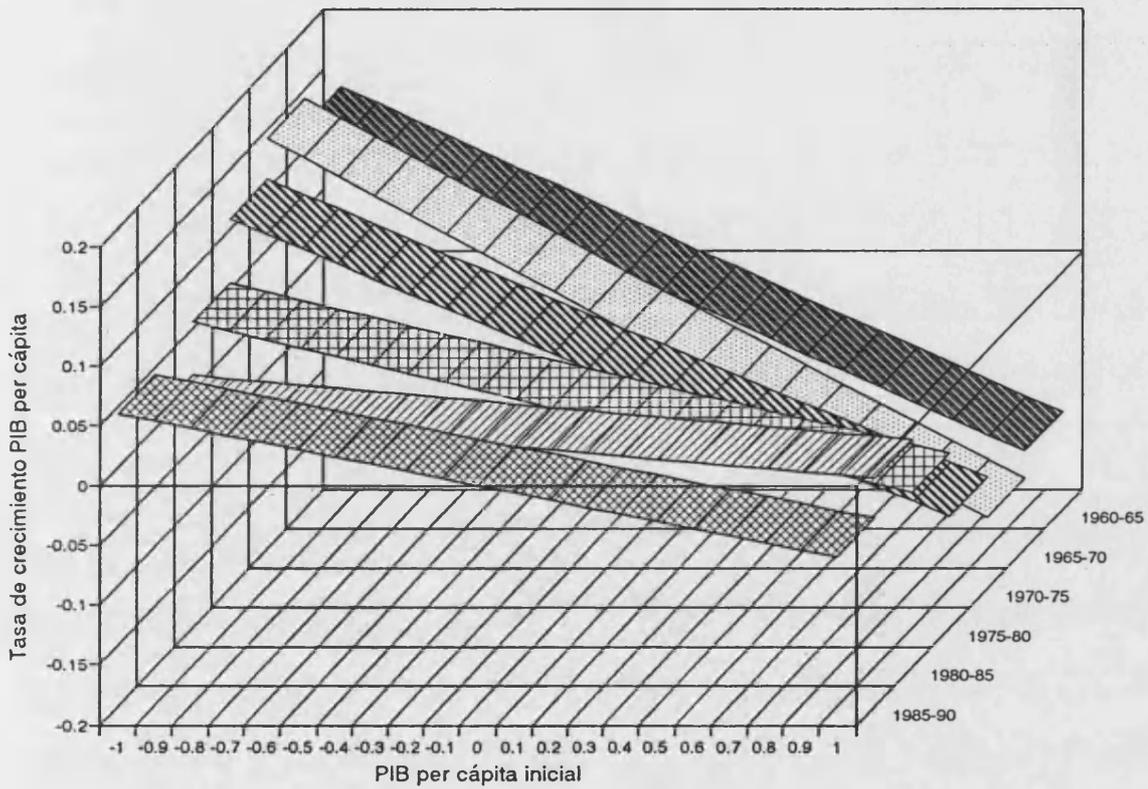
convergencia, se ve corroborada por la baja correlación que se observa en la década de 1975-1985 entre las tasas de crecimiento y los niveles de renta de partida. El Cuadro 2.4 recoge, a partir de la estimación de la ecuación de convergencia absoluta para subperiodos de cinco años, la correlación entre niveles de renta iniciales y tasas de crecimiento, así como la velocidad implícita de convergencia que se deriva de la ecuación lineal estimada. El patrón que se deriva del cuadro es muy claro, con independencia de que consideremos la OCDE en su conjunto o las distintas submuestras de países dentro de ella, la velocidad de convergencia es elevada hasta 1975, para disminuir o hacerse no significativamente distinta de cero hasta 1985, recuperándose ligeramente en el quinquenio subsiguiente. Además, este hecho se mantiene con independencia de que consideremos rentas per cápita o productividades, o de que condicionemos en la estimación por las variables que aproximan el estado estacionario. En este sentido, en el Gráfico 2.22 se han dibujado las rectas que representan el ajuste de regresión particionada (es decir, una vez se ha condicionado en la estimación por las diferencias en los estados estacionarios) de la ecuación lineal de convergencia condicional. Esta ilustración gráfica muestra claramente que la velocidad implícita de convergencia aumentó a lo largo de la década de los años 60, para disminuir acusadamente entre 1970 y 1985 (de hecho en los periodos 1975-80 y 1980-85 la pendiente no es significativamente distinta de cero) y recuperarse nuevamente en el último quinquenio. Parece obvio que la recesión mundial tuvo efectos asimétricos entre los distintos países miembros de la OCDE, por lo que es conveniente interpretar con cautela la caída observada en la convergencia entre los países de la OCDE. Una disminución en la

**Cuadro 2.4: Ecuación de Convergencia Absoluta:
Correlación Tasa de Crecimiento - Renta Inicial y
Velocidad Implícita de Convergencia**

	Renta per Cápita		Productividad	
	Correlación	Velocidad	Correlación	Velocidad
<u>OCDE</u>				
1960-65	-0.585	0.020	-0.697	0.027
1965-70	-0.579	0.028	-0.684	0.039
1970-75	-0.652	0.020	-0.778	0.029
1975-80	-0.006*	0.000	-0.254*	0.011
1980-85	0.037*	-0.000	-0.378*	0.014
1985-90	-0.370*	0.013	-0.426	0.015
<u>UE</u>				
1960-65	-0.811	0.029	-0.749	0.033
1965-70	-0.822	0.028	-0.744	0.031
1970-75	-0.839	0.024	-0.781	0.032
1975-80	-0.275*	0.008	-0.532*	0.018
1980-85	0.395*	-0.008	0.021*	-0.000
1985-90	-0.313*	0.012	-0.072*	0.002
<u>OCDE(18)</u>				
1960-65	-0.791	0.039	-0.788	0.036
1965-70	-0.671	0.062	-0.760	0.071
1970-75	-0.802	0.055	-0.777	0.043
1975-80	-0.601	0.051	-0.441*	0.032
1980-85	-0.302*	0.019	-0.420*	0.025
1985-90	-0.132*	0.010	-0.353*	0.025
<u>G-7</u>				
1960-65	-0.888	0.048	-0.862	0.041
1965-70	-0.899	0.109	-0.937	0.092
1970-75	-0.574*	0.026	-0.846	0.036
1975-80	-0.567*	0.033	-0.693*	0.052
1980-85	-0.401*	0.019	-0.899	0.040
1985-90	-0.738	0.051	-0.590*	0.041

Nota: * No significativo al 5%.

Gráfico 2.22: Convergencia Condicional
Análisis de regresión particionada.



velocidad de convergencia podría deberse o bien a una caída homogénea de la velocidad a la que todos y cada uno de los países retornan a sus niveles potenciales de output, o bien a un empeoramiento sustancial del entorno macroeconómico en sólo algunos de los países (que provocaría discrepancias en relación a los niveles de renta que las tasas de acumulación estarían reflejando). En definitiva, la cuestión importante es si nos enfrentamos a un problema de cambio estructural a lo largo del tiempo o a una ruptura debida al comportamiento diferencial asimétrico de los países.

El modelo de β -convergencia condicional no es capaz de explicar plenamente los determinantes de la variación de corte transversal en las tasas de crecimiento. Una forma natural de analizar la existencia de un patrón sistemático en los residuos de las estimaciones del modelo es estudiar su estructura para diferentes subgrupos de países, elegidos en función de sus niveles de renta. Vamos a comprobar inmediatamente que una primera inspección de los residuos, deja entrever que éstos siguen algún tipo de patrón sistemático. En el Cuadro 2.5 se recoge el promedio del residuo que se obtiene en la estimación de la ecuación de convergencia condicional, para diferentes grupos de países, así como su correlación con la renta per cápita o por trabajador inicial. La ecuación de convergencia condicional estimada sobrepredice el crecimiento observado en los países más pobres de la muestra en 1990 (OCDE(6)) y, de forma mucho más significativa, infrapredice sistemáticamente la tasa de crecimiento de los siete países más industrializados (G-7), tanto en términos per cápita como en

**Cuadro 2.5: Promedio de los Residuos
(Ecuación de Convergencia Condicional)**

PIB per cápita

	Media del Residuo	Correlación con la Renta Inicial
<u>UE</u>	0.002147 (0.37)	0.100
<u>OCDE(18)</u>	0.004407 (0.83)	-0.110
<u>OCDE(6)</u>	-0.013221 (-1.20)	-0.188
<u>G-7</u>	0.020380 (2.29)	-0.376

Productividad

	Media del Residuo	Correlación con la Renta Inicial
<u>UE</u>	0.008665 (1.60)	0.168
<u>OCDE(18)</u>	0.002617 (0.53)	-0.081
<u>OCDE(6)</u>	-0.007852 (-0.76)	-0.061
<u>G-7</u>	0.019753 (2.48)	-0.421

Nota: t-estadístico entre paréntesis.

productividades⁷⁴. Otro hecho que abunda en el mismo argumento es que la correlación del residuo con los niveles iniciales de renta es negativa en estos dos grupos de países, así como en la OCDE en su conjunto, lo que confirma la existencia de algún tipo de patrón sistemático en los residuos. Debe hacerse notar que la regresión de convergencia condicional permite recoger a la vez las dos fuentes de crecimiento del modelo de Solow: los determinantes de la posición en el largo plazo de la economía (la acumulación de capital y el progreso tecnológico) y el margen existente para realizar el *catching-up* con los países más ricos (medido por las condiciones iniciales de cada economía). El comportamiento observado en los residuos sugiere claramente que los países más ricos han crecido por encima de lo que esas dos fuentes de crecimiento conjuntamente podrían explicar, del mismo modo que los países más pobres lo han hecho por debajo. Este tipo de argumento va a ser de gran importancia en capítulos posteriores de esta tesis, ya que una posible explicación al comportamiento de los residuos es que la forma en la que se está condicionando en la ecuación, podría implicar que el estado estacionario promedio que se deduce de los coeficientes

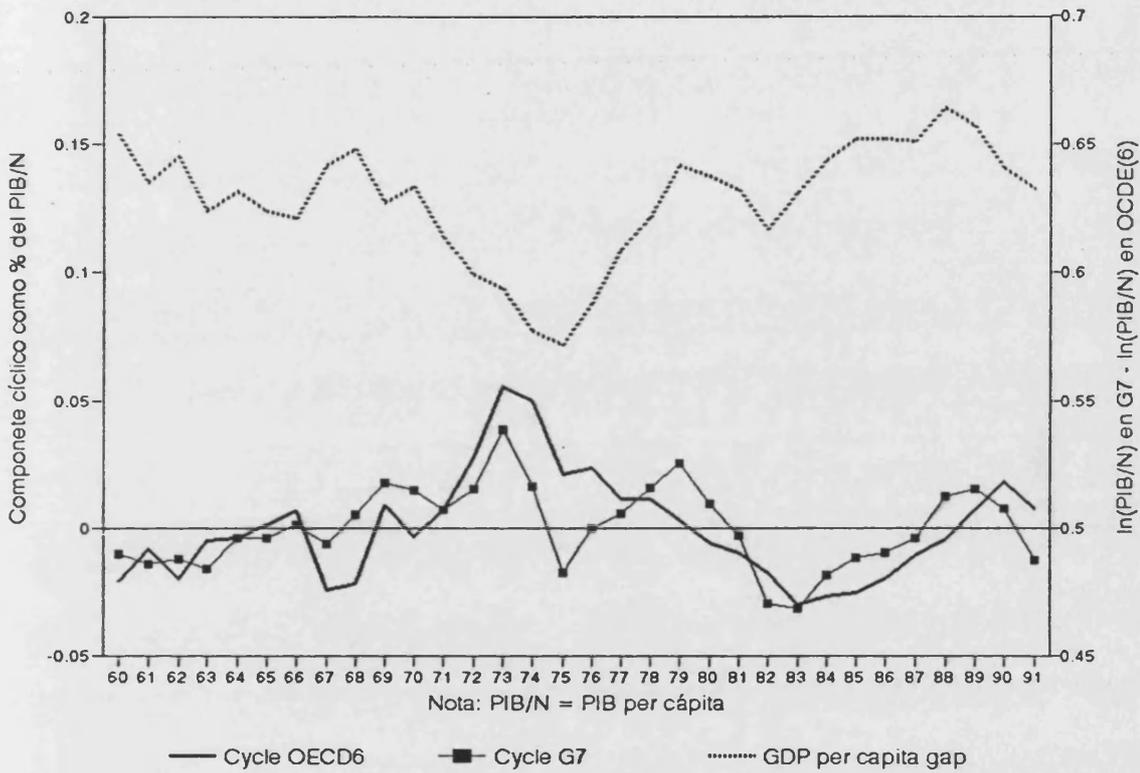
⁷⁴ A la especificación utilizada en la estimación de la ecuación de convergencia condicional se le ha dado mucha más estructura en este caso. Concretamente, se ha estimado un "pool" de datos con cinco observaciones temporales para cada país de la especificación no lineal por variables instrumentales (los instrumentos utilizados son los mismos que aparecerán posteriormente en el Cuadro 2.7). Además, se han incluido en la estimación dummies temporales. La velocidad de convergencia estimada es del 2.1 y del 2.5 por cien en las ecuaciones estimadas para la renta per cápita y la productividad, respectivamente. En cualquier caso, el patrón que muestran los residuos se mantiene independientemente de que se tome esta especificación u otra cualquiera.

estimados, no sea realmente representativo de las posibilidades de crecimiento de cada uno de los países. Más adelante, en el Capítulo 4, se volverá más en detalle sobre esta cuestión.

Otro argumento adicional, que abunda en la posibilidad de que la heterogeneidad del comportamiento de los países sea la responsable de la ruptura en el proceso de convergencia, se recoge en el Gráfico 2.23. Este gráfico comparara la evolución del componente cíclico del PIB per cápita, obtenido empleando el conocido filtro de Hodrick y Prescott⁷⁵, en la OCDE(6) y el G-7. El grupo de países más pobres mejoró su posición relativa respecto al G-7 durante la primera parte del periodo muestral, aunque desde mediados de los años 70 ha estado perdiendo posiciones de forma sostenida. Como puede observarse en la parte inferior del gráfico, los ciclos económicos han sido bastante uniformes, tanto en duración, como en amplitud en las épocas expansivas (hasta principios de los años 70). Sin embargo, desde entonces y a lo largo de los años de crisis económica, el gráfico parece mostrar que en la OCDE(6) sólo ha existido un ciclo económico completo, mientras que el G-7 en su conjunto ha experimentado dos. La mayor amplitud de las oscilaciones cíclicas en los países pobres es responsable en buena medida de este comportamiento diferencial entre ricos y pobres. Así, una estructura

⁷⁵ Siguiendo a Hodrick y Prescott (1980), y dado que se está utilizando dato anual, se ha elegido un valor de 400 para el multiplicador de Lagrange de la restricción, aunque este podría ser un valor excesivamente alto según algunas investigaciones para la OCDE (Giorno, Richardson, Roseveare y van den Noord (1995) y para España (Doménech y Taguas (1995))).

Gráfico 2.23
Ciclo y Diferencias en PIB per cápita

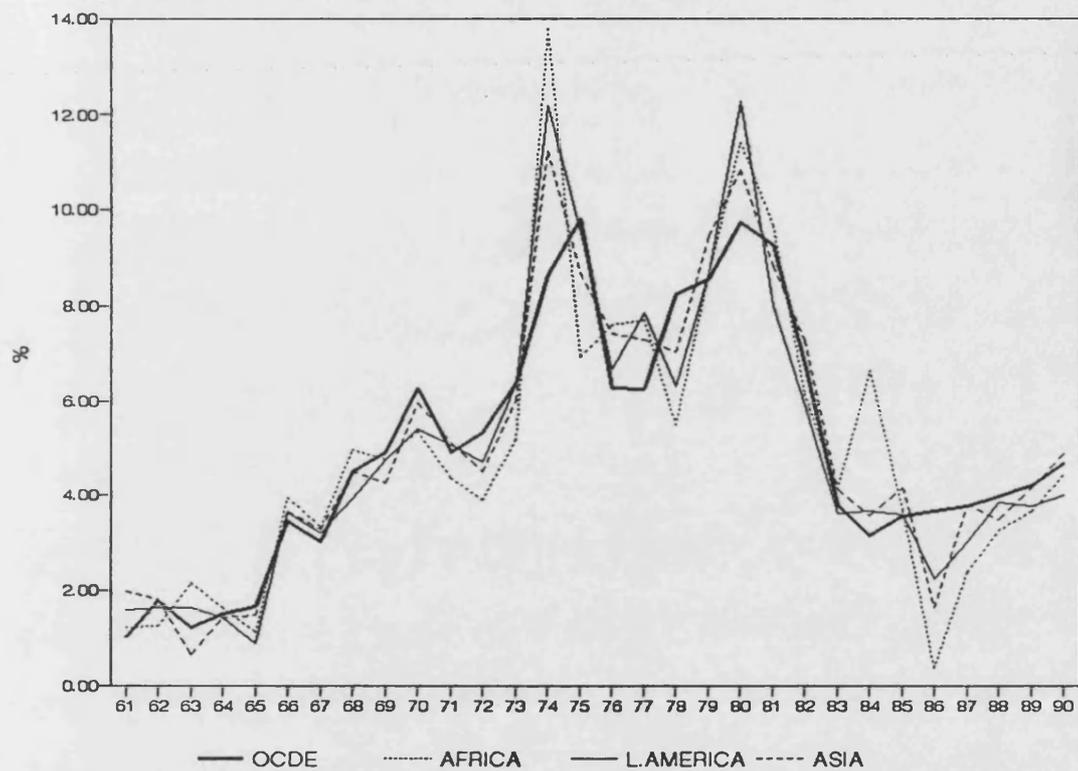


productiva más endeble suele propiciar una mayor varianza en las fluctuaciones cíclicas, así como efectos negativos mucho más pronunciados cuando se está inmerso en una recesión económica. Una forma alternativa de comprobar que los shocks macroeconómicos podrían afectar efectivamente de forma más pronunciada a los países pobres la encontramos en el Gráfico 2.24, utilizando nuevamente los datos de Summers y Heston para las diferentes regiones económicas del mundo. Las tasas de inflación promedio⁷⁶ no han sido muy diferentes a lo largo del total del periodo en las cuatro regiones (4.99% en la OCDE, 4.96% en Africa, 4.96% en Latino américa y 5.07% en Asia). Sin embargo, el coeficiente de variación de la serie ha sido mucho mayor en las regiones económicas más pobres, sobre todo desde 1975 en adelante (0.39, 0.51, 0.48 y 0.43, respectivamente). Si podemos tomar la inflación como un buen indicador tanto de la evolución cíclica, como del efecto de la salida de cada uno de los países o regiones a la crisis, no es descabellado pensar que los países de estructuras más débiles sufren efectos reales más negativos en las crisis⁷⁷, que podrían también tener efectos sobre

⁷⁶ En realidad, en la base de Summers y Heston no se ofrecen datos de las tasas de inflación. Las que se han empleado para construir el Gráfico 3.24 han sido obtenidas a partir de un índice de precios calculado como el cociente entre el PIB per cápita real en precios internacionales corrientes (CGDP en la notación de la base de datos) y el PIB per cápita real en precios internacionales de 1985 (RGDPL).

⁷⁷ Lógicamente esta interpretación es bastante tentativa, ya que no existe un consenso claro en la literatura sobre los efectos de la inflación en el crecimiento económico de los países. En cualquier caso, la literatura reciente (véase De Gregorio (1993), Easterly (1993) o Barro (1995)) parece enfatizar los efectos distorsionadores de la inflación sobre el mecanismo de formación de precios y sobre el crecimiento.

Gráfico 2.24
Promedios de Inflación



el crecimiento a largo plazo. Por otra parte, tal y como se pudo ver en el Cuadro 2.2, el patrón autorregresivo de las tasas de crecimiento es muy diferente en unos y otros subgrupos de países dentro de la OCDE. Aunque la inercia de las tasas de crecimiento ha disminuido en todos ellos en el periodo de profundo estancamiento (y fundamentalmente entre 1980 y 1985), siempre ha sido mucho más pronunciada entre los grupos de países ricos que entre los pobres. Este hecho podría ser coherente con un impulso de crecimiento continuado e idiosincrático de los países más avanzados, que tendería a sugerir una interpretación de crecimiento endógeno del proceso de crecimiento, en clara contraposición a la interpretación de crecimiento exógeno que se ha dado en el apartado anterior de este capítulo (fundamentada en el análisis global agregado de todos los países de la OCDE). Alternativamente, los shocks macroeconómicos podrían haber tenido una mayor repercusión en los países de estructuras productivas más frágiles dentro de la OCDE, lo que habría propiciado el final del proceso rápido de *catching-up* previo, como ya se explicaba anteriormente. En el próximo apartado se estudiará este argumento con mucha mayor profundidad.

Las diferencias a largo plazo en el éxito relativo de los distintos países pueden apreciarse nítidamente, si se presta atención a los cambios que se han producido en el *ranking* de los países tanto en sus niveles de renta per cápita (Gráfico 2.25)⁷⁸ como de productividad (Gráfico 2.26), entre 1960 y

⁷⁸ Esta forma de presentar los *rankings* se ha tomado de Dolado, González-Páramo, y Roldán (1994).

Gráfico 2.25
Ranking en PIB per cápita

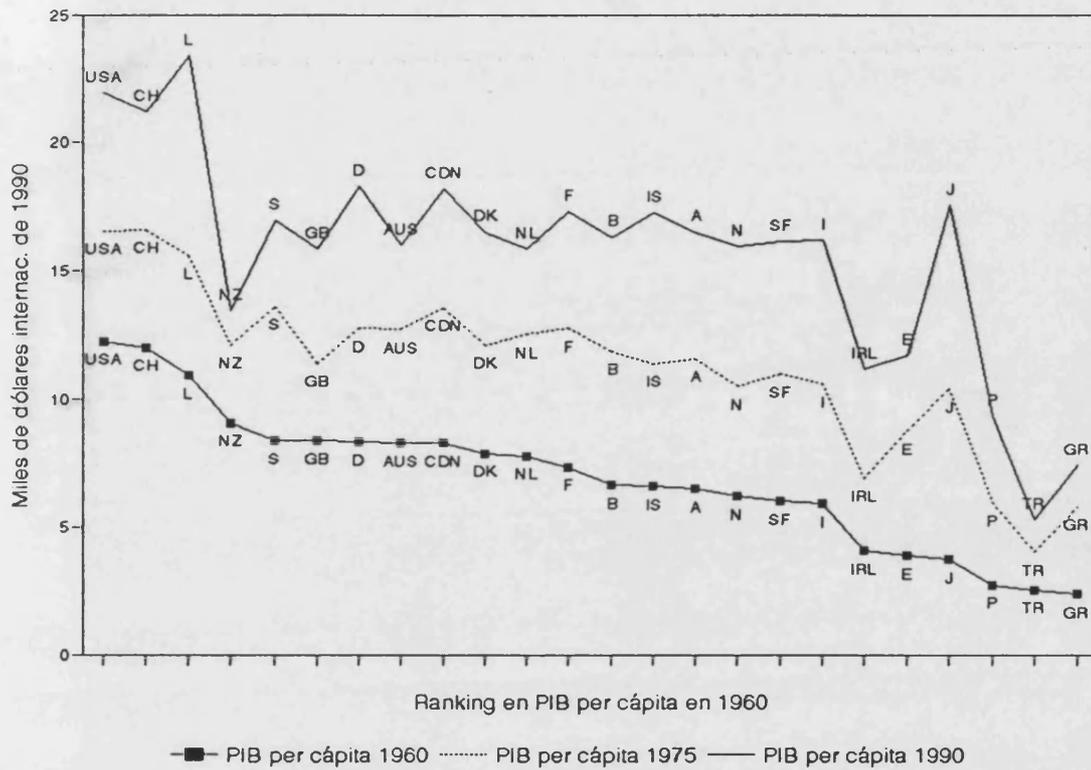
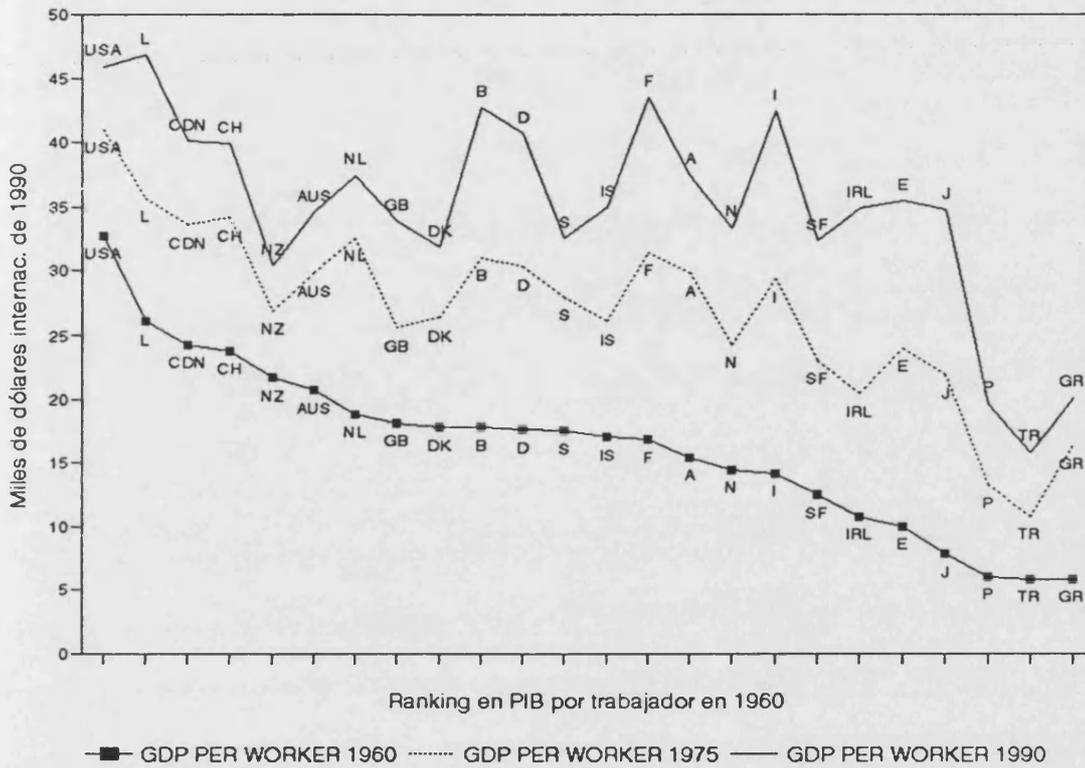


Gráfico 2.26
Ranking en PIB por trabajador



1990. Hay algunos hechos interesantes que merecen especial comentario al observar la evolución temporal de los *rankings*. En primer lugar, se puede observar que los cambios globales en la posición de los países de 1960 a 1990 son mucho más pronunciados en términos de productividad que de rentas per cápita. De hecho, el coeficiente de correlación de rangos entre 1960 y 1990 es aproximadamente de 0.6 en renta per cápita, mientras que sólo alcanza un valor cercano a 0.5 en productividades. En realidad, el *ranking* fue bastante estable hasta 1975 y, posteriormente entre 1985 y 1990, por lo que gran parte de los cambios observados pueden atribuirse fundamentalmente al periodo 1975-1985. No obstante, el bajo coeficiente de correlación de rangos no debería ser interpretado como evidencia de una gran movilidad en el *ranking*, al menos en lo que a rentas per cápita se refiere. El Gráfico 2.25 muestra la existencia de tres grupos de países bien definidos. Por una parte, las diferencias entre los países de rentas intermedias se han hecho casi insignificantes, existiendo 10 países cuyas rentas per cápita no difieren más de un 10 por cien entre el más rico y el más pobre pertenecientes a este grupo (de hecho, los cambios de posición en el *ranking* entre estos países tienden a sesgar a la baja el coeficiente de correlación). Por otra parte, en los dos extremos de la distribución el *ranking* ha sido muy estable, con tres países siempre en puestos de liderazgo (EE.UU., Luxemburgo y Suiza) y cinco países siempre en el furgón de cola (España, Irlanda, Portugal, Grecia y Turquía). De hecho, las distancias absolutas entre estos países y la media de la OCDE se han incrementado considerablemente. Por último, se puede hablar de un pequeño número de cambios importantes en el *ranking*, donde cabe destacar "milagros"

económicos, como Japón y "desastres"⁷⁹ como Nueva Zelanda y, en menor medida Gran Bretaña.

Los cambios en el *ranking* de productividades son muy diferentes, ya que reflejan movilidad real de los países en relación a su posición en 1960. De hecho, ninguno de los países ha permanecido siempre en la misma posición del ranking, aunque EE.UU. y Luxemburgo han estado siempre en las primeras posiciones y Grecia, Turquía y Portugal en las últimas. La lista de milagros y desastres económicos es, en este caso, mucho más larga. España, Japón, Irlanda, Italia, Francia, Bélgica y Alemania han mejorado su productividad relativa de forma notable, mientras que Nueva Zelanda, Dinamarca, Gran Bretaña, Suecia, Islandia y Holanda han empeorado significativamente en términos relativos.

⁷⁹ Esta terminología se debe a Parente y Prescott (1993).

IV. Influencia de los Factores Macroeconómicos en el Crecimiento.

Hasta ahora se ha centrado el análisis de la evolución del largo plazo de los países de la OCDE, en la utilización de las variables básicas sugeridas por el modelo de crecimiento exógeno. Sin embargo, en la literatura del crecimiento económico reciente se acepta comúnmente que un entorno macroeconómico estable es una condición necesaria para que exista crecimiento sostenido (Fischer (1993)). En realidad, desde un punto de vista teórico no existen soluciones consensuadas sobre los efectos en el crecimiento de los países, de las fluctuaciones macroeconómicas de corto y medio plazo⁸⁰. Por ello, no existe una respuesta clara a la pregunta de si podemos mejorar nuestra comprensión de la evolución de largo plazo de las economías de la OCDE, introduciendo en el análisis toda una serie de indicadores del comportamiento macroeconómico de medio plazo. Pese a estas limitaciones existen, no obstante, algunas buenas razones para estudiar la influencia de los shocks macroeconómicos de corto plazo, tanto nominales como reales, sobre las tasas de crecimiento.

En primer lugar, ya se ha visto en el apartado anterior que el proceso de convergencia en la OCDE ha sido todo menos estable, encontrándose evidencia

⁸⁰ Una discusión teórica sobre estas cuestiones puede encontrarse en Stadler (1990), Aghion y Saint-Paul (1993) y Stiglitz (1993).

de una ralentización notoria a partir de mediados de los años 70, en parte debido al mal comportamiento de los países más pobres. Por ello, bien podría ser el caso, como ya se ha apuntado, que estos países hayan sido los más perjudicados por la existencia de un escenario macroeconómico general muy deteriorado. En este caso, la razón econométrica para incluir en las ecuaciones de convergencia estos indicadores del comportamiento macroeconómico es la misma que llevaba a incluir las tasas de acumulación en las ecuaciones de convergencia absoluta. Podrían existir algunas variables con una influencia de largo o medio plazo en las tasas de crecimiento, por lo que su exclusión de la regresión de convergencia podría sesgar los coeficientes del resto de variables incluidas.

En segundo lugar, la literatura teórica del crecimiento ha mostrado toda una serie de canales o vías a través de los cuales el entorno macroeconómico podría afectar al crecimiento económico. Aunque en el primer capítulo ya se ha hecho una revisión de algunas de estas contribuciones, merece la pena mencionar en este momento algunas de ellas. En concreto, se va a hacer mención de algunos trabajos que hacen referencia a las variables macroeconómicas que posteriormente en este apartado se van a emplear para aumentar las regresiones de convergencia condicional. La mayoría de los trabajos recientes niegan la existencia de efectos positivos de la inflación en el crecimiento, que podrían justificarse vía el efecto Mundell-Tobin. Como ya se ha comentado con anterioridad el énfasis se pone ahora en los efectos distorsionadores sobre el mecanismo de formación de los precios (De Gregorio (1993) y Easterly (1993)). De igual manera, Barro (1995) en un

trabajo, en este caso puramente empírico, encuentra evidencia empírica para aproximadamente 100 países de una relación negativa bastante robusta entre niveles de inflación y tasas de crecimiento, así como entre inflación y tasas de inversión. Este tipo de relación se muestra mucho más significativa en los países de niveles de renta más bajos, aunque estadísticamente la relación es robusta para toda la muestra. Barro no encuentra, sin embargo, una relación robusta entre el crecimiento y la varianza de la inflación, aunque explica este hecho argumentando que su medida de variabilidad de la inflación podría no estar captando adecuadamente la incertidumbre asociada a la inflación. Posteriormente veremos que en el caso de la OCDE sí que es posible encontrar evidencia en este sentido, aunque la variable que ofrece mejores resultados es la varianza del crecimiento monetario. También se va a incluir en la ecuación la tasa de crecimiento de la cantidad de dinero (la medida utilizada es la M_1), dado que una vez que se controla en las estimaciones por el efecto del nivel de la inflación, cabría esperar una asociación positiva de esta variable con el crecimiento, acorde al mecanismo típico de la curva de Phillips. El consenso en la literatura teórica es mucho mayor acerca de los efectos positivos que cabría esperar entre grado de apertura externa o orientación exterior de los países y crecimiento económico⁸¹. Tanto a partir del modelo de crecimiento exógeno (Feder (1992)), como a partir de las modelizaciones de la nueva teoría del crecimiento endógeno (Grossman y Helpman (1991)) se ha argumentado que los países con

⁸¹ Véase Greenaway y Sapsford (1994) para una revisión de esta literatura.

mayor peso de sus exportaciones en el output se benefician de mayores tasas de crecimiento, dado que tienden a especializarse en actividades de elevada productividad y aumenta la difusión internacional del capital tecnológico. El papel del sector público en el crecimiento a largo plazo también ha sido estudiado en un buen número de trabajos (Barro (1989), Singh (1992) o Easterly (1994), por ejemplo). En este caso la evidencia es ambigua, ya que los supuestos concretos de cada modelo apuntan en direcciones opuestas, dependiendo del tipo de variable que se utilice para medir los efectos del sector público sobre el crecimiento.

El último argumento para justificar el estudio de los efectos de los shocks macroeconómicos en el crecimiento es de carácter empírico. La vasta literatura empírica de los últimos años en este campo, ha proporcionado evidencias ciertamente contradictorias. Aunque algunos estudios que han utilizado un análisis de corte transversal (por ejemplo Grier y Tullock (1989), Kormendi y Meguire (1985) o Fischer (1991, 1993)) han hallado resultados significativos para este tipo de variables, Levine y Renelt (1992) o Levine y Zervos (1992) han encontrado para una muestra de aproximadamente 100 países, que únicamente las tasas de inversión y algún indicador de la apertura externa muestran una correlación parcial robusta con el crecimiento. La significatividad del resto de relaciones es muy sensible a los regresores que se incluyan en la especificación utilizada en las ecuaciones estimadas. Para la muestra de países de la OCDE, sin embargo,

Andrés, Doménech y Molinas (1994) realizan un ejercicio muy similar⁸², y encuentran que el número de indicadores macroeconómicos que se correlacionan de forma robusta con las tasas de crecimiento es mayor que en la muestra de Levine y Renelt. Además de las tasas de inversión, también el crecimiento de las exportaciones, el crecimiento de la cantidad de dinero, las tasas de inflación y la varianza del crecimiento monetario ejercen una influencia significativa sobre el crecimiento de los países de la OCDE, con independencia del resto de regresores que se incluyan en la ecuación de crecimiento.

En el Cuadro 2.6 se han recogido algunos de los indicadores macroeconómicos más representativos de las economías de la OCDE. En una primera inspección del cuadro puede resultar poco evidente la forma en la que algunas de estas variables se correlacionan con las tasas de crecimiento. Por ejemplo, los extraordinarios resultados de la economía japonesa, parecen estar ligados con el espectacular crecimiento de su sector exportador (las exportaciones han crecido a una tasa media anual del 10.56 por cien), mientras que el crecimiento por debajo del promedio de países como Nueva Zelanda, Suiza y

⁸² En concreto, estos autores introducen algunas mejoras sustanciales al llamado contraste de los límites extremos (*extreme bounds test*, en inglés) utilizado por Levine y Renelt. En primer lugar, se centran en estimaciones con "pooles" de datos, en vez de utilizar sólo modelos de sección cruzada. Además, a diferencia de Levine y Renelt, siguen un proceso de especificación, en el que se estiman todas las combinaciones posibles entre los indicadores macroeconómicos considerados. Por último, extienden el análisis de robustez también en la dimensión temporal.

Cuadro 2.6

PROMEDIOS DEL PERIODO 1960-1990

1960-1975 y 1985-1990

PROMEDIOS

1975-1985

PROMEDIOS

PAIS	Tasas de crecimiento (%)									Tasas de crec. (%)				Tasas de crec. (%)			
	PIB/N	PIB/L	Exportaciones	Dinero	Inflación	G/Y	Déficit Público	Tasa Desempleo	Tasa Participación	Exportaciones	Inflación	Déficit Público	Tasa Desempleo	Exportaciones	Inflación	Déficit Público	Tasa Desempleo
Australia	2.25	1.75	6.00	8.94	7.24	19.50	-1.43	4.49	44.41	7.01	6.77	-1.05	3.48	4.67	8.85	-2.39	6.83
Austria	3.20	3.02	7.10	7.29	4.70	24.05	-3.02	2.35	41.65	7.91	4.77	-2.38	2.16	6.28	5.03	-4.20	2.70
Bélgica	3.07	2.98	6.35	5.94	5.01	20.99	-5.76	5.99	40.13	7.87	4.94	-4.11	4.33	4.11	5.64	-9.04	9.60
Canadá	2.70	1.70	6.74	8.74	5.50	22.72	-2.61	6.92	43.07	6.72	4.91	-1.73	5.91	7.46	7.18	-4.46	8.99
Suiza	1.93	1.76	4.75	5.70	4.58	13.47	-0.13	0.29	50.71	5.13	5.44	0.02	0.18	4.51	3.41	-0.53	0.53
Alemania	2.69	2.85	6.08	7.97	3.94	22.36	-0.99	3.42	45.77	6.88	4.31	-0.46	2.62	5.18	3.64	-2.13	5.24
Dinamarca	2.54	1.98	5.24	11.39	7.31	30.84	0.03	4.65	50.02	5.76	7.20	1.45	2.97	4.77	8.25	-2.93	8.28
España	3.83	4.36	8.20	15.41	10.40	18.64	-2.67	8.31	37.98	9.06	8.60	-1.96	6.61	7.38	14.84	-4.27	12.29
Finlandia	3.41	3.28	5.21	12.28	8.20	23.88	-0.68	3.44	50.01	4.69	8.04	-0.26	2.61	6.72	9.32	-1.68	5.30
Francia	2.94	3.22	6.73	9.56	6.91	22.39	-1.35	4.92	42.80	8.12	5.77	-1.01	4.05	4.75	9.79	-1.86	7.05
Reino Unido	2.19	2.13	4.23	10.32	8.18	31.64	-2.23	4.90	47.11	4.78	7.17	-1.19	3.60	3.62	10.91	-4.62	7.85
Grecia	3.97	4.33	9.65	17.27	11.76	23.55	-5.35	4.81	38.43	11.79	9.11	-4.90	4.97	6.57	17.95	-5.95	4.37
Irlanda	3.50	4.00	8.72	10.06	8.74	22.76	-7.89	8.88	37.56	9.01	7.06	-6.20	8.05	9.03	12.81	-12.15	10.87
Islandia	3.35	2.49	4.90	32.65	27.11	21.11	-2.28	0.59	44.41	4.29	19.59	-2.30	0.69	6.55	44.13	-2.52	0.44
Italia	3.49	3.77	7.29	15.73	10.03	21.58	-8.03	7.21	40.49	8.90	7.51	-6.40	6.83	4.95	15.81	-11.70	8.13
Japón	5.38	5.16	10.56	12.04	4.98	15.90	-3.20	1.77	49.09	11.98	5.92	-1.74	1.51	8.96	3.71	-6.37	2.29
Luxemburgo	2.62	2.03	4.85	13.44	5.46	13.90	1.78	0.58	43.07	5.37	5.20	2.14	0.35	4.33	6.50	1.55	1.10
Holanda	2.44	2.35	6.01	8.16	5.01	20.48	-2.83	4.83	42.14	7.46	5.40	-1.83	3.35	3.85	4.77	-4.93	8.20
Noruega	3.23	2.85	5.73	12.81	6.52	24.92	-1.33	1.85	45.95	6.17	5.81	-1.08	1.69	5.45	8.51	-1.80	2.23
Nueva Zelanda	1.38	1.19	4.58	9.98	8.86	22.17	-3.90	1.83	45.49	4.78	6.87	-2.44	1.54	4.65	13.51	-7.12	2.56
Portugal	4.28	4.08	7.94	14.55	12.30	19.32	-5.56	4.52	46.82	8.11	8.12	-4.12	3.21	8.40	21.47	-9.11	7.42
Suecia	2.41	2.12	5.32	9.04	7.22	30.69	-1.83	1.99	49.88	5.95	6.46	-0.20	1.78	4.65	9.37	-5.80	2.50
Turquía	2.57	3.45	9.88	31.86	29.38	14.70	-2.96	8.35	40.57	8.15	22.75	-2.66	8.47	14.16	44.92	-3.76	8.02
Estados Unidos	1.89	1.14	6.08	6.12	5.01	19.54	-2.29	5.98	44.44	8.04	4.44	-1.72	5.27	2.96	6.61	-3.55	7.43
OCDE	2.97	2.83	6.59	12.39	8.93	21.71	-2.77	4.29	44.25	7.25	7.59	-1.92	3.59	6.00	12.37	-4.64	5.84
UE	3.13	3.17	6.77	11.65	7.92	22.37	-3.40	5.25	42.69	7.76	6.70	-2.38	4.25	5.58	11.03	-5.60	7.53
G-7	3.05	2.85	6.82	10.07	6.37	22.30	-2.96	5.02	44.68	7.91	5.72	-2.03	4.26	5.41	8.24	-4.96	6.71
OCDE(6)	3.25	3.57	8.16	16.52	13.57	20.19	-4.72	6.12	41.14	8.48	10.42	-3.71	5.48	8.37	20.92	-7.06	7.59

Gran Bretaña podría tener su explicación en el deterioro continuado de su competitividad y el bajo crecimiento respecto a la media de sus exportaciones (aproximadamente del 4.5 por cien anual). Por otra parte, el deterioro global del escenario macroeconómico en la década de 1975-85 queda bastante bien reflejado en las ocho últimas columnas del cuadro, que muestran, entre otras cosas, la caída generalizada en el crecimiento de las exportaciones y el incremento en las tasas de inflación y los déficits públicos durante la recesión. El hecho más destacable es el extraordinario incremento en las tasas de inflación entre los países menos avanzados (OCDE(6)). El aumento de la inflación es mucho más moderado entre los países más ricos, con la excepción de Islandia y en menor medida Italia, Gran Bretaña y Francia.

A continuación se va a presentar el análisis de regresión del modelo de β -convergencia condicional de Mankiw, Romer y Weil (1992), pero aumentándolo adicionalmente con algunos indicadores macroeconómicos. La ecuación de convergencia en su versión lineal se ha estimado en este caso a partir de un "pool" con las medias quinquenales de las variables. El hecho de tomar medias quinquenales tiene mayor sentido en este caso, ya que ésta es una forma convencional de eliminar las fluctuaciones cíclicas de las variables macroeconómicas, dejando la suficiente varianza en las series como para poder captar el efecto de shocks cambiantes en el tiempo sobre el crecimiento. Además, esta forma de proceder presenta dos ventajas adicionales. La primera es que a corto plazo algunas de las variables que se van a incluir en la regresión, como las tasas de inversión, las de inflación

o el crecimiento de las exportaciones podrían estar influenciadas por las propias tasas de crecimiento (por ejemplo, las exportaciones son un componente del PIB, por lo que no es evidente qué antecede a un crecimiento de ambas, si es el aumento del PIB el que incrementa las exportaciones o viceversa). Así, al tomar medias quinquenales aparte de eliminar gran parte de las fluctuaciones cíclicas, dichas medias también mitigan el posible problema de endogeneidad de dichas variables. La segunda ventaja de proceder así es que de esta forma se pueden utilizar métodos de variables instrumentales en la estimación de las ecuaciones de crecimiento, ya que se pueden emplear valores desfasados de las variables como instrumentos adecuados de las variables potencialmente sujetas a problemas de endogeneidad.

En el Cuadro 2.7 se muestran los coeficientes estimados por variables instrumentales de la versión lineal de la ecuación de convergencia condicional, incluyendo como regresores adicionales la tasa de crecimiento de las exportaciones, la tasa de crecimiento de la oferta monetaria, la tasa de inflación y la varianza del crecimiento monetario. Esta ecuación es el resultado de un proceso de especificación en el que se han incluido otra serie de indicadores, como la varianza de la inflación, el crecimiento de las importaciones, distintas medidas de apertura externa o indicadores de la actividad presupuestaria del gobierno (déficit público, consumo público, etc.). Sin ninguna excepción, la significatividad de los cuatro indicadores macroeconómicos elegidos en la especificación de la ecuación de convergencia del Cuadro 2.7 es robusta a cambios en el conjunto de regresores (véase de

Cuadro 2.7

Variable Dependiente $\log(Y_{t+5}^i / Y_t^i)$. Muestra i: 1,..., 24; T: 1960, 65,...,85
Método de Estimación: Variables Instrumentales

	Coefficiente	t-estad.
ln PIB per cápita inicial	-0.061	-3.57
ln (I/PIB)	0.068	3.08
ln Tasa de Escolarización en Secundaria	0.042	2.08
ln (Crecimiento Poblac. + 0.05)	0.110*	-
Crecimiento Exportaciones	0.655	4.05
Crecimiento Oferta Monetaria	0.717	4.01
Inflación	-0.555	-3.16
Varianza del Crecimiento Monetario	-0.029	-3.89

β implícita = 1.27%

$\bar{R}^2 = 0.610$

$\sigma = 0.046$

DW = 2.06

N. Obs. = 120 (N=24, T=5)

NOTAS: *: parámetro restringido.

La ecuación estimada incluye dummies temporales.

Variables instrumentadas: inflación, tasa de inversión y tasa de crecimiento de la población.

Instrumentos: constante, dummies temporales, valores retardados de las tasas de crecimiento, tasas de inversión, tasas de crecimiento de la población, tasa de inflación, crecimiento de las exportaciones y de la oferta monetaria y varianza del crecimiento monetario, valores corrientes del PIB per cápita inicial y capital humano.

nuevo Andrés, Doménech y Molinas (1996) para un análisis mucho más detallado y exhaustivo del papel de los indicadores macroeconómicos en el crecimiento de los países de la OCDE). En la ecuación estimada también se ha impuesto, como es habitual en la literatura, la restricción de rendimientos constantes a escala, que se acepta a los niveles de significatividad habituales⁸³; además, todos los signos son los que cabría esperar.

La estimación del Cuadro 2.7 se ha realizado como un medio para poder evaluar la contribución de cada uno de los regresores a la variación en las tasas de crecimiento entre diferentes subperiodos de tiempo. En concreto, se van a utilizar los coeficientes estimados en dicha ecuación estimada, para expresar el cambio en las tasas de crecimiento del PIB per cápita del periodo 1975-1985, respecto al periodo 1965-1975, por un lado y al periodo 1985-1990, por otro, en función de la variación de las distintas variables explicativas. Con la realización de este ejercicio⁸⁴ no solo se va a intentar

⁸³ La restricción contrastada es que la suma de los coeficientes de la tasa de inversión, de la tasa de escolarización en secundaria y del crecimiento de la población es igual a cero. El estadístico, que se distribuye como una $F(1,107)$ es igual a 3.57 (valor crítico 3.93).

⁸⁴ Exactamente el mismo ejercicio se ha realizado en términos de la desaceleración del crecimiento de la productividad. En este caso, la ecuación estimada en el Cuadro 2.7 produce resultados muy similares, aunque con alguna pequeña diferencia. En concreto, el ajuste de la ecuación es mejor, la velocidad implícita de convergencia es algo superior (1.9 por cien) y el coeficiente de la inflación sólo es significativo al 10 por cien, cuando se utiliza el crecimiento del PIB por trabajador y del empleo, en vez de el del PIB per cápita y la población total.

explicar la desaceleración en las tasas de crecimiento del PIB per cápita, sino que también se pretende evaluar si los modestos resultados de los países más pobres durante la época de estancamiento pueden ser explicados por los indicadores macroeconómicos de medio plazo, que podrían ampliar el modelo de crecimiento exógeno aumentado con capital humano.

Se pueden analizar tres fuentes distintas del crecimiento del PIB per cápita a partir de la ecuación de convergencia del Cuadro 2.7. En primer lugar, existe un término que refleja la existencia de *catching-up*⁸⁵, que explica el crecimiento que se debe a la distancia a la que una economía se encuentra de su equilibrio de largo plazo. En segundo lugar, una economía puede crecer porque experimente cambios en sus tasas de acumulación o en sus tasas de crecimiento de la población. Por último, existe toda una variedad de shocks que pueden mover a la economía virtualmente en cualquier dirección. En el Cuadro 2.8 se resumen los resultados de este análisis. En el panel izquierdo se muestra la explicación que da el modelo estimado a la caída en las tasas de crecimiento del periodo 1975-1985, respecto a la década anterior. El

⁸⁵ Angel de la Fuente (1995) desarrolla un modelo en el que la tasa de progreso tecnológico se determina endógenamente por el nivel de gasto en I+D y un proceso de *catching-up*. Este tipo de modelización le permite distinguir de una forma más precisa entre los efectos de los dos tipos de mecanismos de convergencia identificados en la literatura. De una parte, a diferencia de como se hace en los siguientes párrafos, el nivel de renta inicial se interpreta como el mecanismo de convergencia neoclásico (el grado de rendimientos a escala de los factores reproducibles), mientras que por otra parte, el proceso de *catching-up* se identifica como el coeficiente estimado de la velocidad de difusión tecnológica, que permite aproximarse a la frontera del conocimiento técnico.

Cuadro 2.8

Ralentización del Crecimiento del PIB per cápita

COUNTRY	1965-75 respecto a 1975-85								1975-85 respecto a 1985-90						
	Diferencial Tasas Crecimiento	Catching-up	Diferencias en			Otros Factores	Residuo	Diferencial Tasas Crecimiento	Catching-up	Diferencias en			Otros Factores	Residuo	
			Tasas Ahorro	Inflación	Exportaciones					Tasas Ahorro	Inflación	Exportaciones			
Australia	1	-1.08	-0.05	-0.14	-0.21	-0.35	0.37	-0.71	-0.22	-0.03	-0.03	0.32	0.42	0.22	-1.12
Austria	2	-2.03	-0.22	-0.10	0.03	-0.50	-0.94	-0.29	0.32	-0.08	-0.04	0.25	0.02	0.20	-0.05
Bélgica	3	-2.17	-0.17	-0.24	-0.00	-0.61	-0.93	-0.21	0.68	-0.01	-0.08	0.26	0.31	-0.15	0.34
Canadá	4	-1.12	-0.13	0.10	-0.19	-0.11	0.22	-1.01	-0.16	-0.07	0.15	0.44	-0.15	0.35	-0.87
Suiza	5	-1.20	0.08	-0.13	0.23	-0.23	-1.49	0.33	1.49	0.01	0.26	0.00	0.03	0.47	0.71
Alemania	6	-0.90	-0.07	-0.28	0.15	-0.40	-0.95	0.62	0.63	-0.06	-0.09	0.17	0.19	0.46	-0.04
Dinamarca	7	-0.32	0.00	-0.40	0.01	-0.12	-0.50	0.88	-0.15	-0.11	-0.02	0.51	0.08	0.76	-1.37
España	8	-3.94	-0.19	-0.25	-0.64	-0.52	-0.40	-1.95	3.20	0.04	0.08	0.83	-0.38	0.75	1.90
Finlandia	9	-2.00	-0.19	-0.19	-0.09	0.01	-1.45	-0.10	0.54	-0.09	-0.01	0.45	-0.37	-0.01	0.57
Francia	10	-2.12	-0.13	-0.18	-0.41	-0.83	-0.56	-0.00	0.72	-0.02	-0.04	0.69	0.04	-0.46	0.51
Reino Unido	11	-0.65	0.02	-0.17	-0.48	-0.37	-0.34	0.69	1.79	-0.05	0.14	0.82	0.22	1.12	-0.47
Grecia	12	-3.97	-0.31	-0.34	-1.15	-0.78	-0.21	-1.18	-0.52	-0.01	-0.22	0.12	0.07	-0.63	0.15
Irlanda	13	-0.87	-0.18	0.08	-0.49	-0.02	0.60	-0.87	2.18	-0.08	-0.35	1.16	-0.03	-0.61	2.09
Islandia	14	-0.54	-0.25	-0.22	-2.78	0.15	1.13	1.42	-0.85	-0.11	-0.23	2.44	-0.37	-0.48	-2.12
Italia	15	-1.38	-0.18	-0.25	-0.95	-0.68	-0.72	1.40	0.49	-0.09	-0.08	1.00	0.17	-0.46	-0.06
Japón	16	-3.53	-0.34	-0.07	0.38	-0.75	-2.40	-0.34	0.92	-0.17	0.08	0.31	-0.66	0.45	0.93
Luxemburgo	17	-0.95	-0.01	-0.28	0.08	-0.44	-1.90	1.58	2.48	-0.08	0.01	0.17	0.51	1.80	0.07
Holanda	18	-2.38	-0.07	-0.36	0.20	-0.71	-1.12	-0.31	1.44	0.03	0.00	0.47	0.28	0.46	0.19
Noruega	19	0.39	-0.21	-0.08	-0.21	-0.01	-0.13	1.01	-1.94	-0.19	-0.26	0.54	0.07	0.55	-2.65
Nueva Zelanda	20	-0.81	0.09	-0.07	-0.70	0.10	-0.21	-0.03	-0.39	-0.00	0.16	0.41	-0.27	0.64	-1.33
Portugal	21	-4.34	-0.27	-0.22	-1.56	0.49	-1.64	-1.14	3.37	-0.02	-0.13	0.69	0.34	1.22	1.28
Suecia	22	-1.57	-0.02	-0.23	-0.38	-0.41	-0.38	-0.16	0.34	-0.01	0.09	0.34	-0.06	-0.51	0.49
Turquía	23	-2.07	-0.07	0.01	-3.78	0.42	2.06	-0.71	1.94	-0.02	0.17	-0.86	-0.65	1.39	1.92
Estados Unidos	24	-0.22	0.05	-0.03	-0.18	-0.48	-0.83	1.25	0.60	-0.04	0.02	0.39	0.81	0.48	-1.05
OCDE		-1.66	-0.12	-0.17	-0.55	-0.30	-0.53	0.00	0.79	-0.05	-0.02	0.50	0.03	0.33	0.00
UE		-2.00	-0.13	-0.24	-0.44	-0.42	-0.72	-0.08	1.36	-0.04	-0.06	0.57	0.15	0.36	0.38
G-7		-1.42	-0.11	-0.12	-0.24	-0.52	-0.80	0.37	0.71	-0.07	0.02	0.55	0.09	0.28	-0.15
OCDE(6)		-2.67	-0.15	-0.13	-1.38	-0.05	0.03	-0.98	1.63	-0.02	-0.05	0.39	-0.15	0.46	1.00

panel derecho presenta el mismo tipo de evidencia pero, en este caso, confrontando las tasas de crecimiento del último quinquenio de la muestra, con las de la década precedente.

En la primera columna del Cuadro 2.8 se recoge la diferencia entre las tasas de crecimiento anual promedio de la renta per cápita entre las dos décadas consideradas. La OCDE en su conjunto creció en promedio 1.66 puntos menos en la segunda década, aunque dicha ralentización del crecimiento no ha sido homogénea en todas las regiones económicas consideradas (2.67 puntos en la OCDE(6) y solamente 1.47 en el G-7). Países como España (3.94), Grecia (3.97), Portugal (4.34) o Turquía (2.07) fueron los más afectados por la crisis mundial, máxime si se tiene en cuenta que fueron de los que más rápidamente crecieron en los primeros años de la muestra. En las siguientes columnas del cuadro se cuantifica la contribución de algunas de las variables que se han comentado anteriormente a la explicación de la ralentización del crecimiento. En la segunda columna se observa que de los 1.66 puntos de caída en el crecimiento del conjunto de la OCDE, 0.12 se deben a la ralentización del proceso de *catching-up* (a la dinámica transicional al estado estacionario), es decir a que los países tienden a crecer más lentamente cuanto más cerca están de su equilibrio de largo plazo. Esta fuente de ralentización del crecimiento no parece ser muy importante y, en todo caso, la conclusión más evidente que podría extraerse es que los países relativamente más atrasados han sido los que más se han visto afectados por ella, ya que previsiblemente estos países debían ser los más alejados en términos relativos de su equilibrio de largo plazo en los

años 60. En la tercera columna se recogen resultados muy similares a los de la anterior; el esfuerzo inversor disminuyó en el conjunto de la OCDE, lo que tuvo efectos adversos sobre las tasas de crecimiento. El impacto fue mayor en los doce países de la Unión Europea que tanto en el G-7 o en la OCDE(6), pero de nuevo esta fuente sólo explica una parte muy modesta de la ralentización del crecimiento global.

Las próximas variables que se van a introducir en el análisis corresponden a lo que se ha denominado anteriormente como indicadores macroeconómicos. En el cuadro sólo se recoge el poder explicativo de las tasas de inflación (columna 4) y de la tasa de crecimiento de las exportaciones (columna 5), que son las que relativamente más atención han recibido en la literatura. El primer hecho importante que cabe destacar es que estos dos indicadores macroeconómicos muestran una capacidad explicativa relativamente mayor que tanto el término de *catching-up*, como las tasas de inversión en capital físico (0.55 puntos de la caída en el crecimiento se explican por los aumentos en las tasas de inflación y 0.30 puntos por la reducción en el crecimiento de las exportaciones). Más importante que la evidencia anterior, es la comparación de estos datos entre los distintos grupos de países. Se puede observar que la inflación ha sido especialmente dañina en los países más atrasados⁸⁶ (1.38 puntos de la ralentización del crecimiento en la

⁸⁶ Hay que ser especialmente cuidadosos al interpretar los efectos de la inflación en el crecimiento. Aunque en la estimación de la ecuación se ha instrumentado esta variable, no se puede estar seguro de que se haya conseguido aislar un efecto causal de la inflación al crecimiento. De

OCDE(6), frente a sólo 0.55 de la caída del crecimiento del G-7). Exactamente lo contrario sucede en el caso de la caída en el crecimiento de las exportaciones, que explica 0.52 puntos de la ralentización del crecimiento en los países más desarrollados (G-7), mientras que sólo explica 0.05 puntos de la de la OCDE(6). A partir de los coeficientes estimados en la ecuación de convergencia ampliada, se puede comprobar (columna 7) que el modelo continúa sobreprediciendo el crecimiento entre las dos décadas consideradas de los países de la OCDE(6), e infraprediciendo el del G-7 (la media del residuo es -0.98 y 0.37, respectivamente).

Pasando ahora al panel derecho del Cuadro 2.8, en él panel se muestran los resultados del mismo ejercicio de cuantificación de las fuentes del crecimiento, pero ahora evaluando el aumento en las tasas de crecimiento que se experimentó en la OCDE entre la década de crisis de 1975-1985 y el quinquenio posterior de recuperación económica (1985-1990). En su conjunto la OCDE creció en promedio en el segundo periodo 0.79 puntos más que en el primero, siendo en este caso la OCDE(6) y la UE regiones de crecimiento muy por encima del promedio general (1.63 y 1.36 puntos, respectivamente). Lo realmente interesante de este ejercicio es comparar la capacidad explicativa de las distintas fuentes de crecimiento con las que se han comentado en los párrafos anteriores. En cuanto al término de *catching-up* y a las tasas de

hecho, la correlación negativa observada es mayor en un periodo de shocks de oferta (1975-85), que provoca bajas tasas de crecimiento y altas tasas de inflación (véase Andrés, Doménech y Molinas (1996)).

inversión en capital físico no hay diferencias apreciables respecto al análisis precedente, aunque las tasas de inversión disminuyeron en la OCDE(6) y la UE, a diferencia del G-7 donde aumentaron. Estas variables tienen de nuevo una muy limitada capacidad explicativa de las diferencias observadas en las tasas de crecimiento. Donde sí que existen notables diferencias con el análisis de las décadas anteriores es en lo que a las variables macroeconómicas se refiere. La reducción en las tasas de inflación contribuyó muy positivamente en el incremento de las tasas de crecimiento en la OCDE(6) y la UE, pero a diferencia de los resultados anteriores, también ocurrió lo mismo en el caso del G-7. En cuanto al crecimiento de las exportaciones, tanto los países de la UE como los del G-7 fueron capaces de aprovechar los beneficios de la mejora en sus sectores exteriores, a diferencia de lo acontecido en los países más retrasados, que todavía se vieron perjudicados por una reducción adicional de su actividad exportadora. Por último, el comportamiento de los residuos de la ecuación estimada muestra un patrón similar al del panel izquierdo del cuadro. La conclusión inmediata es que la inclusión de regresores adicionales en la ecuación de convergencia, para captar la inestabilidad macroeconómica entre 1975 y 1985, no ayuda a resolver el problema de un patrón sistemático en los residuos. No obstante, la inclusión de los indicadores macroeconómicos sí que es útil para reducir el tamaño del residuo en los diferentes grupos de países. Concretamente, tal y como puede apreciarse en el Cuadro 2.9, la media del residuo se hace no significativamente distinta de cero en el G-7, en contraste con lo que se podía observar en el Cuadro 2.5 (ecuación de convergencia condicional sin indicadores macroeconómicos). De igual forma,

**Cuadro 2.9: Promedio de los Residuos
(Ecuación de Convergencia con
Indicadores Macroeconómicos)**

PIB per cápita

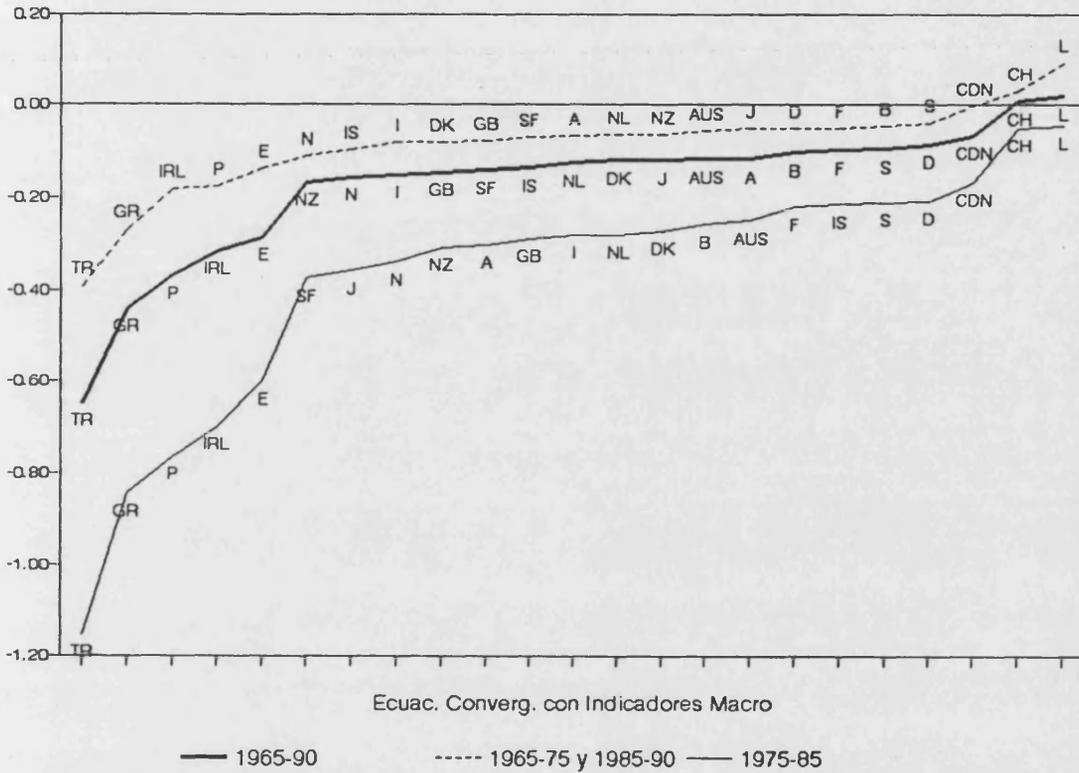
	Media del Residuo	Correlación con la Renta Inicial
<u>UE</u>	0.001251 (0.24)	0.000
<u>OCDE(18)</u>	0.002181 (0.50)	-0.039
<u>OCDE(6)</u>	-0.006542 (-0.69)	-0.147
<u>G-7</u>	0.007871 (1.11)	-0.197

Nota: t-estadístico entre paréntesis.

la correlación de los residuos con el nivel de renta inicial también cae sustancialmente, aunque el patrón es el mismo que el del Cuadro 2.5.

Concluyendo, los resultados anteriores confirman la evidencia presentada en el tercer apartado de este capítulo: incluso aunque se amplíe la ecuación de crecimiento para incluir algunos factores macroeconómicos que pueden afectar al crecimiento, existe una parte importante del proceso de crecimiento a largo plazo en la OCDE que queda sin explicar y que, además, ejerce una influencia desigual entre los países más avanzados y los más retrasados. Una alternativa obvia para confirmar la presencia de algún tipo de variable omitida en la ecuación de crecimiento, o la presencia de características idiosincráticas de los países que no se están teniendo en cuenta es ampliar de nuevo la ecuación incluyendo una dummy para cada país de la muestra. El Gráfico 2.27 recoge el resultado más notorio de este ejercicio. Se ha estimado exactamente la misma ecuación del Cuadro 2.7, pero incluyendo un efecto individual para cada país (EE.UU. se toma como referencia). Además este ejercicio se ha repetido para tres periodos de tiempo distintos, el total del periodo muestral (1965-90, dado que se instrumentan algunas variables), el periodo de estancamiento (1975-85) y los periodos de expansión y convergencia (1965-75 y 1985-90). En la estimación para el periodo muestral completo todos los coeficientes de los efectos individuales son negativos y significativos, con la excepción de Suiza y Luxemburgo donde son positivos, pero no significativamente distintos de cero. Este resultado confirma la sospecha ya suficientemente evidenciada de que existen diferencias claras entre los países que el modelo de crecimiento neoclásico,

Gráfico 2.27
 Ranking de los Efectos Individuales



aún ampliado con indicadores macroeconómicos, no es capaz de explicar. Además, la media de los coeficientes de las dummies individuales para los distintos grupos de países refuerzan los argumentos anteriores, ya que para la OCDE(6) dicha media es -0.37, frente a -0.11 en el G-7 y -0.18 en la UE. El ranking de estos coeficientes por países se ha reflejado en el Cuadro 2.27 con la línea de trazo grueso. La línea discontinua recoge exactamente el mismo ranking, aunque en este caso para la ecuación estimada para los periodos de clara expansión económica. Más importante que el hecho de que en este caso los coeficientes sean mucho más bajos en todos los países, es que únicamente son significativamente distintos de cero los de Turquía, Grecia e Irlanda (el de Luxemburgo también lo es al 10 por cien, aunque positivo). Aún con las reservas que hay que tener a este tipo de ejercicios, este resultado apunta de nuevo a una mayor estabilidad del proceso de crecimiento y convergencia en las épocas expansivas, aunque incluso en éstas algunos de los países más retrasados siguen mostrando claros indicios de un patrón de comportamiento diferencial. Por último, la línea de trazo simple recoge el ejercicio para el periodo de crisis económica. En este caso, todos los coeficientes vuelven a ser significativos, salvo para Suiza, Luxemburgo e Islandia. La media de las dummies refleja de nuevo el claro patrón diferencial entre países ricos y pobres, siendo -0.73 en la OCDE(6), -0.25 en el G-7 y -0.40 en la UE. En los próximos capítulos se volverá mucho más en detalle sobre estos aspectos y se proporcionará una explicación mucho más detallada y justificada del por qué de estos resultados, así como de la forma en la que se puede intentar abordar esta heterogeneidad observada entre los distintos grupos o clubes de países.

V. Conclusiones.

El objetivo de este segundo capítulo ha sido abarcar los hechos más fundamentales de la evolución de largo plazo de los países de la OCDE, utilizando como guía básica de referencia algunas implicaciones que se derivan del modelo neoclásico de crecimiento. A continuación se presentan algunas de las conclusiones más interesantes a las que se ha llegado a lo largo de las páginas anteriores.

La OCDE en su conjunto presenta un historial único en el mundo, si lo comparamos con otras regiones económicas (Africa, America Latina y Asia (excepto Japón)), de crecimiento sostenido y de reducción de los diferenciales de rentas. Para conseguirlo los países de la OCDE, a diferencia de las otras regiones, han dedicado una proporción más significativa y estable de sus PIBs a la acumulación de capital físico y humano, aunque tampoco debe olvidarse la contribución a este proceso de unas instituciones económicas y políticas que han funcionado correctamente en un entorno de estabilidad. El proceso de *catching-up* ha sido más rápido en términos de productividad, que de rentas per cápita. Por otra parte, ha existido una cierta persistencia en las tasas de crecimiento de los países, si bien los países más pobres han crecido en promedio más rápidamente que los ricos (hechos estos, que también diferencian a la OCDE del resto de las regiones). Todas estas características del proceso de crecimiento de la OCDE, así como otros rasgos que se han estudiado en el segundo apartado de

este capítulo, son bien conocidas y encajan bastante adecuadamente en los límites de los modelos de crecimiento exógenos. Sin embargo, existen otra serie de evidencias que tomadas en su conjunto suponen un reto a la visión convencional.

El comportamiento diferente de las rentas per cápita y de las rentas por trabajador ocupado puede explicarse por la existencia de una brecha creciente en las tasas de empleo de las distintas economías de la OCDE. De hecho, la desigual respuesta de las tasas de crecimiento de los países a las perturbaciones macroeconómicas de los años setenta y ochenta, no puede ser entendida sin tener muy en cuenta la gran disparidad observada en la evolución de las tasas de empleo, lo que en principio es problemático desde la perspectiva de los modelos de pleno empleo. Por otra parte, un análisis mucho más desagregado de las tasas de crecimiento permite hallar la existencia de importantes diferencias entre los países de la OCDE. En este sentido, el comportamiento de las tasas de acumulación y de las condiciones iniciales de los países (sus rentas de partida) no permiten explicar el total de la varianza observada en las tasas de crecimiento, quedando, de hecho, espacio suficiente como para poder hablar de efectos específicos de país. En concreto, el modelo de convergencia condicional infrapredice las tasas de crecimiento de los países más ricos en el periodo comprendido entre 1975 y 1985, mientras que sobrepredice las de los países más pobres. Un estudio más pormenorizado permite confirmar la importancia de las características idiosincráticas de los países. Así, por ejemplo, se puede comprobar que el ranking de rentas per cápita ha permanecido relativamente

muy estable a lo largo del periodo de estudio. Un grupo de cinco países (España, Irlanda, Portugal, Grecia y Turquía) se ha mantenido de forma ininterrumpida en el límite inferior de la distribución de rentas per cápita, mientras que en el límite superior ha ocurrido algo muy parecido con otros países como Estados Unidos, Luxemburgo o Suiza. Ha habido, sin embargo, algunos importantes "saltos" en el ranking que podrían ser los responsables en última instancia de gran parte de lo que se ha considerado globalmente convergencia (fundamentalmente la ascensión en el ranking de la economía japonesa y la importante caída de Nueva Zelanda). En cuanto a la evolución del ranking de rentas por trabajador ocupado, éste ha sido mucho menos estable en el tiempo, siendo posible observar un gran número de países que han perdido o ganado un buen número de posiciones a lo largo de los 30 años considerados.

Gran parte de la convergencia observada en la OCDE tuvo lugar como consecuencia del rápido proceso de *catching-up* realizado por el grupo de países más pobres entre 1960 y aproximadamente 1975. De igual forma, las recesiones económicas de los años setenta sacudieron en mucha mayor medida a estos países, que empezaron a alejarse de nuevo de los más ricos (se amplió la brecha con el promedio de la OCDE). La impresión que suscitan estos resultados apunta a que la convergencia es una característica de los tiempos de bonanza económica, mientras que en las recesiones parecen frenarse las fuerzas subyacentes al proceso de *catching-up*. Esto indica que las perturbaciones macroeconómicas de corto y medio plazo podrían ser mucho más relevantes de lo que normalmente se supone en la literatura del crecimiento

económico. Aunque algunos autores han criticado las correlaciones entre tasas de crecimiento e indicadores macroeconómicos de medio plazo, fundamentalmente por su falta de robustez estadística (Levine y Renelt (1992)), en las páginas anteriores se han presentado algunos resultados muy robustos para la muestra de la OCDE.

Para la OCDE en su conjunto se encuentra que las tasas de crecimiento se correlacionan positivamente con el crecimiento de las exportaciones y de la oferta monetaria y negativamente con las tasas de inflación y la varianza del crecimiento monetario. Por otra parte, el consumo y los déficits públicos no resultan significativos en ecuaciones ampliadas de convergencia, a diferencia de resultados tan populares como los de Barro (1989) para una muestra más amplia de países. Es importante destacar que la capacidad explicativa de estas variables es incluso superior a la de las variables específicas del modelo de Solow en algunos periodos de tiempo concretos. Así, por ejemplo, la caída de las tasas de crecimiento de la década 1975-1985, respecto a las prevalecientes con anterioridad, puede ser explicada en gran medida por el extraordinario incremento en las tasas de inflación en los países más pobres y por la reducción de las tasas de crecimiento de las exportaciones en los países más ricos. La última recuperación económica del quinquenio 1985-1990 se ha correspondido igualmente con respuestas desiguales de los indicadores macroeconómicos entre distintos grupos de países dentro de la OCDE. De todas formas, la inclusión de estas variables en las ecuaciones de convergencia no ayuda a eliminar el patrón sistemático de residuos positivos en los países más ricos y residuos negativos en los

países más pobres de la OCDE. Una vez que se controla en las estimaciones con toda la información referida de carácter macroeconómico de medio plazo, todavía se puede hablar de la existencia de factores específicos de país, que mantienen su capacidad explicativa en la evolución de la experiencia de largo plazo de los países de la OCDE. De hecho, la evidencia presentada en los últimos párrafos de la sección anterior sobre la existencia de dichos efectos individuales, constituye una de las motivaciones principales para el análisis que se va a efectuar en los dos capítulos siguientes. En ellos se va a intentar proporcionar una explicación de las implicaciones teóricas y econométricas de la existencia de los mismos, además de sugerirse algunas formas de aprovechar la información que contienen, incluso sin necesidad de abandonar como marco de trabajo el propio modelo de crecimiento de rendimientos constantes a escala.

En definitiva, en este capítulo se ha mostrado evidencia de que el proceso de convergencia en la OCDE no ha sido estable ni temporalmente, ni entre distintos grupos de países. Las condiciones iniciales y las características específicas de cada país podrían ser determinantes de la senda de crecimiento de largo plazo de los países, en una medida muy superior a lo que sugeriría una función de producción agregada de rendimientos constantes a escala. Estos hechos, junto a la existencia de una correlación robusta entre indicadores macroeconómicos (caso de que ésta sea corroborada por trabajos más elaborados), sugerirían la posibilidad de que esté en funcionamiento algún mecanismo de los de crecimiento endógeno. Aunque va a quedar fuera del campo de estudio de esta tesis, por razones que ya se han

apuntado en la introducción de objetivos de ésta, una línea prometedora de trabajo es intentar estudiar cual de las distintas "encarnaciones" de los modelos de crecimiento endógeno se ajustaría mejor a la experiencia de crecimiento presentada para la OCDE. En este sentido sí que se pueden apuntar algunos hechos o características que deberían estar presentes en dicho intento, apartir del análisis presentado en este capítulo. En primer lugar, es difícil pensar que se pueda inferir mucho sobre la evolución de largo plazo de la distribución de riqueza entre países, sobre la base de modelos de un único país (modelos de economía representativa), tal y como ha señalado Quah (1993c) o sin tener en cuenta explícitamente la movilidad de los factores y la existencia de *spillovers* (Lucas(1993)). Igualmente, dado que la experiencia de la OCDE no es ni de clara convergencia sostenida, ni de divergencia, tampoco encajaría bien en el marco de modelos con una caracterización única del estado estacionario (en Acemoglu y Zilibotti, (1995) por ejemplo, se presenta un modelo que tiene en cuenta este aspecto). Por último, el comportamiento del mercado de trabajo en muchos países de la OCDE en los últimos años (véase Aghion y Howitt (1993) o Bean y Pissarides (1993)) plantea serias dudas de que el proceso de crecimiento pueda captarse con modelos de vaciado competitivo de los mercados.

Apéndice 2.1.: Base de Datos para el Análisis del Crecimiento Económico en la OCDE, 1960-1993.

Esta base de datos se ha construido como parte del proyecto "Crecimiento, Convergencia y Políticas Macroeconómicas" de la Dirección General de Planificación del Ministerio de Economía y Hacienda. La práctica totalidad de las estimaciones y de los cuadros y gráficos que se presentan en esta tesis se han realizado con los datos de esta base. A continuación se va a presentar una descripción de las fuentes empleadas para la elaboración de la base, así como de la metodología empleada para homogeneizar las variables, de forma que sean comparables a nivel internacional. También se va a comentar algunas de las motivaciones que han llevado a elaborar esta base de datos específica para la OCDE.

Como resultado del trabajo desarrollado para obtener macromagnitudes comparables entre los 24 países de la OCDE (entre los que no se ha incluido a la antigua Yugoslavia y México) se ha construido esta base de datos, que utiliza las paridades de poder adquisitivo (PPA) del consumo privado, consumo público e inversión de 1990, publicadas por la OCDE (1992), extrapolándolas de 1989 a 1960. Esta PPA del PIB que publica la OCDE se obtiene aplicando el método Geary-Khamis para el conjunto de países.

Tradicionalmente, los trabajos empíricos de crecimiento económico han utilizado los datos publicados por Summers y Heston (1991) -SH en adelante-,

que se conocen como *Penn World Table Mark 5*, base de la que recientemente ha aparecido una nueva versión: las *PWT 5.6*. Los datos de esta base comprenden un total de 138 países, para la mayoría de los cuales se dispone de series para el periodo 1950-1992. Las variables comprendidas son el PIB y PNB en dólares internacionales de 1990 (varias definiciones), consumo privado, consumo público e inversión como porcentaje del PIB (en términos nominales y reales), tipos de cambio, paridades de poder adquisitivo (en forma de nivel de precios comparados), población, distintas definiciones de stock de capital, un coeficiente de apertura externa, así como distintos ratios de PIB real per cápita, adulto o trabajador.

La posibilidad de disponer de una base con datos de países de la OCDE y las paridades de poder de compra de Summers y Heston hasta 1991-92 presenta el atractivo de poder realizar comparaciones con trabajos que han utilizado esta base de datos (véase al respecto Dabán, Doménech y Molinas (1995)). Sin embargo, combinar conjuntos de datos de distinta procedencia presenta también algunas limitaciones. En primer lugar, las PPA que utilizan SH no son las elaboradas por la propia OCDE para 1990 y para todos los países.

En segundo lugar, existen ligeras diferencias entre la definición del consumo privado y público que mantiene el Sistema de Cuentas Nacionales (SCN de Naciones Unidas, que es el que sigue la OCDE) y el *International Comparison Project, ICP*, (que siguen SH). La parte del consumo público destinada a consumo de la población (por ejemplo, educación, sanidad, etc..) se incluye como Consumo en la definición del ICP a diferencia del criterio

del SCN.

En tercer lugar, las PPA de SH para consumo público, consumo privado e inversión, se ven afectadas por la inclusión en la base de países no pertenecientes a la OCDE, una vez abandonado el criterio de mantener constantes las comparaciones entre países de la OCDE (lo que se conoce como *fixity convention*). En general, cuanto mayor es el número de países no pertenecientes a la OCDE y mayor las diferencias entre estos dos grupos de países, mayores son las divergencias de las comparaciones entre países de la OCDE en relación a los datos originales (Dabán, Doménech y Molinas, 1995).

La mayor parte de los datos de esta base provienen de estadísticas publicadas por la OCDE. En particular, el PIB y sus principales agregados se han obtenido de la publicación *National Accounts, 1960-1993*, que utiliza el sistema de cuentas nacionales (SCN).

Las series referidas a población y empleo se han obtenido de la publicación *Labour Force Statistics* (OCDE). La tasa de desempleo corresponde a las estadísticas de la OCDE. Para las series de población entre 15 y 64 años y población activa se han eliminado las rupturas que aparecen en las últimas estadísticas haciendo uso de las tasas de crecimiento que aparecen en publicaciones anteriores de la OCDE para los años en cuestión. Para todos los países, las series resultantes se han contruido de forma que sus valores en 1992 corresponden al que aparece en la publicación para el periodo 1970-1992 (OCDE, 1992). La serie de población ocupada se ha obtenido aplicando la

tasa de desempleo original a la serie de población activa estimada.

Las series de oferta monetaria y déficit del gobierno corresponden a la definición del FMI (variables recogidas en las líneas 34. y 85.) de las *Estadísticas Financieras Internacionales, Anuario 1994*. Los puntos de ruptura se han eliminado haciendo uso de las tasa de crecimiento para esta variable que aparecen en los anuarios de años anteriores a los cambios de definición. Para todos los países, las series resultantes se han contruido de forma que sus valores en el periodo 1991-93 se corresponden con los publicados en el *Anuario* de 1994. Por último, las series de capital humano (escolarización en enseñanza primaria, secundaria y universitaria) se han obtenido de los *Statistical Yearbooks*, varios números, de la UNESCO.

VARIABLES disponibles en la Base de Datos:

a) VARIABLES CORRIENTES:

GDP	PIB	OCDE, National Accounts 1960-1993
C	Consumo Privado	OCDE, National Accounts 1960-1993
G	Consumo Público	OCDE, National Accounts 1960-1993
FBK	Formación Bruta Capital	OCDE, National Accounts 1960-1993
VE	Variación Existencias	OCDE, National Accounts 1960-1993
EXP	Exportaciones	OCDE, National Accounts 1960-1993
IMP	Importaciones	OCDE, National Accounts 1960-1993
M1(34..)	Oferta Monetaria	FMI (línea 34..) y e.p.

b) DEFLACTORES (Base = 1990):

GDP	PIB	OCDE, National Accounts 1960-1993
C	Consumo Privado	OCDE, National Accounts 1960-1993
G	Consumo Público	OCDE, National Accounts 1960-1993
FBK	Formación Bruta Capital	OCDE, National Accounts 1960-1993
EXP	Exportaciones	OCDE, National Accounts 1960-1993
IMP	Importaciones	OCDE, National Accounts 1960-1993

c) PPA COMPONENTES PIB (Base = 1990):

GDPPP90	PIB	OCDE, Purchasing Power Parities
PCPPP90	Consumo Privado	OCDE, Purchasing Power Parities
GCP90	Consumo Público	OCDE, Purchasing Power Parities
GFPPP90	Formación Bruta Capital	OCDE, Purchasing Power Parities
PPPX	Exportaciones	OCDE, Purchasing Power Parities
PPPM	Importaciones	OCDE, Purchasing Power Parities
TC\$	Tipo de Cambio (\$)	OCDE, National Accounts 1960-1993

d) POBLACION Y EMPLEO:

P1564	Pob. entre 15 y 64 años	OCDE, Labour Force Statistics y e.p.
LS	Población Activa	OCDE, Labour Force Statistics y e.p.
LD	Población Ocupada	OCDE, Labour Force Statistics y e.p.
U	Tasa de Desempleo	OCDE, Labour Force Statistics y e.p.
POB	Población	OCDE, National Accounts 1960-1993
TAC	Tasa de Actividad	OCDE, Labour Force Statistics y e.p.

e) VARIABLES EN DOLARES INTER. 1990 (PPA, REALES):

CP	Consumo Público	Elab. propia a partir series indicadas
CPN	Consumo Privado	Elab. propia a partir series indicadas
IF	Formación Bruta Capital	Elab. propia a partir series indicadas
X	Exportaciones	Elab. propia a partir series indicadas
M	Importaciones	Elab. propia a partir series indicadas
PIB	PIB	Elab. propia a partir series indicadas

f) TASAS DE CRECIMIENTO Y RATIOS (PPA, REALES):

y=PIB/POB	PIB per cápita	Elab. propia a partir series indicadas
pr=PIB/LD	PIB por trabajador	Elab. propia a partir series indicadas
%y(USA)	PIB per cápita/USA	Elab. propia a partir series indicadas
%pr(USA)	PIB trab./USA	Elab. propia a partir series indicadas
%y(CEE)	PIB per cápita/CEE	Elab. propia a partir series indicadas

%pr(CEE)	PIB trab./CEE	Elab. propia a partir series indicadas
%y(OCDE)	PIB per cápita/OCDE	Elab. propia a partir series indicadas
%pr(OCDE)	PIB trab./OCDE	Elab. propia a partir series indicadas
%y(G7)	PIB per cápita/G7	Elab. propia a partir series indicadas
%pr(G7)	PIB trab./G7	Elab. propia a partir series indicadas
DEF/Y	Déficit (-) Superávit (+)	FMI (línea 88..)
G/Y	Consumo Público/PIB	Elab. propia a partir series indicadas
C/Y	Consumo Privado/PIB	Elab. propia a partir series indicadas
I/Y	Inversión/PIB	Elab. propia a partir series indicadas
INM/YNM	Inversión/PIB (Corriente)	Elab. propia a partir series indicadas
(M+X)/Y	Apertura Externa	Elab. propia a partir series indicadas
X/Y	Exportaciones	Elab. propia a partir series indicadas
Ty	Tasa Cto. Y/POB	Elab. propia a partir series indicadas
Tpr	Tasa Cto. Y/Trab.	Elab. propia a partir series indicadas
TP	Tasa Cto. Precios	Elab. propia a partir series indicadas
TP^2	Tasa Cto. Precios ²	Elab. propia a partir series indicadas
AP	Aceleración Precios	Elab. propia a partir series indicadas
AP^2	Aceleración Precios ²	Elab. propia a partir series indicadas
TX	Tasa Cto. Exportaciones	Elab. propia a partir series indicadas
TL	Tasa Cto. Población	Elab. propia a partir series indicadas
TTT	Tasa Cto. Términos Comerc.	Elab. propia a partir series indicadas
TLS	Tasa Cto. Población Activa	Elab. propia a partir series indicadas
TLD	Tasa Cto. Población Ocup.	Elab. propia a partir series indicadas
TE	Tasa Cto. del Empleo	Elab. propia a partir series indicadas
TGY	Tasa Cto. G/PIB	Elab. propia a partir series indicadas
TM	Tasa Cto. Oferta Monetaria	Elab. propia a partir series indicadas
TM^2	Tasa Cto. Oferta Monetaria ²	Elab. propia a partir series indicadas
AM	Aceleración M1	Elab. propia a partir series indicadas
AM^2	Aceleración M1 ²	Elab. propia a partir series indicadas
Her1	Escolarización (Primaria)	UNESCO, Statistical Yearbooks
Her2	Escolarización (Secund.)	UNESCO, Statistical Yearbooks
Her3	Escolarización (Terc.)	UNESCO, Statistical Yearbooks

Capítulo 3:

Diferencias Tecnológicas y Convergencia en la OCDE

I. Introducción.

Como se ha visto en el primer capítulo de esta tesis, la literatura teórica del crecimiento económico ha ofrecido en los últimos años un conjunto de explicaciones distintas de la dinámica de largo plazo de las economías de mercado, muchas de las cuales no encajan dentro del modelo básico de crecimiento de Solow. La existencia de un límite inferior a la productividad del capital podría explicar la presencia de un crecimiento autosostenido en las economías avanzadas. De igual manera, la existencia de no convexidades en la función de producción, de complementariedades estratégicas o de imperfecciones en los mercados pueden propiciar equilibrios múltiples, de forma que economías por lo demás casi idénticas podrían alcanzar niveles de riqueza y bienestar muy distintos a largo plazo. Por otra parte, haciendo una simplificación bastante extrema, se podría decir que el grueso de la literatura empírica en este área se puede dividir en dos categorías. La primera de ellas, que se podría definir como fundamentalmente "estructuralista", se ha centrado en contrastar la hipótesis de convergencia en el marco del modelo neoclásico de Solow (Barro y Sala-i-Martin (1991, 1992) o Mankiw, Romer y Weil (1992) son buenos ejemplos de esta aproximación). Este enfoque impone habitualmente la existencia de rendimientos constantes a escala en la muestra de países objeto de estudio y suele adoptar para propósitos de inferencia el modelo de Solow como una buena caracterización del comportamiento de largo plazo de las economías, siempre y cuando se obtenga una tasa de convergencia positiva y el resto de

parámetros estimados sean significativos.

El segundo grupo de trabajos, que tiene posiblemente un peso menor en términos cuantitativos, adopta el planteamiento opuesto. Normalmente se contrasta directamente la hipótesis de convergencia utilizando técnicas econométricas diversas y alternativas a los conceptos de σ y β -convergencia y, si se rechaza dicha hipótesis, algunos autores infieren que el supuesto de rendimientos constantes a escala podría no ser una buena aproximación a la realidad. Por ejemplo, Bernard y Durlauf (1995) analizan las propiedades de las series temporales del output per cápita en una muestra de 15 países industrializados, encontrando que no es posible rechazar la hipótesis nula de no convergencia. Por otra parte, Quah (1993a y b) analiza la dinámica de la distribución de la renta per cápita, concluyendo que el mundo puede dividirse en dos partes (lo que Quah define como *a two camp world*) con países convergiendo a niveles de renta diferentes, de forma que los países pobres se mantienen como pobres y los ricos como ricos. Andrés y Lamo (1995) aplican la metodología propuesta por Quah, pero centrándose en el caso de los países de la OCDE y utilizando exactamente la misma base de datos que se está empleando en esta tesis, y encuentran igualmente que en esta muestra tan homogénea de países la distribución de rentas per cápita no acaba degenerando entorno a la media de la OCDE.

En general los países pueden no converger por muy diferentes razones, que no tienen porqué ser mutuamente excluyentes. En primer lugar, porque pueden existir rendimientos no decrecientes del capital en la función de

producción⁸⁷. En segundo lugar, porque los países pueden diferir en la forma en la que asignan sus recursos a lo largo del tiempo, lo que en términos del modelo neoclásico implicaría sencillamente la existencia de estados estacionarios distintos. Por último, también podría darse el caso de que la tecnología disponible fuera distinta entre países, es decir que la función de producción agregada presentará parámetros distintos. En este tercer capítulo de la tesis se va a explorar ésta última posibilidad y se va a presentar evidencia que puede interpretarse en contra del modelo neoclásico de crecimiento, a pesar de que como ya se ha documentado en el capítulo anterior, existen indicios de un fuerte proceso de convergencia condicional del tipo Barro y Sala-i-Martin en la muestra de países de la OCDE. Más concretamente, los resultados que se van a presentar en contra del modelo neoclásico se van a fundamentar en el carácter inverosímil de los parámetros estimados. Dichos estimadores se obtienen al relajar el supuesto mantenido habitualmente en la literatura más estructuralista de la existencia de una tecnología común para todos los países de la muestra.

El supuesto de igualdad de los parámetros tecnológicos no ha estado exento de críticas. Así por ejemplo, Durlauf y Johnson (1992) han argumentado que economías de corte "soloviano" no tienen por qué compartir los mismos parámetros tecnológicos y que en consecuencia cabría aislar grupos de países

⁸⁷ Aunque tal y como apuntó Kelly (1992) se puede dar un proceso de convergencia real en modelos que presenten rendimientos crecientes estocásticos a escala, siempre y cuando dichos rendimientos no sean demasiado elevados y la varianza de los shocks no sea demasiado baja.

pertenecientes a distintos *clubes de convergencia*⁸⁸. Para ello, estos autores, sin salirse del marco teórico y empírico de las ecuaciones de convergencia neoclásicas, proponen un método para subdividir los países de la muestra considerada en diferentes *clubes de convergencia*, basándose en los niveles de renta y capital humano iniciales de los países. Una vez se han establecido estos grupos homogéneos de países, Durlauf y Johnson muestran que el poder explicativo del modelo de Solow aumenta, aunque no pueden rechazar la hipótesis nula de que la convergencia dentro de cada grupo o club de países sea mucho más rápida que la existente entre los distintos grupos. Otro trabajo reciente en el que también se cuestiona y se encuentra evidencia estadística de diferencias tecnológicas en la función de producción agregada es el de Islam (1995). En este trabajo, sin embargo, no se emplean dichos resultados para aislar clubes tecnológicos o de convergencia, sino que sencillamente se controla en las ecuaciones de convergencia convencionales por dichas diferencias, para concluir que las tasas de convergencia son más elevadas que el 2 por cien habitualmente obtenido.

El trabajo a realizar en este capítulo se va a estructurar en tres etapas. En primer lugar, se van a emplear técnicas econométricas estándar para

⁸⁸ Véase también Ben-David (1994) para una discusión de la existencia de *clubes de convergencia*, aunque en este caso la metodología empírica empleada es diferente. El término *club de convergencia* fue acuñado por primera vez por Baumol (1986). A lo largo de este capítulo se va a emplear indistintamente el término club de convergencia y club tecnológico, dado que como se ha dicho anteriormente, se va a relajar el supuesto de la existencia de una tecnología común en todos los países, lo que va a permitir aislar los distintos clubes.

proporcionar un contraste formal y explícito de igualdad de los parámetros tecnológicos entre distintas ecuaciones estimadas de convergencia para diferentes grupos de países. El argumento fundamental que se va a emplear es que si realmente se cumple la hipótesis nula de igualdad de los parámetros tecnológicos, no debería rechazarse en ningún caso la hipótesis nula de homogeneidad de los mismos, con independencia de qué países se eligiera para formar parte de los grupos o clubes. En segundo lugar, se va a presentar un método alternativo y más eficiente a los existentes en la literatura para identificar los clubes tecnológicos. Este procedimiento se basa, como ya se apuntó en el capítulo anterior, en la existencia de efectos específicos de país, cuya estimación se basa en la utilización de toda la información muestral disponible, en lugar de emplear únicamente la información contenida en los valores iniciales de algunas variables (como es el caso en los trabajos de Ben-David y Durlauf y Johnson). Por último se va a emplear este procedimiento para constatar que el supuesto habitualmente impuesto de la existencia de una tecnología común entre los países de la OCDE no se cumple. Se va a conseguir identificar al menos dos grupos de países distintos dentro de la OCDE, que se van a diferenciar marcadamente en sus parámetros tecnológicos. El modelo de Solow explica razonablemente bien la evolución de largo plazo de los países de *tecnología más atrasada*, que van a converger entre sí a tasas bajas. La velocidad de convergencia entre el grupo de países de *tecnología más avanzada* va a ser mucho más rápida, aunque lo inverosímil de los parámetros estimados va a plantear serias dudas sobre la validez del modelo neoclásico para describir la dinámica de largo plazo de este club.

El capítulo se ha estructurado de la siguiente manera. En el segundo apartado se describe someramente el modelo de Solow aumentado con capital humano que servirá como base de las estimaciones posteriores. Además, se van a presentar algunas implicaciones que se derivan del supuesto de tecnología común utilizando algunos resultados ya presentados en el capítulo anterior. El tercer apartado está dedicado a comentar la especificación econométrica empleada y algunos resultados preliminares que avalan las diferencias existentes en los coeficientes tecnológicos estimados en distintos grupos de países. En el cuarto apartado se discuten algunas implicaciones tanto teóricas como econométricas de la utilización de distintos criterios de subdivisión de los países en clubes tecnológicos. El quinto apartado plantea los resultados de las estimaciones efectuadas atendiendo al criterio propuesto e identifica las diferencias más relevantes en los parámetros tecnológicos. El último apartado está dedicado a resaltar los resultados más interesantes del capítulo y a plantear algunas cuestiones a abordar en el próximo capítulo.

II. El Modelo de Solow Aumentado.

Para poder clarificar con mayor precisión la forma en la que se va emplear en las siguientes páginas el concepto de diferencias tecnológicas y por qué éstas son tan importantes en el tratamiento empírico del crecimiento económico, parece conveniente realizar un repaso al modelo de crecimiento neoclásico de Solow aumentado con capital humano (tal y como lo presentan Mankiw, Romer y Weil (1992)). Si bien en el capítulo anterior ya se han estimado ecuaciones de convergencia que se derivan directamente de este modelo, se ha considerado oportuno exponerlo en este tercer capítulo, ya que de esta forma se pueden resaltar de forma más precisa algunos de los argumentos que permiten entender los resultados que se van a presentar en él.

El modelo de Solow aumentado con capital humano parte de una economía con tres factores productivos que produce con una tecnología de rendimientos constantes a escala un único bien Y , de forma que para el país i -ésimo tendremos que:

$$Y_t = K_t^\alpha H_t^\beta (B_t L_t)^\gamma \quad \alpha + \beta + \gamma = 1 \quad [3.1]$$

que en forma intensiva se puede expresar como:

$$\hat{y}_t = \hat{k}_t^\alpha \hat{h}_t^\beta \quad [3.1']$$

donde $\hat{y}=Y/BL$, $\hat{k}=K/BL$ y $\hat{h}=H/BL$ son el output, el stock de capital y el capital humano en unidades de trabajo eficiente.

Las ecuaciones que caracterizan la dinámica son las siguientes:

$$B_t = B_0 \exp\{gt\} \quad [3.2]$$

$$L_t = L_0 \exp\{nt\} \quad [3.3]$$

$$\frac{dk}{dt} = s_k \hat{y}_t - (n+g+\delta) \hat{k}_t \quad [3.4]$$

$$\frac{dh}{dt} = s_h \hat{y}_t - (n+g+\delta) \hat{h}_t \quad [3.5]$$

donde g y n son las tasas exógenas de crecimiento del progreso técnico y la población, s_k y s_h son las tasas de ahorro destinadas a la acumulación de capital físico y humano y δ es la tasa de depreciación que se supone es idéntica para los dos tipos de capital.

En el equilibrio estacionario (que se denota con *):

$$\hat{k}^* = \left[\frac{s_k^{1-\beta} s_h^\beta}{n+g+\delta} \right]^{1/\gamma} \quad [3.6]$$

$$\hat{h}^* = \left[\frac{s_k^\alpha s_h^{1-\alpha}}{n+g+\delta} \right]^{1/\gamma} \quad [3.7]$$

Introduciendo [3.6] y [3.7] en [3.1'] se obtiene el nivel de output en unidades de eficiencia de equilibrio estacionario:

$$\hat{y}^* = \left[\frac{s_k^{1-\beta} s_h^\beta}{n+g+\delta} \right]^{\alpha/\gamma} \left[\frac{s_k^\alpha s_h^{1-\alpha}}{n+g+\delta} \right]^{\beta/\gamma} \quad [3.8]$$

Tomando logaritmos y despejando el nivel de renta per cápita de equilibrio estacionario ($y = Y/L$) en un momento $T+t^*$ cualquiera se obtiene:

$$\log(y_{T+t^*})^* = A_0 + gt^* + gT - \frac{\alpha+\beta}{\gamma} \log(n^*+g+\delta) + \frac{\alpha}{\gamma} \log(s_k^*) + \frac{\beta}{\gamma} \log(s_h^*) \quad [3.9]$$

donde: $A_0 = \log(B_0)$ representa en sentido amplio el estado inicial del progreso técnico en el país i -ésimo.

El modelo de Solow ampliado predice también cuál será la velocidad de convergencia de una economía hacia su nivel de equilibrio de estado estacionario. Dados " \hat{y}^* " e " \hat{y}_T " en el momento "T" podemos calcular la velocidad de convergencia λ aproximando por Taylor en torno al equilibrio estacionario:

$$\frac{d \log(\hat{y}_T)}{dt} = \lambda [\log(\hat{y}^*) - \log(\hat{y}_T)] \quad [3.10]$$

donde $\lambda = (1-\alpha-\beta)(n^*+g+\delta)$.

Por lo tanto, de la expresión [3.10] se puede deducir que la economía habrá reducido su brecha respecto al nivel de output en unidades de eficiencia de equilibrio estacionario entre un momento T y otro T+τ a una velocidad constante λ:

$$[\log(\hat{y}^*) - \log(\hat{y}_{T+\tau})] = e^{-\lambda\tau} [\log(\hat{y}^*) - \log(\hat{y}_T)] \quad [3.11]$$

A partir de [3.11] se obtiene la ecuación de convergencia condicional que ha servido como base de la mayoría de las estimaciones que se han realizado en la literatura de crecimiento de los últimos años:

$$\begin{aligned} \log(y_{T+\tau}) - \log(y_T) &= \\ &= g\tau + (1-e^{-\lambda\tau}) \left[A_0 + gT - \log(y_T) - \frac{\alpha+\beta}{\gamma} \log(n^*+g+\delta) + \frac{\alpha}{\gamma} \log(s_k^*) + \frac{\beta}{\gamma} \log(s_h^*) \right] \end{aligned} \quad [3.12]$$

Obsérvese que en la expresión [3.12] no todas las variables son directamente observables, pero que se pueden aproximar de forma sencilla con valores observables (la tasa de ahorro destinada a la acumulación de capital puede ser aproximada, por ejemplo, por la tasa de inversión). Esta es la razón por la que esta formulación ha constituido el grueso del trabajo empírico realizado y será también la base de nuestras estimaciones. En principio, dicha expresión podría ser estimada para cada país por separado haciendo uso de datos de serie temporal, sin embargo, la dimensión de largo plazo del

problema del crecimiento hace más conveniente utilizar algún tipo de medias temporales para las variables que eviten los problemas asociados con las fluctuaciones cíclicas de la actividad económica. Por ello, el procedimiento habitual en la literatura ha sido estimar [3.12] utilizando datos de corte transversal para cada uno de los países de la muestra.

Dada la limitación de grados de libertad que un procedimiento como el anterior impone a las estimaciones, habitualmente se supone en estos trabajos que todos los países comparten la misma tecnología, lo que implica que se impone que:

$$\alpha_i = \alpha, \beta_i = \beta, \gamma_i = \gamma, g_i = g, A_{0i} = A_0 \quad \forall i$$

La validez de las restricciones anteriores no se ha contrastado normalmente en la literatura, si bien parece un hecho evidente que distintas muestras de países producen coeficientes estimados de dichos parámetros que estadísticamente podrían ser diferentes.

En este capítulo se van a utilizar datos tanto de serie temporal, como de corte transversal para enriquecer el conjunto de información. De esta forma se ganan grados de libertad considerablemente. La idea básica, es que de esta forma, si bien no va a ser posible estimar de forma individual los diferentes parámetros, sí que va a ser factible establecer una serie de criterios para subdividir la muestra en diferentes grupos de países, para los que posteriormente se estimarán dichos parámetros individualmente. Para

aclarar este punto obsérvese que la velocidad de convergencia hacia el estado estacionario será, en principio, distinta para cada país de la muestra (evidentemente bajo el supuesto más general de que cada país convergiera a su propio estado estacionario):

$$\lambda_i = (1-\alpha_i-\beta_i)(n_i^*+g_i+\delta) \quad [3.13]$$

Estimar λ_i tal y como aparece en [3.13] resulta imposible por falta de grados de libertad. Dado que contamos en la muestra con datos de los 24 países de la OCDE para el periodo 1960-90, se va a utilizar un "pool" de datos con seis observaciones de corte transversal (las variables son medias de cinco años), por lo que la muestra consta de 144 observaciones. Con este tamaño muestral sí que es posible dicha estimación siempre y cuando "i" haga referencia a grupos de países y no a cada uno de los 24 países de la OCDE.

El supuesto de la existencia de una tecnología común para todos los países puede parecer intrascendente, máxime considerando que se está trabajando con los países de la OCDE. Entre otras razones recuérdese que la velocidad de convergencia del 2 por cien que se ha encontrado en un buen número de trabajos, parece apuntar hacia similitudes fundamentales en las tecnologías existentes en muy diversas regiones y países⁸⁹. Por otra parte, el trabajo de Mankiw, Romer y Weil (1992) muestra que una tecnología de rendimientos

⁸⁹ Aunque este tipo de evidencia es fuertemente criticada por Quah (1993a), sobre la base de la falta de información que dicho parámetro ofrece acerca de la verdadera evolución de la distribución de rentas per cápita en el largo plazo.

constantes a escala con participaciones iguales del capital físico, humano y el trabajo permite explicar muy razonablemente la varianza de las tasas de crecimiento en muestras de países muy distintas⁹⁰. Por último, los resultados de Durlauf y Johnson (1992), aún siendo capaces de aislar distintos clubes de convergencia en el mundo, sugieren que aunque las tecnologías son diferentes entre los distintos grupos de países, dichas diferencias no son demasiado grandes⁹¹ y que, pese a todo, el modelo de rendimientos constantes a escala es una representación válida del comportamiento de cada uno de los clubes.

Pese a los argumentos anteriores existen algunas buenas razones teóricas y empíricas para argumentar que el supuesto de tecnología común es dudoso que se verifique en la realidad. Algunas de estas razones e interrogantes acerca de la validez del modelo neoclásico ya se han expuesto en el capítulo anterior, sin embargo en los próximos párrafos se van a repetir algunas de ellas, junto a otros argumentos nuevos. La evolución temporal de la distribución de las rentas per cápita de los países de la OCDE que se presenta en Andrés, Doménech y Molinas (1995) o Andrés y Lamo (1995) muestra que coexisten en esta organización dos grupos de países claramente definidos. La renta promedio del grupo de países más pobres ha permanecido persistentemente entorno al 50 por cien de la media de los países más ricos.

⁹⁰ Resultados similares para la OCDE se pueden encontrar en Andrés, Doménech y Molinas (1995), Dolado, Goría e Ichino (1994) y Dowrick y Nguyen (1989).

⁹¹ Incluso en algunos casos las diferencias tecnológicas presentadas por estos autores podrían no ser estadísticamente significativas.

Además, los países que han pertenecido a cada uno de los dos grupos no han sido exactamente los mismos a lo largo de las tres décadas consideradas, si bien los cambios han sido realmente escasos. En el capítulo anterior se pudo observar en el Gráfico 2.25 que también en la OCDE se puede hablar de "milagros" (Lucas, 1993) y "desastres", que se manifiestan en los importantes movimientos de algunos países en el ranking de rentas per cápita. Subyaciendo a estos importantes cambios en la posición relativa de los países⁹² es posible hallar importantes diferencias en los resultados económicos de largo plazo de los países. Por ejemplo, mientras que la renta per cápita neozelandesa era un 74 por cien de la de EE.UU. en 1960, se ha ido reduciendo a niveles del 61 por cien en 1990. A lo largo de este periodo, un país como Islandia ha conseguido incrementar su renta relativa respecto a EE.UU. del 53 al 78 por cien. Parece difícilmente admisible que únicamente diferencias en las tasas de ahorro y de crecimiento de la población puedan explicar porqué la renta per cápita islandesa es en la actualidad un 22 por cien mayor que la neozelandesa, cuando en 1960 era un 72 por cien de ella.

Otro argumento más formal que también plantea dudas al supuesto de una tecnología común se puede obtener centrándonos nuevamente en la evolución de las rentas per cápita de los países, pero desde otra perspectiva. Los cambios en el ranking tienen obviamente mucho que ver con la persistencia en

⁹² Una buena medida para cuantificar estos cambios es el coeficiente de correlación de rangos. Tomando 1960 como punto de referencia el coeficiente se ha reducido a valores cercanos a 0.9 en 1975 y a 0.6 al final del periodo muestral.

las tasas de crecimiento. Retomando de nuevo el argumento de Easterly, Kremer, Pritchett y Summers (1993), recuérdese que en aquellos modelos en los que las características de los países sólo determinan la posición relativa de los mismos y el crecimiento a largo plazo viene propiciado por el crecimiento del progreso tecnológico exógeno, debería observarse una muy baja persistencia de las tasas de crecimiento si los países están cerca de sus estados estacionarios. Como ya se vió en el Cuadro 2.2 del capítulo anterior la persistencia ha disminuído de forma considerable en la OCDE durante los últimos 30 años, con lo que cabría interpretar, si el modelo neoclásico es una caracterización adecuada de la realidad, que las rentas per cápita de final de periodo son un buen reflejo de los estados estacionarios relativos de los países. De no ser así, los países estarían transitando a sus estados estacionarios todavía, con lo que la dinámica transicional del modelo de Solow garantizaría la presencia de una notable persistencia en las tasas. En consecuencia, la única explicación que cabe a las diferencias observadas en las rentas per cápita al final del periodo (que, en definitiva deberían ser las de estado estacionario si el modelo funciona), es que existen diferencias en las tasas de acumulación que pueden ser recogidas perfectamente en una ecuación de convergencia en la que se imponga una tecnología común. Obviamente, aunque esta podría ser una explicación razonable, los mismos hechos observados admiten otras explicaciones posibles y también verosímiles, por lo que el procedimiento natural es tratar de contrastarlas y discriminar entre ellas.

El primer y más natural candidato a explicar también esas diferencias en la

renta y crecimiento de los países es la existencia de diferencias tecnológicas. Considérese el modelo de crecimiento exógeno más sencillo, con una tecnología como la representada en la ecuación [3.1] y donde por simplicidad se supone que no existe capital humano ($\beta = 0$). En ese caso la rentabilidad marginal del capital viene dada por la siguiente expresión:

$$MPK_t = \alpha B_t^\gamma \left[\frac{L_t}{K_t} \right]^{1-\alpha} \quad [3.14]$$

Si todos los países comparten exactamente la misma tecnología, la libre movilidad del capital aseguraría que todos ellos acabarían teniendo ratios capital-trabajo iguales. Sin embargo, si las tecnologías difieren entre países el arbitraje no tendería necesariamente a reducir las disparidades en los niveles de renta en el largo plazo. Por ejemplo, aquellos países que tuvieran un parámetro B más elevado (es decir, aquellos países con un nivel de conocimiento técnico acumulado mayor) tendrían en equilibrio ratios capital-trabajo mayores y rentas per cápita más elevadas.

Es obvio que la existencia de diferencias tecnológicas no es la única explicación a estos hechos. Es bien conocido el resultado de que para que las economías alcancen productividades marginales del capital similares no es necesario que tengan la misma dotación capital-trabajo, si existe algún otro factor cooperante en la función de producción. Países poco dotados relativamente de capital podrían alcanzar rentabilidades marginales de dicho factor similares debido a la escasez de algún otro factor productivo (Lucas

(1993) y Schmitz (1993)). Esto implica que aquellas economías con mayor disponibilidad de capital en cualquiera de sus formas pueden todavía invertir más y, en consecuencia, crecer más rápido que los países más pobres. En realidad, en palabras de Sala-i-Martin (1994a), esto es sobre lo que versa en realidad toda la literatura de crecimiento endógeno. Las anteriores interpretaciones (diferencias tecnológicas y productividad no decreciente del capital) no son mutuamente excluyentes; sin embargo, los modelos de crecimiento endógeno son difícilmente contrastables en su forma estructural y un punto de partida natural es tratar de comprobar hasta qué punto permitir diferencias en los parámetros tecnológicos relevantes, posibilita obtener información útil para tratar de explicar las diferencias observadas en la riqueza de los países. En cualquier caso, dichas diferencias en los parámetros que definen la tecnología podrían ser o no coherentes con el hecho de que los distintos países, o grupos de países, se comporten bajo las reglas de una tecnología de rendimientos constantes a escala con progreso técnico exógeno, aunque con posibles diferencias en los niveles de conocimiento técnico y en las participaciones de los factores en la renta.

III. ¿Es la OCDE un grupo realmente homogéneo?

La contrastación empírica de la proposición de convergencia se ha llevado a cabo normalmente a partir de la estimación de la versión lineal o no lineal de la ecuación [3.12]. En este capítulo, y a diferencia del anterior, sólo se van a presentar resultados a partir de la especificación no lineal, de forma que sea posible imponer el máximo de restricciones que se derivan del modelo teórico⁹³. Al igual que en el capítulo anterior se van a seguir utilizando las mismas variables (véase el Apéndice 2.1) expresadas en miles de dólares internacionales de 1990 y homogeneizadas con Paridades del Poder Adquisitivo de 1990, que se han construido a partir de las *Nationals Accounts* de la OCDE (con la excepción de la tasa de escolarización en enseñanza secundaria, que proviene de los *Statistical Yearbooks* del F.M.I.). La dimensión temporal que se va a emplear son periodos de cinco años, por lo que las variables de estado estacionario (s_k , s_h , n) son promedios⁹⁴.

La observación $t+\tau$ de cada uno de los promedios de las variables introduce un potencial sesgo de simultaneidad. Por esta razón se ha decidido estimar

⁹³ La tasa de depreciación de ambos tipos de capital se va a considerar igual para todos los países y se impondrá un valor de $\delta=0.03$ como es habitual en trabajos de este tipo. Sin embargo, la tasa de progreso técnico, g , sí que se va a poder estimar directamente, aunque ésta es una práctica poco habitual en la literatura.

⁹⁴ El rango de T es $\{1960, 1965, \dots, 1985\}$ y τ es igual a 5 en [3.12].

todos los modelos que se van a presentar por métodos de variables instrumentales, o bien mínimos cuadrados no lineales en dos etapas (NL2LS) o en tres etapas (NL3LS), utilizando el primer retardo de las variables como instrumento de las endógenas (aunque la inversión en capital humano se ha considerado exógena). Por otra parte, en todos los cuadros se presenta siempre la velocidad implícita de convergencia (λ_{imp}) que se deriva de los estimadores obtenidos.

Antes de pasar a tratar de identificar los posibles clubes tecnológicos que pudieran coexistir en la OCDE, sería deseable disponer de algún tipo de estimación que permitiera fundamentar la existencia de diferencias en los parámetros tecnológicos entre algunos países, o grupos de países dentro de esta organización. Para ello se ha dividido la muestra en distintas submuestras de una forma más o menos arbitraria, de forma que sea posible estimar un sistema de ecuaciones de convergencia, donde cada ecuación va a corresponder a una de las submuestras. El sistema de ecuaciones así construído se va a estimar por mínimos cuadrados no lineales en tres etapas (NL3LS), en primer lugar sin imponer restricciones entre ecuaciones y, en segundo lugar, imponiendo homogeneidad de todos los parámetros entre ellas. De esta forma se va a poder contrastar por métodos estadísticos estándar si las restricciones son aceptadas por los datos. En la primera columna del Cuadro 3.1 se presenta la estimación uniecuacional (NL2LS) del modelo básico de la ecuación [3.12], imponiendo una tecnología común para todos los países de la OCDE. Esta ecuación estimada es la que va a servir de referencia para todas las estimaciones posteriores en este capítulo. Como puede apreciarse

Cuadro 3.1

Variable Dependiente $\log(\bar{y}_{t+5}^i/\bar{y}_t^i)$. $i=1,\dots,24$; $t=1960,65,\dots,85$.

	(1) NL2LS	(2) NL3LS	(3) NL3LS	(4) NL3LS	(5) NL3LS	(6) NL3LS
A_0	-5.35 (3.96)	-5.70 (4.14)	-6.33 ^P (4.55) -3.75 ^R (1.46)	-5.88 (4.37)	-5.66 ^P (4.00) 1.91 ^R (1.50)	-5.62 ^P (3.97) 1.70 ^R (1.46)
α	0.43 (4.62)	0.46 (5.76)	0.48 ^P (4.68) 0.43 ^R (3.47)	0.50 (5.69)	0.47 ^P (4.64) -0.02 ^R (0.08)	0.47 ^P (5.56) 0.00 ^R (0.03)
β	0.13 (1.90)	0.12 (2.07)	0.10 ^P (1.38) 0.10 ^R (1.19)	0.09 (1.42)	0.10 ^P (1.47) 0.11 ^R (1.06)	0.10 (1.85)
g	0.018 (2.16)	0.016 (2.17)	0.038 ^P (1.89) 0.01 ^R (0.70)	0.019 (2.41)	0.022 ^P (2.14) 0.018 ^R (1.71)	0.021 (2.82)
λ_{imp}	0.024	0.023	0.031 ^P 0.022 ^R	0.023	0.026 ^P 0.050 ^R	0.026 ^P 0.052 ^R
R^2	0.341	0.295 ^P 0.136 ^R	0.326 ^P 0.185 ^R	0.389 ^P 0.348 ^R	0.416 ^P 0.478 ^R	0.415 ^P 0.478 ^R
σ	0.060	0.071 ^P 0.044 ^R	0.070 ^P 0.043 ^R	0.060 ^P 0.058 ^R	0.059 ^P 0.052 ^R	0.059 ^P 0.052 ^R
N.O.	120	60 ^P 60 ^R	60 ^P 60 ^R	60 ^P 60 ^R	60 ^P 60 ^R	60 ^P 60 ^R

Col. (2) y (3):

P: Grecia, Turquía, Portugal, Japón, España, Irlanda, Italia, Finlandia, Noruega, Austria, Islandia, Bélgica.

R: Francia, Holanda, Dinamarca, Canada, Australia, Alemania, Reino Unido, Suecia, Nueva Zelanda, Luxemburgo, Suiza, EE.UU..

Col. (4), (5) y (6):

P: Turquía, Grecia, Portugal, Irlanda, España, Nueva Zelanda, Reino Unido, Holanda, Noruega, Australia, Finlandia, Italia.

R: Bélgica, Dinamarca, Austria, Suecia, Islandia, Francia, Japón, Canada, Alemania, Suiza, EE.UU., Luxemburgo.

Col. (2) y (4): Estimación conjunta imponiendo que todos los parámetros son iguales.

Col. (3) y (5): Estimación conjunta sin restricciones entre ecuaciones:

Col. (3): $\chi_1(A_0)=0.70$, $\chi_1(\alpha)=0.09$, $\chi_1(\beta)=0.00$, $\chi_1(g)=0.15$.

Col. (5): $\chi_1(A_0)=15.6$, $\chi_1(\alpha)=4.49$, $\chi_1(\beta)=0.00$, $\chi_1(g)=0.11$.

Col. (6): Estimación conjunta imponiendo que g y β son iguales:

Col. (6): $\chi_1(A_0)=16.4$, $\chi_1(\alpha)=8.85$, $\chi_2(A_0,\alpha)=16.7$.

el valor estimado de α (0.43) está ligeramente por encima de lo que cabría esperar del modelo de Mankiw, Romer y Weil, mientras que el valor de β (0.13) está por debajo. Además, el valor de la tasa de progreso técnico estimada es del 1.8 por cien, dentro del orden de magnitudes que cabría esperar (recuérdese que habitualmente se impone un valor del 2 por cien en las estimaciones). La tasa de convergencia implícita calculada a partir de dichos estimadores es del 2.4 por cien, muy en línea con el 2 por cien habitual. Por otra parte, las condiciones tecnológicas iniciales (A_0) también se estiman con precisión.

No obstante, los resultados anteriores sólo son válidos condicionados a que el supuesto de tecnología común se verifica efectivamente en la muestra. Para hacer una comprobación preliminar de si esto es realmente así, en las columnas 2 a 6 del cuadro se ha procedido a estimar la misma ecuación de convergencia para distintas submuestras de países. En este punto se ha elegido dividir la muestra de una forma bastante arbitraria, de acuerdo al ranking de rentas per cápita observado en dos momentos distintos del tiempo. Lógicamente esta forma de proceder sólo será válida en la medida en que la renta per cápita sea realmente un buen indicador de la tecnología disponible en los países en cada uno de esos momentos del tiempo. De hecho, este es el supuesto subyacente en los métodos para formar clubes de convergencia de Ben-David (1994) y Durlauf y Johnson⁹⁵ (1992). Posteriormente se presentarán

⁹⁵ En realidad, Durlauf y Johnson utilizan dos técnicas secuenciales. En primer lugar, imponen exógenamente el número de grupos de países y a partir de ese número determinan los puntos de corte en el ranking de rentas per cápita y de capital humano de forma que se maximice la función de verosimilitud. En segundo lugar, utilizan "árboles de regresión" para

argumentos para discutir que este supuesto no está convenientemente justificado, aunque en este momento esto no debería afectar a la interpretación del contraste particular que se va a hacer en el Cuadro 3.1⁹⁶. Se ha dividido la muestra en dos partes, cada una de las cuales contiene respectivamente a los doce países más ricos y más pobres en renta per cápita en 1960 (columnas 2, 3 y 4) y en 1990 (columnas 5 y 6). En consecuencia se dispone de un sistema de ecuaciones no lineales, en el que se puede imponer la misma tecnología (columnas 2 y 4), o estimar un conjunto distinto de parámetros tecnológicos para cada grupo de países (columnas 3, 5 y 6). Al estimar por mínimos cuadrados en tres etapas (NL3LS) cabe esperar obtener estimadores más eficientes, siempre que exista correlación contemporánea entre las perturbaciones que afectan a las distintas submuestras de países. En cualquier caso, si la elección de las submuestras de países no es muy adecuada, cabría esperar que la ganancia en eficiencia fuera bastante modesta. En este momento, no obstante, el interés fundamental se centra en contrastar si se cumple el supuesto de tecnología común en submuestras construidas de forma más o menos *ad-hoc* y en analizar la robustez de los estimadores para cada submuestra de países al emplear distintas subdivisiones.

buscar el número óptimo de grupos o clubes de países.

⁹⁶ Nótese que si todos los países de la OCDE han compartido realmente la misma tecnología, en la estimación por NL3LS de cualquier sistema de ecuaciones no debería rechazarse la hipótesis nula de homogeneidad de los parámetros. De hecho, la experimentación con otras submuestras de países alternativas a las que se van a presentar en el Cuadro 3.1 produce resultados muy similares.

La columna 2 permite apreciar una ganancia en eficiencia no despreciable al estimar el sistema de ecuaciones; todos los estimadores son ahora más significativos, aunque sus valores concretos no cambian excesivamente. En la columna 3 se presenta el modelo estimado sin imponer ningún tipo de restricciones entre ecuaciones. Como puede apreciarse los estimadores muestran diferencias apreciables en algunos de los parámetros estimados. Concretamente los valores estimados de \hat{A}_0 y \hat{g} son muy diferentes entre países pobres y ricos en 1960, mientras que $\hat{\alpha}$ y $\hat{\beta}$ tienen valores virtualmente idénticos. En cualquier caso, los contrastes formales (χ^2) recogidos en las notas del cuadro, permiten aceptar en todos los casos la igualdad de los coeficientes.

Las cosas son radicalmente distintas cuando la subdivisión de los países se hace conforme a las rentas per cápita al final del periodo. En las columnas 4 y 5 se reproducen exactamente las estimaciones con y sin restricciones de las columnas 2 y 3. Nuevamente en la estimación restringida se pueden apreciar las ganancias en eficiencia asociadas a la estimación del sistema (aunque en este caso el capital humano es menos significativo). Respecto a la estimación sin restricciones entre ecuaciones las diferencias entre los valores de algunos de los coeficientes tecnológicos ya son bastante sustanciales. Estas diferencias vienen corroboradas en este caso por los contrastes formales, que permiten rechazar a los niveles convencionales la hipótesis nula de que \hat{A}_0 y $\hat{\alpha}$ son iguales entre los dos grupos de países, si bien no se constatan diferencias estadísticamente significativas en $\hat{\beta}$ y \hat{g} .

La ecuación estimada en la columna 6 impone las restricciones que se derivan de los contrastes del modelo de la columna 5. Los coeficientes estimados reflejan diferencias realmente notables en \hat{A}_0 (1.70 en los países *ricos*, frente a -5.62 en los *pobres*) y también en $\hat{\alpha}$, si bien en este caso el coeficiente para los países *ricos* presenta un valor inverosímil (virtualmente de cero). Los contrastes formales confirman que estas diferencias entre *ricos* y *pobres* son estadísticamente significativas a niveles de significación del 1 por cien. Otro aspecto que también merece la pena destacarse de este ejercicio⁹⁷ es que el ajuste global de la regresión empeora sustancialmente en la muestra de países *ricos* cuando se impone la homogeneidad de todos los parámetros, mientras que esto no sucede en igual medida en la muestra de países *pobres*. Adicionalmente, y dadas las diferencias contrastadas en los coeficientes, también hay que resaltar las diferencias en la velocidad implícita de convergencia, que alcanza un valor del 2.6 por cien en el grupo de países *pobres*, frente a un 5.2 por cien para los *ricos*.

Se pueden extraer toda una serie de conclusiones de los ejercicios que se han presentado en el Cuadro 3.1. La primera de ellas es que existen razones suficientes para rechazar la hipótesis de una tecnología común en los 24 países de la OCDE. En segundo lugar, que el valor de los parámetros

⁹⁷ Aunque en el Cuadro 3.1 sólo se han mostrado dos subdivisiones de países, una en la que se contrastan diferencias tecnológicas y otra en la que no, el panorama general es encontrar diferencias en muchas subdivisiones arbitrarias que se han realizado y que no se presentan por motivos de espacio.

estimados no es robusto a la elección de el momento de tiempo que se tome para agrupar los países. Por último, estos resultados plantean dudas razonables sobre la validez del modelo de Solow como representación de la evolución de largo plazo de los países más *ricos*. El método para construir los grupos de países es totalmente *ad-hoc*, pero esto no tiene porqué restar validez a estas conclusiones preliminares. No obstante, si el objetivo es construir grupos homogéneos de países el método por el que se agrupan los mismos se hace especialmente relevante. En el próximo apartado se va a proponer y justificar la utilización de un método que emplee más eficientemente la información disponible, que la simple utilización del ranking de rentas per cápita en un momento dado del tiempo.

IV. No Convexidades en la Tecnología y Efectos Individuales.

En principio todos los países pertenecientes a un área económica altamente integrada tienen acceso a la misma tecnología. Sin embargo, existen dos razones básicas por las que la apertura externa y el comercio podrían no ser suficientes para garantizar una tecnología común entre todos los países. En primer lugar, la función de producción podría no ser la misma en diferentes etapas del proceso de desarrollo económico de los países (véase por ejemplo Azariadis y Drazen (1990) o Zilibotti (1993)). En otras palabras, pueden existir tecnologías que no sean operativas hasta el momento en el que se alcance un determinado nivel de dotación de capital físico y/o humano. La segunda razón es que la evolución de una determinada economía podría depender de su pasado (ser "*path dependent*"), de manera que la existencia de condiciones iniciales distintas puede inducir la elección de tecnologías diferentes, lo que en definitiva podría conducir a una situación de desventaja permanente a algunos países (a este respecto véase Ciccone y Matsuyama (1993), Galor y Zeira (1993) o Kremer (1993)). En este cuarto apartado del capítulo se van a proporcionar algunas razones por las que podrían darse este tipo de *discontinuidades tecnológicas* entre países y se van a discutir sus implicaciones econométricas y de política económica, para fundamentar y proponer un método alternativo para construir grupos de países homogéneos.

Considérese la función de producción de la ecuación [3.1], pero expresada en

términos per cápita:

$$y_{i,t} = \theta_i(z_{it}) \left[B_{0i} e^{g_{it}} \right]^{\gamma_i(z_{it})} k_{i,t}^{\alpha_i(z_{it})} h_{i,t}^{\beta_i(z_{it})} \quad [3.15]$$

Como puede observarse se ha introducido un parámetro de escala θ , que afecta a la productividad total de los factores y además $z = \{\hat{k}, \hat{h}\}$. El conjunto de parámetros $\{\theta, \alpha, \beta, \gamma\}$ depende del nivel de capital físico y humano en unidades de trabajo eficiente. Durlauf y Johnson (1992) presentan dos ejemplos de este tipo de efectos umbral, que de una forma simplificada se pueden expresar para una función de producción sin capital humano como:

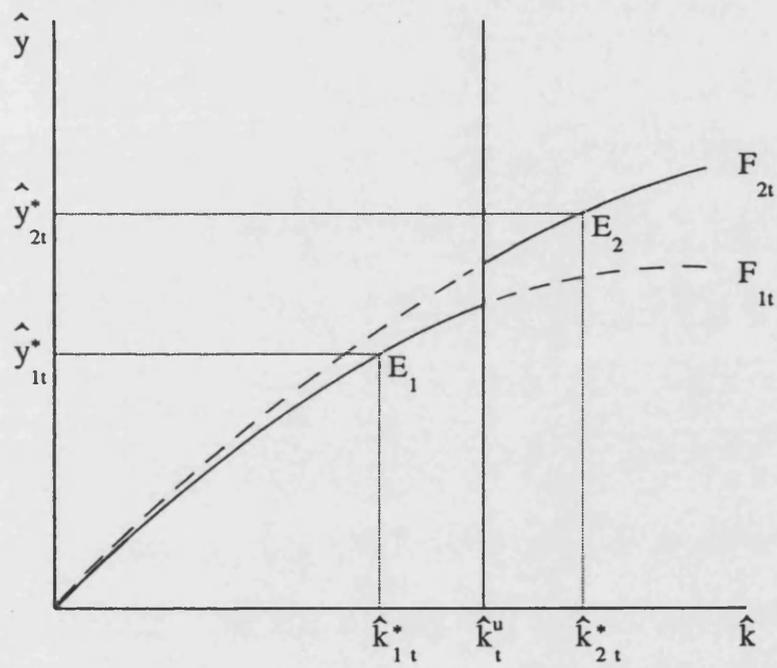
$$y_{i,t} = \begin{cases} \theta_1 B_0^{\gamma_1} e^{g_1 \gamma_1 t} k_{1,t}^{\alpha_1} & \text{si } \hat{k}_{1,t} < \hat{k}^u \\ \theta_2 B_0^{\gamma_2} e^{g_2 \gamma_2 t} k_{2,t}^{\alpha_2} & \text{si } \hat{k}_{2,t} > \hat{k}^u \end{cases} \quad [3.16]$$

El primero de estos efectos umbral está basado en un típico proceso de *learning by doing* como en Romer (1986), por el que la eficiencia del trabajo aumenta con la experiencia. Una buena *proxy* para esta experiencia (véase Sala-i-Martin (1994a) es el stock de capital acumulado (que es el producto de todas las decisiones de inversión del pasado), dado que cada nueva generación de máquinas incorpora la necesidad de nuevas habilidades por parte de los trabajadores que las han de manejar. Este tipo de proceso no tiene porqué ser suave a lo largo del tiempo, aunque normalmente son necesarios incrementos considerables en el stock de capital para provocar

cambios significativos en la eficiencia con la que se utilizan los factores productivos. Esto implica que podrían haber algunos umbrales en el nivel de capital (\hat{k}^u) que la economía tiene que superar para alcanzar tecnologías más productivas. Este tipo de situación se ha representado en el Gráfico 3.1 por el desplazamiento de una tecnología como F_1 con parámetros $\{\theta_1, B_0, g, \alpha, \gamma\}$ a una tecnología como $F_2\{\theta_2, B_0, g, \alpha, \gamma\}$, donde $\theta_1 < \theta_2$. Una explicación alternativa a la existencia de una no-convexidad tecnológica de este tipo se basa en la noción de externalidades en el capital humano de Azariadis y Drazen (1990). Se trata de un caso más general que el anterior y se dará siempre que sea necesario un nivel de dotación mínimo de alguno de los factores productivos para acceder a tecnologías más avanzadas. Una vez se alcance dicho nivel mínimo la economía se mueve de una tecnología $F_1\{\theta_1, B_0, g, \alpha_1, \gamma_1\}$ a otra más productiva como $F_2\{\theta_2, B_0, g, \alpha_2, \gamma_2\}$, que se caracteriza por un conjunto completamente diferente de parámetros tecnológicos (concretamente las participaciones de los factores son distintas). La representación del Gráfico 3.1 también sirve para describir esta situación.

Las anteriores explicaciones constituyen una buena descripción del proceso brusco y discontinuo de acumulación de conocimiento, que caracteriza la dinámica del desarrollo económico. Azariadis y Drazen muestran la forma en la que estos efectos umbral pueden propiciar o bien la existencia de diferentes etapas del proceso de crecimiento (*stages of growth*), limitadas por la presencia de un estado estacionario único, o bien la existencia propiamente de múltiples equilibrios localmente estables. El argumento

Gráfico 3.1: Umbrales Tecnológicos.



empleado por estos autores se puede trasladar también en términos del modelo de crecimiento exógeno que nos ocupa: a no ser que los niveles de factor productivo que constituyen el umbral se definan en una forma muy particular (concretamente en unidades de trabajo eficiente), las no-convexidades representadas en [3.16] no pueden propiciar la existencia de equilibrios múltiples o verdaderos estados estacionarios *tecnológicamente diferentes* entre los países⁹⁸. Supóngase en primer lugar que el umbral se define en niveles de capital físico (K^u). En este caso el stock de capital estará creciendo siempre a una tasa por lo menos igual a $n+g$, por lo que antes o después todos los países acabarán cruzando este umbral y pasarán a crecer más rápido hasta alcanzar un estado estacionario mayor. Esta situación se daría exactamente igual si el umbral tecnológico se define en términos de stock de capital per cápita (k^u), ya que en este caso la tasa de crecimiento en el estado estacionario es también positiva (g) y sólo existe un único estado estacionario, que viene determinado por la tecnología más avanzada. No obstante, el proceso de transición hacia ese estado estacionario único no tiene porqué ser "suave", sino que habrá ciertos "saltos" bruscos y discontinuos en el tiempo⁹⁹.

⁹⁸ Por *tecnológicamente diferentes* se entiende que los estados estacionarios son distintos debido a diferencias en la función de producción (es decir, incluso aunque las tasas de ahorro y de crecimiento de la población sean similares).

⁹⁹ Obsérvese que en este caso ya no es cierto que la tasa de crecimiento de la renta per cápita sea continuamente decreciente conforme la economía se acerca al estado estacionario. De hecho, la renta podría crecer durante algún tiempo a una tasa $n+g$ hasta que se alcanzara el umbral de capital, para pasar a crecer a una tasa más elevada dado que la economía pasaría a estar lejos de su nuevo estado estacionario. Este tipo de "saltos" se darían cada vez que la economía alcanzara el nivel de capital o de

Este tipo de transición natural entre clubes tecnológicos no se producirá si se define el umbral en capital por unidad de trabajo eficiente (\hat{k}^u), en lugar de capital o capital per cápita. En este caso es posible obtener estados estacionarios múltiples y localmente estables, aunque la transición de uno a otro sólo se podría llevar a cabo mediante la actuación en materia de política económica. El argumento se ha representado nuevamente en el Gráfico 3.1, donde se han dibujado dos funciones de producción (F_1 y F_2) expresadas en unidades de trabajo eficiente. Si hacemos el supuesto de que todos los países comparten los mismos parámetros de comportamiento (s_k , s_h , n , δ) tenderán a E_1 o E_2 , dependiendo de cual sea su ratio capital-trabajo de partida. Conforme pase el tiempo el stock de capital en unidades de eficiencia crecerá hasta alcanzar el estado estacionario (\hat{k}_2^* para los países avanzados y \hat{k}_1^* para los demás), aunque en este caso ninguna economía cruzará el nivel de capital eficiente que define el umbral (\hat{k}^u). La implicación de política económica que se deriva de esta última no-convexidad es que las economías "atrapadas" en un estado estacionario bajo, sólo pueden transitar a un club tecnológicamente más avanzado si incentivan transitoriamente el ahorro y la inversión por encima de lo que el agente representativo elegiría como solución.

Si las economías nunca transitaran de un estado estacionario a otro (es decir, cuando se define el umbral en unidades de trabajo eficiente), sería posible aislar los diferentes clubes tecnológicos sobre la base de variables

capital per cápita que define el umbral tecnológico. En realidad este proceso es lo que Azariadis y Drazen denominan "*stages of growth*".

observadas en un momento concreto del tiempo. Nótese que en realidad la función de producción es la misma para todos los países, aunque presenta una discontinuidad en un determinado \hat{k}^u . En consecuencia, aquellos países que pertenezcan a un club tecnológicamente más avanzado deben de presentar ratios capital-trabajo mayores que los de tecnologías más atrasadas¹⁰⁰. El único problema en este caso sería elegir correctamente el nivel de renta per cápita que separa a los países más atrasados de los más avanzados tecnológicamente. Por ejemplo, si se elige un nivel de renta cualquiera que esté por debajo de \hat{y}_1^* o por encima de \hat{y}_2^* , se podría estar incluyendo en el mismo club países de tecnologías distintas. Sin embargo, en este caso no deja de ser cierto que si un país 2 tiene una tecnología más avanzada que otro país 1, el país 1 nunca sería asignado a un club tecnológico más avanzado que el 2. En general, no obstante, criterios de asignación de los países basados en las condiciones iniciales (niveles de renta per cápita de partida) podrían ser ciertamente erróneos. Si algunos países pueden moverse de un régimen tecnológico a otro¹⁰¹ o, al menos, si algunos lo hacen más rápidamente que otros, entonces los clubes tecnológicos definidos en base a las condiciones iniciales podrían no tener nada que ver con las verdaderas posibilidades tecnológicas de cada economía¹⁰².

¹⁰⁰ Y consecuentemente los países más ricos en 1960 deberían pertenecer a clubes tecnológicamente más avanzados que los países más pobres.

¹⁰¹ Bien por la dinámica intrínseca de la economía porque el umbral se defina en niveles, o bien por la actuación exitosa en materia de política económica.

¹⁰² En este caso nótese que las variables observadas al final del periodo muestral proporcionarían un panorama mucho más creíble de las capacidades

Otra explicación alternativa a la existencia de no-convexidades en el proceso de crecimiento de los países, es la posibilidad de que las diferencias en el comportamiento dinámico de los países se deban a la existencia de efectos específicos de país (probablemente invariantes en el tiempo). Galor y Zeira (1993) han mostrado que economías en las que existe racionamiento del crédito, las desigualdades en la distribución de la renta pueden perpetuarse y afectar al crecimiento de largo plazo. En su modelo la distribución inicial de la riqueza de una economía determina la tasa de inversión en capital humano y en consecuencia el tipo de tecnología que el país acaba teniendo. Un resultado similar se obtiene en Kremer (1993), en un modelo de complementariedades estratégicas en la inversión en capital humano en un entorno tecnológico en el que cantidad y calidad de los factores no son sustitutivas. También Ciccone y Matsuyama (1993) muestran que en aquellas economías en las que la variedad de inputs intermedios es muy limitada, los incentivos para llevar a cabo actividades productivas caracterizadas por la presencia de rendimientos crecientes son muy bajos, lo que acaba reduciendo a su vez el incentivo para expandir la variedad de inputs intermedios. Este tipo de externalidad puede acabar "atrapando" a algunas economías en un equilibrio de bajo crecimiento, mientras que aquellos países con una estructura productiva más compleja pueden alcanzar estados estacionarios de mayor crecimiento. Como ya se ha comentado repetidamente este tipo de modelos son lo suficientemente abstractos como

tecnológicas verdaderas de cada país, sobre todo si los países están ya más cerca de sus estados estacionarios.

para permitir obtener implicaciones empíricas claras e inequívocas, sin embargo, en el marco del modelo de rendimientos constantes a escala el impacto de este tipo de efectos específicos de país es bastante sencillo de analizar. El nivel de conocimiento técnico acumulado en 1960 ($B_{1960,i}$) no era el mismo en todos los países de la OCDE¹⁰³; esta discrepancia puede conducir a diferencias persistentes entre países a no ser que sea compensada por tasas de crecimiento del progreso técnico aumentativo de la eficiencia del trabajo distintas.

Considérense dos países 1 y 2 con exactamente los mismos parámetros de comportamiento excepto B_0 , de forma que $B_{01} < B_{02}$:

$$y_{i,t} = \begin{cases} \theta B_{01}^\gamma e^{g\gamma t} k_t^\alpha \\ \theta B_{02}^\gamma e^{g\gamma t} k_t^\alpha \end{cases} \quad \text{donde: } B_{02} > B_{01} \quad [3.17]$$

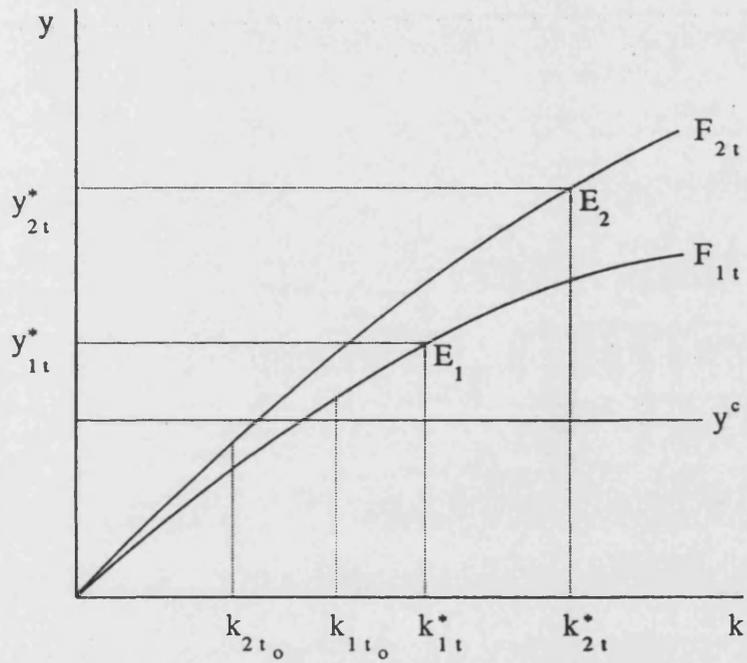
Incluso aunque estas economías sean por lo demás idénticas, alcanzarán rentas per cápita de estado estacionario distintas. De hecho, el país con una mano de obra más eficiente será el que alcance una renta per cápita más elevada:

¹⁰³ Obsérvese que para conseguir que esta condición inicial fuera idéntica en todos los países habría que considerar años iniciales distintos para cada país. En definitiva, habría que identificar el momento (t) para el que un país 1 hubiera alcanzado el mismo nivel de conocimiento acumulado que un país 2 en 1960 (i.e. $B_{t,1} = B_{1960,2}$).

$$\left[\frac{Y_1}{B_1 L_1} \right]^* = \left[\frac{Y_2}{B_2 L_2} \right]^* \Rightarrow \left[\frac{Y_1}{L_1} \right]^* < \left[\frac{Y_2}{L_2} \right]^*$$

De nuevo para una función de producción con sólo dos inputs se pueden representar las funciones de producción, en este caso en términos per cápita, en un momento dado, t , del tiempo como en el Gráfico 3.2. A diferencia del caso de la existencia de no-convexidades discutido anteriormente, en este caso no existe un umbral en la acumulación que la economía deba de superar para tener acceso a una tecnología más avanzada. Si las condiciones tecnológicas de partida son distintas los países más *atrasados* siempre tenderán a niveles de renta de estado estacionario más bajos que los países más *avanzados*. Si los primeros tienen la intención de alcanzar la misma renta de estado estacionario que los últimos, deberán mantener un esfuerzo inversor *permanentemente* mayor. En consecuencia, si no se produce un proceso de *catching-up* tecnológico, la convergencia en rentas per cápita exigiría a los países menos avanzados tasas de ahorro más elevadas. Además, siempre que este tipo de efecto invariante en el tiempo esté presente, ya no es cierto que el *ranking* de los países conforme a sus rentas per cápita vaya a coincidir con el *ranking* tecnológico. Tal y como puede apreciarse en el Gráfico 3.2 si se elige un nivel de renta per cápita como y^c para ubicar a los países según su tecnología, un país como el 2 se quedaría en el club tecnológico menos avanzado que un país como el 1 que en

Gráfico 3.2: Diferencias en las condiciones tecnológicas iniciales.



realidad tiene una condición tecnológica inicial inferior¹⁰⁴.

A pesar de la importancia de este efecto invariante en el tiempo, estimar el modelo permitiendo la presencia de efectos individuales podría no ser suficiente, dado que las diferencias tecnológicas podrían darse también en cualquiera de los parámetros de la ecuación [3.12]. Una posible estrategia sería tratar de estimar el conjunto completo de parámetros para cada país por separado¹⁰⁵ y definir algún criterio para construir grupos homogéneos de países. Sin embargo, al trabajar con datos que son medias quinquenales esto llevaría a incurrir en limitaciones insalvables de grados de libertad, por lo que se ha decidido elegir un procedimiento secuencial en dos etapas. Primero se centrará la atención en un único parámetro, cuyas diferencias permitirán construir los distintos grupos de países. Segundo se estimarán y contrastarán las posibles diferencias tecnológicas existentes entre los distintos clubes de países. Existen dos razones para centrarse en la constante, A_0 , de la ecuación [3.12]. El término A_0 capta el efecto idiosincrático invariante en el tiempo sobre las tasas de crecimiento de la renta. Además, este parámetro tiene una interpretación teórica clara en el

¹⁰⁴ De nuevo, en este caso, la posibilidad de agrupar mal a los países al utilizar los niveles de renta per cápita en un momento dado del tiempo decrece conforme los países se aproximan a su estado estacionario. En este caso nótese que también sería preferible utilizar el *ranking* de rentas al final del periodo muestral (máxime teniendo en cuenta en el caso de la OCDE, que la persistencia en las tasas de crecimiento es virtualmente nula al final del periodo, lo que parece indicar que los países están muy cerca de sus estados estacionarios).

¹⁰⁵ Esta de hecho es la estrategia que se sigue en el próximo capítulo de esta tesis.

contexto del modelo, ya que refleja las condiciones tecnológicas iniciales de los países y cabría esperar que los países más atrasados se caracterizaran por un parámetro A_0 menor¹⁰⁶. En consecuencia, el estimador del término independiente de la ecuación [3.12] puede ayudar a ubicar a cada país en el club apropiado. De hecho, en un trabajo reciente (Islam, 1995) se utiliza este mismo tipo de argumento para controlar en las estimaciones de la ecuación de convergencia por las diferencias tecnológicas existentes entre los países de la muestra de Summers y Heston, aunque luego no se utilizan sus valores para estimar tecnologías distintas.

¹⁰⁶ Nótese que si se introduce en la función de producción el parámetro de escala (θ), entonces $A_0 = \frac{\alpha + \beta}{\gamma} \log \theta + \log B_0$. De esta forma si además α , β y γ también son distintos entre los países cabría esperar que la participación del trabajo fuera mayor en las tecnologías más atrasadas (Durlauf y Johnson (1992)).

V. Resultados Empíricos.

V.1. Clubes Tecnológicos en la OCDE.

En este apartado se van a aplicar las ideas que se han discutido anteriormente para identificar diferentes *clubes tecnológicos* en la OCDE y para estimar el conjunto de parámetros relevante, siempre a partir de las ecuaciones de convergencia que se derivan del modelo neoclásico con rendimientos constantes a escala. Una posible vía para hacerlo consiste en estimar la ecuación [3.12] incluyendo un efecto individual para cada país, tratando de contrastar las diferencias existentes en A_0 . De hecho el modelo restringido sin efectos individuales en A_0 se rechaza respecto al modelo no restringido. Sin embargo, contrastar todas las combinaciones posibles de países para buscar grupos homogéneos es un trabajo improbo y posiblemente poco informativo¹⁰⁷. Una forma alternativa de buscar diferencias en A_0 es seguir un proceso secuencial al estimar la ecuación [3.12]. En este caso se incluye únicamente una *dummy* de país cada vez, para encontrar qué países presentan condiciones tecnológicas iniciales distintas al promedio de los 23 países restantes. Este primer ejercicio revela que Turquía y Noruega son diferentes del promedio de la OCDE, presentando coeficientes \hat{A}_0 significativamente por debajo de la media, mientras que Luxemburgo y Canadá

¹⁰⁷ Esto implicaría probar un número elevadísimo de combinaciones, sin tener en cuenta otras diferencias entre parámetros más allá de en A_0 . No obstante, en el último subapartado de esta sección se retomará esta posibilidad.

presentan coeficientes por encima del promedio. En este punto existen dos opciones, o bien se excluyen estos países de la muestra, o bien se mantienen en ella pero incluyendo una constante distinta para cada uno de ellos. Si las diferencias tecnológicas sólo estuvieran relacionadas con la condición inicial, la segunda opción sería preferible, sin embargo, tal y como se muestra en la columna 1 del Cuadro 3.2, la exclusión de estos países conduce a cambios sustanciales en el conjunto de los parámetros estimados. Turquía y posiblemente Luxemburgo en gran medida y también Canada y Noruega son tan diferentes del resto de países de la OCDE, que al incluirlos en la muestra esconden de alguna manera las diferencias existentes entre el resto de países. Sin embargo, una vez se han eliminado dichos países de la muestra es posible encontrar que los 20 países restantes tampoco pertenecen al mismo club.

Al realizar por segunda vez el mismo ejercicio para los 20 países restantes se puede identificar a Estados Unidos como un país con condiciones tecnológicas iniciales por encima del promedio (esto es con una *dummy* positiva y significativa en A_0). De nuevo, en la columna 2 del Cuadro 3.2 se muestra el cambio en los parámetros estimados una vez se han excluido los cinco países, aunque en este momento no se presenta todavía ningún contraste formal que lo ratifique.

Sucesivas rondas revelan que Grecia, Portugal, Irlanda, Finlandia y España muestran un \hat{A}_0 estimado significativamente por debajo del promedio, mientras que Suiza, Francia, Alemania y Suecia muestran diferencias en el otro lado

Cuadro 3.2

Variable Dependiente $\log(\bar{y}_{t+5}^i/\bar{y}_t^i)$. $i=1,\dots,24$; $t=1960,65,\dots,85$.

	(1) NL2LS	(2) NL2LS	(3) NL2LS	(4) NL2LS	(5) NL2LS
A_0	-3.27 (1.91)	-3.23 (1.99)	-1.68 (1.51)	-1.27 (1.38)	-0.07 (0.10)
α	0.44 (4.63)	0.45 (4.92)	0.38 (4.39)	0.34 (4.56)	0.27 (4.40)
β	0.05 (0.58)	0.04 (0.48)	0.02 (0.38)	0.02 (0.41)	-0.03 (0.60)
g	0.020 (2.17)	0.024 (2.25)	0.030 (2.19)	0.048 (2.47)	0.073 (3.78)
D_{ESP}					-0.31 (3.78)
λ_{imp}	0.029	0.031	0.040	0.055	0.083
\bar{R}^2	0.443	0.448	0.450	0.503	0.566
σ	0.058	0.059	0.056	0.054	0.051
N.O.	100	95	85	75	75

NOTAS:

Col.(1): Turquía, Canada, Noruega y Luxemburgo excluidos.

Col.(2): Turquía, Canada, Noruega, Luxemburgo y EE.UU. excluidos.

Col.(3): Turquía, Canada, Noruega, Luxemburgo, EE.UU., Grecia y Portugal excluidos.

Col.(4): Turquía, Canada, Noruega, Luxemburgo, EE.UU., Grecia, Portugal, Irlanda, y Finlandia excluidos.

Col.(5): Turquía, Canada, Noruega, Luxemburgo, EE.UU., Grecia, Portugal, Irlanda, y Finlandia excluidos. D_{ESP} es el coeficiente de una dummy para España en A_0 .

de la distribución. En cada una de las etapas el modelo se reestima para los países "supervivientes" (en el Cuadro 3.2 se resumen algunos de los resultados de las primeras etapas). Conforme se van excluyendo países tecnológicamente *atrasados* y *avanzados*, \hat{A}_0 va tomando valores cercanos a cero y perdiendo su significatividad, $\hat{\alpha}$ cae hacia valores cercanos a 0.20 y $\hat{\beta}$ se mueve en torno a valores muy bajos y muy imprecisamente estimados. Al mismo tiempo la tasa de progreso técnico se va haciendo cada vez mayor y la velocidad implícita de convergencia acaba siendo más de tres veces superior a la de la OCDE en su conjunto (8.3% vs. 2.4%).

Hasta ahora se han identificado siete países con condiciones tecnológicas iniciales inferiores a la media y otros siete por encima. Se han realizado distintas ordenaciones para ir excluyendo los países de la muestra, concretamente si se empiezan a excluir en primer lugar los países *atrasados* se observa que \hat{A}_0 se vuelve positivo, mientras que $\hat{\alpha}$ cae a valores cercanos al cero, $\hat{\beta}$ no se altera y \hat{g} aumenta continuamente. Cuando adicionalmente se empiezan a excluir consecutivamente los países *avanzados* los parámetros evolucionan exactamente en la forma descrita anteriormente. La sospecha evidente después de realizar estos ejercicios es que en la OCDE coexisten al menos dos tecnologías completamente diferentes, aunque la evolución de $\hat{\alpha}$ es, de momento, un completo enigma.

En el Cuadro 3.3 se presentan los grupos de países finalmente elegidos al aplicar el procedimiento propuesto. Se han definido tres niveles tecnológicos que de una forma posiblemente imprecisa se han denominado

Cuadro 3.3

Variable Dependiente $\log(\bar{y}_{i+5}^i/\bar{y}_i^i)$. $i=1,\dots,24$; $t=1960,65,\dots,85$.

	(1) NL2LS	(2) NL2LS	(3) NL2LS	(4) NL2LS	(5) NL2LS	(6) NL2LS
A_0	-3.35 (4.08)	-4.81 (3.73)	2.08 (1.97)	0.27 (0.34)	0.68 (0.52)	0.43 (0.48)
α	0.31 (4.61)	0.41 (3.56)	-0.23 (1.07)	0.20 (3.00)	0.12 (0.87)	0.11 (1.09)
β	0.14 (3.09)	0.12 (1.41)	0.22 (2.13)	-0.04 (0.59)	0.10 (1.36)	0.09 (1.69)
g	0.036 (3.37)	0.033 (1.98)	0.031 (2.30)	0.103 (6.69)	0.023 (2.07)	0.048 (3.87)
D_I	0.29 (3.96)					
D_{AV}	0.44 (5.96)					0.16 (4.14)
λ_{imp}	0.040	0.034	0.070	0.117	0.047	0.069
R^2	0.429	0.423	0.547	0.515	0.429	0.498
σ	0.056	0.063	0.050	0.044	0.052	0.049
N.O.	120	40	40	40	80	80

NOTAS:

Col.(1): Todos los países. D_I es el coeficiente de una variable dummy para los países "intermedios" y D_{AV} es el coeficiente de una variable dummy para los países "avanzados".

Col.(2): Países "atrasados": Turquía, Grecia, Portugal, Irlanda, España, Nueva Zelanda, Finlandia y Noruega.

Col.(3): Países "avanzados": Suecia, Japón, Francia, Alemania, Canadá, Suiza, Luxemburgo y EE.UU.

Col.(4): Países "intermedios": Reino Unido, Italia, Bélgica, Austria, Holanda, Dinamarca, Islandia y Australia.

Col.(5): Países "avanzados" e "intermedios".

Col.(6): Países "avanzados" e "intermedios" controlando por el efecto de los avanzados.

tecnologías *atrasadas*, *intermedias* y *avanzadas*. Estos tres grupos de países constan cada uno de 8 miembros, si bien el procedimiento empleado no tiene porqué conducir a una distribución de igual tamaño para cada club. Pese a ello se ha decidido imponer la restricción de que cada grupo esté formado por 8 países, porque de esta forma es posible estimar conjuntamente las tres tecnologías de manera más eficiente y contrastar las restricciones de igualdad de las tecnologías sobre cada uno de los parámetros individualmente¹⁰⁸. Para elegir de la muestra de países intermedia los dos países que se han ubicado en los clubes de tecnología *avanzada* y *atrasada* se han realizado toda una serie de estimaciones. Se ha optado por incluir a Nueva Zelanda en el club de los países *atrasados*, ya que una *dummy* para este país resultaba negativa y significativa cuando de la muestra total de países se excluían los siete países atrasados. Asimismo una *dummy* para Japón tenía un valor positivo y significativo al 10 por cien, cuando se excluía del total de la muestra a todos los países intermedios¹⁰⁹.

Hay que hacer constar que los grupos de países resultantes tienen un parecido importante con la agrupación que se hizo en el Apartado III de este capítulo, sobre la base del *ranking* de rentas per cápita al final de periodo. Suponiendo que el procedimiento utilizado emplea la información

¹⁰⁸ La estimación por NL2LS para los grupos formados por un número distinto de países produce resultados muy similares a los que se van a presentar en el siguiente apartado.

¹⁰⁹ Además, al estimar cortes transversales de la versión lineal de la ecuación de convergencia Japón siempre muestra un comportamiento por encima del promedio (véanse los Gráficos 2.14 a 2.20 del Capítulo 2).

muestral de forma eficiente y dadas las consideraciones teóricas que se han hecho en el apartado anterior, sería ciertamente sorprendente que un país que ha terminado siendo uno de los más ricos en 1990 (como por ejemplo Japón) acabara perteneciendo al *club de tecnología atrasada*, y viceversa. De hecho, esta es una de las características más insatisfactorias del procedimiento empleado por Durlauf y Johnson, en donde existen algunos casos sorprendentes. El procedimiento aquí propuesto ordena a los países de una forma parecida a como lo haría el *ranking* de rentas per cápita al final del periodo. En este sentido, aquellos países que han ido escalando posiciones en el *ranking* hay que contemplarlos como países que han empezado anormalmente alejados de su estado estacionario (debido al efecto de algún *shock*), o como países que han ido superando todos los posibles umbrales tecnológicos en su camino hacia el estado estacionario.

V.2. Diferencias Tecnológicas en la OCDE.

En el Cuadro 3.3 se recogen las estimaciones uniecuacionales de la ecuación de convergencia, utilizando distintos métodos para controlar por las diferencias en el término independiente. Al estimar el modelo para la OCDE en su conjunto (columna 1) es posible encontrar diferencias significativas en \hat{A}_0 entre países *atrasados*, *intermedios* y *avanzados*¹¹⁰. Este ejercicio

¹¹⁰ Helliwell y Chung (1992) también encuentran evidencia de diferencias en la constante entre grupos de países elegidos en función de sus niveles de renta (utilizando en este caso una especificación lineal de la ecuación de convergencia).

también revela algunas diferencias destacables con el modelo básico (columna 1 del Cuadro 3.1). Concretamente se observa un crecimiento significativo de la velocidad implícita de convergencia (del 2.4% al 4.0%). No obstante, como se ha mencionado anteriormente, las diferencias también pueden surgir en el resto de los parámetros, tal y como vienen a confirmar los resultados de las columnas 2 a 6.

La condición tecnológica inicial, o en un sentido amplio el nivel de conocimiento acumulado, es más bajo en los países atrasados (-4.81) que en los más avanzados (2.08), mientras que en los países intermedios el coeficiente de la constante se encuentra entre ambos (0.27). La participación estimada del capital humano ($\hat{\beta}$) sólo es significativa en los países avanzados, mientras que la del capital físico ($\hat{\alpha}$) cae conforme nos movemos de los países atrasados (0.41) a los intermedios y a los avanzados (0.20 y cero, respectivamente). Este cambio monótono en los coeficientes estimados conforme se avanza por el *ranking* tecnológico no se mantiene al analizar lo que ocurre con la tasa estimada de progreso tecnológico. En este caso, dicha tasa es más elevada en los países intermedios (10.3%) que en cualquiera de los otros grupos (3.1% y 3.3% en países avanzados y atrasados). Todas estas sustanciales diferencias en los parámetros tecnológicos propician velocidades de convergencia dentro de cada grupo muy distintas, siendo la velocidad más elevada (países intermedios) tres veces superior a la más lenta (países atrasados). Por último, en las columnas 5 y 6 se ha estimado conjuntamente la ecuación de convergencia para los 16 países no atrasados, controlando por diferencias en la constante entre

avanzados e intermedios. En ambos casos se pueden apreciar diferencias significativas tanto respecto al club tecnológicamente más atrasado, como entre los dos grupos de países más avanzados.

A la vista de estos resultados, ¿cuál es la interpretación que cabe hacer? En primer lugar, no es sorprendente el incremento en la tasa de convergencia en los tres grupos, dado que éstos son mucho más homogéneos¹¹¹. En segundo lugar, hay que mencionar que la mayor velocidad implícita de convergencia entre los países intermedios se debe fundamentalmente a un proceso de *catching-up* tecnológico mucho más rápido. De hecho, dada la definición de λ , un valor estimado de $\hat{\gamma}$ virtualmente idéntico entre países avanzados e intermedios debería haber propiciado una tasa implícita de convergencia similar entre países avanzados e intermedios¹¹². Sin embargo, la rapidez del proceso de *catching-up* dentro de este grupo, g , propiciada sin duda por las similitudes entre estos países y por sus estándares tecnológicos relativamente avanzados, les han permitido incorporar nuevas tecnologías con gran rapidez, lo que ha hecho posible una mayor tasa de convergencia. Por último, hay que resaltar que los parámetros estimados para los países no

¹¹¹ Este es un resultado bastante estándar en la literatura. La velocidad de convergencia suele ser siempre más elevada cuanto más homogéneas son las regiones o grupos de países considerados (suele haber mayor convergencia entre regiones de un mismo país que entre países), como documentan Barro y Sala-i-Martin (1995) o Sala-i-Martin (1994a). Esta es también una de las conclusiones principales de Islam (1995) al controlar por la existencia de diferentes tecnologías en sus estimaciones.

¹¹² Dado que no existen diferencias significativas entre sus tasas de crecimiento de la población (n).

atrasados son ciertamente sorprendentes, particularmente los de los países más avanzados. Parece evidente que el supuesto de una tecnología homogénea no se cumple, aunque de momento se pospone un contraste formal para más adelante.

El resultado más sorprendente de los que se recogen en el Cuadro 3.3 es la caída de la participación del capital conforme se escala el *ranking* tecnológico. No existe una interpretación clara de esta aparente contradicción. Se podría argumentar que el valor estimado de este coeficiente refleja diferencias reales en las participaciones de este factor, sin embargo, esto es ciertamente contraintuitivo dado que cabría esperar una mayor eficiencia en el uso del capital en países más avanzados¹¹³. Además, las participaciones estimadas de los factores están muy alejadas de los promedios que se obtienen de las *Cuentas Nacionales* de la OCDE, que están bastante cercanas al $\{1/3, 1/3, 1/3\}$ de Mankiw, Romer y Weil (1992). Una explicación alternativa de este resultado podría hallarse en la varianza tan reducida que presentan las variables de estado estacionario en los países más avanzados. Andrés, Doménech y Molinas (1995) encuentran evidencia de que la inclusión de estas variables añade muy poca capacidad explicativa a las ecuaciones de convergencia en muestras de países ricos, mientras que en el caso de muestras de países más atrasados ocurre exactamente lo contrario. Dado que es necesaria una cierta varianza en las variables de

¹¹³ De hecho esta crítica debe hacerse también con la debida precaución. Si existen diferencias reales en B_0 la productividad del capital todavía podría ser mayor en los países más avanzados, incluso aunque α y β fueran menores.

estado estacionario para identificar α , β , γ y g , bien podría darse el caso de que los parámetros tecnológicos no estén plenamente identificados en estos grupos¹¹⁴. Finalmente tampoco es descartable que el valor de estos coeficientes esté simplemente indicando que el modelo de Solow no es un marco adecuado para explicar el crecimiento en estos países. La proposición de convergencia no es una característica exclusiva del modelo de rendimientos constantes a escala, sino que puede ser derivada también de modelos de crecimiento endógeno para determinados rangos de los parámetros. Si es este el caso la ecuación de convergencia que se ha estimado estaría mal especificada y los coeficientes no serían creíbles. En consecuencia, el fuerte patrón de convergencia que se observa en los países más avanzados debería ser explicado por fuerzas distintas a las inherentes en el modelo básico de crecimiento exógeno. El problema de contrastar las proposiciones que se derivan de la hipótesis de rendimientos constantes del modelo neoclásico es que ésta tecnología ya se ha impuesto al estimar la ecuación de convergencia [3.12]. Esto implica que no se dispone de una hipótesis alternativa, por ejemplo la existencia de rendimientos crecientes, para contrastar en la ecuación. Una forma de abordar este problema es contrastar las restricciones ya impuestas en la ecuación de convergencia, es decir contrastar en [3.12] si $\hat{\lambda}$ es estadísticamente diferente de $(1-\hat{\alpha}-\hat{\beta})(n^*+g+\delta)$. Los resultados de este contraste son bastante expresivos: se acepta la

¹¹⁴ Hay que mencionar que Durlauf y Johnson (1992) obtienen parámetros verosímiles en todos sus grupos. Una posible explicación es que este resultado puede deberse a que la subdivisión de los países en función de su posición en el *ranking* inicial de rentas per cápita, agrupa países muy diferentes en el mismo club. Por ejemplo, Japón y Sri Lanka en el segundo grupo, o EE.UU. y Venezuela en el primero.

hipótesis nula de igualdad en los países atrasados y en los más avanzados (en este caso debido con toda seguridad a la imprecisión con la que son estimados los coeficientes), mientras que se rechaza abrumadoramente en el grupo de países intermedios, donde los coeficientes se estiman con mayor precisión.

Finalmente se va a presentar en el Cuadro 3.4 la estimación del sistema de ecuaciones formado por las tres ecuaciones de convergencia. La columna 1 del mencionado cuadro presenta la estimación de las tres ecuaciones, una para cada club, por NL3LS e imponiendo el supuesto de una tecnología común en todos los parámetros¹¹⁵. El supuesto de tecnología común puede contrastarse de diferentes formas. Así, en la columna 2 se ha estimado el mismo sistema, pero en este caso sin imponer ningún tipo de restricciones entre las ecuaciones. La estimación del sistema sin restricciones confirma el mismo patrón de resultados para los coeficientes individuales que se derivaba del Cuadro 3.3. De esta forma, \hat{A}_0 aumenta continuamente y $\hat{\alpha}$ disminuye conforme pasamos del club tecnológicamente más atrasado a los más avanzados. \hat{g} , por su parte, toma valores muy similares en los países avanzados y atrasados tecnológicamente y es mucho mayor en los países intermedios. Por último, la velocidad de convergencia implícita es mayor en los tres grupos de países que en la OCDE en su conjunto, alcanzando un valor del 11.5% en el club de

¹¹⁵ Como puede apreciarse al comparar estos resultados con los de la columna 1 del Cuadro 3.1 (estimación uniecuacional para los 24 países) no existen cambios significativos en el valor de los coeficientes estimados, si bien sí que se manifiesta la ganancia en eficiencia que cabría esperar de la estimación del sistema de ecuaciones.

Cuadro 3.4

Variable Dependiente $\log(\bar{y}_{i+5}^i/\bar{y}_i^i)$. $i=1,\dots,24$; $t=1960,65,\dots,85$.

	(1) NL3LS	(2) NL3LS	(3) NL3LS	(4) NL3LS	(5) NL3LS
A_0	-5.23 (4.02)	-5.15 ^{AT} (4.01) 2.03 ^{AV} (2.00) 0.19 ^I (0.26)	-5.43 ^{AT} (3.75) 2.58 ^{AV} (2.11) -0.53 ^I (0.62)	-5.42 ^{AT} (3.76) 1.06 ^{AV} (1.45) 0.01 ^I (0.01)	-5.45 ^{AT} (3.97) 1.36 ^{AV,I} (1.39)
α	0.45 (5.22)	0.43 ^{AT} (3.92) -0.16 ^{AV} (0.85) 0.20 ^I (3.29)	0.51 ^{AT} (6.58) -0.02 ^{AV} (0.12) 0.20 ^I (3.02)	0.53 ^{AT} (6.97) 0.16 ^{AV,I} (2.71)	0.54 ^{AT} (8.79) 0.12 ^{AV,I} (1.13)
β	0.11 (1.82)	0.11 ^{AT} (1.42) 0.18 ^{AV} (1.87) -0.03 ^I (0.48)	0.05 (1.09)	0.03 (0.70)	0.03 (1.76)
g	0.017 (2.19)	0.031 ^{AT} (2.11) 0.029 ^{AV} (2.32) 0.102 ^I (6.94)	0.025 ^{AT} (1.99) 0.025 ^{AV} (2.01) 0.090 ^I (5.28)	0.026 ^{AT,AV} (2.89) 0.092 ^I (5.89)	0.028 (3.68)
λ_{imp}	0.024	0.032 ^{AT} 0.066 ^{AV} 0.115 ^I	0.028 ^{AT} 0.061 ^{AV} 0.095 ^I	0.028 ^{AT} 0.052 ^{AV} 0.104 ^I	0.029 ^{AT} 0.056 ^{AV,I}
\bar{R}^2	0.353 ^{AT} 0.390 ^{AV} 0.346 ^I	0.480 ^{AT} 0.597 ^{AV} 0.563 ^I	0.473 ^{AT} 0.581 ^{AV} 0.539 ^I	0.472 ^{AT} 0.574 ^{AV} 0.547 ^I	0.502 ^{AT} 0.711 ^{AV} 0.472 ^I
σ	0.067 ^{AT} 0.058 ^{AV} 0.051 ^I	0.060 ^{AT} 0.047 ^{AV} 0.042 ^I	0.061 ^{AT} 0.048 ^{AV} 0.043 ^I	0.061 ^{AT} 0.049 ^{AV} 0.043 ^I	0.059 ^{AT} 0.040 ^{AV} 0.046 ^I
N.O.	40 ^{AT} 40 ^{AV} 40 ^I	40 ^{AT} 40 ^{AV} 40 ^I	40 ^{AT} 40 ^{AV} 40 ^I	40 ^{AT} 40 ^{AV} 40 ^I	40 ^{AT} 40 ^{AV} 40 ^I

NOTAS: Ver notas en la página siguiente.

Notas al Cuadro 3.4:

Cols. 1, 2, 3, 4 y 5:

Países "atrasados" (AT): Turquía, Grecia, Portugal, Irlanda, España, Nueva Zelanda, Finlandia y Noruega.

Países "intermedios" (I): Reino Unido, Italia, Bélgica, Austria, Holanda, Dinamarca, Islandia y Australia.

Países "avanzados" (AV): Suecia, Japón, Francia, Alemania, Canadá, Suiza, Luxemburgo y EE.UU.

Col. 1: Estimación conjunta imponiendo que todos los parámetros son iguales.

Col. 2: Estimación conjunta sin restricciones sobre los parámetros:

$$\chi_1(A_0^{AT,AV})=18.33 \text{ (p=0.000)}, \chi_1(A_0^{AT,I})=12.61 \text{ (p=0.000)}, \chi_1(A_0^{AV,I})=2.13 \text{ (p=0.145)}.$$

$$\chi_1(\alpha^{AT,AV})=7.15 \text{ (p=0.007)}, \chi_1(\alpha^{AT,I})=3.33 \text{ (p=0.067)}, \chi_1(\alpha^{AV,I})=3.25 \text{ (p=0.071)}.$$

$$\chi_1(\beta^{AT,AV})=0.34 \text{ (p=0.562)}, \chi_1(\beta^{AT,I})=2.11 \text{ (p=0.147)}, \chi_1(\beta^{AV,I})=3.47 \text{ (p=0.063)}.$$

$$\chi_1(g^{AT,AV})=0.01 \text{ (p=0.921)}, \chi_1(g^{AT,I})=11.5 \text{ (p=0.001)}, \chi_1(g^{AV,I})=13.9 \text{ (p=0.000)}.$$

$$\chi_2(A_0)=19.00 \text{ (p=0.000)}, \chi_2(\alpha)=7.67 \text{ (p=0.022)}, \chi_2(\beta)=4.40 \text{ (p=0.111)}, \chi_2(g)=16.9 \text{ (p=0.000)}.$$

Col. 3: Estimación conjunta imponiendo que β es igual para los tres grupos de países, mientras que no se imponen restricciones sobre los otros parámetros:

$$\chi_1(A_0^{AT,AV})=16.6 \text{ (p=0.000)}, \chi_1(A_0^{AT,I})=7.86 \text{ (p=0.005)}, \chi_1(A_0^{AV,I})=4.21 \text{ (p=0.040)}.$$

$$\chi_1(\alpha^{AT,AV})=10.7 \text{ (p=0.001)}, \chi_1(\alpha^{AT,I})=9.10 \text{ (p=0.003)}, \chi_1(\alpha^{AV,I})=1.57 \text{ (p=0.210)}.$$

$$\chi_1(g^{AT,AV})=0.00 \text{ (p=0.995)}, \chi_1(g^{AT,I})=8.44 \text{ (p=0.004)}, \chi_1(g^{AV,I})=9.27 \text{ (p=0.002)}.$$

$$\chi_2(A_0)=16.7 \text{ (p=0.000)}, \chi_2(\alpha)=16.6 \text{ (p=0.000)}, \chi_2(g)=10.7 \text{ (p=0.005)}.$$

Col. 4: Estimación conjunta imponiendo que β es igual para los tres grupos de países, mientras que A_0 no se restringe, α se impone que es igual sólo para los países "avanzados" e "intermedios" y g se impone que es igual sólo para los países "avanzados" y "atrasados":

$$\chi_1(A_0^{AT,AV})=14.4 \text{ (p=0.000)}, \chi_1(A_0^{AT,I})=10.9 \text{ (p=0.001)}, \chi_1(A_0^{AV,I})=15.1 \text{ (p=0.000)}.$$

$$\chi_1(\alpha)=15.6 \text{ (p=0.000)}, \chi_1(g)=12.0 \text{ (p=0.001)}, \chi_2(A_0)=22.2 \text{ (p=0.000)}, \chi_4(A_0, \alpha, g)=23.2 \text{ (p=0.000)}.$$

Col. 5: Estimación conjunta imponiendo que β y g son iguales para los tres grupos de países, mientras que A_0 y α se impone que son iguales sólo para los países "avanzados" e "intermedios" (la ecuación incluye *dummies* temporales):

$$\chi_1(A_0)=13.1 \text{ (p=0.000)}, \chi_1(\alpha)=10.3 \text{ (p=0.001)}, \chi_2(A_0,\alpha)=13.1 \text{ (p=0.001)}.$$

$$\text{Contraste de: } g^{AV,AT} = g^I: \chi_1(g)=3.56 \text{ (p=0.059)}$$

$$A_0^{AV} = A_0^I: \chi_1(A_0^{AV,I})=1.17 \text{ (p=0.280)}.$$

tecnología intermedia (valor que más que triplica el de los países atrasados).

La dificultad para aceptar las restricciones entre ecuaciones es evidente al observar la significativa mejora en el ajuste global de las ecuaciones del modelo no restringido. Como cabría esperar el error estándar de la regresión cae en las tres ecuaciones, aunque de forma mucho más pronunciada en los países intermedios y avanzados (0.058 y 0.051 vs. 0.047 y 0.042, respectivamente). Los contrastes formales de la χ^2 permiten concluir que los tres grupos de países tienen acceso a tecnologías distintas¹¹⁶. Estas diferencias se deben fundamentalmente a la existencia de importantes discrepancias entre los valores de $\hat{\alpha}$ y \hat{A}_0 , principalmente entre los países tecnológicamente más atrasados y el resto de miembros de la OCDE, mientras que no se puede rechazar que $\hat{\beta}$ (debido a la imprecisión con que se estima) sea similar en los tres grupos. La tasa de progreso técnico estimada (\hat{g}) parece ser diferente entre los países intermedios y los otros dos grupos. Dado que los contrastes muestran diferencias evidentes entre las tres tecnologías, y que β es el único parámetro que sin ningún tipo de ambigüedad es similar en los tres clubes, se ha decidido estimar el sistema imponiendo únicamente ésta restricción y dejando libres los otros tres coeficientes (columna 3). Los contrastes formales vuelven a manifestarse nuevamente en el mismo sentido, es decir los tres clubes parecen tener acceso a tecnologías

¹¹⁶ Los estadísticos correspondientes son:

$$\chi(4)^{AT,AV} = 19.5 (p=0.001), \chi(4)^{AT,I} = 25.1 (p=0.000), \chi(4)^{AV,I} = 18.7 (p=0.001)$$

claramente diferenciadas¹¹⁷. Mucho más precisamente que antes se puede concluir que los tres clubes presentan condiciones tecnológicas iniciales estimadas (\hat{A}_0) distintas, mientras que $\hat{\alpha}$ sólo es distinto entre los países atrasados por un lado y los otros dos grupos por el otro. Al igual que antes, \hat{g} es diferente entre los países intermedios y los otros dos grupos.

Al imponer las restricciones sobre α , A_0 y g que se derivan de los contrastes realizados en la columna 3, se puede apreciar (columna 4) como se confirman las diferencias entre los tres clubes tecnológicos¹¹⁸. La tasa de convergencia implícita también es lógicamente diferente entre los tres grupos, alcanzando un valor máximo del 10.4% en los países intermedios, que duplica y más que triplica la de los países avanzados y atrasados, respectivamente.

Los resultados presentados en este apartado avalan bastante firmemente la inadecuación del supuesto de homogeneidad de los parámetros tecnológicos y la existencia de clubes tecnológicos o de convergencia dentro de la OCDE.

¹¹⁷ En este caso, los estadísticos que así lo confirman son:

$$\chi(3)^{AT,AV} = 17.9 (p=0.000), \chi(3)^{AT,I} = 14.8 (p=0.002), \chi(3)^{AV,I} = 12.9 (p=0.005)$$

¹¹⁸ Obsérvese que aunque persisten las diferencias estadísticamente significativas entre los \hat{A}_0 de países avanzados e intermedios, ambos coeficientes se estiman con poca precisión, si bien está clara la diferencia con los países atrasados. Por lo demás, en lo que respecta a \hat{g} , se confirma que el proceso de *catching-up* tecnológico es mucho más intenso en los países de tecnología intermedia que en cualquier otro de los clubes.

Tal y como se explicó con anterioridad si todos los países de la OCDE han compartido realmente la misma tecnología, en la estimación por NL3LS de cualquier sistema de ecuaciones no debería rechazarse la hipótesis nula de homogeneidad de los parámetros. Sin embargo, es necesaria alguna cautela sobre estos resultados si no se realizan algunos ejercicios para contrastar su robustez. Fundamentalmente se van a realizar dos tipos de ejercicios. En los siguientes párrafos se analizarán más en profundidad los resultados que se derivan de la subdivisión de países realizada con el criterio propuesto en las anteriores páginas. Sin embargo, en el subapartado siguiente se buscarán otros grupos o clubes de países (de forma más o menos *ad-hoc*, según los casos) para probar la robustez de los propios clubes (es decir, si los países que hemos calificado como avanzados, atrasados e intermedios lo son realmente).

El primero de estos ejercicios se ha recogido en la columna 5 del Cuadro 3.4. En el capítulo anterior se pudo comprobar como países pobres y ricos presentaban un comportamiento claramente diferencial en distintos subperiodos de tiempo (básicamente que los países pobres se beneficiaban más de las expansiones y salían peor parados de las épocas de crisis). Lo que se ha hecho en la columna 5 es controlar precisamente por las diferencias en el crecimiento promedio de los grupos de países, en los distintos subperiodos de cinco años que abarca el periodo muestral. Tal y como puede apreciarse, una vez se controla con *dummies* temporales en las ecuaciones de cada club, es posible aceptar que el estado inicial del conocimiento técnico estimado, \hat{A}_0 , es igual entre los países avanzados e intermedios. Al mismo tiempo

también es posible aceptar la hipótesis nula de igualdad en los coeficientes estimados de la tasa de progreso técnico entre los tres grupos. Estos resultados matizan en alguna medida la posible existencia de tres tecnologías distintas entre los países de la OCDE, aunque vienen a confirmar de forma inequívoca que existen diferencias muy sustanciales entre los países más atrasados y el resto de la OCDE. Nótese que el resto de diferencias en los coeficientes se mantienen (en $\hat{\alpha}$ y \hat{A}_0) y que la tasa de convergencia implícita es prácticamente la mitad en los países atrasados.

Otro ejercicio que se ha realizado para probar la robustez de los resultados se fundamenta en un argumento que ya se empleó en el capítulo anterior. Si se toman los residuos de la ecuación estimada básica para el total de la OCDE de la columna 1 del Cuadro 3.1, es posible comprobar que en promedio dichos residuos tienen una media negativa en los países atrasados y positiva en los avanzados e intermedios. Adicionalmente el contraste de la t sobre si la media del residuo es significativamente distinta de cero, resulta significativo en el caso de los países atrasados y avanzados¹¹⁹. El modelo para el conjunto de la muestra sobrepredice sistemáticamente el crecimiento del club más atrasado tecnológicamente, mientras que infrapredice el de los otros clubes. Estos errores de predicción no son en absoluto insignificantes, ya que por ejemplo el modelo predice un crecimiento anual promedio en los países más atrasados del 3.30%, cuando en realidad ha sido del 2.89% (estas tasas son 2.13% y 2.50% en los países más avanzados). Estos

¹¹⁹ La media del residuo es -0.021 ($t=2.05$), 0.018 ($t=2.04$) y 0.004 ($t=0.46$) en los países atrasados, avanzados e intermedios, respectivamente.

hechos vienen a sugerir que el criterio de selección de los países apunta en la dirección correcta.

V.3. Robustez de los resultados.

En este subapartado se van a presentar algunas estimaciones de sistemas de ecuaciones de convergencia, alternativas a las de los párrafos anteriores. En concreto, se van a buscar distintas formas de definir los clubes de convergencia, incluyendo y excluyendo algunos países de los grupos ya definidos o estableciéndolos acorde a un modelo simple de efectos individuales. En general, cuando se estiman sistemas de ecuaciones con un número de países inferior es más difícil rechazar la hipótesis nula de igualdad de los parámetros tecnológicos, muy probablemente porque los coeficientes se estiman con mucha menor precisión. Sin embargo, se va a poder comprobar cómo es posible confirmar los resultados del subapartado anterior, fundamentalmente encontrando diferencias muy sustanciales entre el grupo de países más atrasados y el resto de la OCDE.

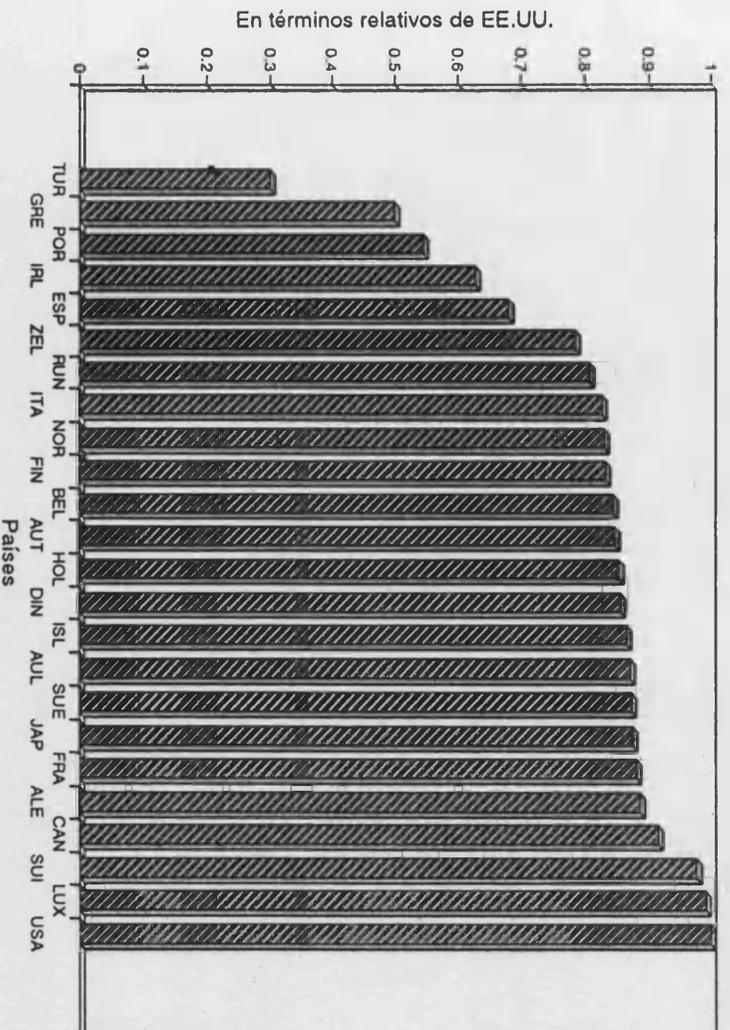
La primera vía alternativa para seleccionar los países pertenecientes a cada club consiste en estimar la ecuación [3.12] incluyendo un efecto individual en A_0 para cada país, en lugar del procedimiento iterativo que se ha propuesto en el primer subapartado de esta sección. Además, el modelo restringido sin efectos individuales en A_0 se rechaza respecto al modelo no

restringido¹²⁰. El problema de este tipo de planteamiento, como ya se comentó anteriormente, es que la contrastación de igualdad entre todas las posibles combinaciones de coeficientes A_0 es un trabajo improbo, y de resultados poco clarificadores¹²¹. Sin embargo, sí que puede resultar esclarecedor en algunos aspectos emplear la ecuación estimada con efectos fijos, para hacer la ordenación de los países siguiendo el *ranking* de los coeficientes A_0 . En el Gráfico 3.3 se recoge dicho *ranking*, donde los coeficientes se han expresado en términos del de Estados Unidos, que resulta ser el país con un estado del progreso técnico inicial estimado superior. Aunque no se presentan los resultados de la estimación con efectos fijos hay que hacer un par de matizaciones. En primer lugar, que todas las *dummies* son negativas y significativas a los niveles habituales (con la excepción de las de Luxemburgo y Suiza, que no son significativamente distintas de la de EE.UU. que es el país de referencia). En segundo lugar, que al estimar el modelo de coeficientes fijos sólo se mantiene significativo el coeficiente del progreso técnico (g), mientras que α y β no son distintos de cero. Este resultado parece indicar que existen diferencias idiosincráticas muy sustanciales entre los países, que el modelo restringido no capta y que,

¹²⁰ El contraste pertinente es: $F(23,93) = 3.69$ ($p=0.000$).

¹²¹ El procedimiento secuencial que se ha propuesto en las páginas anteriores, aunque también se centra en las diferencias en A_0 entre países, permite discriminar cuáles de ellos son significativamente distintos al promedio de los restantes en cada momento, asegurando que el grupo intermedio en cada iteración presenta condiciones tecnológicas iniciales distintas a las de los países que se van excluyendo. No obstante, es conveniente señalar que la ordenación resultante de este procedimiento secuencial no tiene porqué ser exactamente igual a la obtenida tras estimar los efectos individuales en la ecuación [3.12].

Gráfico 3.3
Ranking en Ao



además, la heterogeneidad puede ir más allá del término independiente de la ecuación (esta cuestión se analiza mucho más en profundidad en el siguiente capítulo).

Viendo el *ranking* de los efectos fijos del Gráfico 3.3 y tomándolo como referencia para construir los clubes de convergencia, se puede observar que dichos grupos no son muy diferentes a los que se obtienen con el procedimiento secuencial anterior. De hecho si imponemos la restricción de que haya ocho países en cada club, el grupo de los países tecnológicamente más avanzados sería idéntico (si bien la ordenación interna de estos países no es exactamente la misma, ya que Luxemburgo y Canadá eran excluidos antes que EE.UU. a partir del procedimiento secuencial). Respecto a los otros dos clubes puede observarse que los dos últimos países que formarían parte de el grupo de los atrasados serían el Reino Unido e Italia, en lugar de Noruega y Finlandia. En las columnas 1, 2 y 3 del Cuadro 3.5 se ha estimado el sistema de ecuaciones para los tres clubes construidos de esta forma (en las notas del cuadro aparece el listado de los países concretos). A partir de ahora se van a presentar para los grupos de países que se consideren la estimación restringida, la estimación sin restricciones entre ecuaciones y la estimación imponiendo las restricciones que se deriven de los contrastes. Sin entrar demasiado en profundidad en los resultados concretos, se puede observar que fundamentalmente se contrastan diferencias significativas en los coeficientes A_0 y α , entre países atrasados y los otros dos grupos. La inclusión de Noruega y Finlandia en el grupo de los países intermedios hace que, a diferencia de los resultados del Cuadro 3.4, desaparezcan las

Cuadro 3.5

Variable Dependiente $\log(\bar{y}_{t+5}^i/\bar{y}_t^i)$. $i=1,\dots,24$; $t=1960,65,\dots,85$.

	(1) NL3LS	(2) NL3LS	(3) NL3LS	(4) NL3LS	(5) NL3LS	(6) NL3LS
A_0	-5.36 (4.12)	-10.9 ^{AT} (2.38) 1.89 ^{AV} (1.87) 0.42 ^I (0.31)	-7.87 ^{AT} (2.30) 1.27 ^{AV,I} (1.30)	-5.28 (5.54)	-5.42 ^{AT} (2.89) 1.21 ^{AV} (0.96) 1.73 ^I (2.54)	-5.81 ^{AT} (2.89) 1.53 ^{AV,I} (1.75)
α	0.44 (5.03)	0.67 ^{AT} (4.28) -0.21 ^{AV} (1.15) 0.12 ^I (0.82)	0.53 ^{AT} (4.18) 0.05 ^{AV,I} (0.41)	0.48 (5.54)	0.42 ^{AT} (2.87) -0.13 ^{AV} (0.65) 0.00 ^I (0.04)	0.48 ^{AT} (4.78) 0.03 ^{AV,I} (0.02)
β	0.13 (1.97)	0.02 ^{AT} (0.27) 0.24 ^{AV} (2.56) 0.10 ^I (1.36)	0.11 (1.77)	0.09 (1.42)	0.13 ^{AT} (1.45) 0.24 ^{AV} (2.40) 0.03 ^I (0.50)	0.10 (1.79)
g	0.015 (2.19)	0.034 ^{AT} (2.17) 0.030 ^{AV} (2.38) 0.033 ^I (2.04)	0.020 (2.86)	0.017 (2.24)	0.027 ^{AT} (1.93) 0.039 ^{AV} (2.56) 0.047 ^I (3.19)	0.022 (3.06)
λ_{imp}	0.023	0.022 ^{AT} 0.066 ^{AV} 0.055 ^I	0.022 ^{AT} 0.049 ^{AV,I}	0.024	0.029 ^{AT} 0.070 ^{AV} 0.081 ^I	0.026 ^{AT} 0.052 ^{AV,I}
\bar{R}^2	0.355 ^{AT} 0.366 ^{AV} 0.396 ^I	0.429 ^{AT} 0.593 ^{AV} 0.481 ^I	0.396 ^{AT} 0.531 ^{AV} 0.405 ^I	0.389 ^{AT} 0.323 ^{AV} 0.433 ^I	0.437 ^{AT} 0.530 ^{AV} 0.646 ^I	0.436 ^{AT} 0.408 ^{AV} 0.580 ^I
σ	0.069 ^{AT} 0.059 ^{AV} 0.048 ^I	0.065 ^{AT} 0.048 ^{AV} 0.044 ^I	0.067 ^{AT} 0.051 ^{AV} 0.047 ^I	0.065 ^{AT} 0.066 ^{AV} 0.044 ^I	0.062 ^{AT} 0.055 ^{AV} 0.035 ^I	0.062 ^{AT} 0.062 ^{AV} 0.038 ^I
N.O.	40 ^{AT} 40 ^{AV} 40 ^I	40 ^{AT} 40 ^{AV} 40 ^I	40 ^{AT} 40 ^{AV} 40 ^I	40 ^{AT} 40 ^{AV} 40 ^I	40 ^{AT} 40 ^{AV} 40 ^I	40 ^{AT} 40 ^{AV} 40 ^I

NOTAS: Ver notas en la página siguiente.

Notas al Cuadro 3.5:

Cols. 1, 2 y 3:

Países "atrasados" (AT): Turquía, Grecia, Portugal, Irlanda, España, Nueva Zelanda, Reino Unido e Italia.

Países "intermedios" (I): Noruega, Finlandia, Bélgica, Austria, Holanda, Dinamarca, Islandia y Australia.

Países "avanzados" (AV): Suecia, Japón, Francia, Alemania, Canadá, Suiza, Luxemburgo y EE.UU.

Cols. 4, 5 y 6:

Países "atrasados" (AT): Turquía, Grecia, Portugal, Irlanda, España, Nueva Zelanda, Reino Unido y Finlandia.

Países "intermedios" (I): Noruega, Bélgica, Austria, Holanda, Dinamarca, Australia, Italia y Suecia.

Países "avanzados" (AV): Japón, Islandia, Francia, Alemania, Canadá, Suiza, Luxemburgo y EE.UU.

Col. 1: Estimación conjunta imponiendo que todos los parámetros son iguales.

Col. 2: Estimación conjunta sin restricciones sobre los parámetros:

$$\chi_1(A_0^{AT,AV})=7.45 \quad (p=0.006), \quad \chi_1(A_0^{AT,I})=5.61 \quad (p=0.018), \quad \chi_1(A_0^{AV,I})=0.85 \quad (p=0.358).$$

$$\chi_1(\alpha^{AT,AV})=12.8 \quad (p=0.000), \quad \chi_1(\alpha^{AT,I})=6.69 \quad (p=0.010), \quad \chi_1(\alpha^{AV,I})=1.94 \quad (p=0.163).$$

$$\chi_1(\beta^{AT,AV})=2.77 \quad (p=0.096), \quad \chi_1(\beta^{AT,I})=0.40 \quad (p=0.525), \quad \chi_1(\beta^{AV,I})=1.47 \quad (p=0.225).$$

$$\chi_1(g^{AT,AV})=0.06 \quad (p=0.810), \quad \chi_1(g^{AT,I})=0.00 \quad (p=0.949), \quad \chi_1(g^{AV,I})=0.02 \quad (p=0.875).$$

$$\chi_2(A_0)=7.83 \quad (p=0.020), \quad \chi_2(\alpha)=13.8 \quad (p=0.001), \quad \chi_2(\beta)=2.89 \quad (p=0.236), \quad \chi_2(g)=0.06 \quad (p=0.968).$$

$$\chi(4)^{AT,AV}=16.4 \quad (p=0.003), \quad \chi(4)^{AT,I}=9.34 \quad (p=0.053), \quad \chi(4)^{AV,I}=2.54 \quad (p=0.637)$$

Col. 3: Estimación conjunta imponiendo que β y g son iguales para los tres grupos de países, mientras que A_0 y α se impone que son iguales sólo para los países "avanzados" e "intermedios":

$$\chi_1(A_0)=6.50 \quad (p=0.011), \quad \chi_1(\alpha)=11.5 \quad (p=0.001), \quad \chi_2(A_0,\alpha)=11.5 \quad (p=0.003).$$

Col. 4: Estimación conjunta imponiendo que todos los parámetros son iguales.

Col. 5: Estimación conjunta sin restricciones sobre los parámetros:

$$\chi_1(A_0^{AT,AV})=8.65 \quad (p=0.003), \quad \chi_1(A_0^{AT,I})=12.9 \quad (p=0.000), \quad \chi_1(A_0^{AV,I})=0.14 \quad (p=0.712).$$

$$\chi_1(\alpha^{AT,AV})=4.89 \quad (p=0.027), \quad \chi_1(\alpha^{AT,I})=5.55 \quad (p=0.019), \quad \chi_1(\alpha^{AV,I})=0.36 \quad (p=0.550).$$

$$\chi_1(\beta^{AT,AV})=0.61 \quad (p=0.436), \quad \chi_1(\beta^{AT,I})=1.03 \quad (p=0.309), \quad \chi_1(\beta^{AV,I})=3.71 \quad (p=0.054).$$

$$\chi_1(g^{AT,AV})=0.30 \quad (p=0.587), \quad \chi_1(g^{AT,I})=0.96 \quad (p=0.326), \quad \chi_1(g^{AV,I})=0.18 \quad (p=0.675).$$

$$\chi_2(A_0)=12.9 \quad (p=0.002), \quad \chi_2(\alpha)=7.14 \quad (p=0.028), \quad \chi_2(\beta)=4.09 \quad (p=0.129), \quad \chi_2(g)=0.97 \quad (p=0.615).$$

$$\chi(4)^{AT,AV}=9.64 \quad (p=0.046), \quad \chi(4)^{AT,I}=23.1 \quad (p=0.000), \quad \chi(4)^{AV,I}=5.50 \quad (p=0.240)$$

Col. 6: Estimación conjunta imponiendo que β y g son iguales para los tres grupos de países, mientras que A_0 y α se impone que son iguales sólo para los países "avanzados" e "intermedios":

$$\chi_1(A_0)=11.1 \quad (p=0.001), \quad \chi_1(\alpha)=13.0 \quad (p=0.000), \quad \chi_2(A_0,\alpha)=13.5 \quad (p=0.001).$$

diferencias tecnológicas entre países avanzados e intermedios. Este resultado confirma la existencia de dos tecnologías en la OCDE y plantea dudas sobre que exista una tercera. En realidad, la observación del *ranking* de los coeficientes A_0 , parece sugerir que existen tres países posiblemente más avanzados que el resto (EE.UU., Suiza y Luxemburgo) y cinco países bastante más retrasados (Turquía, Grecia, Portugal, Irlanda y España). El resto de países parece que tenían niveles de desarrollo tecnológico muy similares inicialmente, si bien este tipo de estimación (los efectos fijos) puede estar recogiendo otro tipo de factores institucionales, sociales o económicos por los que no se controla en la estimación. Obsérvese que al restringir los clubes tecnológicos a estar formados por ocho países, se podrían estar mezclando economías en un mismo club, que en realidad no compartan la misma tecnología, pero este hecho, en todo caso tendería a limar las diferencias tecnológicas existentes y no a agrandarlas¹²². En este sentido parece que se puede concluir que el resultado de la existencia de al menos dos clubes parece ciertamente robusto. Además, nuevamente, y tal y como sucedía en los resultados presentados en el apartado anterior, los coeficientes estimados en los países avanzados resultan bastante inverosímiles.

¹²² Recuérdese, por ejemplo, que en el Cuadro 3.1, cuando se dividían los países simplemente en dos grupos de doce (los más pobres y ricos en 1960) no era posible hallar diferencias tecnológicas estadísticamente significativas. Dicha ubicación de los países, despreciaba la existencia de "milagros" y "fracasos" en la muestra (como los casos de Japón, Nueva Zelanda e incluso el Reino Unido), que si que tienen en cuenta los dos criterios empleados posteriormente.

Las columnas 4, 5 y 6 del Cuadro 3.5 reproducen las mismas estimaciones (modelo totalmente restringido, sin restricciones y con las restricciones derivadas de los contrastes), pero ahora incluyendo a Italia y Suecia en el grupo de los países intermedios en vez de Finlandia, que se incluye en el club atrasado, e Islandia, que se incluye en el club avanzado. Esta división de los países, que únicamente presenta cambios marginales respecto a las anteriores, se ha elegido arbitrariamente para enfatizar los resultados anteriores. En realidad, se han estimado múltiples combinaciones del sistema de tres ecuaciones, siguiendo el criterio de mantener siempre en el último club a los cinco países atrasados (Turquía, Grecia, Portugal, Irlanda y España) y en el primer club a los tres avanzados (EE.UU., Suiza y Luxemburgo) ya reseñados anteriormente¹²³, mientras que el resto de los países se asignan arbitrariamente. El patrón general que se obtiene en estas estimaciones es el de la columna 6, donde de nuevo se aprecian diferencias estadísticamente significativas entre países atrasados y los otros dos clubes (en los que se acepta la hipótesis nula de igualdad de los coeficientes). Según los casos, en otras estimaciones que no se presentan, también es posible encontrar diferencias entre los países intermedios y avanzados, en una línea parecida a las presentadas en el Cuadro 3.4.

El último conjunto de sistemas de ecuaciones que se van a presentar se ha

¹²³ En realidad estos países formarían siempre parte de los clubes tecnológicamente más atrasados y avanzados, siguiendo cualquiera de los criterios propuestos en la literatura y en las páginas anteriores (los que fijan las condiciones iniciales o finales de la renta per cápita como criterio, o los que utilizan de alguna de las formas el valor estimado de A_0).

recogido en el Cuadro 3.6. En este caso, se han construido clubes formados por un número inferior de países (seis en las columnas 1, 2 y 3, y siete en las columnas 4, 5 y 6). Los clubes de seis se han elegido excluyendo a algunos de los países que, en principio, y acorde a los resultados que se han presentado, estarían siempre en el margen entre unos y otros clubes (concretamente se ha excluido a Noruega y Finlandia que estarían siempre a caballo entre el club más atrasado y el intermedio y Suecia, Japón, Dinamarca e Islandia que están en el margen de duda entre la tecnología avanzada y la intermedia). La exclusión de estos países podría tener a priori dos tipos de efectos, o bien que se agranden las diferencias entre los países atrasados y avanzados, o que los países intermedios amplíen sus diferencias con los otros grupos. De hecho, de los contrastes formales recogidos en el cuadro parece que la segunda de estas alternativas es la más probable. Como puede apreciarse los contrastes conjuntos de igualdad entre países intermedios y avanzados e intermedios y atrasados se rechazan abrumadoramente. Sin embargo, se da el resultado paradójico de que sólo es posible rechazar al 10% de significación que países pobres y avanzados sean iguales¹²⁴. La imposición de las restricciones que se derivan de los contrastes (en algunos casos con niveles de significación del 10%) se ha reflejado en la columna 3, donde se obtienen resultados virtualmente idénticos a los del criterio secuencial de selección de países.

¹²⁴ Este resultado se debe sin duda a la imprecisión con la que se estiman los coeficientes, sobre todo en los países avanzados. No obstante, los contrastes reflejan diferencias claras entre los parámetros A_0 y α entre estos dos grupos de países.

Cuadro 3.6

Variable Dependiente $\log(\bar{y}_{t+5}^i/\bar{y}_t^i)$. $i=1,\dots,24$; $t=1960,65,\dots,85$.

	(1) NL3LS	(2) NL3LS	(3) NL3LS	(4) NL3LS	(5) NL3LS	(6) NL3LS
A_0	-6.31 (4.39)	-8.10 ^{AT} (2.30) 0.64 ^{AV} (0.43) 0.19 ^I (0.30)	-6.99 ^{AT} (2.62) 0.47 ^{AV,I} (0.46)	-5.89 (4.28)	-10.0 ^{AT} (1.89) 1.85 ^{AV} (2.27) 1.37 (2.69)	-9.56 ^{AT} (2.41) 1.48 ^{AV,I} (3.12)
α	0.43 (5.27)	0.56 ^{AT} (3.32) 0.02 ^{AV} (0.12) 0.20 ^I (3.84)	0.51 ^{AT} (4.67) 0.14 ^{AV,I} (1.41)	0.53 (5.69)	0.64 ^{AT} (3.21) -0.08 ^{AV} (0.56) -0.01 ^I (0.19)	0.63 ^{AT} (5.88) -0.02 ^{AV,I} (0.27)
β	0.17 (2.88)	0.07 ^{AT} (0.75) 0.22 ^{AV} (2.04) -0.02 ^I (0.31)	0.09 (1.85)	0.06 (0.80)	0.04 ^{AT} (0.36) 0.01 ^{AV} (0.10) 0.03 ^I (0.52)	0.04 (0.87)
g	0.018 (2.02)	0.040 ^{AT} (2.27) 0.013 ^{AV} (1.01) 0.086 ^I (5.85)	0.033 ^{AT,AV} (3.12) 0.026 ^I (3.01)	0.017 (2.17)	0.030 ^{AT} (2.04) 0.090 ^{AV} (5.12) 0.080 ^I (5.02)	0.028 ^{AT} (2.17) 0.071 ^{AV,I} (5.52)
λ_{imp}	0.022	0.030 ^{AT} 0.039 ^{AV} 0.099 ^I	0.029 ^{AT} 0.055 ^{AV} 0.048 ^I	0.023	0.022 ^{AT} 0.139 ^{AV} 0.113 ^I	0.022 ^{AT} 0.105 ^{AV,I}
R^2	0.345 ^{AT} 0.044 ^{AV} 0.409 ^I	0.487 ^{AT} 0.288 ^{AV} 0.717 ^I	0.480 ^{AT} 0.201 ^{AV} 0.588 ^I	0.412 ^{AT} 0.389 ^{AV} 0.373 ^I	0.450 ^{AT} 0.678 ^{AV} 0.637 ^I	0.431 ^{AT} 0.577 ^{AV} 0.578 ^I
σ	0.075 ^{AT} 0.045 ^{AV} 0.046 ^I	0.066 ^{AT} 0.038 ^{AV} 0.032 ^I	0.067 ^{AT} 0.041 ^{AV} 0.039 ^I	0.067 ^{AT} 0.065 ^{AV} 0.047 ^I	0.064 ^{AT} 0.047 ^{AV} 0.036 ^I	0.065 ^{AT} 0.054 ^{AV} 0.038 ^I
N.O.	30 ^{AT} 30 ^{AV} 30 ^I	30 ^{AT} 30 ^{AV} 30 ^I	30 ^{AT} 30 ^{AV} 30 ^I	35 ^{AT} 35 ^{AV} 35 ^I	35 ^{AT} 35 ^{AV} 35 ^I	35 ^{AT} 35 ^{AV} 35 ^I

NOTAS: Ver notas en la página siguiente.

Notas al Cuadro 3.6:

Cols. 1, 2 y 3:

Países "atrasados" (AT): Turquía, Grecia, Portugal, Irlanda, España y Nueva Zelanda.

Países "intermedios" (I): Italia, Bélgica, Austria, Holanda, Australia y Reino Unido.

Países "avanzados" (AV): Francia, Alemania, Canadá, Suiza, Luxemburgo y EE.UU.

Cols. 4, 5 y 6:

Países "atrasados" (AT): Turquía, Grecia, Portugal, Irlanda, España, Nueva Zelanda y Reino Unido.

Países "intermedios" (I): Italia, Noruega, Finlandia, Bélgica, Austria, Holanda y Dinamarca.

Países "avanzados" (AV): Islandia, Australia, Suecia, Japón, Francia, Alemania y Canadá.

Col. 1: Estimación conjunta imponiendo que todos los parámetros son iguales.

Col. 2: Estimación conjunta sin restricciones sobre los parámetros:

$$\chi_1(A_0^{AT,AV})=5.12 \quad (p=0.024), \quad \chi_1(A_0^{AT,I})=4.99 \quad (p=0.025), \quad \chi_1(A_0^{AV,I})=0.08 \quad (p=0.776).$$

$$\chi_1(\alpha^{AT,AV})=4.31 \quad (p=0.038), \quad \chi_1(\alpha^{AT,I})=3.88 \quad (p=0.048), \quad \chi_1(\alpha^{AV,I})=0.85 \quad (p=0.357).$$

$$\chi_1(\beta^{AT,AV})=1.11 \quad (p=0.293), \quad \chi_1(\beta^{AT,I})=0.74 \quad (p=0.391), \quad \chi_1(\beta^{AV,I})=4.03 \quad (p=0.045).$$

$$\chi_1(g^{AT,AV})=1.58 \quad (p=0.209), \quad \chi_1(g^{AT,I})=5.54 \quad (p=0.019), \quad \chi_1(g^{AV,I})=14.3 \quad (p=0.000).$$

$$\chi_2(A_0)=5.29 \quad (p=0.071), \quad \chi_2(\alpha)=4.95 \quad (p=0.084), \quad \chi_2(\beta)=4.34 \quad (p=0.114), \quad \chi_2(g)=15.4 \quad (p=0.000).$$

$$\chi(4)^{AT,AV}=7.78 \quad (p=0.100), \quad \chi(4)^{AT,I}=18.6 \quad (p=0.001), \quad \chi(4)^{AV,I}=16.3 \quad (p=0.003)$$

Col. 3: Estimación conjunta imponiendo que β es igual para los tres grupos de países, mientras que A_0 y α se impone que son iguales sólo para los países "avanzados" e "intermedios" y g se impone que es igual sólo para los países "avanzados" y "atrasados":

$$\chi_1(A_0)=6.32 \quad (p=0.012), \quad \chi_1(\alpha)=8.30 \quad (p=0.004), \quad \chi_1(g)=6.93 \quad (p=0.008), \quad \chi_3(A_0, \alpha, g)=16.7 \quad (p=0.001).$$

Col. 4: Estimación conjunta imponiendo que todos los parámetros son iguales.

Col. 5: Estimación conjunta sin restricciones sobre los parámetros:

$$\chi_1(A_0^{AT,AV})=4.99 \quad (p=0.026), \quad \chi_1(A_0^{AT,I})=4.62 \quad (p=0.032), \quad \chi_1(A_0^{AV,I})=0.25 \quad (p=0.616).$$

$$\chi_1(\alpha^{AT,AV})=9.83 \quad (p=0.002), \quad \chi_1(\alpha^{AT,I})=9.67 \quad (p=0.002), \quad \chi_1(\alpha^{AV,I})=0.18 \quad (p=0.669).$$

$$\chi_1(\beta^{AT,AV})=0.04 \quad (p=0.835), \quad \chi_1(\beta^{AT,I})=0.01 \quad (p=0.934), \quad \chi_1(\beta^{AV,I})=0.03 \quad (p=0.869).$$

$$\chi_1(g^{AT,AV})=8.17 \quad (p=0.004), \quad \chi_1(g^{AT,I})=5.68 \quad (p=0.017), \quad \chi_1(g^{AV,I})=0.18 \quad (p=0.673).$$

$$\chi_2(A_0)=5.06 \quad (p=0.079), \quad \chi_2(\alpha)=11.3 \quad (p=0.003), \quad \chi_2(\beta)=0.05 \quad (p=0.977), \quad \chi_2(g)=10.2 \quad (p=0.006).$$

$$\chi(4)^{AT,AV}=17.7 \quad (p=0.001), \quad \chi(4)^{AT,I}=37.2 \quad (p=0.000), \quad \chi(4)^{AV,I}=2.19 \quad (p=0.701)$$

Col. 6: Estimación conjunta imponiendo que β es igual para los tres grupos de países, mientras que A_0 , α y g se impone que son iguales sólo para los países "avanzados" e "intermedios":

$$\chi_1(A_0)=7.51 \quad (p=0.006), \quad \chi_1(\alpha)=30.6 \quad (p=0.000), \quad \chi_1(g)=5.82 \quad (p=0.016), \quad \chi_3(A_0,\alpha,g)=38.8 \quad (p=0.000).$$

Finalmente, las columnas 4, 5 y 6 del Cuadro 3.6 recogen los resultados que se obtienen para tres clubes, formados por siete países cada uno. La elección de los siete países que forman parte de cada grupo no se ha realizado de forma arbitraria, sino que se han empleado nuevamente los resultados de la estimación uniecuacional con los efectos fijos, representados en el Gráfico 3.3. Como ya se ha apuntado anteriormente, contrastar la hipótesis de igualdad entre todas las combinaciones posibles de coeficientes obtenidos para el efecto fijo en dicha estimación resulta un trabajo arduo y poco informativo. Sin embargo, es posible nuevamente seguir un proceso secuencial para agrupar dichas *dummies*, que aunque puede ser criticable, proporciona resultados ilustrativos. Concretamente se ha procedido de la siguiente forma: se contrasta si la *dummy* del país más avanzado según el *ranking* de los efectos fijos (EE.UU.) es estadísticamente igual a la del segundo país en el *ranking* (Luxemburgo). Si se acepta la hipótesis nula de igualdad, se impone una *dummy* conjunta para ambos países y se pasa a contrastar si el coeficiente del efecto fijo del tercer país es estadísticamente igual al de la *dummy* conjunta. De esta forma se van incluyendo países en la *dummy* conjunta, hasta que se encuentra uno en el que es posible rechazar la hipótesis nula. A partir de ahí se impone la *dummy* conjunta y se empieza el proceso de nuevo con los siguientes países en el *ranking*. La realización de este ejercicio permite agrupar los países en siete grupos distintos: un primer grupo de países más avanzados compuesto por tres miembros (EE.UU., Luxemburgo y Suiza), otros dos grupos de países intermedios con siete países cada uno (Canadá, Alemania, Francia, Japón, Suecia, Australia e Islandia en el primero de ellos y Dinamarca, Holanda,

Austria, Bélgica, Finlandia, Noruega e Italia en el segundo) y por último Nueva Zelanda y el Reino Unido, España e Irlanda, Portugal y Grecia y, finalmente, Turquía que formarían los cuatro últimos grupos. Una forma bastante razonable de emplear esta información es eliminar de la muestra de países al grupo de los tres más avanzados, formando en consecuencia tres grupos de siete países que nuevamente vamos a denominar avanzados, intermedios y atrasados. Esta forma de proceder tiende a reducir las posibles diferencias entre los países restantes, dado que estos tres países es indudable también que bajo cualquier criterio estarían siempre en el grupo de los más ricos. Los resultados que se presentan en las columnas 3, 4 y 5 tienden a confirmar de nuevo la existencia de dos tecnologías distintas. Además, en este caso, y a diferencia de resultados anteriores, es posible encontrar diferencias estadísticamente significativas en todos los coeficientes (con la excepción de β) entre los países atrasados y los otros dos grupos (en los que se acepta la igualdad de todos los coeficiente entre ellos). El resultado posiblemente más llamativo es que al eliminar de la muestra a los tres países posiblemente más avanzados, la tasa estimada de progreso técnico es estadísticamente igual entre los países intermedios y avanzados, pero distinta (menos de la mitad) a la de los países más atrasados. Este resultado parece indicar que el proceso de *catching-up* tecnológico ha sido especialmente fuerte entre un grupo más o menos amplio de países intermedios, que en alguna medida puede que no hallan conseguido acortar totalmente las distancias con los tres países "líderes". Los resultados reflejados en la columna 6, donde ya se han impuesto las restricciones que se derivan de los contrastes, vuelven a abundar en el

mismo patrón de resultados: coexisten a nivel de la OCDE dos clubes tecnológicos, con marcadas diferencias en los coeficientes técnicos. Ambos clubes convergen internamente de forma condicionada, si bien el proceso de convergencia es mucho más lento en los países más atrasados. Además, los coeficientes estimados para los países más avanzados alcanzan valores inverosímiles, que ponen en duda la validez del modelo de rendimientos constantes para este club.

Antes de concluir este análisis de robustez de los resultados, se va a presentar un ejercicio completamente distinto a las estimaciones de sistemas de ecuaciones anteriores. La idea es tratar de confrontar estos resultados, aunque de una forma no excesivamente elaborada, con otra metodología sobre la determinación de clubes de convergencia existente en la literatura. En concreto, en el trabajo de Ben-David (1994) se utiliza una metodología diferente a la de la estimación de ecuaciones de convergencia condicional, para determinar la existencia de clubes de convergencia en la muestra de países de Summers y Heston. La idea fundamental de Ben-David es utilizar plenamente la información temporal que proporcionan las series de renta per cápita, ya que al hacer el típico análisis de corte transversal o de "pool" de datos se descarta información relevante. En este sentido, Ben-David argumenta que es posible contrastar la existencia de convergencia a partir de la estimación de la siguiente ecuación, en la que se utilizan las series anuales de todos los países de la muestra:

$$(y_{i,t} - \bar{y}_t) = \phi (y_{i,t-1} - \bar{y}_{t-1}) \quad [3.18]$$

en donde $y_{i,t}$ es el logaritmo del output per cápita del país i en el año t , y la disparidad respecto a la renta per cápita media del grupo en el año t se define como la diferencia entre la renta del país i y el promedio \bar{y}_t . El parámetro ϕ es el coeficiente de convergencia, ya que recoge la velocidad de convergencia o de divergencia según su valor sea superior o inferior a la unidad¹²⁵. En el Cuadro 3.7 se han seleccionado algunos de los resultados que se derivan de estimar la ecuación [3.18] para distintos clubes tecnológicos, de los que se han determinado en las páginas anteriores. A diferencia de los resultados a escala mundial presentados por Ben-David¹²⁶, en la muestra de la OCDE el patrón general es obtener coeficientes $\hat{\phi}$ estimados inferiores a la unidad, lo que viene a confirmar la existencia de un claro patrón de convergencia (que además es "hacia arriba") dentro de la OCDE. En cualquier caso, los resultados del Cuadro 3.7 ofrecen una panorámica complementaria a la de la determinación de clubes tecnológicos que se ha hecho en los apartados anteriores de este capítulo. Como puede observarse al definir los

¹²⁵ A partir de dicho coeficiente se puede calcular tanto la velocidad implícita de convergencia, como el número de años que los países del grupo tardan en recorrer la mitad de la disparidad entre su posición en el momento t y la renta promedio (ambas magnitudes se recogen en el Cuadro 3.7).

¹²⁶ A escala mundial al emplear esta metodología sólo es posible encontrar evidencia en favor de la existencia de dos clubes de convergencia. Dichos clubes se encuentran ubicados en los dos extremos de la distribución de la renta, aunque el patrón de convergencia es distinto entre ellos. Los países más ricos muestran convergencia "hacia arriba" (*upwards convergence*), ya que los países más pobres de este grupo convergen hacia las rentas de los más ricos; mientras que el grupo de países más pobres muestra convergencia "hacia abajo" (*downward convergence*), al converger los países a los niveles de renta de los más pobres dentro del grupo.

Cuadro 3.7
Clubes de Convergencia (metodología de Ben-David (1994))

Grupos de Países:	$\hat{\phi}$	Velocidad (en %)	Vida Media (en años)
Clubes del Cuadro 3.1:			
AT (8 países)	0.978*	1.573	31.79
I (8 países)	0.961*	2.873	17.40
AV (8 países)	0.955*	3.298	15.16
AT+I(16 países)	0.979*	1.541	32.44
AT+AV (16 países)	0.980*	1.483	33.73
I+AV (16 países)	0.961*	2.848	17.55
AT+I+AV (24 países)	0.977*	1.625	30.77
Clubes del Cuadro 3.6 (Cols. 4, 5 y 6):			
AT (7 países)	0.976*	1.729	28.93
I (7 países)	0.962*	2.780	17.98
AV (7 países)	0.950*	3.729	13.41
AT+I(14 países)	0.979*	1.513	33.05
AT+AV (14 países)	0.978*	1.593	31.39
I+AV (14 países)	0.956*	3.223	15.51
AT+I+AV (21 países)	0.977*	1.696	29.48
5 países atrasados: (Esp, Gre, Irl, Por y Tur)			
	0.978*	1.641	30.48
3 países avanzados: (Sui, Lux y EE.UU.)			
	0.971*	2.147	23.28
8 países atrasados y avanzados: (Esp, Gre, Irl, Por, Tur, Sui, Lux y EE.UU.)			
	0.984*	1.172	42.65

NOTAS:

* Estadísticamente distinto de 1 (nivel de significación: 1%).

AT: países atrasados.

I: países intermedios.

AV: países avanzados.

grupos de países acorde a los resultados del criterio de selección de los clubes desarrollado en este capítulo, emerge un clarísimo *ranking* en cuanto a la velocidad de convergencia y a la "vida media" de cada uno de los grupos. Los países tecnológicamente más atrasados tiene una velocidad de convergencia intragrupo en torno al 1.5%, mientras que en general los países tecnológicamente intermedios y avanzados presentan velocidades de convergencia superiores al 2.5% (siendo mayor en los avanzados que en los intermedios). Además, cualquier combinación que introduzca a los países atrasados en el mismo grupo que los avanzados y/o los intermedios hace que la velocidad de convergencia global se sitúe en torno al 1.5%. En definitiva, cualquier grupo construido como combinación de los países avanzados e intermedios, implica que en dicho grupo se tardaría aproximadamente 15 años en recorrer la mitad de la distancia entre el nivel de renta corriente y la media del grupo. Sin embargo, cuando se ubica a los países atrasados conjuntamente en el mismo grupo que los avanzados y/o intermedios la "vida media" pasa a ser de aproximadamente 30 años. El caso más extremo que se ha recogido en el Cuadro 3.7, es el que resulta de analizar las tasas de convergencia y la "vida media" de un grupo de ocho países, formado por los tres más avanzados y los cinco más atrasados, bajo cualquier criterio de selección. La "vida media" para el grupo formado por estos ocho países sería de casi 43 años, que es el doble de tiempo de lo que tardarían en converger entre sí los tres países más avanzados en solitario.

Los resultados del ejercicio anterior, si bien no permiten establecer conclusiones acerca de las posibles diferencias en los coeficientes

tecnológicos (ya que simplemente no se estiman), sí que tienden a reafirmar los resultados sobre clubes obtenidos en este capítulo. En definitiva, la ecuación estimada [3.18] es una expresión bastante similar a una ecuación de convergencia absoluta y recuérdese que la velocidad de convergencia depende en el modelo neoclásico tanto de las tasas de crecimiento de la población, de depreciación y de progreso técnico, como de las participaciones de los factores (en la notación utilizada $\lambda = (1-\alpha-\beta)(n^*+g+\delta)$). En consecuencia, aunque la metodología de Ben-David no permite condicionar por la existencia de estados estacionarios distintos, los estimadores del coeficiente de convergencia (ϕ) obtenidos en el Cuadro 3.7, bien podrían estar recogiendo también diferencias sustanciales en los coeficientes tecnológicos (α , β y g) en la línea de los presentados en los Cuadros 3.3 a 3.6.

VI. Conclusiones.

Los resultados que se han presentado en las páginas anteriores son coherentes con la existencia de al menos dos tecnologías diferentes dentro de la OCDE (o dos clubes tecnológicos y/o de convergencia). Estas evidencias plantean dudas legítimas acerca de la interpretación realizada en trabajos previos, en lo que el supuesto de tecnología común se suele imponer, aunque no se presenten normalmente contrastes formales que así lo avalen. Algunas notables excepciones son los trabajos de Durlauf y Johnson (1992) y Ben-David (1994), que explican dichas diferencias a partir de la existencia de no-convexidades o efectos umbral en la función de producción, o el de Islam (1995) que controla en sus estimaciones por condiciones tecnológicas iniciales distintas entre países. En general estos autores apuntan a la existencia de algún tipo de efecto umbral en la acumulación de los factores productivos, de forma que los países se mueven hacia estados estacionarios distintos, incluso aunque sus tasas de acumulación pudieran no diferir.

En este tercer capítulo de la tesis se argumenta que este tipo de efectos umbral pueden no ser la única causa de las diferencias tecnológicas entre países. De hecho, aunque estos umbrales existan, es bastante posible que no sean la causa más importante de las diferencias tecnológicas, dado que pueden ser "traspasados" conforme pase el tiempo, a no ser que se definan en una forma ciertamente peculiar (en unidades de trabajo eficiente). En concreto, existe una amplia gama de razones teóricas que pueden explicar la

presencia de efectos específicos de país (invariantes o no en el tiempo), que pueden propiciar que los países tiendan a estados estacionarios realmente diferentes. Si de hecho, como parece ciertamente razonable, estos efectos fijos existen, y a no ser que esté operando un proceso efectivo de *catching-up* tecnológico, las diferencias en los niveles de productividad total de los factores podrían persistir y, en consecuencia, deberían de ser tenidos en cuenta en la especificación de los modelos empíricos. Además, la presencia de efectos específicos de país podría extenderse a cualquiera de los parámetros de la función de producción (de hecho, esta posibilidad se explorará en detalle en el próximo capítulo). Sin embargo, dado que la interpretación de estos efectos no es ambigua en lo que al término independiente de la ecuación de convergencia se refiere, en las páginas anteriores se ha diseñado un contraste del supuesto de tecnología común que se fundamenta en la existencia de diferencias en este término, y se lleva a cabo en dos etapas. En primer lugar, se seleccionan los países que pertenecen a los distintos clubes tecnológicos atendiendo a los valores estimados de la constante. En segundo lugar, se construye un sistema de ecuaciones de convergencia (una para cada club) y se contrasta formalmente qué parámetros son estadísticamente iguales entre los grupos de países. Además de contrastar diferencias significativas entre los coeficientes tecnológicos, los resultados obtenidos también sugieren que el modelo de crecimiento de rendimientos constantes de Solow no explica plenamente la evolución de largo plazo de las economías de la OCDE. Concretamente, si se excluye de la muestra a los países tecnológicamente más atrasados, los parámetros estimados alcanzan valores ciertamente inverosímiles, si bien la

tasa de convergencia entre los países restantes alcanza niveles extraordinariamente altos.

Los resultados presentados también sugieren que la presencia de una tasa positiva de convergencia en un grupo determinado de países, no debería ser tomada como evidencia en favor del modelo de rendimientos constantes a escala. La pregunta que de forma natural suscitan estos resultados es cómo reconciliar la existencia de una tasa de convergencia positiva a nivel de toda la OCDE, con la presencia de al menos dos clubes tecnológicos bien definidos. Una primera posibilidad es la existencia de un proceso genuino de *catching-up* tecnológico. Si este tipo de fuerzas están realmente actuando, los países más atrasados podrían reducir e incluso cerrar la brecha con los países tecnológicamente más avanzados, no sólo manteniendo tasas de ahorro más elevadas, sino también introduciendo innovaciones a tasa más rápidas. En este caso, con el tiempo todas las economías podrían alcanzar la misma frontera tecnológica¹²⁷. Otra posibilidad es que el proceso de convergencia no sea más que un efecto muestral, de forma que los países pobres han conseguido acortar en parte la amplia brecha tecnológica, a tasas muy elevadas al principio, aunque decrecientes en el tiempo. En consecuencia,

¹²⁷ Se podría definir una ecuación de *catching-up* como:

$$g_{it} = \bar{g} + \varepsilon(B_{it}^{\max} - B_{it})$$

En la literatura del crecimiento endógeno se ha considerado esta posibilidad en modelos Norte-Sur (Grossman y Helpman (1991e)), en los que el Norte innova y el Sur puede introducir dichas innovaciones a una tasa más rápida. No se va a perseguir este tipo de posibilidad en esta tesis, si bien recuérdese que en los resultados de las estimaciones se ha encontrado evidencia de la existencia de diferentes valores estimados de "g", aunque no en la dirección que sugiere la ecuación de *catching-up*.

las diferencias económicas entre ricos y pobres podrían llegar a estabilizarse en niveles inferiores, aunque todavía significativos, a los existentes en 1960. En cualquier caso, los resultados plantean dudas razonables sobre la utilización de bases de datos multi-país para estimar parámetros estructurales comunes, pero que en realidad podrían presentar una variación considerable entre países. La implicación de política económica más importante que se deriva del análisis efectuado es que los países atrasados podrían necesitar esfuerzos suplementarios en la acumulación de factores, no sólo para acelerar su convergencia real con los países más ricos, sino incluso para tener acceso a niveles de renta de estado estacionario similares. Si la presencia de efectos fijos es relevante, podría existir margen para llevar a cabo políticas diseñadas para resolver las causas estructurales del atraso económico, aunque con los resultados anteriores no se puede extraer la conclusión de que esto sea necesariamente cierto, ya que no permiten discriminar de forma precisa las causas últimas de este atraso relativo.

Existen dos extensiones naturales al trabajo presentado en las anteriores páginas. En primer lugar, aunque la evidencia empírica muestra que los resultados obtenidos a partir de la estimación de ecuaciones de convergencia son muy robustos a la variable dependiente utilizada, la utilización del PIB por trabajador en lugar del PIB per cápita podría alterar o matizar algunas de las conclusiones. Aunque no se va a seguir este tipo de extensión, obsérvese que los resultados presentados hasta ahora indican que la tecnología "estimada" es menos fiable en aquellos países caracterizados por

tasas menores de desempleo y menor varianza del mismo (es decir, los países más avanzados). En los países más pobres, en los que el desempleo ha aumentado considerablemente a lo largo del periodo muestral, los parámetros estimados son mucho más razonables. La hipótesis es que pese a todo el cambio de la definición de la variable dependiente, no debería afectar sustancialmente a los resultados que apuntan a la inadecuación del modelo de rendimientos constantes para explicar el comportamiento de largo plazo de los países más avanzados. Una segunda extensión, que es la que se va a abordar en el Capítulo 4 de esta tesis, estaría dirigida a explotar más eficientemente la estructura de panel de la base de datos, de forma que esto permita extender la presencia de los efectos específicos de país a todos los coeficientes estimados. Como veremos se van a abordar fundamentalmente dos cuestiones a partir de otro tipo de técnicas econométricas. La primera es abundar en el tratamiento de la heterogeneidad de los coeficientes (con lo que se amplía o complementa el análisis efectuado en este capítulo). La segunda va más allá, planteando si las técnicas econométricas empleadas habitualmente en la literatura, así como en éste y los capítulos anteriores, producen estimadores de los parámetros relevantes realmente consistentes, cuando se aborda plenamente el problema de la heterogeneidad de los mismos.

Capítulo 4:

**Campos de Datos y Ecuaciones de Convergencia:
El Estimador de Medias de Grupos (MGE).**

I. Introducción.

La literatura del crecimiento económico ha discurrido por dos caminos aparentemente poco relacionados. Por un lado, los trabajos en los que se presentan modelizaciones teóricas se han ocupado fundamentalmente de construir modelos de un único agente operando en economías representativas. Por otra parte, la contrapartida empírica a dichos modelos se ha fundamentado en la disponibilidad de datos para contrastar las proposiciones más relevantes, datos que como ya se ha comentado en capítulos anteriores provienen básicamente de bases multi-país construídas, en muchos casos, expresamente para poder realizar comparaciones internacionales. La evidencia en favor del modelo neoclásico de crecimiento exógeno proviene de la estimación de ecuaciones de convergencia, como ya se ha explicado profusamente en los capítulos precedentes. En dichas estimaciones el supuesto de igualdad de los coeficientes estimados es habitualmente impuesto, aunque raramente contrastado. Dada la indudable dimensión de largo plazo del problema del crecimiento, los investigadores han tomado medias de amplios periodos de tiempo para separar los movimientos de largo plazo de los de corto plazo en las series económicas. Debido a la pérdida de grados de libertad que dicha forma de proceder impone, los economistas se han visto obligados a utilizar bases de datos multi-país, descartando el análisis individual para cada una de las economías. No obstante, este tipo de prácticas impone necesariamente asumir que todas las observaciones de cada uno de los países o regiones son realizaciones de una única población y que

los parámetros en las estimaciones pueden ser recuperados con técnicas y métodos econométricos convencionales.

La gran mayoría del trabajo empírico realizado en este área se ha centrado en la estimación de ecuaciones de convergencia, basadas en cortes transversales de datos contruídos a partir de medias de series temporales. No obstante, algunos autores también han explotado la dimensión temporal de los datos construyendo "pooles" de datos para periodos de tiempo más cortos e, incluso, empleando técnicas de panel de datos, para tener en cuenta la presencia de efectos inobservados específicos de cada país (véase por ejemplo Cohen (1993), Knight, Loayza y Mendoza (1992), Andrés, Doménech y Molinas (1995)). Los resultados de las estimaciones en estos trabajos difieren sustancialmente de los obtenidos convencionalmente a partir de ecuaciones de convergencia con datos de corte transversal, aunque vienen a confirmar ampliamente la capacidad del modelo aumentado de Solow para explicar la evolución de largo plazo de distintos grupos de países y regiones.

El supuesto de homogeneidad de los parámetros entre los países es de crucial importancia en esta literatura, como ya hemos podido comprobar en el capítulo anterior. Si dicho supuesto se cumple, bajo diferentes supuestos sobre la naturaleza de la relación existente entre la distribución de los coeficientes y las variables, existirán distintas técnicas de estimación que pueden llevarnos a resultados bastante diferentes. La estimación de cortes transversales o los métodos de "pooles" de datos permiten obtener

estimadores insesgados si los regresores son estrictamente exógenos y los coeficientes difieren aleatoriamente de unos países o regiones a otros, además de ser independientes de los regresores. Si el modelo a estimar es dinámico las estimaciones de corte transversal sólo producen estimadores consistentes si están basadas en medias de largos periodos de tiempo y, adicionalmente, si se cumplen toda una serie de supuestos en absoluto triviales sobre la relación entre coeficientes, regresores y término de error. Si no es este el caso y la heterogeneidad de los parámetros estimados va más allá del término de la constante, incluso los métodos o técnicas habituales de estimación de paneles son inapropiados para recuperar consistentemente los parámetros de interés.

En el Capítulo 3 ya se ha presentado evidencia de la existencia de diferencias sistemáticas en los parámetros tecnológicos en la muestra de países de la OCDE. También hemos comprobado, que una vez se tienen en cuenta estas diferencias al estimar ecuaciones de convergencia, la tecnología de rendimientos constantes a escala queda en entredicho y la velocidad de convergencia es significativamente distinta de unos clubes de convergencia a otros. En este capítulo se van a extender dichos resultados, haciendo uso de una técnica econométrica formalizada recientemente por Pesaran y Smith (1995). Concretamente se pretende investigar en qué medida sobreviven los valores estimados de los parámetros a una serie de técnicas de estimación alternativas, que imponen a priori muchos menos supuestos sobre la distribución de los parámetros entre los países.

En el siguiente apartado de este capítulo se va a estimar la ecuación de convergencia para la muestra de la OCDE empleando diferentes técnicas econométricas. Se compararán los resultados de la estimación de un corte transversal para los 24 países, con los de la estimación de un "pool" de datos con diferentes dimensiones temporales y la estimación de modelos en los que se tiene en cuenta la presencia de efectos individuales propios de cada país. Como veremos, se van a considerar datos anuales para las variables desde 1960 a 1993, de forma que se aproveche totalmente la dimensión temporal de los datos. Posteriormente se procederá a dar una explicación del uso de los datos de esta forma, aunque como veremos también se van a presentar algunos resultados para un conjunto de datos anuales que previamente habrán sido filtrados, utilizando técnicas convencionales, para eliminar las fluctuaciones cíclicas de corto y medio plazo. Con alguna excepción que se comentará oportunamente, la mayoría de las técnicas de estimación que se emplean producen resultados muy similares en lo que a los parámetros relevantes del modelo concierne.

El tercer apartado de este capítulo estará dedicado a la obtención de estimadores consistentes de los coeficientes promedio para la muestra de la OCDE. Para ello, se va a utilizar el estimador de medias de grupos (*Mean Group Estimator*, MGE) tal y como ha sido propuesto por Pesaran y Smith (1995). Entre los resultados más destacables que se obtendrán destaca el hecho de que el modelo de crecimiento exógeno mantiene una importante capacidad explicativa una vez se tiene en cuenta la heterogeneidad de los parámetros estimados, no sólo en lo que al término constante se refiere,

sino también respecto a los coeficientes del resto de las variables explicativas. Sin embargo, merece la pena destacarse, que dichas estimaciones implican una velocidad promedio de convergencia de los países muy superior al 2.0 por cien universalmente aceptado¹²⁸.

El cuarto apartado se ocupa de estudiar en profundidad si las condiciones bajo las que el MGE produce estimadores consistentes de los parámetros promedio se satisfacen en nuestra muestra. Caso de ser así, como posteriormente se comprobará, será posible efectuar inferencia estándar con los coeficientes estimados a partir de esta técnica econométrica.

La última parte del capítulo presenta algunas de las conclusiones más importantes que se derivan de los ejercicios realizados. Concretamente, se llama la atención sobre el hecho de que algunos de los coeficientes estimados fundamentados en la utilización de bases de datos multi-país podrían no ser estimadores consistentes de los verdaderos parámetros. De hecho, uno de los mensajes más claros que se deriva de la realización de los ejercicios de este capítulo sugiere la necesidad de prestar mucha más atención a las características específicas de los países o regiones que forman la muestra. A modo de ejemplo ilustrativo baste con destacar, que el resultado ampliamente aceptado en la literatura de crecimiento de una

¹²⁸ En Marcet y Canova (1995) se obtienen resultados muy similares respecto a la velocidad de convergencia, aunque a partir de técnicas de análisis bayesiano. La fundamentación del análisis propuesto por estos autores está muy en la línea de los argumentos que se van a presentar a lo largo de este capítulo.

velocidad de convergencia promedio de los países en torno al 2.0 por cien, no es posible obtenerlo una vez se tiene en cuenta y se aborda plenamente la existencia de heterogeneidad generalizada de los parámetros.

II. Planteamientos econométricos alternativos del modelo de convergencia.

La propiedad de punto de silla implícita al modelo de crecimiento de rendimientos constantes a escala ha sido incorporada en la literatura empírica del crecimiento económico reciente como la proposición de convergencia. El modelo de convergencia, como ya se explicó en las primeras páginas de este trabajo, ha sido estimado para un amplio rango de países y regiones, utilizando técnicas econométricas muy diversas. Aunque muchas de las restricciones del modelo no han sido contrastadas formalmente (tarea ésta que se ha abordado en el Capítulo 3), los datos parecen sugerir la existencia de una tecnología bien comportada de rendimientos constantes en capital (tanto físico, como humano) y trabajo eficiente. Por otra parte, las diferencias entre países en sus tasas de acumulación parecen explicar la parte más importante de las diferencias de carácter permanente que existen entre los países, al tiempo que dichas economías retornan a una velocidad anual promedio del 2.0 por cien a sus niveles de estado estacionario, una vez que, por la razón que sea, se han visto desplazadas de él. Sin embargo, la cuestión de si dichos valores se derivan efectivamente de estimadores consistentes de la tasa promedio de convergencia, o de otros parámetros cuando se utilizan bases de datos multi-país, depende crucialmente de los supuestos que se hagan acerca de la distribución de los parámetros entre los países.

Genéricamente, cuando los investigadores macroeconómicos disponen de

estructuras de datos de tipo panel, esto les permite identificar toda una serie de efectos, imposibles de captar utilizando únicamente cortes transversales o series temporales de datos. En la actualidad es bastante frecuente disponer de bases de datos internacionales, en las que tanto la dimensión temporal, T , y el tamaño del grupo de países, N , son bastante grandes y comparables en magnitud entre sí. Quah (1993b) bautizó a dichas estructuras de datos como "campos de datos"¹²⁹ (*data fields*), para distinguirlos del típico panel microeconómico, en el que la dimensión temporal, T , es pequeña en comparación con la del grupo, N . Muchas de las técnicas de estimación de panel han sido tradicionalmente diseñadas para explotar básicamente la dimensión de corte transversal de los datos, lo que implícitamente implica que la única fuente de heterogeneidad existente es introducida en los modelos estimados a partir de diferencias en el término independiente (la constante). Los coeficientes del resto de variables explicativas (las pendientes) se supone que son homogéneos para todos los individuos. Sin embargo, si T es lo suficientemente grande, también es posible introducir heterogeneidad en las pendientes y, consecuentemente, realizar contrastes apropiados a la búsqueda de diferencias en los coeficientes de las demás variables explicativas.

La práctica habitual en la literatura empírica del crecimiento económico ha sido no reconocer esta estructura de campo de datos, por lo que la gran

¹²⁹ El término concreto en inglés es el de *data fields* o el de *random fields*. A lo largo del Capítulo se va a utilizar normalmente la expresión "campo de datos".

mayoría de los trabajos han descartado información potencialmente muy útil al tomar medias en el tiempo, estimando cortes transversales o "pooles" de datos con unas pocas observaciones de promedios temporales. La justificación para este tipo de prácticas ha consistido en plantear que de esta forma se aborda correctamente el problema del crecimiento económico, que fundamentalmente tiene que ver con hechos que hacen referencia a las bajas frecuencias de las series macroeconómicas, por lo que dichas series deben de ser filtradas para eliminar el efecto de las fluctuaciones macroeconómicas de corto y medio plazo. Existen, sin embargo, algunas buenas razones para explotar plenamente toda la información temporal e individual contenida en un campo de datos.

La primera de estas razones tiene una índole teórica y ha sido convincentemente destacada por Quah (1993). La propiedad de convergencia y, de hecho, la mayoría de las proposiciones que se derivan de los modelos teóricos de crecimiento económico, es una propiedad específica de cada país individualmente, que no puede ser extrapolada con facilidad a casos en los que se estudia el comportamiento de grupos de países. La convergencia al estado estacionario es, en este sentido, una propiedad del proceso de ajuste del modelo de crecimiento económico que es propia e idiosincrática de cada país individualmente (al igual que la velocidad de convergencia). El problema radica en que dicha propiedad es difícil de contrastar utilizando únicamente datos de serie temporal de un único país. La razón es que una vez se ha procedido a separar las fluctuaciones de corto y medio plazo, de los movimientos de largo plazo de las series, a partir de la práctica habitual

de tomar medias temporales, dejando al investigador con demasiadas pocas observaciones para estimar adecuadamente los parámetros del modelo. En definitiva, esto lleva a la necesidad de juntar países en los modelos de regresión estimados, suponiendo implícitamente que los datos así empleados son realizaciones de una misma población. No obstante, esta forma de proceder no está exenta de críticas, dado que supone que los parámetros del modelo pueden ser consistentemente estimados con técnicas econométricas estándar (cortes transversales, "pooles" de datos o técnicas de tratamiento de paneles de datos). Pesaran y Smith (1995) han demostrado que todas las técnicas convencionales citadas, al imponer supuestos realmente fuertes acerca de la homogeneidad de los coeficientes sin contrastarlos explícitamente, pueden conducir a resultados realmente contradictorios sobre los verdaderos coeficientes, a no ser que se cumplan toda una serie de supuestos no triviales. Adicionalmente, Quah (1993) ha mostrado cómo el valor de la velocidad de convergencia, estimada a partir de técnicas convencionales con datos promediados, padece del problema de reversión a la media conocido en la literatura como la *falacia de Galton*.

Por otra parte, las prácticas habituales para estimar ecuaciones de convergencia también pueden ser criticadas por razones puramente empíricas. Los problemas comentados en el párrafo previo pueden ser abordados convenientemente si se dispusiera realmente de un campo de datos, con las características citadas con anterioridad. Pero, ¿constituye la base de datos para la OCDE con la que estamos trabajando un verdadero campo de datos? La respuesta es inequívocamente que sí, siempre y cuando se esté dispuesto a

explotar las dos dimensiones, individual y temporal, de las bases de datos multi-país. De hecho, nótese que al tomar medias temporales de todos los países, reduciendo la información a una única observación de corte transversal (lo que no es más que una forma de filtrar o suavizar las series), es tanto como suponer implícitamente que dichas series tienen una tendencia lineal¹³⁰. Si la tasa de crecimiento fuera estocástica dicho procedimiento de suavizado de las series no sería adecuado y a nadie escapa que existen otras técnicas de filtrado que resultarían más convenientes. De hecho, no existen razones importantes ni teóricas, ni empíricas por las que la utilización de otras técnicas de filtrado de las series, incluyendo incluso el uso de los propios datos originales, deban llevar a obtener resultados de las estimaciones mejores o peores. A modo de ejemplo, baste citar que existen toda una serie de procedimientos ampliamente aceptados por la profesión, aunque no exentos de problemas, para eliminar las fluctuaciones cíclicas de las series (e.g. la construcción de medias móviles, la utilización del filtro de Hodrick y Prescott o el procedimiento de Beveridge y Nelson). Aunque ninguna de estas técnicas es plenamente satisfactoria no existen razones por las que quepa esperar resultados peores en las estimaciones¹³¹, que los obtenidos a partir de los métodos

¹³⁰ De forma similar, tomar medias por ejemplo de cinco años supone permitir cambios en la tasa determinística de crecimiento subyacente.

¹³¹ Tal y como ha apuntado Romer (1989): "Para el estudio de la teoría del crecimiento, eliminar la variación de altas frecuencias de las series puede introducir ineficiencias, pero existe poca evidencia de que la forma en la que se haga perjudique las conclusiones que se pueden obtener. Independientemente de cómo se elija filtrar los datos, las tendencias de largo plazo están claras".

convencionales de tomar medias de cinco, diez o treinta años. El planteamiento que se va a abordar en este capítulo es explotar la base de datos de la OCDE con la que estamos trabajando propiamente como un campo de datos, de forma que se va a evitar la utilización de métodos convencionales de promediado de los datos (tal y como se ha hecho en el Capítulo 3) que reducen drásticamente T . El trabajar de esta manera va a permitir hacer contrastes explícitos de homogeneidad de los coeficientes estimados entre países, así como obtener los parámetros estimados en la ecuación de convergencia para la OCDE, como los coeficientes promedio de las regresiones individuales para cada país.

Para fijar ideas consideremos nuevamente la ecuación básica de convergencia condicional, expresada en notación habitual:

$$\Delta y_{it} = \pi_{i0} + \pi_{i1} y_{i,t-\tau} + \pi_{i2} s_{it}^* + \pi_{i3} n_{it}^* + \pi_{i4} h_{it}^* + \pi_{i5} \text{Tendencia} + \varepsilon_{it} \quad [4.1]$$

$$i=1,2,\dots,N, t=1,2,\dots,T.$$

donde los coeficientes π_i se supone que pueden variar entre individuos (países en nuestro caso) de acuerdo con¹³²:

¹³² Nótese que ésta es la formulación estándar de un Modelo Dinámico de Coeficientes Aleatorios (*Dynamic Random Coefficient Model*), que introduce heterogeneidad de los parámetros a partir de los coeficientes η_{is} .

Implícitamente se está suponiendo que los datos han sido generados por un conjunto de interrelaciones, de las que se derivan coeficientes que son constantes a lo largo del tiempo, pero que varían entre individuos (países) de forma aleatoria y que la distribución de los coeficientes es independiente de los regresores. Tal y como argumentan Pesaran y Smith (1995) el supuesto de aleatoriedad se hace por conveniencia, aunque los resultados sobre consistencia de los estimadores no se verían afectados si

$$\pi_{is} = \pi_s + \eta_{is} \quad \forall i,s,$$

en donde y es la renta per cápita, s^* es la tasa de inversión, h^* es la tasa de acumulación de capital humano, n^* es la tasa aumentada de crecimiento de la población, τ recoge la dimensión temporal considerada (por ejemplo $\tau=1$ en datos anuales, o $\tau=5$ en datos que son promedios quinquenales) y la variable *Tendencia* capta el efecto del progreso tecnológico exógeno. Los parámetros π_{is} y sus valores promedio (π_s) son los que van a ser objeto de interés. Si dichos parámetros son homogéneos para todos los países (esto es, si $\eta_{is}=0 \forall i,s$), o si las η_{is} se distribuyen con media cero y varianzas constantes, entonces un estimador consistente de π_s será también un estimador consistente de cada uno de los π_{is} . Si no se cumple ninguno de los supuestos mencionados, entonces el parámetro promedio puede aportar muy poca información de utilidad. Bajo el supuesto de homogeneidad de los parámetros la estimación del parámetro promedio es una cuestión bastante trivial, que puede ser abordada de diferentes maneras. De no ser así, la manera de obtener estimadores consistentes de los π_s es mucho más dificultosa y dependerá fundamentalmente de la dimensión temporal con la que se disponga (es decir, del tamaño de T). Si T no es muy grande, entonces sencillamente no se dispone de suficiente número de observaciones, por lo que o se supone la existencia de homogeneidad de los parámetros, o se debe abandonar el propósito de estimar el sistema [4.1] de forma conjunta. Si T es lo

los coeficientes fueran fijos, aunque cambiantes entre individuos. Respecto a la independencia entre coeficientes y regresores posteriormente se volverá sobre ello.

suficientemente grande, entonces se puede optar por imponer homogeneidad de los parámetros o no hacerlo. La gran ventaja de un campo de datos, en el que N y T tienen dimensiones parecidas y son razonablemente grandes, es que se puede relajar precisamente el supuesto de homogeneidad y realizar los contrastes estadísticos oportunos sobre su idoneidad.

Hay que resaltar que en la ecuación [4.1] se está permitiendo que las variables que aproximan el estado estacionario de los países, como las tasas de acumulación y la tasa de crecimiento de la población, puedan cambiar en el tiempo. Habitualmente la estimación de ecuaciones de convergencia se ha realizado suponiendo que dichas variables pueden variar entre individuos, pero que son constantes en el tiempo. Sin embargo, no existe una razón evidente para suponer que el estado estacionario no haya cambiado en un periodo aproximado de 35 años, como el que se está considerando. Por ejemplo, en el Cuadro 2.1 se podía observar como los ratios Inversión/PIB eran 18.3% y 16.0% en la OCDE y la Unión Europea en la década de 1975 a 1985, mientras que ambos datos eran 19.9% y 18.1% en promedio en el resto de periodos. La especificación de la ecuación de convergencia [4.1] permite tener en cuenta de forma adecuada dichos cambios en los estados estacionarios.

Cuando se utilizan las bases de datos multi-país para estimar ecuaciones de convergencia, el promediado de los datos tiene el efecto de "reducir" dichas muestras a un formato similar al de cualquier otra muestra, típicamente las

utilizadas en análisis microeconómico, en las que T es pequeño¹³³ en relación a N . Esta práctica hace difícil que se pueda estimar teniendo en cuenta la presencia de efectos individuales específicos que vayan más allá del término independiente de la ecuación. Tal y como se ha discutido extensamente en el Capítulo 3, existen profundas razones teóricas para que quepa esperar que no sólo el término independiente, sino los coeficientes de las pendientes presenten variabilidad entre países. De hecho, cuando se estimaban ecuaciones de convergencia para distintas submuestras, o clubes tecnológicos, se ha comprobado en el capítulo anterior cómo se rechazaba sin paliativos la hipótesis nula de homogeneidad de los parámetros, confirmando los resultados obtenidos por Durlauf y Johnson (1992). Es más, los coeficientes promedio también difieren sustancialmente de los obtenidos a partir de la estimación de la muestra completa de países de la OCDE. Pesaran y Smith (1995) discuten en su trabajo bajo que circunstancias es posible recuperar consistentemente los parámetros de interés en un campo de datos y cuan apropiadas son para cumplimentar dicho objetivo las diferentes técnicas econométricas comúnmente utilizadas en la literatura empírica del crecimiento económico. Esas técnicas son la estimación de cortes transversales, los "pooles" de datos imponiendo homogeneidad de los coeficientes y los modelos de efectos fijos o aleatorios. Todos estos modelos imponen homogeneidad de todos los parámetros entre los países de la muestra, con la excepción en algunos casos de un efecto temporal invariante.

¹³³ Habitualmente no más allá de cinco o seis observaciones temporales para cada individuo.

Si realmente se dispone de una muestra con estructura de campo de datos, es factible realizar regresiones separadas para cada país, de forma que los coeficientes pueden ser calculados como promedios de los parámetros individuales ($N^{-1}\sum \hat{\pi}_{is}$), lo que constituyen estimadores consistentes de los verdaderos π_s . Sin embargo, antes de utilizar las observaciones anuales desde 1960 hasta 1993 para los 24 países de la OCDE, parece conveniente tratar de comprobar si la forma en la que se filtran o suavizan los datos tiene alguna relevancia sobre los coeficientes estimados a partir de las técnicas econométricas al uso. Dado que posteriormente se va a emplear un método de estimación diferente (el MGE), que utiliza la información de forma distinta, vamos a empezar centrándonos en los resultados que se obtienen en función de la técnica de filtrado de los datos, al estimar la ecuación de convergencia a partir de cortes transversales, "pooles" de datos y métodos de panel. En concreto, se va a hacer uso de tres métodos distintos para eliminar el componente cíclico a las series de datos¹³⁴. El primer método no es en realidad tal, ya que simplemente se toman los datos originales (DO) sin ningún tipo de manipulación, por lo que en este caso las series anuales permanecen "contaminadas" por el ciclo económico. El segundo procedimiento que se va a utilizar consiste en tomar medias móviles de cinco años (MM). La elección de esta dimensión temporal es puramente arbitraria, aunque parece existir un cierto consenso en muchos países de que el ciclo económico tiene una amplitud aproximada de cuatro o cinco años. Por último, se han filtrado

¹³⁴ Un método alternativo es el utilizado por Holtz-Eakin (1992), que obtiene proxies anuales para las variables de estado estacionario de las regiones Norteamericanas tomando medias desde t_0 hasta t para cada año t .

las series utilizando el conocido método de Hodrick y Prescott¹³⁵, tomándose la tendencia ajustada como una aproximación al estado estacionario (HP)¹³⁶. Dada la gran aceptación y profusa utilización de los residuos obtenidos a partir del citado filtro en la literatura empírica de análisis de las fluctuaciones cíclicas, esta forma de alisar las series parece un procedimiento natural para captar las fluctuaciones de largo plazo o el ajuste a la senda de crecimiento de los países.

En el Cuadro 4.1 se presentan los resultados de las estimaciones del modelo de convergencia básico, utilizando distintas técnicas para cada uno de los tipos de datos (DO, MM y HP). La ecuación se ha estimado de cuatro formas diferentes. En las columnas 1 a 3 del Cuadro 4.1 se presentan los resultados de estimar por MCO un corte transversal para las medias temporales de los tres tipos de series de datos. En las columnas 4 a 7 se combinan los datos de corte transversal, con la dimensión temporal para todos los países de la OCDE (la columna 4 utiliza seis observaciones promedio de cinco años para los datos originales, mientras que las columnas 5, 6 y 7 emplean todas las

¹³⁵ Con la excepción de la proxy del capital humano, que ha sido construida a partir de las observaciones existentes, que tienen periodicidad cada cinco años. La serie anual de dicha variable es, por lo tanto, algo muy similar a una tendencia con pendiente cambiante cada cinco años, por lo que no parece muy razonable intentar ningún tipo de alisado adicional de los datos.

¹³⁶ Véase Prescott (1986) para una descripción detallada de este método. Dada la dimensión anual de los datos con los que trabajamos, se ha elegido un valor de 400 para el multiplicador de Lagrange de la restricción. En Nicoletti y Reichlin (1993) se puede encontrar una comparación exhaustiva entre el filtro de Hodrick-Prescott y otros métodos de filtrado, como el procedimiento de Beveridge y Nelson.

Cuadro 4.1

Ecuación de Convergencia: Estimaciones de Corte Transversal y Pools de Datos

	1*	2**	3***	4*	5*	6**	7***
Const.	-0.093 (2.49) [†]	-0.099 (2.84) [†]	-0.103 (2.99) [†]	0.156 (1.23) [†]	-0.107 (3.33)	-0.135 (5.53)	-0.086 (9.18)
$\log(y_{i-1}^i)$	-0.020 (5.12) [†]	-0.019 (5.78) [†]	-0.019 (5.36) [†]	-0.106 (4.24) [†]	-0.022 (6.65)	-0.017 (8.12)	-0.017 (18.4)
$\log(I/Y)_i^i$	0.017 (2.51) [†]	0.019 (2.99) [†]	0.019 (3.02) [†]	0.073 (2.97) [†]	0.012 (2.79)	0.015 (5.24)	0.019 (15.3)
$\log(n+g+\delta)_i^i$	-0.024 (2.25) [†]	-0.024 (2.04) [†]	-0.026 (2.41) [†]	-0.044 (3.10) [†]	-0.042 (3.86)	-0.056 (6.24)	-0.030 (9.17)
$\log(\text{Her2})_i^i$	0.011 (1.60) [†]	0.011 (1.78) [†]	0.010 (1.62) [†]	0.017 (0.44) [†]	0.010 (1.98)	-0.002 (0.42)	0.005 (3.35)
Tendencia				-0.827 (1.64) [†]	-0.075 (5.55)	-0.055 (5.85)	-0.045 (12.0)
λ_{imp}	0.020	0.019	0.019	0.022	0.022	0.017	0.017
R ² Ajust.	0.559	0.569	0.596	0.343	0.199	0.290	0.653
σ	0.0052	0.0051	0.0048	0.0601	0.0243	0.0129	0.0067
N.O.	24	24	24	120	720	576	720

Notas: Variable Dependiente : $\log(y_i^i/y_{i-1}^i)$.

Método de Estimación: Cols. 1, 2, 3: MCO, datos de corte transversal; Col. 4: Variables Instrumentales, "pool" de datos de medias quinquenales; Cols. 5, 6, 7: Variables Instrumentales, "pool" de datos anuales.

Instrumentos en Col. 4: $\Delta \log(y_{i-1}^i)$, $\log(y_{i-1}^i)$, $\log(I/Y)_{i-1}^i$, $\log(n+g+\delta)_{i-1}^i$, $\log(\text{Her2})_i^i$, constante y tendencia.

Instrumentos en Cols. 5 y 7: $\Delta \log(y_{i-1}^i)$, $\Delta \log(y_{i-2}^i)$, $\Delta \log(y_{i-3}^i)$, $\log(y_{i-1}^i)$, $\log(I/Y)_{i-1}^i$, $\log(I/Y)_{i-2}^i$, $\log(I/Y)_{i-3}^i$, $\log(n+g+\delta)_{i-1}^i$, $\log(n+g+\delta)_{i-2}^i$, $\log(n+g+\delta)_{i-3}^i$, $\log(\text{Her2})_{i-1}^i$, $\log(\text{Her2})_{i-2}^i$, $\log(\text{Her2})_{i-3}^i$, constante y tendencia.

Instrumentos en Col. 6: $\Delta \log(y_{i-5}^i)$, $\Delta \log(y_{i-6}^i)$, $\Delta \log(y_{i-7}^i)$, $\log(y_{i-1}^i)$, $\log(I/Y)_{i-5}^i$, $\log(I/Y)_{i-6}^i$, $\log(I/Y)_{i-7}^i$, $\log(n+g+\delta)_{i-5}^i$, $\log(n+g+\delta)_{i-6}^i$, $\log(n+g+\delta)_{i-7}^i$, $\log(\text{Her2})_{i-5}^i$, $\log(\text{Her2})_{i-6}^i$, $\log(\text{Her2})_{i-7}^i$, constante y tendencia.

Muestra: i : 1,...,24; t : 1961,62,...,93. *Datos Originales; **Medias Móviles de cinco años; ***Datos filtrados con Hodrick-Prescott (excepto Her2); [†]Corregidos por heteroscedasticidad (método de White).

Cuadro 4.1 (Continuación)

Ecuación de Convergencia: Estimaciones de Corte Transversal y Pooles de Datos

	8*	9**	10***	11*	12**	13***
Const.				-0.128 (4.36)	-0.049 (2.08)	-0.001 (0.07)
$\log(y_{t-1}^i)$	-0.069 (7.26)	-0.062 (10.5)	-0.038 (17.2)	-0.024 (6.85)	-0.024 (8.56)	-0.026 (14.9)
$\log(I/Y)_i^i$	0.036 (5.20)	0.025 (5.29)	0.011 (5.63)	0.024 (5.57)	0.022 (6.49)	0.014 (7.19)
$\log(n+g+\delta)_i^i$	-0.047 (3.92)	-0.002 (0.02)	-0.013 (2.98)	-0.044 (4.76)	-0.017 (2.35)	-0.022 (5.01)
$\log(\text{Her}2)_i^i$	0.002 (0.23)	0.0006 (0.15)	-0.003 (2.23)	0.006 (1.15)	0.006 (1.64)	-0.003 (1.78)
Tendencia	0.084 (2.98)	0.088 (4.97)	0.028 (4.39)	-0.051 (4.00)	-0.029 (2.96)	-0.006 (1.08)
λ_{imp}	0.072	0.064	0.039	0.024	0.025	0.027
R ² Ajust.	0.227	0.403	0.753	0.216	0.363	0.724
σ	0.0235	0.0112	0.0049	0.0240	0.0117	0.0052
N.O.	792	672	792	792	672	792

Notas: *Variable Dependiente:* $\log(y_i^i/y_{t-1}^i)$.

Método de Estimación: Cols. 8, 9, 10: efectos fijos, estimador intra-grupos; Cols. 11, 12, 13: efectos aleatorios, estimador de MCG.

Muestra: i: 1,...,24; t: 1961,62,...,93.

*Datos Originales; **Medias Móviles de cinco años; ***Datos filtrados con Hodrick-Prescott (excepto Her2).

observaciones anuales para los tres tipos de datos). Los modelos en las columnas 8 a 13 relajan parcialmente el supuesto de homogeneidad de los coeficientes, permitiendo la existencia de un término independiente invariable en el tiempo distinto para cada país. El efecto individual es tratado como fijo y eliminado con el estimador intra-grupos en las columnas 8, 9 y 10 (DO, MM y HP respectivamente), mientras que en las columnas 11, 12 y 13 el modelo se estima por Mínimos Cuadrados Generalizados al considerarse el efecto individual como aleatorio.

La estimación por MCO del corte transversal presenta resultados habituales y ya conocidos¹³⁷. Todos los coeficientes tienen el signo esperado y, con la excepción de la proxy del capital humano, son significativos al 5 por cien. El coeficiente de la renta per cápita inicial (1960) se estima con precisión y es estadísticamente muy significativo, oscilando la velocidad implícita de convergencia que de él se deriva entre un 2.0 por cien en el caso de los datos originales y un 1.9 por cien para los otros dos tipos de datos suavizados. Tampoco se halla ningún tipo de diferencias destacables entre los coeficientes del resto de variables del modelo, que presentan niveles y significatividad muy similares independientemente del tipo de filtrado que se utilice. Si existe alguna diferencia apreciable entre las tres

¹³⁷ Conviene destacar que los coeficientes estimados para el corte transversal tienen un nivel diferente a los presentados en el Capítulo 2. La razón es que en aquel caso la variable dependiente se construía como la diferencia logarítmica de la renta per cápita entre 1990 y 1960; en este caso, sin embargo, dicha variable ha sido construída para cada país como la media en el tiempo de todas las tasas anuales de crecimiento de la renta per cápita.

estimaciones del modelo, no es otra más que en lo que se refiere a la bondad del ajuste, tanto el error estándar de la regresión como el R^2 ajustado muestran un ajuste sensiblemente mejor cuando se estima con los datos filtrados por HP.

Pasando ahora a los modelos que compaginan información de corte transversal con datos de serie temporal (columnas 4 a 7), el primer hecho que llama la atención es que el coeficiente estimado de la tendencia tiene signo negativo, contrariamente a lo que cabría esperar. Este hecho se va a repetir en algunas de las especificaciones que se presentarán con posterioridad. La razón podría estribar en que la variable de capital humano que se está empleando es una proxy poco adecuada para representar el porcentaje del output que los países dedican a la acumulación de capital humano. De hecho, la tasa de escolarización en enseñanza secundaria es una variable muy tendencial (cuando la inversión en capital humano como porcentaje del PIB no tiene porqué serlo), por lo que podría estar recogiendo parte del efecto convencional del progreso tecnológico exógeno. En cuanto a lo que se refiere a la tasa de convergencia implícita no hay diferencias apreciables entre los cuatro modelos estimados¹³⁸; la velocidad promedio a la que los países convergen a su estado estacionario varía entre un 2.2 por cien (en los dos modelos con datos originales) y un 1.7 por cien (en los modelos con datos filtrados por HP y MM). Nuevamente la diferencia más significativa entre los

¹³⁸ Sólo se presentan en la columna 4 los resultados para el "pool" de datos de medias quinquenales (6 observaciones temporales para cada país), porque con los otros dos tipos de datos no hay ninguna diferencia apreciable.

resultados obtenidos de cada una de las bases de datos tiene que ver con la capacidad explicativa de los modelos. El R^2 obtenido con los datos filtrados con el filtro de Hodrick y Prescott es más del doble que el obtenido con medias móviles y más que triplica al obtenido a partir de los datos originales (el patrón es muy similar si se toma en consideración el error estándar de las regresiones).

El estimador intra-grupos (columnas 8 a 10) sí que muestra algunas diferencias apreciables al utilizar los tres tipos de datos. La tasa de escolarización en secundaria es no significativa y positiva con los datos originales y las medias móviles, mientras que con los datos filtrados con HP pasa a tener un coeficiente negativo y significativo. En los tres casos, como contrapunto, el coeficiente de la tendencia presente el signo positivo y la significatividad que cabría esperar. Estos resultados vienen a confirmar la escasa calidad de la proxy del capital humano y son coherentes con los resultados obtenidos por Cohen (1993), que encontraba evidencia en favor de que la significatividad de las variables de capital humano en las regresiones de convergencia podría estar captando diferencias idiosincráticas entre países. En contraste con las estimaciones comentadas anteriormente, en este caso, aparte de las diferencias en cuanto a la bondad del ajuste, también es posible encontrar valores muy distintos de los coeficientes de la inversión y del crecimiento de la población. En cualquier caso, lo que más poderosamente llama la atención son las notables diferencias en los valores correspondientes a la velocidad de convergencia. El λ implícito aumenta de forma importante en los tres modelos (a valores de

7.2, 6.4 y 3.9 por cien¹³⁹). Valores como los anteriores son bastante más elevados que los obtenidos habitualmente en la literatura, si bien son coherentes con los obtenidos por Knight, Loayza y Villanueva (1992), o con los obtenidos en el Capítulo 3, donde tras tomar en consideración la existencia de diferencias estructurales entre las economías se obtenía una tasa de convergencia más elevada.

Por último, aparte de los coeficientes del capital humano y de la tendencia, las cosas vuelven a ser mucho más similares cuando se estima por Mínimos Cuadrados Generalizados los tres modelos de efectos aleatorios (columnas 11, 12 y 13). La tasa implícita de convergencia retorna a valores mucho más convencionales del 2.4, 2.5 y 2.7 por cien para cada uno de los tres tipos de datos.

El panorama general que se obtiene a partir de los resultados del Cuadro 4.1 es que éstos no son muy sensibles al método de estimación y mucho menos todavía a la forma en la que los datos son tratados. Los coeficientes tienen, en general, el signo correcto y son significativos (incluso en los casos de la tendencia y la variable de capital humano en algunas especificaciones). La mayoría de los modelos confirman la importancia de la inversión en el crecimiento económico, así como la existencia de un patrón

¹³⁹ La mayor tasa implícita de convergencia en el modelo estimado con datos originales es, no obstante, coherente con las diferencias en los parámetros de la inversión y del crecimiento de la población. Si se recuperan los coeficientes tecnológicos a partir de dichos valores estimados, las diferencias en estos parámetros entre los tres modelos no son sustanciales.

autorregresivo significativo, con una tasa de convergencia moderadamente estable. Por otra parte, el coeficiente del capital humano es mucho menos estable, pasando de la significatividad a la no significatividad de unos modelos a otros. En concreto, dicho coeficiente tiende a ser negativo o no significativo cuanto menos restringidos son los modelos econométricos empleados (los modelos con efectos específicos de país). Este resultado sugiere que la posibilidad de que exista heterogeneidad entre los parámetros debería ser extendida a los coeficientes de las pendientes también (posibilidad ésta que ya se apuntaba en el Capítulo 3).

A modo de resumen de este apartado del capítulo se puede concluir que la forma en la que es utilizada la información (el alisado de los datos) no supone grandes diferencias respecto a los parámetros estimados en las ecuaciones de convergencia. La restricción de rendimientos constantes a escala se acepta a los niveles de significatividad convencionales en todos los modelos estimados (con la excepción de la columna 13) y los coeficientes presentan, en general, el signo y la significatividad esperados. Las diferencias entre unos modelos y otros pueden ser explicadas o por la baja calidad de la variable de capital humano, o por otras razones previamente discutidas en la literatura (por ejemplo, el hecho de que en modelos con efectos individuales la tasa de convergencia sea más elevada). Aparentemente, la utilización de datos anuales (filtrados o no) no produce diferencias reales a la hora de estimar ecuaciones de convergencia con las técnicas econométricas que hemos denominado convencionales. La similitud en los niveles de los coeficientes estimados es alentadora para el trabajo

empírico sobre el crecimiento. Sin embargo, hay que tener presente una característica importante común a todas estas formas de estimar, ya que los estimadores han sido obtenidos bajo condiciones sobre los parámetros realmente exigentes, es decir bajo el supuesto de homogeneidad de los mismos (con la excepción de las constantes en los modelos de efectos individuales). Si las restricciones de homogeneidad de los parámetros no se cumplen, éstos podrían estar sesgados. En el próximo apartado se discute una forma de contrastar dichas restricciones, de manera que sea posible obtener estimadores inequívocamente consistentes de los parámetros de interés.

III. Ecuaciones de convergencia y el estimador de medias de grupos (MGE).

Zellner (1969) demostró que todos los métodos econométricos discutidos en el apartado anterior producen estimadores consistentes e insesgados de los coeficientes promedio, si la regresión es estática y los regresores son estrictamente exógenos. El modelo de convergencia, sin embargo, no cumple dichos requisitos. La propiedad de punto de silla del modelo genera un tipo de mecanismo de corrección de error, que implica algún grado de autocorrelación en al menos uno de los regresores. Tal y como han remarcado Pesaran y Smith (1995), si se ignora la heterogeneidad de los coeficientes y algunos de los regresores presentan correlación serial, esto induce un proceso del término de error sumamente complejo que provoca que los estimadores sean inconsistentes. Este tipo de inconsistencia no puede ser resuelta con las soluciones estándar propuestas en la literatura. Además, en el modelo de convergencia condicional las variables explicativas se determinan de forma endógena con la tasa de crecimiento del output. En estos casos, Pesaran y Smith (1995) han demostrado que las regresiones con "pooles" de datos, con datos promedio de serie temporal y con cortes transversales (aunque en este caso en menor medida) generan sesgos importantes en los estimadores, incluso aunque se cumplan los supuestos sobre el comportamiento estocástico de los coeficientes¹⁴⁰. Estos autores

¹⁴⁰ En el primer apéndice de este capítulo (Apéndice A4.1) se realiza una exposición sencilla de los resultados más destacados del trabajo de Pesaran y Smith. En concreto se esbozan las razones fundamentales por las que los estimadores convencionales pueden incurrir en sesgos importantes.

proponen como solución computar el estimador de medias de grupos (MGE), esto es, realizar una regresión separada para cada individuo y tomar el promedio de los coeficientes estimados. También muestran que bajo ciertos supuestos, tanto la media no ponderada de los coeficientes, como la media ponderada por Mínimos Cuadrados Generalizados (Swamy (1971)) proporcionan estimadores consistentes de los coeficientes promedio $\{\pi_i\}$.

Consideremos de nuevo el sistema de ecuaciones [4.1], en el que los regresores y las ε 's se distribuyen independientemente y ambos a su vez se distribuyen independientemente de las η 's. Suponemos que el resto de supuestos enunciados por Pesaran y Smith (1995) se cumplen y no van a ser contrastados. Se han estimado 24 regresiones de la ecuación de convergencia condicional, una para cada uno de los 24 países de la muestra de la OCDE. Esta operación se ha repetido tanto con los datos originales, como con los datos filtrados por el método de Hodrick y Prescott¹⁴¹. Se han calculado los estimadores de medias de grupos como los promedios de los coeficientes para todos los países.

En las columnas 1 y 2 del Cuadro 4.2 todos los coeficientes promedio, para ambas muestras de datos, presentan el signo esperado. En ambos modelos el coeficiente de la renta inicial es significativo, mientras que el coeficiente del capital humano no lo es, confirmando resultados ya obtenidos

¹⁴¹ A partir de ahora no se presentan resultados basados en los datos contruídos con medias móviles. Los resultados no cambian sustancialmente los argumentos y sólo pueden contribuir a hacer más tediosa la presentación de los mismos.

Cuadro 4.2
Estimador de Medias de Grupos (MGE)

	1*	2**	3*	4*
Const.	-0.6599 (0.94) (1.15) [†]	-0.5895 (2.10) (3.09) [†]	-0.2811 (0.63) (0.99) [†]	-0.2943 (2.04) (4.64) [†]
log(y _{t-1} ⁱ)	-0.3275 (2.72) (3.00) [†]	-0.1079 (2.16) (2.59) [†]	-0.2800 (2.61) (2.87) [†]	-0.1164 (3.22) (6.47) [†]
log(I/Y) _t ⁱ	0.1289 (2.12) (2.68) [†]	0.0953 (4.44) (4.95) [†]	0.1083 (2.01) (2.65) [†]	0.0897 (3.59) (9.42) [†]
log(n+g+δ) _t ⁱ	-0.1457 (1.45) (1.60) [†]	-0.1867 (2.15) (2.98) [†]	-0.1458 (2.07) (2.91) [†]	-0.0967 (3.33) (7.79) [†]
log(Her2) _t ⁱ	0.1381 (0.89) (1.08) [†]	0.0134 (0.96) (1.06) [†]	0.0375 [§]	0.0071 [§]
Tendencia	0.4500 (1.29) (1.44) [†]	0.0065 (0.36) (0.47) [†]	0.4870 (1.53) (1.66) [†]	0.2000 (2.42) (4.71) [†]
λ _{imp}	0.3968	0.1141	0.3284	0.1237
N.O.	792	792	792	792

Notas: *Variable Dependiente*: log(y_tⁱ/y_{t-1}ⁱ).

Cols. 1, 2: Estimador de Medias de Grupos.

Cols. 3, 4: Estimador de Medias de Grupos imponiendo rendimientos constantes a escala.

* Datos Originales; ** Datos filtrados con Hodrick-Prescott (excepto Her2); Estadístico *t* entre paréntesis; [†]Corregidos por heteroscedasticidad (método de White); [§]Parámetro restringido.

Coefficiente de la Tendencia × 100.

en el apartado anterior. La tasa de crecimiento de la población y la tendencia tienen estadísticos t alrededor de 1.5 en el modelo con datos originales, mientras que en el caso de los datos filtrados la variable de la población es altamente significativa y el coeficiente de la tendencia tiene un estadístico t muy bajo¹⁴².

El panorama cuando se analizan los resultados país a país también es bastante prometedor en lo que a los coeficientes individuales se refiere. En los Cuadros 4.3 y 4.4 se presenta el signo y la significatividad de todos los coeficientes de las regresiones de convergencia para cada país. En el modelo con datos originales, con la excepción de Portugal (donde $\hat{\pi}_1$ es positivo) e Irlanda (donde $\hat{\pi}_2$ es negativo), ambos coeficientes tienen siempre el signo esperado en todos los países (esto es, $\hat{\pi}_1$ negativo y $\hat{\pi}_2$ positivo), además de ser significativos frecuentemente (en 16 y 14 de los 24 casos, respectivamente). Los demás coeficientes también tienen en general el signo adecuado, aunque son significativos en un número inferior de casos¹⁴³. En el Cuadro 4.4 se puede observar cómo el patrón de comportamiento al utilizar los datos filtrados es bastante similar. En general, es cierto que aparecen más diferencias entre las regresiones de convergencia de los distintos países, si bien el mensaje no se ve alterado.

¹⁴² Corrigiendo por heteroscedasticidad mejoran significativamente los estadísticos t de todos los coeficientes.

¹⁴³ $\hat{\pi}_3$ es negativo en 21 países (en 9 de ellos significativo), $\hat{\pi}_4$ es positivo en 20 países (en 8 de ellos significativo) y π_5 es positivo en 16 países (en 8 de ellos significativo).

Cuadro 4.3

MGE: Signo y Significatividad de los Coeficientes: Datos Originales

PAIS	$\hat{\pi}_0$	$\hat{\pi}_1$	$\hat{\pi}_2$	$\hat{\pi}_3$		
AUS	S.(-)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	S.(+)	S.(+)
AUT	S.(-)	S.(-)	S.(+)	N.S.(-)	S.(+)	S.(+)
B	S.(-)	N.S.(-)	S.(+)	N.S.(-)	N.S.(+)	N.S.(-)
CDN	N.S.(-)	S.(-)	N.S.(+)	N.S.(-)	S.(+)	N.S.(-)
CH	N.S.(-)	S.(-)	S.(+)	N.S.(+)	S.(+)	N.S.(-)
D	N.S.(-)	S.(-)	N.S.(+)	N.S.(-)	N.S.(+)	N.S.(+)
DK	N.S.(-)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	S.(+)	S.(+)
E	S.(-)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	S.(+)	N.S.(-)
SF	S.(-)	N.S.(-)	N.S.(+)	S.(-)	N.S.(+)	N.S.(-)
F	N.S.(-)	N.S.(-)	N.S.(+)	N.S.(-)	N.S.(+)	N.S.(+)
GB	N.S.(+)	S.(-)	S.(+)	N.S.(-)	N.S.(-)	S.(+)
GR	S.(-)	S.(-)	N.S.(+)	N.S.(+)	S.(+)	N.S.(-)
IRL	N.S.(-)	N.S.(-)	N.S.(-)	N.S.(-)	N.S.(+)	N.S.(-)
IS	N.S.(+)	N.S.(-)	N.S.(+)	N.S.(-)	N.S.(-)	N.S.(+)
I	S.(-)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	S.(+)	S.(+)
J	N.S.(-)	S.(-)	S.(+)	N.S.(-)	N.S.(+)	N.S.(+)
L	N.S.(+)	S.(-)	N.S.(+)	N.S.(+)	N.S.(-)	S.(+)
NL	N.S.(-)	N.S.(-)	S.(+)	N.S.(-)	N.S.(+)	N.S.(+)
N	N.S.(-)	S.(-)	N.S.(+)	S.(-)	N.S.(+)	N.S.(+)
NZ	N.S.(-)	S.(-)	S.(+)	N.S.(-)	N.S.(+)	N.S.(+)
P	S.(-)	N.S.(+)	N.S.(+)	S.(-)	N.S.(-)	N.S.(-)
S	S.(-)	N.S.(-)	S.(+)	S.(-)	N.S.(+)	N.S.(+)
TR	N.S.(-)	S.(-)	S.(+)	N.S.(-)	N.S.(+)	S.(+)
USA	N.S.(-)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	N.S.(+)	S.(+)

Coeficiente

Promedio

-0.66	-0.33	0.13	-0.15	0.14	0.45
(0.94)	(2.72)	(2.12)	(1.45)	(0.89)	(1.29)
(1.15) [†]	(3.00) [†]	(2.68) [†]	(1.60) [†]	(1.08) [†]	(1.44) [†]

Notas: Estadístico t entre paréntesis; [†]Corregidos por heteroscedasticidad (método de White).

Coeficiente de la Tendencia $\times 100$.

Cuadro 4.4

MGE: Signo y Significatividad de los Coeficientes: Datos filtrados (Hodrick-Prescott)

PAIS	$\hat{\pi}_0$	$\hat{\pi}_1$	$\hat{\pi}_2$	$\hat{\pi}_3$		
AUS	S.(+)	N.S.(+)	S.(-)	S.(+)	N.S.(+)	S.(-)
AUT	S.(-)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	S.(+)	S.(+)
B	S.(-)	N.S.(-)	S.(+)	N.S.(+)	S.(+)	S.(-)
CDN	S.(+)	N.S.(+)	S.(-)	S.(+)	N.S.(-)	N.S.(+)
CH	S.(-)	S.(-)	S.(+)	N.S.(-)	S.(+)	N.S.(-)
D	S.(-)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	N.S.(-)	S.(+)
DK	S.(-)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	S.(+)	S.(+)
E	N.S.(-)	N.S.(-)	S.(+)	N.S.(-)	S.(+)	N.S.(-)
SF	S.(-)	S.(+)	N.S.(-)	S.(-)	S.(+)	S.(-)
F	S.(-)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	N.S.(+)	S.(+)
GB	N.S.(+)	N.S.(+)	N.S.(-)	N.S.(+)	S.(-)	N.S.(-)
GR	S.(-)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	N.S.(+)	S.(+)
IRL	N.S.(-)	N.S.(+)	N.S.(-)	N.S.(-)	S.(+)	S.(-)
IS	N.S.(-)	N.S.(+)	N.S.(+)	S.(-)	S.(-)	N.S.(-)
I	S.(-)	N.S.(+)	S.(+)	N.S.(-)	N.S.(+)	N.S.(+)
J	S.(-)	S.(+)	S.(+)	S.(-)	N.S.(-)	S.(-)
L	S.(+)	S.(-)	S.(+)	S.(+)	S.(+)	S.(+)
NL	S.(-)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	S.(+)	S.(+)
N	S.(-)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	S.(+)	S.(+)
NZ	S.(-)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	N.S.(+)	S.(-)
P	S.(-)	S.(+)	S.(+)	S.(-)	N.S.(+)	S.(-)
S	S.(-)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	S.(+)	S.(+)
TR	S.(+)	S.(-)	S.(+)	S.(+)	S.(-)	S.(+)
USA	S.(-)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	S.(-)	S.(+)

Coeficiente

Promedio

-0.59	-0.11	0.10	-0.19	0.01	0.00
(2.10)	(2.16)	(4.44)	(2.15)	(0.96)	(0.36)
(3.09) [†]	(2.59) [†]	(4.95) [†]	(2.98) [†]	(1.06) [†]	(0.47) [†]

Notas: Estadístico t entre paréntesis; [†]Corregidos por heteroscedasticidad (método de White).

Coeficiente de la Tendencia $\times 100$.

Habitualmente el modelo de convergencia condicional se muestra bastante adecuado en un número significativo de países. Sin embargo, resulta muy sorprendente la elevada tasa promedio de convergencia que se deriva del estimador de medias de grupos. El valor implícito de la velocidad de convergencia es del 39 y del 11 por cien en los modelos con datos originales y datos filtrados. Dichas tasas están muy por encima de los valores convencionales obtenidos en la literatura y muy por encima también de cualquier valor obtenido en las regresiones del apartado anterior. Más adelante se analizará en profundidad este resultado, que de momento queda como una incógnita.

Vamos a analizar previamente los resultados que se obtienen con el estimador de medias de grupos si se impone la restricción de rendimientos constantes a escala en las regresiones de cada país. En general, el funcionamiento del modelo de convergencia no se ve afectado por la imposición de la restricción. El modelo estimado a partir del uso de los datos originales (columna 3 del Cuadro 4.2) mejora marginalmente, el coeficiente del crecimiento de la población se vuelve claramente significativo, mientras que el de la tendencia es positivo y significativo al 10 por cien. Por otra parte, no hay diferencias importantes en la tasa implícita de convergencia, que se reduce a un nivel, todavía muy elevado, del 33 por cien. También se puede apreciar la mejora en el modelo estimado en las regresiones individuales de muchos de los países. En el Cuadro 4.5 se puede observar que los coeficientes de la renta inicial, la tasa de inversión y la tasa de

Cuadro 4.5
MGE: Signo y Significatividad de los Coeficientes: Datos Originales
(Imponiendo R.C.E.)

PAIS	$\hat{\pi}_0$	$\hat{\pi}_1$	$\hat{\pi}_2$	$\hat{\pi}_3$	$\hat{\pi}_4$	$\hat{\pi}_5$	λ_{imp}	Nivel* Signif.
AUS	S.(-)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	R	S.(+)	0.44	0.01
AUT	S.(-)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	R	S.(+)	0.34	0.00
B	N.S.(-)	N.S.(-)	N.S.(+)	N.S.(-)	R	N.S.(+)	0.07	0.01
CDN	N.S.(-)	N.S.(-)	N.S.(-)	N.S.(-)	R	N.S.(-)	0.17	0.27
CH	N.S.(+)	N.S.(-)	N.S.(+)	N.S.(-)	R	N.S.(+)	0.17	0.00
D	N.S.(+)	N.S.(-)	N.S.(+)	N.S.(-)	R	N.S.(+)	0.20	0.05
DK	N.S.(-)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	R	S.(+)	2.17	0.07
E	S.(-)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	R	N.S.(+)	0.42	0.53
SF	S.(-)	N.S.(-)	N.S.(+)	S.(-)	R	N.S.(-)	0.02	0.42
F	N.S.(-)	N.S.(-)	N.S.(+)	N.S.(-)	R	N.S.(+)	0.09	0.61
GB	N.S.(+)	S.(-)	S.(+)	N.S.(-)	R	S.(+)	0.70	0.90
GR	N.S.(-)	N.S.(-)	N.S.(+)	N.S.(-)	R	N.S.(+)	0.07	0.01
IRL	N.S.(-)	N.S.(-)	N.S.(-)	N.S.(-)	R	N.S.(+)	0.15	0.26
IS	N.S.(+)	N.S.(-)	N.S.(+)	N.S.(-)	R	N.S.(+)	0.12	0.44
I	S.(-)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	R	S.(+)	1.56	0.84
J	N.S.(+)	S.(-)	S.(+)	N.S.(-)	R	N.S.(+)	0.16	0.40
L	S.(+)	S.(-)	N.S.(+)	N.S.(+)	R	S.(+)	0.49	0.81
NL	N.S.(-)	N.S.(-)	S.(+)	S.(-)	R	N.S.(+)	0.12	0.79
N	N.S.(-)	N.S.(-)	N.S.(+)	S.(-)	R	N.S.(+)	0.18	0.09
NZ	N.S.(+)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	R	S.(+)	0.84	0.09
P	S.(-)	N.S.(-)	S.(+)	S.(-)	R	N.S.(+)	0.06	0.29
S	S.(-)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	R	N.S.(+)	0.15	0.73
TR	S.(-)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	R	S.(+)	0.72	0.27
USA	N.S.(-)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	R	S.(+)	0.61	0.44

Coefficiente								
Promedio	-0.28	-0.28	0.11	-0.15	0.04	0.49	0.33	
	(0.63)	(2.61)	(2.01)	(2.07)	----	(1.53)		
	(0.99) [†]	(2.87) [†]	(2.65) [†]	(2.91) [†]	----	(1.66) [†]		

Notas: Estadístico *t* entre paréntesis; [†]Corregidos por heteroscedasticidad (método de White).

Coefficiente de la Tendencia $\times 100$; R: Parámetro restringido.

* Nivel de significatividad del contraste de la χ^2 de rendimientos constantes a escala ($H_0: \hat{\pi}_2 + \hat{\pi}_3 + \hat{\pi}_4 = 0$).

crecimiento de la población presentan el signo adecuado en 24, 23 y 22 países respectivamente (siendo π_1 significativo en doce casos y π_2 y π_3 en trece). Igualmente, el coeficiente de la tendencia es positivo en 22 países, de los que nueve es significativo.

En cuanto a las estimaciones con los datos filtrados (columna 4 del Cuadro 4.2) la mejora en el modelo es mucho más apreciable. En este caso, la totalidad de los coeficientes promedio son muy significativos, en particular cuando se corrigen por heteroscedasticidad, y presentan el signo esperado (incluso el coeficiente de la tendencia). País a país, la mejora del modelo es también sustancial en muchos de ellos, como se puede apreciar en el Cuadro 4.6. Por ejemplo, los coeficientes de la renta inicial, de la tasa de inversión y del crecimiento de la población son significativos y con el signo esperado en 18, 17 y 17 de los 24 países, respectivamente. En este caso, la tasa implícita de convergencia aumenta un punto porcentual, alcanzando un valor promedio del 12 por cien.

Hasta ahora se ha podido comprobar que el estimador de medias de grupos proporciona resultados bastante acordes al modelo de convergencia condicional en los cuatro casos estudiados (estimaciones con datos originales y datos filtrados imponiendo y sin imponer rendimientos constantes a escala). Bajo estas circunstancias, los resultados más relevantes que se obtenían en el apartado anterior con los métodos de estimación de "pooles" de datos y de técnicas de panel se mantienen con los coeficientes promedio estimados a partir del estimador de medias. Todos los

Cuadro 4.6
MGE: Signo y Significatividad de los Coeficientes: Datos Filtrados, HP
(Imponiendo R.C.E.)

PAIS	$\hat{\pi}_0$	$\hat{\pi}_1$	$\hat{\pi}_2$	$\hat{\pi}_3$	$\hat{\pi}_4$	$\hat{\pi}_5$	λ_{imp}	Nivel* Signif.
AUS	N.S.(-)	S.(-)	N.S.(+)	N.S.(-)	R	N.S.(+)	0.12	0.00
AUT	S.(-)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	R	S.(+)	0.50	0.72
B	S.(-)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	R	S.(+)	0.08	0.00
CDN	S.(+)	S.(+)	S.(-)	S.(+)	R	S.(+)	-0.02	0.94
CH	S.(-)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	R	S.(+)	0.72	0.00
D	S.(+)	N.S.(+)	N.S.(-)	N.S.(+)	R	N.S.(-)	-0.12	0.00
DK	S.(-)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	R	S.(+)	0.69	0.19
E	S.(-)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	R	S.(+)	0.21	0.68
SF	S.(-)	N.S.(-)	S.(+)	S.(-)	R	N.S.(+)	0.01	0.00
F	S.(-)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	R	S.(+)	0.11	0.00
GB	N.S.(-)	N.S.(+)	N.S.(-)	S.(+)	R	N.S.(-)	-0.15	0.04
GR	S.(-)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	R	S.(+)	0.05	0.03
IRL	S.(+)	S.(-)	S.(-)	S.(+)	R	N.S.(+)	0.05	0.03
IS	S.(+)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	R	S.(+)	0.04	0.02
I	S.(-)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	R	S.(+)	0.10	0.01
J	N.S.(-)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	R	N.S.(+)	0.10	0.00
L	S.(+)	N.S.(-)	N.S.(+)	N.S.(+)	R	N.S.(+)	0.04	0.00
NL	S.(-)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	R	S.(+)	0.11	0.00
N	N.S.(-)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	R	S.(+)	0.10	0.00
NZ	N.S.(+)	N.S.(-)	N.S.(+)	N.S.(+)	R	S.(-)	0.00	0.01
P	S.(-)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	R	S.(-)	0.01	0.00
S	S.(-)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	R	S.(+)	0.12	0.00
TR	S.(-)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	R	S.(+)	0.11	0.00
USA	S.(-)	S.(-)	S.(+)	S.(-)	R	S.(+)	0.50	0.00

Coefficiente							
Promedio	-0.29	-0.12	0.09	-0.10	0.01	0.20	0.12
	(2.04)	(3.22)	(3.59)	(3.33)	---	(2.42)	
	(4.64) [†]	(6.47) [†]	(9.42) [†]	(7.79) [†]	---	(4.71) [†]	

Notas: Estadístico *t* entre paréntesis; [†]Corregidos por heteroscedasticidad (método de White).

Coefficiente de la Tendencia $\times 100$; R: Parámetro restringido.

* Nivel de significatividad del contraste de la χ^2 de rendimientos constantes a escala ($H_0: \hat{\pi}_2 + \hat{\pi}_3 + \hat{\pi}_4 = 0$).

coeficientes mantienen, en general, el mismo signo que con los métodos convencionales de estimación, además de estimarse de forma bastante precisa. Algunos cambios significativos que vale la pena mencionar son los que se refieren a los coeficientes del capital humano y de la tendencia. El estimador de medias de grupos de la contribución del capital humano al estado estacionario de cada una de las economías no es significativo, mientras que la tendencia es positiva y levemente significativa. Esto confirma la hipótesis ya apuntada en el apartado anterior de que, aunque la variación de corte transversal de las tasas de escolarización en enseñanza secundaria explica parcialmente los diferenciales observados en renta per cápita, de hecho bien podría ocurrir que dicha variable esté recogiendo el efecto de diferencias estructurales entre los países, ya que su contribución al hacer el análisis país a país es mucho más modesta e, incluso, es superada por la de la tendencia. Por último, es necesario hacer una puntualización importante respecto a los resultados de los modelos en los que se imponen rendimientos constantes a escala. Los contrastes formales (tests de la χ^2) de la restricción de rendimientos constantes impuesta a los coeficientes estimados (véase la última columna de los Cuadros 4.5 y 4.6) no se rechazan en la mayoría de los países al utilizar los datos originales (en 19 de los 24 países, concretamente), mientras que únicamente en cuatro casos esto es cierto al estimar el modelo de convergencia con los datos filtrados por HP¹⁴⁴.

¹⁴⁴ En este punto no se va a tratar de buscar una explicación a este resultado, aparentemente contradictorio. Como ya se ha mencionado con anterioridad en este capítulo los diferentes métodos de filtrado o suavizado de los datos puede que no sean completamente neutrales, de forma que cabría esperar la existencia de resultados diferentes al estimar. Por

La última parte de este apartado va a estar dedicada íntegramente a analizar el resultado más importante que se deriva de las estimaciones realizadas con el estimador de medias de grupos, ya que los valores obtenidos para la tasa de convergencia merecen un cuidadoso escrutinio. Cuando se elimina el componente cíclico de las series filtrando por HP la velocidad de convergencia se reduce a un nivel todavía sorprendentemente elevado del 11 por cien, aunque inferior al valor obtenido del 39 por cien para el modelo con datos originales de la columna 1 del Cuadro 4.2. Este resultado diferente que se obtiene con ambos tipos de datos, es en realidad el esperado, ya que las fluctuaciones de corto plazo tienden a desaparecer más rápidamente que las fluctuaciones en la propia tendencia de su nivel de estado estacionario. Teniendo esto presente hay que considerar que una velocidad de convergencia del 39 por cien es un límite superior, ya que recoge desviaciones de carácter cíclico y no cíclico de la tendencia. Los valores concretos de la velocidad implícita de convergencia suponen que una economía que halla salida, por la razón que sea, de su estado estacionario tardaría aproximadamente 6 años en recorrer la mitad de la distancia hacia él en el modelo con datos filtrados, mientras que el periodo de tiempo se reduciría a 2 años en el modelo con datos originales.

ejemplo, téngase en cuenta que en la literatura de los ciclos económicos no existe un consenso amplio de que el multiplicador de Lagrange del filtro de Hodrick-Prescott tenga que ser exactamente el mismo para todos los países. Para obtener resultados más fiables se debería investigar cual es el multiplicador del filtro óptimo para cada uno de los países, lo que queda bastante alejado de los objetivos de este capítulo.

Cualquiera de los valores obtenidos están, en cualquier caso, muy por encima de la tasa de convergencia convencional del 2 por cien¹⁴⁵. Si el verdadero valor de la tasa de convergencia se halla en realidad en algún nivel intermedio a los dos coeficientes promedio obtenidos en el Cuadro 4.2, esto implicaría que la definición del estado estacionario que se obtiene a partir de la estimación con las técnicas que hemos denominado convencionales ("pooles", paneles o cortes transversales) tiene, en realidad, muy poco que ver con la renta per cápita potencial de cada uno de los países. Se puede aportar a este argumento una explicación sumamente sencilla e intuitiva, haciendo uso de la existencia de efectos específicos de país generalizados a todos los coeficientes. Cuando se estima el modelo [4.1] imponiendo homogeneidad de los parámetros, se impone que todas las diferencias de carácter estructural entre los países pueden ser explicadas por las diferencias en sus tasas de acumulación. El "estado estacionario promedio" que se estima de esta forma puede tener muy poco que ver con el verdadero estado estacionario de cada una de las economías. En otras palabras, aunque los residuos de la regresión para toda la OCDE suman cero, bien podría estar ocurriendo que las observaciones de muchos de los países nunca "atravesen" su estado estacionario estimado¹⁴⁶. En este caso, la tasa de convergencia estará sesgada hacia cero. Sin embargo, cuando se permite en las

¹⁴⁵ Obsérvese que una velocidad de convergencia promedio del 2 por cien podría implicar que, de hecho, muchos de los países divergieran de su estado estacionario o que cuanto menos convergieran a él a una velocidad extraordinariamente baja.

¹⁴⁶ Como de hecho así es el caso, tal y como se discute en Andrés y Lamo (1995).

estimaciones la existencia de heterogeneidad en los parámetros, el estado estacionario de cada país se especifica mucho más precisamente, convirtiéndose en una relación de largo plazo mucho más sensible, con desviaciones estacionarias de ella.

Para clarificar el argumento anterior se ha realizado el siguiente ejercicio, que básicamente consiste en estimar una aproximación a la ecuación de estado estacionario. Dado que, como ya se comentó ampliamente en capítulos anteriores, la renta per cápita de estado estacionario no es directamente observable se utiliza como proxy de esta variable la renta per cápita realmente observada. Con este supuesto se realiza la estimación de una especificación lineal de la ecuación de estado estacionario, donde las variables explicativas son una constante, la tasa de inversión, la tasa de crecimiento de la población, la proxy del capital humano y una tendencia:

$$y_{it} = \beta_{i0} + \beta_{i1} s_{it}^* + \beta_{i2} n_{it}^* + \beta_{i3} h_{it}^* + \beta_{i4} \text{Tendencia} + u_{it} \quad [4.2]$$

$$i=1,2,\dots,N, t= 1,2,\dots,T.$$

Estas variables son los determinantes del estado estacionario que han sido utilizadas en las regresiones de convergencia estimadas anteriormente. La ecuación de estado estacionario se ha estimado de dos formas alternativas, individualmente para cada país y en forma de "pool" de datos (es decir, imponiendo homogeneidad de los parámetros. En los Gráficos 4.1 y 4.2 se presentan los residuos de ambas ecuaciones estimadas, para algunos de los países. La línea de trazo grueso representa los residuos de la regresión con

Gráfico 4.1
Residuos Ecuación Estado Estacionario

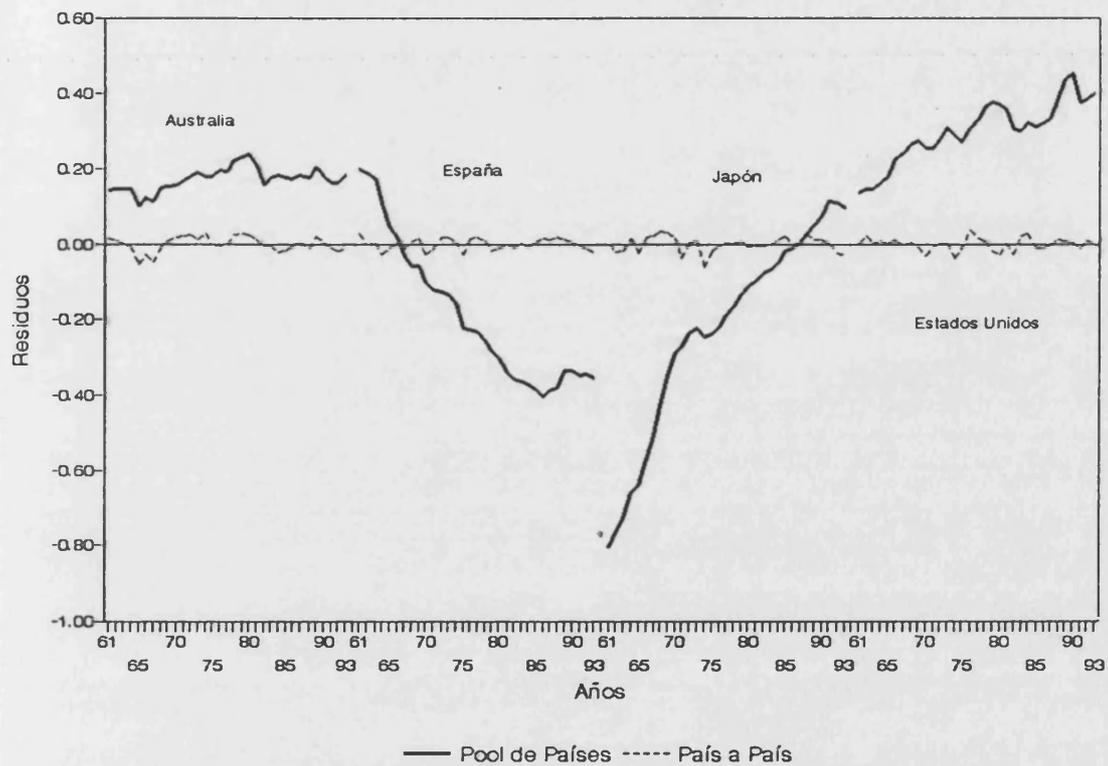
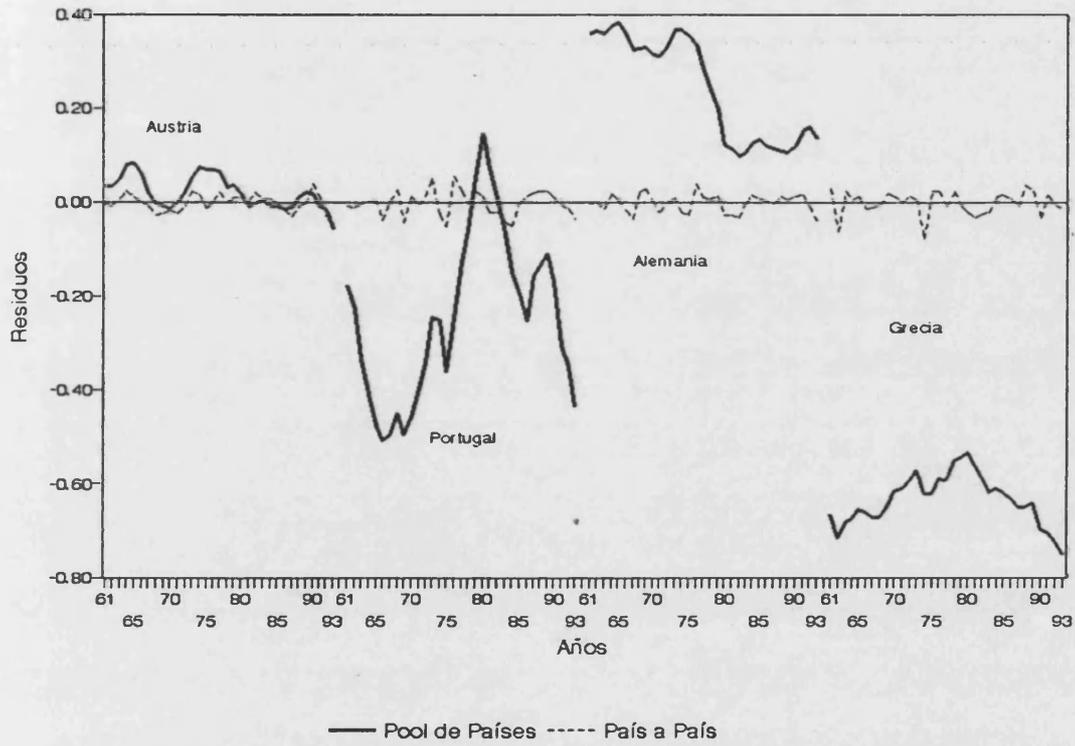


Gráfico 4.2
Residuos Ecuación Estado Estacionario



el "pool de datos" para los ocho países seleccionados. Centrándonos a modo ilustrativo en el Gráfico 4.1 se puede observar como en los casos de Australia y Estados Unidos dicha línea nunca cruza el estado estacionario (es decir, el valor cero), estando durante todo el periodo de referencia por encima del mismo. Además, en el caso de Estados Unidos se observa que la economía parece alejarse crecientemente del estado estacionario. Por otra parte, en los casos de España y Japón sí que se observa que ambos países cruzan el estado estacionario promedio una vez a lo largo del periodo, en el caso de España viniendo desde por encima del mismo y, en el de Japón, viniendo por debajo de él. En general, es difícil encontrar países que pasen por el estado estacionario más de una vez (véase por ejemplo los casos de Austria o Portugal en el Gráfico 4.2), o que tiendan a converger a él inequívocamente. La conclusión obvia, pese a la simpleza y a los problemas de este tipo de estimaciones, es que algo debe de estar mal al proceder imponiendo coeficientes comunes para el estado estacionario de todos los países. De hecho, el panorama cambia dramáticamente cuando se estima el modelo país a país; en este caso los residuos son estacionarios para cada país, lo que se hace patente ya que todos los países cruzan su propio estado estacionario estimado varias veces a lo largo del periodo muestral. Este ejercicio debe de ser tomado con las debidas reservas, dadas las limitaciones ya mencionadas, pero ilustra bastante adecuadamente el argumento principal de este capítulo. Al utilizar conjuntamente datos de diferentes individuos o países con las técnicas econométricas que hemos denominado convencionales, se impone un tipo implícito de promediado de los coeficientes cuyas implicaciones, si los coeficientes son heterogéneos, no

están en absoluto claras. Por el contrario, el estimador de medias de grupos se basa en regresiones individuales para cada país, que consecuentemente aproximan mucho mejor las características idiosincráticas de cada uno de ellos.

Aparte de los argumentos estadísticos esgrimidos en el párrafo anterior, también desde un punto de vista teórico parece que el valor que se obtiene para la velocidad de convergencia con el estimador de medias de grupos es más razonable, que el que se obtiene con las otras técnicas. Tal y como ha argumentado correctamente Quah (1993), una tasa de convergencia positiva obtenida a partir de regresiones de corte transversal o de "pooles" de datos, podría no estar ofreciendo ningún tipo de información sobre cómo está evolucionando la distribución entre países de las rentas per cápita. De hecho, una tasa de convergencia positiva bien podría ser coherente con una dispersión estacionaria o creciente de las rentas entre países. Al estimar el modelo para cada uno de los países, se puede obtener la información necesaria para saber a qué velocidad reduce cada uno de ellos la brecha que le separa de su propio nivel tendencial de renta si, por la razón que sea, se ha separado de él. No existe, sin embargo, ninguna implicación a extraer acerca de la dinámica de la distribución de rentas per cápita. Por lo tanto, la tasa de convergencia promedio así estimada no adolece en absoluto del problema conocido en la literatura como la *Falacia de Galton*. Dicha tasa debe interpretarse más correctamente como un parámetro de corrección de error, que indica durante cuánto tiempo persistirán las diferencias de la renta per cápita respecto a su nivel potencial a largo plazo.

IV. Consistencia e inferencia con el estimador de medias de grupos.

En este cuarto apartado del capítulo se va a dar un paso más y se van a presentar algunos ejercicios para clarificar hasta que punto son fiables los estimadores obtenidos con el estimador de medias de grupos. Concretamente, se va a investigar con algún detalle si se cumplen en nuestra muestra las hipótesis estocásticas que subyacen al estimador. El análisis efectuado en el apartado anterior supone implícitamente una determinada estructura para los parámetros del campo de datos. Bajo esos supuestos, el estimador de medias de grupos es el marco de referencia adecuado para hacer comparaciones con los resultados que se obtienen a partir de los otros métodos de estimación alternativos. Sin embargo, dichos supuestos son bastante restrictivos y no debe suponerse que se cumplen sin lugar a dudas.

Pesaran y Smith (1995) argumentan que la fuente principal de inconsistencia de los estimadores obtenidos a partir de los procedimientos econométricos convencionales (corte transversal, "pooles de datos" y paneles) se debe a la combinación de la posibilidad de existencia de heterogeneidad en los coeficientes de la constante y las pendientes, con la presencia de un modelo dinámico, como el modelo de convergencia condicional. Los citados autores suponen adicionalmente una distribución de los parámetros de media y varianza constantes, como condición necesaria para la consistencia del estimador de medias de grupos. Más crucial, sin embargo, es estudiar la relación estadística existente entre los coeficientes y los regresores, dado

que se requiere independencia entre ellos para obtener estimadores promedio consistentes. Si las hipótesis de Pesaran y Smith no se cumplen no es posible utilizar el estimador de medias. En este caso, lo realmente preocupante es que las otras técnicas econométricas convencionales también serían inapropiadas, con lo que la estimación de coeficientes promedio carecería de sentido. Si este fuera el caso, no se podría utilizar la metodología de estos autores para estudiar otros aspectos relacionados del problema del crecimiento económico, como pueda ser el impacto de las variables macroeconómicas, etc., con lo que la única alternativa realmente válida sería hacer un análisis específico país por país. Obviamente, esto sería muy preocupante para la investigación empírica macroeconómica que se fundamentara en la utilización de bases de datos internacionales.

La correlación existente entre los coeficientes estimados y los diferentes regresores se analiza en los Cuadros 4.7 y 4.8. Como se puede observar el coeficiente de correlación es muy bajo en la mayoría de los casos presentados en el Cuadro 4.7. En ambos modelos (DO y HP) únicamente algunos parámetros alcanzan coeficientes de correlación en torno a 0.3-0.4 con algunos de los regresores (los coeficientes $\hat{\pi}_{12}$ tienen una correlación con la tasa de inversión de 0.43 en el modelo con DO y los coeficientes $\hat{\pi}_{10}$ y $\hat{\pi}_{13}$ de aproximadamente 0.35 en el modelo con HP). En el Cuadro 4.8 se presentan las correlaciones parciales que, en este caso, proporcionan una información más relevante. Se puede apreciar que en la mayoría de los casos ninguno de los regresores es individualmente significativo cuando se estiman ecuaciones en las que los coeficientes estimados para cada país son la

Cuadro 4.7
Coefficiente de Correlación entre los Coeficientes del MGE y los Regresores

	$\hat{\pi}_0$	$\hat{\pi}_1$	$\hat{\pi}_2$	$\hat{\pi}_3$	$\hat{\pi}_4$	$\hat{\pi}_5$
REGRESORES:						
Datos Originales						
$\log(y_{t-1}^i)$	0.12	-0.16	0.43	0.02	-0.04	0.21
$\log(I/Y)_i^i$	-0.13	0.27	-0.09	-0.18	-0.11	-0.03
$\log(n+g+\delta)_i^i$	0.11	-0.09	0.06	0.10	-0.06	-0.05
$\log(Her2)_i^i$	-0.01	0.06	0.21	0.06	0.02	0.07
Hodrick-Prescott						
$\log(y_{t-1}^i)$	-0.05	-0.20	-0.04	-0.16	0.20	0.14
$\log(I/Y)_i^i$	-0.34	0.14	-0.02	-0.36	-0.10	-0.23
$\log(n+g+\delta)_i^i$	0.15	-0.02	-0.09	0.14	-0.23	-0.07
$\log(Her2)_i^i$	-0.31	-0.03	-0.03	-0.40	0.20	-0.07

Cuadro 4.8
Resultados de las Meta-Regresiones: Significatividad al the 5%

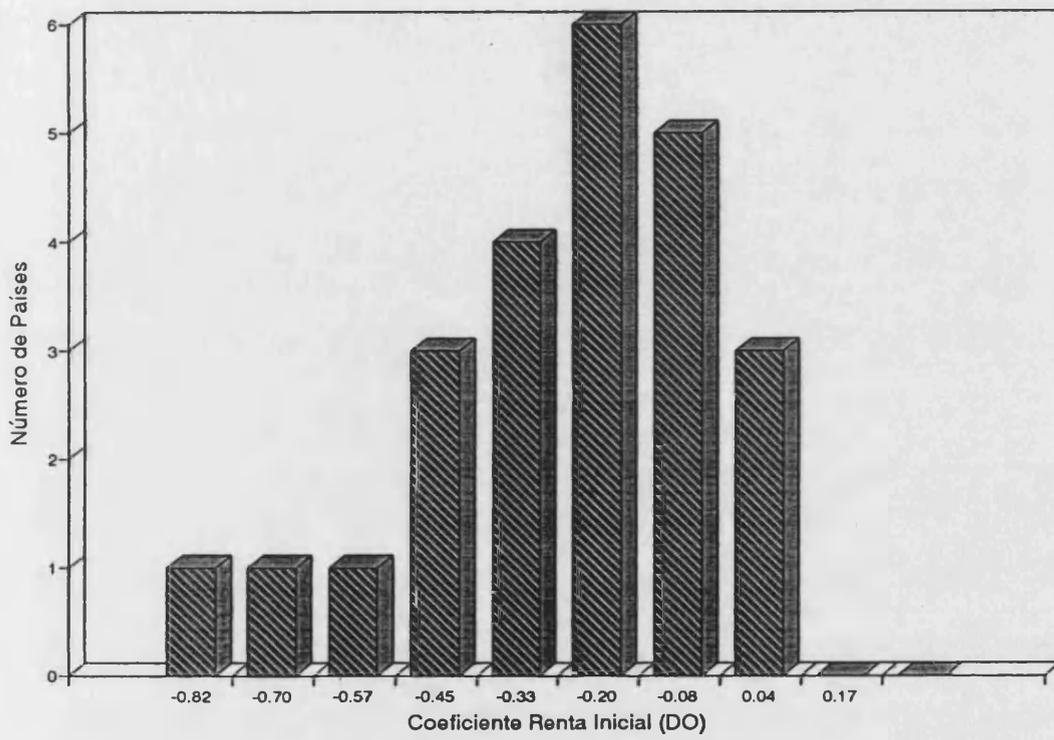
	$\hat{\pi}_0$	$\hat{\pi}_1$	$\hat{\pi}_2$	$\hat{\pi}_3$	$\hat{\pi}_4$	$\hat{\pi}_5$
REGRESORES:						
Datos Originales						
$\log(y_{t-1}^i)$	N.S.	N.S.	S.	N.S.	N.S.	N.S.
$\log(I/Y)_i^i$	N.S.	S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
$\log(n+g+\delta)_i^i$	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
$\log(\text{Her}2)_i^i$	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
CONTRASTE DE LA F:						
	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Hodrick-Prescott						
$\log(y_{t-1}^i)$	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
$\log(I/Y)_i^i$	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
$\log(n+g+\delta)_i^i$	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
$\log(\text{Her}2)_i^i$	S.	N.S.	N.S.	S.	N.S.	N.S.
CONTRASTE DE LA F:						
	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

Notas: Se ha estimado una regresión por MCO, utilizando como variable dependiente la serie de los coeficientes obtenidos con el MGE y como regresores una constante y las variables explicativas de la ecuación de convergencia.

variable dependiente. A partir de estas regresiones (denominadas "meta-regresiones") se puede comprobar que únicamente $\hat{\pi}_{12}$ y $\hat{\pi}_{11}$ obtenidos con las regresiones individuales con datos originales parecen estar correlacionados con la renta inicial y la tasa de inversión, respectivamente (con los datos filtrados sólo la proxy de capital humano es significativa para explicar $\hat{\pi}_{10}$ y $\hat{\pi}_{13}$). Adicionalmente a este resultado, los contrastes de la F sobre la significatividad conjunta de todos los regresores para explicar la variación de los $\hat{\pi}_{1s}$ es rechazada a los niveles convencionales del 5 por cien en todos los casos estudiados. Una puntualización debe de ser hecha, no obstante, sobre el procedimiento anterior para investigar la relación existente entre los coeficientes y los regresores. Dicha forma de proceder no es más que una aproximación, debido a que se debería tener en cuenta la variación muestral de los coeficientes estimados (recuérdese que dichos coeficientes son variables aleatorias), lo que no se toma en consideración al estimar las meta-regresiones. A pesar de todo, los resultados de los contrastes de la F no sugieren en absoluto que no se cumpla el supuesto de independencia en las muestras de datos. En definitiva, con la salvedad apuntada y de acuerdo a los resultados presentados en los Cuadros 4.7 y 4.8 parece que se satisfacen las condiciones de consistencia del estimador de medias de grupos.

Como se ha apuntado en párrafos anteriores, Pesaran y Smith (1995) suponen como condición necesaria para la consistencia del estimador de medias la existencia de una distribución de los parámetros con media y varianza constantes. En el Gráfico 4.3 se ha representado la distribución de los coeficientes de la renta inicial ($\hat{\pi}_1$) obtenidos con los datos originales,

Gráfico 4.3
Distribución de Frecuencias



por otra parte el Cuadro 4.9 recoge los contrastes de asimetría y curtosis de las distribuciones de todos los coeficientes. En general, la forma de los histogramas¹⁴⁷ sugiere distribuciones normales centradas en torno a la media para el modelo con DO. De hecho, en todos los casos excepto uno los coeficientes de curtosis y asimetría son significativamente iguales a cero al nivel de significación del 5 por cien. Únicamente el coeficiente de la tendencia plantea algunas dudas sobre su normalidad¹⁴⁸. La razón de presentar el histograma del Gráfico 4.3 es que éste nos proporciona una visión muy buena de las diferencias existentes en el coeficiente de la velocidad de convergencia entre los países de la OCDE. Tal y como se puede observar, el valor para la tasa de convergencia implícita del 2 por cien (que de hecho implica un valor del coeficiente $\hat{\pi}_1$ cercano a -0.02) se encuentra en la cola derecha de la distribución, lejos del valor promedio del coeficiente de -0.33. Si aceptamos que las distribuciones de los parámetros $\hat{\pi}_i$ son normales, esto querría decir que la probabilidad de observar una velocidad de convergencia cercana al valor comúnmente aceptado del 2 por cien es extremadamente baja¹⁴⁹.

¹⁴⁷ Sólo se presenta el histograma de los coeficientes de la renta inicial en el modelo con datos originales para no hacer innecesariamente larga la exposición.

¹⁴⁸ Por el contrario, al utilizar los datos filtrados, los únicos parámetros que tienen distribuciones cercanas a la normalidad son $\hat{\pi}_1$ y $\hat{\pi}_2$, pareciendo claro que los restantes cuatro parámetros no tienen distribuciones normales.

¹⁴⁹ En el caso del mismo coeficiente con datos filtrados la conclusión anterior no es tan contundente, ya que el valor del 2 por cien se haya más cercano a la media.

Cuadro 4.9
Coefficientes de Asimetría y Kurtosis de los Coeficientes del MGE

	$\hat{\pi}_0$	$\hat{\pi}_1$	$\hat{\pi}_2$	$\hat{\pi}_3$	$\hat{\pi}_4$	$\hat{\pi}_5$
DATOS ORIGINALES						
Asimetría	0.04 (0.95)	-1.04 (0.05)	0.27 (0.61)	-0.87 (0.10)	0.31 (0.56)	1.09 (0.04)
Kurtosis	1.12 (0.34)	1.43 (0.22)	-0.27 (0.82)	0.90 (0.44)	0.84 (0.47)	1.50 (0.20)
DATOS FILTRADOS POR HODRICK-PRESCOTT:						
Asimetría	-3.79 (0.00)	-0.48 (0.37)	-0.02 (0.97)	-2.76 (0.00)	1.90 (0.00)	-2.90 (0.00)
Kurtosis	17.17 (0.00)	2.23 (0.06)	0.15 (0.90)	10.39 (0.00)	6.82 (0.00)	12.33 (0.00)

Nota: Entre préntesis está el nivel de significación del contraste de que $As=0$ y $Ku=0$.

Ya se apuntó en las páginas previas que una de las grandes ventajas de disponer de un campo de datos es la posibilidad de contrastar formalmente la hipótesis de homogeneidad de los parámetros entre los países. La forma más directa de contrastar la igualdad de los coeficientes de la constante y las pendientes es estimar un sistema de 24 ecuaciones, una para cada país, utilizando el método de estimación de regresiones aparentemente no relacionadas (SURE). De hecho, estimar con un SURE sin restricciones entre ecuaciones el modelo de convergencia para los 24 países es algo muy similar a las estimaciones obtenidas con el estimador de medias de grupos, con la ventaja adicional de que se utiliza la información disponible sobre la correlación existente entre las perturbaciones de las ecuaciones de los países. En este caso se pueden calcular los coeficientes promedio y sus desviaciones estándar de forma similar a como se hace con el estimador de medias de grupos¹⁵⁰.

En el Cuadro 4.10, columna 1 se presentan, como base para las comparaciones, los coeficientes estimados mediante el SURE al estimar la ecuación de

¹⁵⁰ El estimador de Mínimos Cuadrados Generalizados de Swamy (1971) utiliza, además, la variación muestral de los coeficientes estimados. Dado que los tres procedimientos son consistentes si existe heterogeneidad en los coeficientes de las pendientes, las estimaciones vía SURE son una forma sencilla y natural para realizar los contrastes de homogeneidad de los parámetros de las pendientes.

Cuadro 4.10
Estimador de SURE

	1	2	3
Const.	-0.1141 (8.02)	-0.3444 (1.09)	-0.2152 (0.80)
$\log(y_{t-1}^i)$	-0.0220 (14.1)	-0.3867 (6.12)	-0.3384 (6.47)
$\log(I/Y)_t^i$	0.0217 (15.4)	0.1369 (4.89)	0.0969 (22.0)
$\log(n+g+\delta)_t^i$	-0.0379 (8.53)	-0.1268 (2.80)	-0.1020 (2.50)
$\log(\text{Her}2)_t^i$	0.0074 (3.75)	0.0966 (1.46)	0.0861 (0.48)
Tendencia	-0.0631 (6.35)	0.6578 (3.67)	0.5734 (3.91)
λ_{imp}	0.0220	0.4888	0.4131
N.O.	792	792	792

Notes: *Variable Dependiente:* $\log(y_t^i/y_{t-1}^i)$.

Col. 1: Estimación SURE imponiendo que todos los coeficientes son iguales.

Col. 2: Estimación SURE sin restricciones (coeficientes promedio).

Col. 3: Estimación SURE imponiendo que el coeficiente de la tasa de inversión es igual en todos los países (coeficientes promedio).

Estadístico *t* entre paréntesis.
Coeficiente de la Tendencia $\times 100$

convergencia¹⁵¹. Exactamente igual que se hacía en el Cuadro 4.1 se ha impuesto que todos los coeficientes sean iguales para todos los países. Los resultados reproducen casi a la perfección los que se obtenían a partir de la estimación del "pool" de datos en la columna 5 del Cuadro 4.1: la velocidad implícita de convergencia es del 2.2 por cien y todos los demás coeficientes presentan el signo y significatividad esperados (excepto la tendencia). Además, la restricción de rendimientos constantes a escala se acepta sin muchos problemas ($\chi(1)=2.9$, $p\text{-value}=0.09$). Lógicamente, estos resultados sólo son fiables si los datos "soportan" la imposición de homogeneidad de los parámetros, lo que, de hecho, no sucede en el modelo estimado. El contraste del ratio de verosimilitud rechaza sin ambigüedad la hipótesis nula de igualdad de los seis coeficientes entre todos los individuos ($\chi(138)=552.7$, $p\text{-value}=0.00$). A partir de aquí se ha realizado una secuencia de contrastes comparando el modelo sin restricciones, con un modelo en el que cada vez se ha impuesto la igualdad de uno de los seis coeficientes entre todos los países. Los resultados de esta secuencia de contrastes son también muy sugerentes; la hipótesis nula de homogeneidad se rechaza claramente para cinco de los seis coeficientes, siendo el

¹⁵¹ Los resultados del Cuadro 4.10 están basados en la utilización de los datos originales. En las páginas anteriores ha quedado suficientemente demostrado que la utilización de este tipo de datos no altera significativamente los resultados habituales al estimar ecuaciones de convergencia. Dado que los datos filtrados merecen una menor fiabilidad por los problemas ya reseñados anteriormente (p. ej. que se cumplan en menos casos las restricciones de rendimientos constantes, o que el multiplicador de Lagrange del filtro pueda ser inapropiado para algunos países), parece más sensato realizar los ejercicios de inferencia con los datos originales. En cualquier caso, no existen diferencias que alteren las conclusiones principales, entre los resultados que se van a presentar y los que se obtienen con los datos filtrados.

coeficiente de la inversión el único que parece ser igual para todos los países ($\chi(23)=32.2$, $p\text{-value}=0.10$). No deja de ser interesante que la inversión en capital físico juegue un papel significativo e igual en la explicación del crecimiento en todos los países de la OCDE. Si se interpreta el citado coeficiente como un parámetro tecnológico, los resultados sugieren que no existen diferencias importantes en el papel que juega en el crecimiento de los países de la OCDE el capital físico. Por otra parte, dada la baja calidad de la proxy del capital humano que se está empleando en estas estimaciones, tampoco es sorprendente que la capacidad explicativa de dicha variable sea muy diferente de unos países a otros.

Para terminar este apartado nos centraremos nuevamente en el resultado fundamental de este capítulo, es decir el valor del coeficiente de la renta inicial a partir del cual obtenemos la tasa de convergencia. En la segunda columna del Cuadro 4.10 se presentan los coeficientes promedio y los t-estadísticos de la estimación de un SURE no restringido. Se puede observar que el signo y la magnitud de los coeficientes es muy similar a los obtenidos a partir del estimador de medias de grupos en la columna 1 del Cuadro 4.2. La única diferencia significativa es que ahora todos los coeficientes promedio se estiman de forma mucho más precisa, posiblemente debido a las ganancias en eficiencia asociadas a la estimación de SURE. La tasa implícita de convergencia promedio obtenida por esta vía es del 49 por cien, aproximadamente 10 puntos más elevada que con el estimador de medias¹⁵².

¹⁵² Aunque pueda parecer lo contrario, estas diferencias no son tan grandes si tenemos en cuenta que una velocidad promedio del 39 por cien implica que se tardan 1.7 años en recorrer la mitad de la distancia entre la posición

En cualquier caso, este resultado viene a confirmar los argumentos tanto teóricos, como econométricos presentados en el apartado anterior, es decir, que la tasa de convergencia obtenida con el estimador de medias es más fiable que la obtenida con los métodos tradicionales que imponen homogeneidad. Por último, en la columna 3 del cuadro se presenta el mismo tipo de ejercicio, pero teniendo en cuenta la homogeneidad estadísticamente contrastada del coeficiente de la inversión. Una vez que se ha impuesto que este coeficiente es el mismo para todos los países, el coeficiente promedio de la renta inicial implica de nuevo una velocidad de convergencia promedio del 41 por cien, mucho más cercana al 39 por cien derivado de la estimación de medias.

actual de la economía y su nivel de estado estacionario, mientras que una tasa del 49 por cien supone 1.4 años.

V. Conclusiones.

La gran mayoría de las proposiciones que se han obtenido en los últimos años en la teoría del crecimiento económico se fundamentan en la dinámica de la economía representativa. Paralelamente, las bases de datos multi-país se han convertido en instrumentos cada vez más populares en el tratamiento empírico de los problemas del crecimiento, mucho más que en otros campos de la macroeconomía. Dada la naturaleza de largo plazo del problema, la consideración de muchos países, evaluados en cortos periodos de tiempo, se ha convertido en la alternativa mayoritaria al estudio individualizado del comportamiento de los los países durante largos periodos de tiempo. Los resultados que se han obtenido con esta forma de proceder han sido importantes y, de hecho, nadie discute que se ha ganado mucho en la comprensión que los economistas tienen de la dinámica tendencial de las economías. Sin embargo, la utilización conjunta de datos de muchos países, con unas pocas observaciones temporales de los mismos, tiene algunas limitaciones claras. En primer lugar, los estimadores que se obtienen de esta manera son, en el mejor de los casos, estimadores consistentes de los parámetros muestrales promedio. Si se centra la atención en el proceso de "catching-up" entre países, puede tener muy poco interés saber cual es la velocidad promedio a la que los países regresan a su senda de crecimiento tendencial, una vez se han alejado de ella por algún shock. En segundo lugar, y mucho más preocupante, es el hecho de que los métodos econométricos convencionales que se utilizan en la actualidad de forma generalizada no

garantizan siquiera que las estimaciones de la "economía promedio" sean consistentes.

El supuesto de homogeneidad de los parámetros entre países, que es crucial para que las bases de datos multi-país sean operativas, es muy improbable que se satisfaga, incluso aunque se trabaje con una muestra de datos mucho más homogénea como es la OCDE. Además, dicha heterogeneidad puede ir más allá de la presencia de efectos individuales invariantes en el tiempo y afectar también a otros parámetros tecnológicos. En ese caso, Pesaran y Smith (1995) han demostrado que cualquier método que no reconozca explícitamente la presencia de heterogeneidad está condenado a proporcionar estimadores inconsistentes de los coeficientes promedio. Se puede argumentar que éste es un tipo de problema con el que los economistas han de aprender a convivir, dado que tras promediar los datos para eliminar las fluctuaciones cíclicas quedan insuficientes grados de libertad para analizar a cada país individualmente. En consecuencia, si se pretende decir algo desde el punto de vista empírico sobre la dinámica del largo plazo de las economías, habría que estar dispuesto a aceptar este tipo de limitación. Existe, sin embargo, una contraargumentación clara a este planteamiento, ya que hay métodos de filtrado o suavizado de las series económicas, que no imponen costes tan elevados en términos de pérdida de grados de libertad y que, además, no tienen porqué suponer una pérdida de información cualitativamente distinta a la que se produce al tomar medias quinquenales, decenales o de treinta años, como es la práctica habitual. Por otra parte, tampoco parece ni siquiera obvia la necesidad de filtrar las series; de hecho, en este capítulo se ha

aportado evidencia suficiente que demuestra que la utilización de datos anuales originales (sin ser sometidos a ningún tipo de filtro) no altera realmente los resultados que se derivan de la estimación de ecuaciones de convergencia con los métodos econométricos convencionales.

En definitiva, una vez se dispone de dimensiones T y N razonables, es posible evaluar hasta que punto se basan en estimadores inconsistentes de los parámetros tecnológicos y de comportamiento, algunos de los resultados más populares de la literatura empírica del crecimiento. En concreto este capítulo ha estado dedicado a analizar la tasa de convergencia implícita que se deriva del modelo de Solow aumentado. Los resultados que se han obtenido sugieren que las tres formas habituales de estimar (corte transversal, "pool" de datos y panel) producen resultados muy similares. Conforme se pasa de los modelos más restringidos a los menos restringidos (es decir, conforme se va permitiendo la existencia de efectos específicos invariantes en el tiempo) se producen algunos cambios, como por ejemplo que el capital humano sea no significativo o que aumente la velocidad de convergencia, aunque el panorama general sigue siendo muy parecido. Sin embargo, una vez se controla en las estimaciones por la presencia de efectos específicos tanto en el término independiente, como en las pendientes la situación cambia radicalmente.

Los resultados que se han obtenido en este capítulo sugieren que las condiciones de consistencia del estimador de medias de grupos se satisfacen en la muestra de países de la OCDE, dado que las correlaciones totales y

parciales entre regresores y coeficientes son muy bajas. Además, los estimadores de medias plantean un panorama sustancialmente diferente del que se obtiene a partir de cualquier otro método, acerca de las perspectivas de convergencia de los países de la OCDE. Concretamente, el coeficiente de la renta retardada es mucho mayor y otros parámetros como el del capital humano tienen t-estadísticos muy bajos. Una vez se relaja el supuesto de economía representativa, la tasa de convergencia promedio es mucho más elevada de lo que es habitual, oscilando entre valores del 12 y el 40 por cien, dependiendo del tipo de datos que se utilice. Esta tasa no tiene, sin embargo, ninguna implicación acerca de la forma en la que evoluciona la distribución de rentas entre países, ni tampoco sobre cómo los países más pobres cierran la brecha con los más ricos en un periodo finito de tiempo. Los resultados del tercer apartado del capítulo indican que la forma explícita de promediado, que implica el estimador de medias de grupos, capta mucho más acertadamente las características idiosincráticas de los países. Desde un punto de vista teórico existen profundas razones para creer que la tasa de convergencia obtenida en este capítulo es más razonable. El hecho de imponer homogeneidad de los parámetros obliga a que la única fuente de explicación de las diferencias estructurales entre países sean las tasas de acumulación (los determinantes del estado estacionario del modelo), lo que económicamente tiene la consecuencia de imponer un "estado estacionario promedio", que puede tener muy poco que ver con el potencial concreto de crecimiento a largo plazo de cada una de las economías individualmente.

También se ha comprobado en este capítulo, que la capacidad explicativa del

modelo de crecimiento exógeno es elevada, aunque los resultados plantean algunas dudas legítimas sobre la manera en la que se ha abordado en los últimos tiempos el análisis empírico del largo plazo. No obstante, no sería acertado interpretar estos resultados como prueba de la superioridad del modelo de crecimiento exógeno sobre otros tipos de modelos de crecimiento endógeno. En general, los modelos de crecimiento endógeno prestan una mayor atención a las características individuales de los países, por lo que podrían estar mejor diseñados para explicar el comportamiento de largo plazo de la muestra de países utilizada, aunque en este punto estas cuestiones se quedan en la agenda de investigación para el futuro. Independientemente de cual sea el modelo teórico que el investigador pueda pensar que es más adecuado, el mensaje global de este capítulo no se vé alterado: el problema de inconsistencia de los métodos convencionales puede estar afectando también a otros trabajos fundamentados en la utilización de bases de datos multi-país (como p. ej. la influencia de las variables macroeconómicas en el crecimiento, el papel del gasto en investigación y desarrollo, la relación entre apertura y crecimiento, etc.). En consecuencia, el mensaje fundamental es que se debe prestar mucha más atención a las características específicas de cada uno de los países de la muestra.

Apéndice 4.1.

En este apéndice se van a presentar de una forma muy sintética algunos de los resultados de Pesaran y Smith (1995). Fundamentalmente se pretende arrojar algunas intuiciones de por qué los estimadores pueden ser inconsistentes al emplear las técnicas convencionales. Por motivos de sencillez expositiva se va a seguir la notación empleada por estos autores, así como gran parte de sus argumentos de forma casi literal. En cualquier caso, la citada referencia incluye las demostraciones rigurosas y completas de los argumentos que aquí sólo se pretende esbozar.

Empecemos suponiendo la existencia de un modelo heterogéneo dinámico de coeficientes aleatorios, donde los coeficientes son constantes a lo largo del tiempo, pero difieren entre individuos de forma aleatoria (supuesto éste que se hace por simplicidad). Además, se supone que la distribución de los coeficientes es independiente de los regresores. En definitiva podemos representar este modelo como:

$$y_{i,t} = \lambda_i y_{i,t-1} + \beta_i x_{it} + \varepsilon_{it} \quad [\text{A4.1}]$$
$$i=1,2,\dots,N, t= 1,2,\dots,T.$$

donde los coeficientes λ_i y β_i difieren entre individuos acorde a:

$$\lambda_i = \lambda + \eta_{1i}; \beta_i = \beta + \eta_{2i} \quad [\text{A4.2}]$$

Adicionalmente se supone que η_{1i} y η_{2i} tienen media cero y covarianzas constantes¹⁵³. Lógicamente el investigador estará interesado en la estimación de los parámetros promedio λ y β , así como en las desviaciones individuales (λ_i y β_i) respecto a ellos.

Pesaran y Smith incorporan cuatro supuestos adicionales que les permiten posteriormente estudiar la consistencia de los estimadores de los coeficientes de la ecuación [A4.1], obtenidos a partir de diferentes técnicas de estimación ("pooles" de datos, cortes transversales y datos promedio de serie temporal). En este Apéndice se va a destacar simplemente uno de estos supuestos, que por otra parte es el que va a permitir obtener las intuiciones necesarias, para comprender los resultados más significativos de estos autores. En concreto, se supone que los x_{it} y los ε_{it} se distribuyen independientemente para todo t y s (es decir, que los x_{it} son estrictamente exógenos). Además, ambos conjuntos de variables se distribuyen independientemente de η_{1i} y η_{2i} y las perturbaciones ε_{it} tienen media cero y varianzas constantes en el tiempo, σ_i^2 .

Con la caracterización del modelo dinámico de coeficientes aleatorios hecha anteriormente, y bajo la hipótesis de que se cumplen los cuatro supuestos adicionales, Pesaran y Smith enfatizan que el estimador de medias de grupos

¹⁵³ También se supone que los momentos de orden superior y los momentos cruzados de η_{1i} y η_{2i} existen y son finitos, aunque no se va a hacer uso de estas propiedades en este apéndice.

es inequívocamente consistente, como ya demostró Swamy (1971). Por lo tanto, siempre que se disponga de un campo de datos (N y T grandes) se puede utilizar dicho estimador como medida de referencia de los posibles sesgos de los estimadores obtenidos por los otros procedimientos. En la literatura macroeconómica aplicada se utilizan en la actualidad bases de datos multi-país que satisfacen la estructura de campo de datos y dado que es muy poco frecuente encontrar aplicaciones empíricas en las que se estimen N regresiones separadas, los resultados de Pesaran y Smith pueden ser de una cierta importancia, ya que analizan explícitamente la posibilidad de que existan sesgos significativos en los estimadores obtenidos a partir de las técnicas frecuentemente empleadas.

Para ver por qué los estimadores obtenidos utilizando técnicas de "pool" de datos¹⁵⁴ pueden ser inconsistentes se puede generalizar la expresión [A4.1], incluyendo explícitamente un intercepto α_i que recoge efectos fijos o aleatorios de país y haciendo uso de [A4.2]:

$$y_{it} = \alpha_i + \lambda y_{i,t-1} + \beta x_{it} + v_{it} \quad [A4.3]$$

$$i=1,2,\dots,N, t=1,2,\dots,T.$$

donde v_{it} se define como:

$$v_{it} = \varepsilon_{it} + \eta_{1i} y_{i,t-1} + \eta_{2i} x_{it} \quad [A4.4]$$

¹⁵⁴ Argumentos similares aplican para las regresiones que se realizan con datos promedio de serie temporal.

La demostración más inmediata de que los estimadores de λ y β en [A4.3] no serán consistentes al estimar dicha ecuación como un modelo de efectos fijos o aleatorios (donde la única fuente de variación entre individuos esté recogida en el intercepto) es que el término de error está correlacionado con x_{it} e $y_{i,t-1}$. En definitiva se puede demostrar que:

$$E(x_{it} v_{it}) \neq 0$$

$$E(y_{i,t-1} v_{it}) \neq 0$$

Además, incluso aunque los x_{it} no presenten correlación serial, se puede demostrar que la segunda desigualdad sigue operando. En cualquier caso, lo que resulta obvio es que las correcciones habituales no pueden funcionar, dada la complejidad del proceso generador de v_{it} . Por ejemplo, la utilización de métodos de variables instrumentales no será normalmente efectiva. Nótese que dada la estructura de v_{it} todas las variables que estén correlacionadas con x_{it} o $y_{i,t-1}$ también lo estarán con v_{it} .

El siguiente paso que dan Pesaran y Smith es evaluar la magnitud del sesgo que se obtendría al utilizar las técnicas de panel habituales (en concreto, derivan dicho sesgo para el modelo de efectos fijos). Suponiendo nuevamente que los x_{it} son estrictamente exógenos y que están generados por un proceso estacionario autorregresivo (AR(1)), como:

$$x_{it} = \mu_i(1-\rho) + \rho x_{i,t-1} + u_{it}, \quad [A4.5]$$

donde $|\rho| < 1$, y para cada i , $u_{it} \sim iid(0, \tau_i^2)$. Utilizando para simplificar todavía más el problema el supuesto de que $\lambda_i = \lambda$, con lo que $\eta_{ii} = 0$ para todo i , la magnitud del sesgo de los estimadores de efectos fijos sería igual a:

$$\underset{N \rightarrow \infty, T \rightarrow \infty}{plim} \hat{(\lambda)} = \lambda + \frac{\rho(1-\lambda\rho)(1-\lambda^2)\omega_{22}}{\Psi_1} \quad [A4.6]$$

$$\underset{N \rightarrow \infty, T \rightarrow \infty}{plim} \hat{(\beta)} = \beta + \frac{\beta\rho^2(1-\lambda^2)\omega_{22}}{\Psi_1} \quad [A4.7]$$

donde

$$\begin{aligned} \Psi_1 &= (\sigma^2/\tau^2) (1-\rho^2) (1-\lambda\rho)^2 + (1-\lambda^2\rho^2)\omega_{22} + (1-\rho^2)\beta \\ \omega_{22} &= \text{var}(\beta_i) \end{aligned}$$

En consecuencia, la conclusión es que incluso con todos los supuestos simplificadores que se han incorporado, los sesgos en los estimadores pueden ser importantes, dependiendo fundamentalmente del grado de correlación serial de los regresores, ρ , el tamaño de los verdaderos coeficientes promedio, λ y β , la varianza de los β_i y las varianzas de ε_{it} y u_{it} (σ^2 y τ^2).

En definitiva y volviendo al caso más general, los estimadores de efectos fijos y efectos aleatorios (donde la prueba es similar, ya que para N y T

grandes ambos son asintóticamente equivalentes), así como los obtenidos a partir de datos de medias de serie temporal son inconsistentes a no ser que se hagan toda una serie de supuestos simplificadoros bastante restrictivos: que $\eta_{1i} = \eta_{2i} = \rho = 0$ para todo i (recuérdese además que la exogeneidad de los regresores así como la independencia de coeficientes y regresores ya están impuestos). Consecuentemente todas estas restricciones deben ser contrastadas formalmente y no deberían ser impuestas.

Las estimaciones de corte transversal, sin embargo, presentan algún tipo de ventaja comparativa respecto a las otras técnicas, ya que si los regresores son estrictamente exógenos y en el caso de T grande los estimadores son consistentes (incluso aunque las relaciones dinámicas puedan estar mal especificadas). Sin embargo, en el caso de las ecuaciones de convergencia el supuesto de exogeneidad estricta de los regresores parece excesivamente restrictivo. En este caso, Pesaran y Smith no aportan cálculo alguno de los posibles sesgos, aunque sí que resaltan que el estimador de medias de grupos puede servir como referente apropiado, ya que permite calcular las relaciones "microeconómicas" a nivel individual, contrastar los supuestos de homogeneidad de los coeficientes de forma explícita y estudiar la posible relación entre coeficientes estimados y regresores.

Referencias Bibliográficas

- Acemoglu, D. y Zilibotti, F. (1995): "Was Prometheus Unbounded by Chance? Risk, Diversification and Growth". Mimeo. Universitat Pompeu Fabra.
- Aghion, P. y Howitt, P. (1991): "Growth and Unemployment". CEPR Discussion Paper No. 577.
- Aghion, P. y Howitt, P. (1992): "A Model of Growth Through Creative Destruction". *Econometrica*, 60(2), pp. 323-351.
- Aghion, P. y Saint-Paul, G. (1993): "Uncovering Some Causal Relationships Between Productivity Growth and the Structure of Economic Fluctuations: A Tentative Survey". NBER Working Paper No. 4603.
- Andrés, J., Doménech, R. y Molinas, C. (1995): "Growth and Convergence in OECD Countries. A Closer Look", en B. van Ark y N. Crafts (eds.), *Catch Up and Convergence in Post War Europe: Quantitative Aspects*, Cambridge University Press.
- Andrés, J., Doménech, R. y Molinas, C. (1996): "Macroeconomic Performance and Convergence in OECD Countries". *European Economic Review*. De próxima publicación.
- Andrés, J., Boscá, J. y Doménech, R. (1995): "Testing the Neoclassical Model: A Causality Approach". Mimeo. Dirección General de Planificación. Ministerio de Economía y Hacienda.
- Andrés, J. y Lamo, A. (1995): "Dynamics of the Income Distribution Across OECD Countries". Discussion Paper No. 252, Centre for Economic Performance, London School of Economics.
- Arrow, K. J. (1962): "The Economic Implications of Learning by Doing". *Review of Economic Studies*. 29, pp. 155-173.
- Azariadis C. y Drazen, A. (1990): "Threshold Externalities in Economic Development". *Quarterly Journal of Economics*. 105, pp. 501-526.
- Baldwin, R. (1992): "The Growth Effects of 1992". *Economic Policy: A European Forum*. 0(9), pp. 248-281.
- Backus, D., Kehoe, P. y Kehoe, T. (1992): "In Search of Scale Effects in Trade and Growth". *Journal of Economic Theory*, pp. 377-409.

- Backus, D.K., Kehoe, P.J. y Kydland F.E. (1993): "International Business Cycles: Theory vs. Evidence". *Quarterly Review*, Federal Reserve Bank of Minneapolis, Fall, pp. 14-29.
- Barro, R. (1989): "A Cross Country Study of Growth, Savings, and Government". NBER Working Paper No. 2855.
- Barro, R. (1990): "Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth". *Journal of Political Economy*. 98(5), pp. 103-125.
- Barro, R. (1991): "Economic Growth in a Cross-Section of Countries". *Quarterly Journal of Economics*. 106(2), pp. 407-443.
- Barro, R. (1995): "Inflation and Economic Growth". Bank of England. Quarterly Bulletin. Mayo.
- Barro, R. y Sala-i-Martin, X. (1991): "Convergence Across States and Regions". *Brookings Papers on Economic Activity*. 1, pp. 107-182.
- Barro, R. y Sala i Martín, X. (1992): "Convergence". *Journal of Political Economy*. 100(2), pp. 223-51.
- Barro, R. y Sala i Martín (1995): *Economic Growth*. McGraw Hill Advanced Series in Economics.
- Baumol, W. (1986): "Productivity Growth, Convergence and Welfare: What the Long Run Data Show". *American Economic Review*, 76, pp. 1072-1085.
- Baumol, W. y Wolff, E. (1988): "Productivity Growth, Convergence and Welfare: Reply". *American Economic Review*, 78, pp. 1155-1159.
- Bean, C. y Pissarides, C. (1992): "Unemployment, Consumption and Growth". *European Economic Review*, 37, pp. 837-859.
- Becker, G., Murphy, K. y Tamura, R. (1990): "Human Capital, Fertility and Economic Growth". *Journal of Political Economy*, 98(5), pp. 12-37.
- Ben-David, D. (1994): "Convergence Clubs and Diverging Economies". CEPR Discussion Paper No. 922.
- Bernard, A. y Durlauf, S. (1995): "Convergence in international Output". *Journal of Applied Econometrics*. Vol. 10, pp. 97-108.
- Blömstrom, M., Lipsey, R. y Zejan, M. (1993): "Is Fixed Investment the Key to Economic Growth?". NBER Working Paper No. 4470.
- Caballé, J. y Santos, M. (1993): "On Endogenous Growth with Physical and Human Capital". *Journal of Political Economy*, 101(6), pp. 1042-67.

- Caballero, R. y Lyons, R. (1992): "The Case for External Economies", en Cukierman, A., Hercowitz, Z. y Leiderman, L. Eds. *Political Economy, Growth, and Business Cycles*, MIT Press, Cambridge, MA.
- Cass, D. (1965): "Optimum Growth in an Aggregative Model of Capital Accumulation". *Review of Economic Studies*, 32:3, pp. 233-240.
- Ciccone, A. y Matsuyama, K. (1993): "Start-up Costs and Pecuniary Externalities as Barriers of Economic developments". NBER Working Paper No. 4363.
- Cohen, D. (1993): "Two Notes on Economic Growth and the Solow Model". CEPR Discussion Paper No. 780.
- Dabán, T., Doménech, R. y Molinas, C. (1995): "International and Intertemporal Comparisons of Real Product in OECD Countries: A Growth Sensitivity Analysis". Documento de Trabajo DT 95-10. Departamento de Análisis Económico. Universidad de Valencia.
- Danthine, J. y Donaldson, J.B.(1993): "Methodological and Empirical Issues in Real Business Cycle Theory". *European Economic Review*, 37, pp. 1-35.
- De Gregorio (1993): "Inflation, Taxation, and Long-Run Growth". *Journal of Monetary Economics*, 31, pp. 271-298.
- De la Fuente, A. (1992): "Histoire d'A: Crecimiento y Progreso Técnico", *Investigaciones Económicas*. Vol. XVI, pp. 331-391.
- De la Fuente, A. (1994): "Crecimiento y Convergencia: un Panorama Selectivo de la Evidencia Empírica". *Cuadernos Económicos, ICE*, No. 58, pp. 23-69.
- De la Fuente, A. (1995): "Catch-up, Growth and Convergence in the OECD". Mimeo. Instituto de Análisis Económico.
- DeLong, J. B. (1988): "Productivity Growth, Convergence and Welfare: A Comment". *American Economic Review*, 78, pp. 1138-1154.
- DeLong, J. B. y Summers, L. H. (1991): "Equipment Investment and Economic Growth". *Quarterly Journal of Economics*, 106(2), pp. 445-502.
- Den Haan, W. J. (1995): "Convergence in Stochastic Growth Models. The Importance of Understanding why Income Levels Differ". *Journal of Monetary Economics*, 35, pp. 65-82.
- Dixit, A. y Stiglitz, J. (1977): "Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity". *American Economic Review*, 67, pp. 297-308.

- Dolado, J.; Goría, A. y Ichino, A. (1994): "Immigration and Growth in the Host Country: Evidence from Pooled Country Data". *Journal of Population Economics*, 7(2), pp. 193-215.
- Dolado, J.; González-Páramo, J. y Roldán, J. (1994): "Convergencia Económica entre las Provincias Españolas: Evidencia Empírica (1955-1989)". *Moneda y Crédito (Segunda Epoca)*, 198, pp. 81-119.
- Doménech, R. y Taguas, D. (1995): "Potential Output Estimations in the Spanish Economy". Mimeo. Dirección General de Planificación. Ministerio de Economía y Hacienda.
- Dowrick, S. y Nguyen, D. (1989): "OECD Comparative Economic Growth 1950-85: Catch-Up and Convergence". *American Economic Review*, 79, pp. 1010-1030.
- Durlauf, S. y Johnson, P. (1992): "Local versus Global Convergence across National Economies". NBER Working Paper No. 3996.
- Easterly, W. (1993): "How Much Do Distortions Affect Growth". *Journal of Monetary Economics*, 32, pp. 187-212.
- Easterly, W. (1994): "Economic Stagnation, Fixed Factors, and Policy Thresholds". *Journal of Monetary Economics*, 33, pp. 525-557.
- Easterly, W., Kremer, M., Pritchett L. y Summers, L. (1993): "Good Policy or Good Luck? Country Growth Performance and Temporary Shocks". *Journal of Monetary Economics*, 32, pp. 459-483.
- Edwards, S. (1993): "Openness, Trade Liberalization, and Growth in Developing Countries". *Journal of Economic Literature*, Vol. XXXI, pp. 1358-1393.
- Fagerberg, J. (1994): "Technology and International Differences in Growth Rates". *Journal of Economic Literature*, Vol. XXXII, pp. 1147-1175.
- Feder, G. (1982): "On Exports and Economic Growth". *Journal of Economic Development*, 12.
- Fischer, S. (1991): "Growth, Macroeconomics and Development". NBER Working Paper No. Paper 3702.
- Fischer, S. (1993): "The Role of Macroeconomic Factors in Growth". *Journal of Monetary Economics*. 32, pp. 485-512.
- Friedman, M. (1992): "Do Old Fallacies Ever Die?". *Journal of Economic Literature*, Vol. XXX, pp. 2129-2132.
- Galor, O. y Zeira, J. (1993): "Income Distribution and Macroeconomics". *Review of Economic Studies*, 60, pp. 35-52.

- Gardeazabal, J. y Regúlez, M. (1995): "Comparing Estimators of Convergence Parameters". Mimeo. Universidad del País Vasco.
- Giorno, C., Richardson, P.; Roseveare, D. y van den Noord, P. (1995): "Estimating Potential Output, Gaps and Structural Budget Balances". OECD Economics Department Working Paper No. 152.
- Greenaway, D. y Sapsford, D. (1994): "What Does Liberalization Do for Exports and Growth?". *Weltwirtschaftliches Archiv*, 127(4), pp. 631-644.
- Grier, K. y Tullock, G. (1989): "An Empirical Analysis of Cross-National Economic Growth, 1951-80". *Journal of Monetary Economics*, 24, pp. 259-276.
- Grossman G. y Helpman, E. (1989): "Product Development and International Trade". *Journal of Political Economy*, 97(6), pp. 1261-83.
- Grossman G. y Helpman, E. (1990a): "Trade, Innovation and Growth". *American Economic Review*, 80, Papers and Proceedings, pp. 86-91.
- Grossman G. y Helpman, E. (1990b): "Comparative Advantage and Long Run Growth". *American Economic Review*, 80, pp. 796-815.
- Grossman G. y Helpman, E. (1991a): "Quality Ladders in the Theory of Long Run Growth". *Review of Economic Studies*, 58, pp. 43-61.
- Grossman G. y Helpman, E. (1991b): "Quality Ladders and Product Cycles". *Quarterly Journal of Economics*, 106, pp. 557-586.
- Grossman G. y Helpman, E. (1991c): "Trade, Knowledge Spillovers and Growth". *European Economic Review*. 35, Papers and Proceedings, pp. 517-526.
- Grossman G. y Helpman, E. (1991d): "Endogenous Product Cycles". *The Economic Journal*, 101.
- Grossman G. y Helpman, E. (1991e): *Innovation and Growth in the Global Economy*. MIT Press, Cambridge.
- Grossman G. y Helpman, E. (1994): "Endogenous Innovation in the Theory of Long Run Growth". *Journal of Economic Perspectives*, 8(1), pp. 23-44.
- Islam, N. (1995): "Growth Empirics: A Panel Data Approach". *Quarterly Journal of Economics*, Vol. CX, pp. 1127-1170.
- Helliwell, J., y Chung, A. (1992): "Convergence and Growth Linkages Between North and South". NBER Working Paper No. 3948.
- Hodrick, R. y Prescott, E. (1980): "Post-War US Business Cycles: An Empirical Investigation". Mimeo. Carnegie-Mellon University.

- Holtz-Eakin, D. (1992): "Solow and the States: Capital Accumulation, Productivity and Economic Growth". NBER Working Paper No. 4144.
- Jones, C. (1995): "Time Series Tests of Endogenous Growth Models". *Quarterly Journal of Economics*, 110(2), pp. 495-525.
- Jones, L. y Manuelli, R. (1990): "A Convex Model of Economic Growth: Theory and Policy Implications". *Journal of Political Economy*, 98(5), pp. 1008-1038.
- Jones, L. y Manuelli, R. (1994): "Las Fuentes del Crecimiento". *Cuadernos Económicos, ICE*, 58(3), pp. 71-107.
- Kaldor, N. (1956): "Alternative Theories of Distribution". *Review of Economic Studies*, 23:2, pp. 83-100.
- Kaldor, N. (1961): "Capital Accumulation and Economic Growth", en Lutz, F. y Hague, D. (eds.): *The Theory of Capital*. St. Martin's Press. New York.
- Kaldor, N. y Mirrlees, J. (1962): "A New Model of Economic Growth". *Review of Economic Studies*, 29:3, pp. 174-192.
- Kelly, M. (1992): "On Endogenous Growth with Productivity Shocks". *Journal of Monetary Economics*, 30, pp. 47-56.
- King, R.G. y Levine, R. (1993): "Finance and Growth: Schumpeter Might Be Right". *Quarterly Journal of Economics*, 108(3), pp. 717-37.
- King, R.G. y Levine, R. (1994): "Capital Fundamentalism, Economic Development, and Economic Growth". *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 40, pp. 259-292.
- King, R. y Rebelo, S. (1990): "Public Policy and Long Run Growth: Developing Neoclassical Implications". *Journal of Political Economy*, 98(5), pp. 126-150.
- King, R. y Rebelo, S. (1993): "Transitional Dynamics and Economic Growth in the Neoclassical Model". *American Economic Review*, 83(4), pp. 908-931.
- King, R.G.; Plosser, Ch. y Rebelo, S. (1988a): "Production Growth and Business Cycles, I. The Basic Neoclassical Model". *Journal of Monetary Economics*, 21, pp. 195-232.
- King, R.G.; Plosser, Ch. y Rebelo, S. (1988b): "Production Growth and Business Cycles, II. New Directions". *Journal of Monetary Economics*, 21, pp. 309-341.

- Knight, M., Loayza, N. y Villanueva, D. (1992): "Testing the Neoclassical Theory of Economic Growth: A Panel Data Approach". IMF Working Paper WP/92/106.
- Koopmans, T. (1965): "On the Concept of Optimal Growth", en Pontificia Academia Scientiarum Scripta Varia (Roma), *The Econometric Approach to Development Planning*. Chicago: Rand McNally, pp. 225-287.
- Kormendi, R. y Meguire, P. (1985): "Macroeconomic Determinants of Growth. Cross-Country Evidence". *Journal Of Monetary Economics*, 16, pp. 141-163.
- Kremer, M. (1993), : "The O-Ring Theory of Economic Development". *Quarterly Journal of Economics*. 108, pp. 551-575.
- Layard, R. y S. Nickell (1992): "Unemployment in the OECD Countries". Discussion Paper No. 81, Centre for Economic Performance, London School of Economics.
- Lee, J. W. (1993): "International Trade, Distorsions, and Long Run Economic Growth". *IMF Staff Papers*, Vol. 40(2), pp. 299-328.
- Levine, R. y Renelt, D. (1992): "A Sensitivity Analysis of Cross-Country Growth Regressions". *American Economic Review*, 82, pp. 942-963.
- Levine, R. y Zervos, S. (1993): "What Have We Learned About Policy and Growth from Cross-Country Regressions?". *American Economic Review*, 83, pp. 426-430.
- Lucas, R. E. Jr. (1988): "On the Mechanics of Economic Development". *Journal of Monetary Economics*, 22(1), 3-42.
- Lucas, R. (1993): "Making a Miracle", *Econometrica*, 61, pp. 251-272.
- Maddison, A. (1982): *Phases of Capitalist Development*. Oxford University Press.
- Maddison, A. (1991): *Historia del Desarrollo Capitalista. Sus Fuerzas Dinámicas. Una Visión Comparada a Largo Plazo*. Editorial Ariel.
- Mankiw, N. G., Romer, D. y Weil, D. (1992): "A Contribution to the Empirics of Economic Growth". *Quarterly Journal of Economics*, 107(2), pp. 407-438.
- Mankiw, N.G. (1995): "The Growth of Nations". *Brookings Papers on Economic Activity*, Vol. 1, pp. 275-326.

- Marcet, A. y Canova, F. (1995): "The Poor Stay Poor: Non-Convergence across Countries and Regions". CEPR Discussion Paper No. 1265.
- McCallum, M. T. (1993): "Macroeconomics after Two Decades of Rational Expectations". NBER Working Paper No. 4367.
- Nelson, Ch. y Plosser, Ch. (1982): "Trends and Random Walks in Macroeconomic Time Series". *Journal of Monetary Economics*, 4, 637-660.
- Nicoletti, G. y Reichlin, L. (1993): "Trends and Cycles in Labour Productivity in the Major OECD Countries". CEPR Discussion Paper No. 808.
- Pack, H. (1994): "Endogenous Growth Theory: Intellectual Appeal and Empirical Shortcomings". *Journal of Economic Perspectives*, 8(1), pp. 55-72.
- Parente S. y Prescott E. (1993): "Changes in the Wealth of Nations" *Quarterly Review*. Federal Reserve Bank of Minneapolis, 17, pp. 3-13.
- Pesaran, H. and R. Smith (1995): "Estimating Long-Run Relationships from Dynamic Heterogeneous Panels". *Journal of Econometrics*, 68(1), pp. 79-113.
- Prescott, E. (1986): "Theory Ahead of Business Cycle Measurement". *Quarterly Review*, Federal Reserve Bank of Minneapolis, Fall.
- Quah, D. (1993a): "Empirical Cross-Section Dynamics and Tests of the Convergence Hypothesis". *European Economic Review*, 37, pp. 426-434.
- Quah, D. (1993b): "Galton's Fallacy and Tests of the Convergence Hypothesis". *The Scandinavian Journal of Economics*, 95(4), pp. 427-443.
- Quah, D. (1993c): "Convergence Empirics Across Economies with (Some) Capital Mobility". London School of Economics, Mimeo.
- Quah, D. (1995): "Empirics for Economic Growth and Convergence". Discussion Paper No. 253, Centre for Economic Performance, London School of Economics.
- Rebelo, S. (1991): "Long Run Policy Analysis and Long Run Growth". *Journal of Political Economy*, 99(3), 500-521.
- Rivera-Batiz, L. y Romer, P.M. (1991a): "International Trade with Endogenous Technological Change". *European Economic Review*, 35, 971-1004.
- Rivera-Batiz, L. y Romer, P.M. (1991b): "Economic Integration and Endogenous Growth". *Quarterly Journal of Economics*, 106(2), 531-505.

- Rivera-Batiz, L. y Xie, D. (1992): "GATT, Trade and Growth". *American Economic Review*, 82, Papers and Proceedings, 422-427.
- Romer, P.M. (1986): "Increasing Returns and Long-Run Growth". *Journal of Political Economy*, 94(6), pp. 1002-37.
- Romer, P.M. (1987a): "Crazy Explanations for the Productivity Slowdown", en S. Fischer (ed.), *NBER Macroeconomics Annual*. The MIT Press, pp. 163-202.
- Romer, P.M. (1987b): "Growth Based on Increasing Return Due to Specialization". *American Economic Review*, 77(2), pp. 56-62.
- Romer, P.M. (1989): "Capital Accumulation in the Theory of Long-Run Growth", en Barro R. (ed.), *Modern Business Cycle Theory*, Harvard University Press, Cambridge, pp. 51-127.
- Romer, P.M. (1990): "Endogenous Technological Change". *Journal of Political Economy*. 98(5), pp. 71-102.
- Romer, P.M. (1994a): "The Origins of Endogenous Growth". *Journal of Economic Perspectives*. 8(1), pp. 2-22.
- Romer, P.M. (1994b): "New Goods, Old Theory, and the Welfare Costs of Trade Restrictions". *Journal of Development Economics*, 43, pp. 5-38.
- Sala i Martín (1994a): *Apuntes de Crecimiento Económico*, Editorial Antoni Bosch (Barcelona).
- Sala i Martín (1994b): "Cross-Sectional Regressions and the Empirics of Economic Growth". *European Economic Review*, 38, pp. 739-747.
- Schmitz, J. (1993): "Early Progress on the Problem of Economic Development". *Quarterly Review*, Federal Reserve Bank of Minneapolis, 17, pp. 17-35.
- Singh, R. D. (1992): "Government-Introduced Price Distorsions and Growth: Evidence from Twenty-nine Developing Countries", *Public Choice*, 73.
- Solow, R. (1956): "A Contribution to the Theory of Economic Growth". *Quarterly Economic Review*, 70:1, pp. 65-94.
- Solow, R. (1994): "Perspectives on Growth Theory". *Journal of Economic Perspectives*, 8(1), pp. 45-54.
- Stadler, G. (1990): "Business Cycle Models with Endogenous Technology". *American Economic Review*, 80, pp. 763-778.

- Stiglitz, J. (1992): "Methodological Issues and the New Keynesian Economics" en Vercelli y Dimitri (eds.): *Macroeconomics. A Survey of Research Strategies*. Oxford University Press.
- Stiglitz, J. (1993): "Endogenous Growth and Cycles", NBER Working Paper No. 4286.
- Summers, R. y Heston, A. (1991): "The Penn World Table (Mark 5: An Expanded Set of International Comparisons, 1950-1988)". *Quarterly Journal of Economics*. 106(2), pp. 327-68.
- Swamy, P. (1971): "Statistical Inference in Random Coefficient Regression Models". *Lecture Notes in Operations Research and Mathematical Systems*, 55. Springer-Verlag, Berlin.
- Young, A. (1991): "Learning by Doing and the Dynamic Effects of International Trade". *Quarterly Journal of Economics*, 106(2), pp. 369-406.
- Zellner, A. (1969): "On the Aggregation Problem: A New Approach to a Troublesome Problem", en K.A. Fox et al. (eds.): *Economic Models, Estimation and Risk Programming: Essays in Honor of Gerhard Tintner*. Springer-Verlag, pp. 365-378.
- Zilibotti, F. (1993): "A Rostovian Model of Endogenous Growth and Underdevelopment Traps". Discussion Paper No. 166, Centre for Economic Performance, London School of Economics.

Bibliografía específica referida a la base de datos.

- Dabán, T., Doménech, R. y Molinas, C. (1995): "International and Intertemporal Comparisons of Real Product in OECD Countries: A Growth Sensitivity Analysis". Documento de Trabajo DT 95-10. Departamento de Análisis Económico. Universidad de Valencia.
- FMI: *International Financial Statistics Yearbook*. Varios números.
- Heston A. y Summers R. (1993): "What Can Be Learned from Successive ICP Benchmark Estimates", en A. Szirmai, B. Van Ark and D. Pilat, *Explaining Economic Growth. Essays in Honour of Angus Maddison*. North-Holland, 1993.
- Kravis, I., A. Heston y R. Summers (1978): *International Comparisons of Real Product and Purchasing Power*. Johns Hopkins University Press.
- Kravis, I.; A. Heston y R. Summers (1982): *World Product and Income*, Johns Hopkins University Press.
- OCDE: *Purchasing Power Parities and Real Expenditures*. Paris, 1985.
- OCDE: *Purchasing Power Parities and Real Expenditures*. Paris, 1992.
- OCDE: *National Accounts, 1960-1991*. Paris, 1992.
- OCDE: *Economic Outlook. Historical Statistics*. Varios números.
- OCDE: *Labour Force Statistics*. Varios números.
- OCDE: *Main Economic Indicators*. Varios números.
- Summers, R. y Heston A. (1984) "Improved International Comparisons of Real Product and its Composition: 1950-80". *Review of Income and Wealth*.
- Summers, R. y Heston A. (1988) "A New Set of International Comparisons of Real Product and Price Levels Estimates for 130 Countries, 1950-1985". *Review of Income and Wealth*.
- Summers, R. y Heston A. (1991): "The Penn World Table (Mark 5): An Expanded Set of International Comparisons, 1950-88". *Quarterly Journal of Economics*.
- Summers, R., I. Kravis y A. Heston A. (1980) "International Comparisons of Real Product and its Composition: 1950-77". *Review of Income and Wealth*.
- UNESCO: *Statistical Yearbook*. Varios números.