Convergencia en los niveles de ingreso per-cápita. Un Análisis para el caso de los países latinoamericanos (1970-1990)

Andrés Palacios V.

Introducción

Este artículo se refiere al tema de la convergencia. Su objetivo es revisar de forma general las teorías de crecimiento económico, y fundamentalmente intentar corroborar, con base en la evidencia empírica de América Latina, la hipótesis de la convergencia, es decir, la existencia de fuerzas que conduzcan a las economías a converger en cuanto a sus niveles de ingreso per cápita.

Uno de los principales objetivos de la teoría del crecimiento económico es explicar los determinantes del ritmo de crecimiento de las economías, su tendencia a largo plazo, así como las causas de las diferencias de las tasas de crecimiento y el ingreso per cápita entre diferentes países.

Ha habido una "explosión" de literatura empírica así como de investigaciones acerca de los determinantes del crecimiento económico. Esta intensa investigación se focalizó principalmente durante dos períodos, el primero a finales de los años cincuenta y en los sesenta, y el segundo a finales de los años ochenta y en los noventa. El primer período dio origen a la *teoría neoclásica del crecimiento.* Una de las aportaciones más conocidas es la del Modelo de Crecimiento de R. M. Solow[1].

Una de las principales conclusiones de los modelos de crecimiento neoclásico, específicamente del modelo de R. M. Solow, es la imposibilidad de divergencia entre la

---

1 R. M. Solow (1956), "A Contribution to the Theory of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 39 (February), pp. 65-94 [Trad. al castellano, R.M. Solow (1979), "Un Modelo de crecimiento" en ***Economia del Crecimiento*** de Amartya Sen (comp.), México D.F. Fondo de Cultura Económica, pp. 151-182].

tasa "natural" y la tasa "garantizada" de crecimiento. Esto es, cuando la producción se da bajo las condiciones neoclásicas de proporciones variables y rendimientos constantes de escala (rendimiento marginal decreciente del capital), no es posible una tendencia divergente entre estas dos tasas y el sistema eventualmente se aproximará a un estado estacionario de crecimiento."Se entiende por tasa garantizada de crecimiento aquella que deja a todos los agentes satisfechos, por no haber producido ni más ni menos"[2].

La base de esta conclusión se halla en dos supuestos decisivos. El primero se refiere a ciertas características de la producción. Ella se realiza bajo condiciones de proporciones variables de los factores. De este modo, existirá siempre una ruta de acumulación de capital compatible con cualquier tasa de crecimiento de la fuerza de trabajo y, por ende, el sistema podrá ajustarse a esta tasa natural de crecimiento y tender finalmente a un estado de crecimiento proporcional uniforme.

El segundo supuesto se refiere a la productividad marginal decreciente del capital. A medida que la relación capital/trabajador aumente, aumentará la producción por trabajador, pero a una tasa decreciente, es decir, el rendimiento del capital irá disminuyendo. Con base en este segundo supuesto se puede afirmar que aun en el caso de una economía que inicialmente presente una tasa de crecimiento por encima del estado estacionario, en la cual tanto su producto como su capital crecen más rápido que su fuerza de trabajo efectiva[3], eventualmente esta tasa de crecimiento disminuirá hacia la tasa natural.

Esta conclusión trae como consecuencia que, en el supuesto de funciones de producción iguales, tasa de crecimiento de la población y parámetros (ahorro-consumo) iguales entre distintas economías, sus tasas de crecimiento del producto tenderán eventualmente a converger a una tasa común.

La *tesis de convergencia*, basada en el modelo neoclásico de crecimiento, sostiene que aquellas economías que tienen un ingreso per cápita bajo crecen en términos per cápita más rápido que las que tienen un ingreso per cápita alto. Esta idea es coherente con la tesis de la productividad marginal decreciente del capital. Es decir, en aquellas economías en las que el ingreso per cápita es bajo, y necesariamente la dotación de capital por trabajador también baja, la tasa de crecimiento del producto será mayor que la tasa de crecimiento de economías con mayor ingreso per cápita, mayor dotación de

2 R. F. Harrod (1939), "An Essay in Dynamic Theory", *Economic Journal*, vol. 59 (June), pp. 14-43 [trad. al castellano, R.F Harrod (1979), "La Teoría Dinámica" en *Economía del Crecimiento* de Amartya Sen (comp.) México D.F.: Fondo de Cultura Económica, pp. 43-62].

3 Hay una diferencia entre la fuerza de trabajo y la fuerza de trabajo efectiva. El crecimiento de la primera es sólo debido al aumento en el número de trabajadores; en el segundo caso el crecimiento de ésta es debido a la combinación del incremento del número de trabajadores y el avance tecnológico.

capital y donde la productividad marginal del capital es menor. Por lo tanto, existe una tendencia de largo plazo hacia la convergencia del ingreso per cápita. Ello implica, desde el punto de vista empírico, que debe existir en el contexto adecuado, una relación inversa entre la tasa de crecimiento per cápita y el ingreso per cápita de distintas economías.

Una vez más hay que recordar que estas conclusiones se basan en el supuesto de parámetros similares en cuanto a las preferencias (consumo-ahorro), la tecnología y sus tasas naturales de crecimiento. Es decir, la conclusión general de la teoría neoclásica de crecimiento en lo que se refiere a la tesis de convergencia, es que si dos países tienen la misma tasa de crecimiento de la población, ahorran la misma proporción del ingreso y tienen acceso a la misma función de producción, terminarán alcanzando el mismo nivel de ingreso per cápita.

No obstante, la evidencia empírica a nivel mundial parece contradecir la tesis de convergencia. Evidencia importante indica, que los países más ricos, en relación con nivel de ingreso per cápita, se alejan cada vez más de los pobres, es decir, la convergencia tanto de las tasas de crecimiento como de los niveles de ingreso de las economías pareciera no estar ocurriendo[4]. Con base en esta evidencia empírica se ha cuestionado uno de los principales supuestos de los modelos de crecimiento neoclásicos: la existencia de rendimientos decrecientes del capital, y se ha querido suplantar por el de rendimientos constantes del capital.

Esta controversia sobre la tesis de convergencia y las distintas hipótesis sobre el comportamiento del capital ha desencadenado, una vez más, una intensa investigación a nivel mundial. En este período de investigación se han desarrollado términos como convergencia absoluta y condicional (Absolute and Conditional Convergence)[5], los cuales se explicarán en su debido momento, y se ha señalado también la importancia que para los efectos de políticas económicas tiene la verificación o el rechazo de la tesis de convergencia, ya que tanto el diseño de estas políticas, como el efecto de éstas sobre la economía podría ser distinto (en cierto grado), dependiendo de la validez de esta tesis.

El modelo neoclásico de Solow-Swan

La Función de Producción Neoclásica

Para comprender el Modelo Solow-Swan[6] es necesario establecer las características fundamentales de la *función de producción neoclásica.* Ésta es una relación técnica

4 Ver L. Pritchett (1996)

5 R. J. Barro y X. Sala-i-Martin (1995), *Economic Growth*, Chicago, McGraw-Hill Advanced series in economics, pp. 26-30.

6 R. M. Solow (1956), "A Contribution to the Theory of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 39 (February), pp. 65-94 [Trad. al castellano, R.M. Solow (1979),

entre los insumos o cantidades de factores de producción —**Capital y trabajo**— y la cantidad física de bienes y servicios que produce la entidad económica por unidad de tiempo. Si se obvia el progreso tecnológico, la ecuación (1) representa la función de producción:

$$\mathbf{Y = F(K, L)} \qquad \mathbf{(1)}$$

donde **K** y **L** representan el capital y la mano de obra (fuerza de trabajo) respectivamente. Las posibilidades tecnológicas se representan mediante la función de producción.

Se dice que la función de producción es neoclásica si satisface las siguientes tres propiedades: 1) La primera propiedad se refiere a la productividad marginal decreciente de los insumos. Para todo **K**>0 y **L**>0, la función de producción presenta rendimientos positivos y marginales decrecientes respecto a cada uno de sus insumos.

$$\frac{\partial F}{\partial K} > 0, \qquad \frac{\partial^2 F}{\partial K^2} < 0$$
$$\frac{\partial F}{\partial L} > 0, \qquad \frac{\partial^2 F}{\partial L^2} < 0 \qquad \mathbf{(2)}$$

2) La segunda propiedad se refiere a los rendimientos constantes a escala, es decir, se asume que la función de producción manifiesta rendimientos constantes a escala[7], por lo tanto, es homogénea de grado uno[8]; esto significa que si todos los insumos cambian proporcionalmente, la producción cambiará en la misma proporción:

$$F(\lambda K, \lambda L) = \lambda \,.\, F(K, L) \text{ para todo } \lambda > 0 \qquad \mathbf{(3)}$$

3) Por último, la tercera propiedad son las condiciones Inada, es decir, "la productividad marginal del capital (o del trabajo) se acerca a infinito cuando el capital

---

"Un Modelo de crecimiento" en *Economía del Crecimiento* de Amartya Sen (comp.), México D.F. Fondo de Cultura Económica, pp. 151-182].
T. W. Swan (1956), "Economic Growth and Capital Acumulation" *Economic Record* Vol. 32, pp. 334-361.

7 Éste parece el supuesto más natural en un modelo de crecimiento neoclásico, ya que los rendimientos decrecientes a escala, como los provocados en el caso de escasez de la tierra, volverían el modelo más ricardiano.

8 En términos generales se dice que una función $\mathbf{f(x_1,.....,x_n)}$ es homogénea de grado **r** si y sólo si, $\mathbf{f(t\cdot x_1,.....,t\cdot x_n)=t^r\cdot f(x_1,.....,x_n)}$. Los rendimientos constantes a escala es el caso particular donde la función de producción es homogénea de grado uno.

(o el trabajo) se acerca a 0; y se acerca a 0 cuando el capital (o el trabajo) se acerca a infinito"[9]:

$$\lim_{k\to 0}(F_k) = \lim_{L\to 0}(F_L) = \infty$$
$$\lim_{k\to\infty}(F_k) = \lim_{L\to\infty}(F_L) = 0 \tag{4}$$

Gracias a la segunda propiedad, rendimientos constantes a escala, se puede expresar la ecuación (1) de la siguiente forma :

$$Y = F(K\,,\,L) = L\cdot F(K/L,\,1) = L\cdot f(k) \tag{5}$$

definiendo **y = Y/L,** como la producción per-cápita, **k = K/L,** como el capital por trabajador, y a la función **f(k)** como **F(K/L, 1)**, se puede expresar la función de producción como:

$$\mathbf{y = f\,(k)} \tag{6}$$

Esta forma suele denominarse: forma intensiva de la función de producción.

Supuestos Básicos

Para entender el funcionamiento del Modelo de crecimiento Solow-Swan, es necesario establecer las bases o los supuestos sobre los cuales se desenvuelve. Éstos se plantean sintéticamente a continuación.

Se asume que:

1) La tasa de crecimiento de la población[10] $\frac{\dot{L}}{L} = n > 0$, es exógena, y toda la fuerza de trabajo desempeña su función a una intensidad dada. El punto sobre la variable **L,** denota la derivada con respecto al tiempo.
2) Sólo existen dos tipos de insumos, capital físico **K(t)**, y trabajo **L(t)**.
3) La función de producción **y=f(k),** presenta rendimientos constantes a escala y rendimientos marginales decrecientes respecto al capital.
4) El producto es un bien homogéneo, el cual puede consumirse o invertirse para crear nuevas unidades de capital físico, es decir, la transformación de bienes de consumo a bienes de capital y viceversa es sencilla.
5) El ahorro es una fracción fija de la renta **s**, mayor que cero.

---

9 R. J. Barro y X. Sala-i-Martin (1995), *Economic Growth*, Chicago, McGraw-Hill Advanced series in economics, p.16.

10 Se asume que la tasa de crecimiento de la población y la de la fuerza de trabajo son iguales.

6) La economía es cerrada, por lo tanto el producto es igual al ingreso y el ahorro es igual a la inversión, **sY=S=I**.

7) El capital se deprecia a una tasa constante, $\delta > 0$.

La Dinámica del Capital y el Estado Estacionario

En esta sección se analiza el comportamiento dinámico de una economía de acuerdo con el Modelo Solow-Swan. Éste explica el proceso de ajuste, mediante el cual una economía alcanzará eventualmente lo que se conoce como *el estado estacionario.*

En una economía con una determinada tasa de ahorro **s**, y tasa de crecimiento de la población **n**, se alcanzará un punto en el largo plazo, en donde la producción per cápita y el capital per cápita se vuelven constantes. La idea del estado estacionario sostiene que si el capital per cápita no varía, dada una tecnología, tampoco variará la producción per cápita. Pero para que el capital per cápita no varíe, incluso cuando está creciendo la población, es necesario que tanto el capital como la población crezcan a la misma tasa.

La descripción completa del proceso que lleva a la economía al estado estacionario se apoya en dos supuestos, aun cuando éstos no sean del todo necesarios. El primero, ya mencionado, sostiene que la tasa de ahorro **s** es una fracción constante del ingreso **Y**. El segundo, también mencionado, supone que la depreciación se produce a una tasa constante **d**, del acervo de capital.

Con base en estos dos últimos supuestos se puede expresar la variación neta del acervo de capital, inversión bruta menos depreciación, como :

$$K = I - \delta K = s \cdot F(K, L) - \delta K \tag{7}$$

Para una tecnología y fuerza de trabajo dada, la ecuación (7) determina la dinámica del capital **K**. El crecimiento del capital es determinado por el ahorro, el cual a su vez es una fracción constante de la renta y ésta, es decir, la producción, depende a su vez del capital. Tenemos un sistema interdependiente en el cual el crecimiento del capital depende del ingreso a través del ahorro, y el nivel de producción depende del acervo de capital. Este proceso descrito representa la variación del acervo capital en el tiempo. Si se dividen ambos lados de la ecuación (7) por la fuerza de trabajo **L**, se obtiene:

$$\frac{K}{L} = s \,.\, f(K) - \delta k \tag{8}$$

El lado derecho de esta ecuación contiene variables únicamente en términos per-cápita, pero no el lado izquierdo. No obstante se puede expresar a $\frac{K}{L}$ como una función de **k**:

$$\dot{K} \equiv \frac{D(K/L)}{dt} = \frac{\dot{K}}{L} - \frac{\dot{L}}{L}k = \frac{\dot{K}}{L} - n,k \tag{9}$$

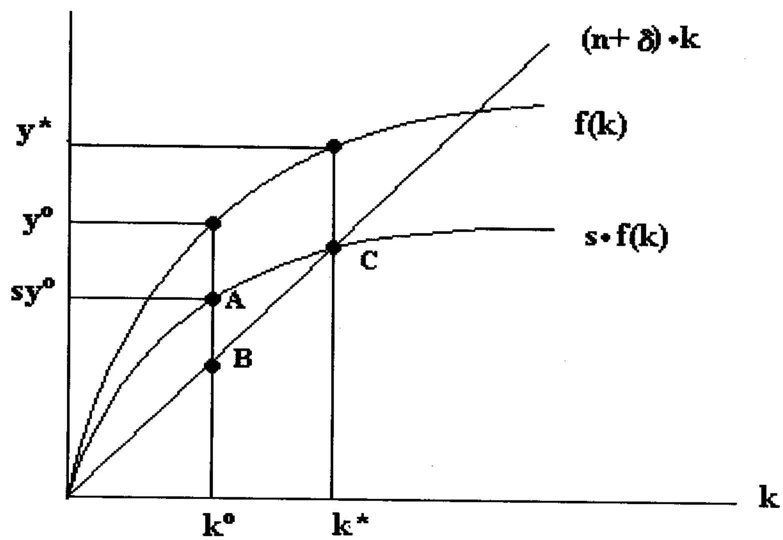
Si se sustituye esta última expresión en la ecuación (8) y se reordena, se obtiene:

$$\dot{k} = s \,.\, f(k) - (n + \delta) \,.\, k \tag{10}$$

La ecuación (10), la cual depende únicamente de **k**, es la ecuación diferencial fundamental del Modelo de Solow-Swan. La figura (1) muestra cómo funciona esta ecuación.

Figura 1

El Modelo Solow-Swan



Fuente: Dornbusch y Fischer.[11]

La curva superior **f(k)** representa el nivel de producción per cápita correspondiente a cada relación capital-trabajo. La inclinación de la curva está determinada por la productividad marginal del capital, la cual es decreciente. A medida que la dotación de capital por trabajador aumenta, aumenta la producción por trabajador, pero a una tasa decreciente. Debido a que las personas ahorran una fracción constante de su renta, la curva s·**f(k)**, que es una proporción constante de la producción, representa el nivel de

11 R. Dornbusch. y S. Fischer.(1994), *Macroeconomía*, McGraw-Hill, Madrid, sexta edición, p. 207.

ahorro per cápita para cada relación capital-trabajo. Se puede observar que esta curva parte del origen, tiene pendiente positiva y tiende a aplanarse a medida que se incrementa el nivel de capital, lo cual concuerda con las propiedades de la función de producción neoclásica.

La línea recta **$(\delta + n)\cdot k$** representa la cantidad de inversión necesaria para contrarrestar la depreciación y para dotar a los nuevos miembros de la población activa de capital, es decir, muestra la cantidad de inversión necesaria en cada relación capital-trabajo para mantener constante dicha relación.

Si el ahorro **$s\cdot f\ (k)$** es superior a la cantidad necesaria para mantener constante la relación capital-trabajo, el capital por trabajador aumentará. Esto ocurre cuando la curva **$s\cdot f\ (k)$** se encuentra por encima de la línea recta **$(\delta + n)\cdot k$**. En esta situación el nivel de ahorro supera al nivel necesario para cubrir la depreciación y para dotar a los nuevos miembros de la población activa de capital, por lo tanto, el capital per-cápita aumentará y la economía se desplazará hacia la derecha. Este proceso de ajuste se detiene cuando la economía ha alcanzado una relación capital-trabajo, en donde el nivel de ahorro correspondiente a esa relación sea igual a la inversión necesaria para contrarrestar la depreciación y dotar a los nuevos miembros de capital. Sólo en ese punto la tasa de crecimiento del capital, después de descontar la depreciación, será igual a la tasa de crecimiento de la población; en este punto la economía ha alcanzado el *estado estacionario.*

En la figura (1) se puede ver este proceso de ajuste. Si la economía parte de una relación capital-trabajo **ko,** en donde el nivel de ahorro **A** es superior a la cantidad de inversión **B**, necesaria para mantener constante la dotación de capital por trabajador en ese punto, el capital por trabajador aumentará hasta el punto **k*** en donde la inversión efectiva es igual a la necesaria.

Este punto corresponde a $\mathbf{k} = \dot{k}$ en la ecuación (10), esto es, la intersección de la curva **$s\cdot f(k)$** con la curva **$(\delta + n)\cdot k$**. El nivel de capital **k*** satisface esta condición:

$$\mathbf{s\cdot f(k^*) = (n + \delta)\cdot k^*} \qquad \mathbf{(11)}$$

En el estado estacionario, tanto el capital como el ingreso per cápita son constantes, de modo que la renta agregada crecerá a la misma tasa de la población. *Se deduce que la tasa de crecimiento correspondiente al estado estacionario no depende de la tasa de ahorro*. Ésta es una de las conclusiones clave de la teoría neoclásica del crecimiento. Un incremento de la tasa de ahorro sólo elevaría la tasa de crecimiento de la producción en el corto plazo. En el largo plazo no se vería afectada la tasa de crecimiento, aunque se elevaría el nivel de producción y capital per cápita correspondientes al estado estacionario.

Esta conclusión podría parecer incoherente dentro del marco de una visión simplista, ya que una economía en la cual se ahorrara una proporción mayor de su renta, daría la impresión de ser una economía en la que su capital y por lo tanto su producción, crecen más rápido. De hecho, en el Modelo Solow-Swan, un aumento de la tasa de ahorro eleva temporalmente la tasa de crecimiento de la producción e incrementa el ingreso per cápita, pero en el largo plazo, el aumento de la tasa de ahorro sólo habrá incrementado la relación capital-trabajo, y la economía tenderá en el largo plazo, según el modelo neoclásico de crecimiento, al estado estacionario.

Es importante recalcar que cambios en el nivel de tecnología, la tasa de ahorro, la tasa de crecimiento de la población y la depreciación no afectan la tasa de crecimiento per-cápita del producto, del capital y del consumo en el estado estacionario, cuyo valor es cero. Por esta razón, esta especificación del modelo no provee explicaciones acerca de los determinantes del crecimiento per-cápita a largo plazo"[12].

Dinámica de la Transición

Una de las conclusiones clave del Modelo Solow-Swan es que las tasas de crecimiento per-cápita a largo plazo son determinadas por elementos exógenos. Esta conclusión pareciera tener una perspectiva un tanto pesimista, por ejemplo, que las tasas de crecimiento per-cápita en el estado estacionario son independientes de la tasa de ahorro y del nivel de producción. No obstante, el modelo tiene otras implicaciones interesantes, por ejemplo, se puede observar el proceso de transición en el cual el ingreso per-cápita de una economía converge hacia su estado estacionario y hacia el ingreso per-cápita de otras economías.

A continuación, siguiendo la metodología utilizada por Barro y Sala-i-Martin[13], se procede a explicar este proceso dinámico de transición.

Al dividir por **k** a ambos lados de la ecuación (10) se obtiene la expresión de la tasa de crecimiento de **k** :

$$\gamma_k \equiv \frac{\dot{k}}{k} = s.f(k)/k - (n+\delta \qquad \textbf{(12)}$$

La ecuación (12), la cual se representa en la figura (2), expresa que γ_k es igual a la diferencia entre **s·f(k)/k** y $(\mathbf{n+\delta})$[14]. El primer término es una curva con pendiente negativa[15], la cual es asintótica al infinito cuando **k** tiende a 0 y se acerca a 0 cuando **k** tiende a infinito[16]. El segundo término $(\mathbf{n+\delta})$ es una línea horizontal.

---

12 R. J. Barro y X. Sala-i-Martin (1995), **Economic Growth**, p. 19.

13 *Ibid*, pp. 22-24.

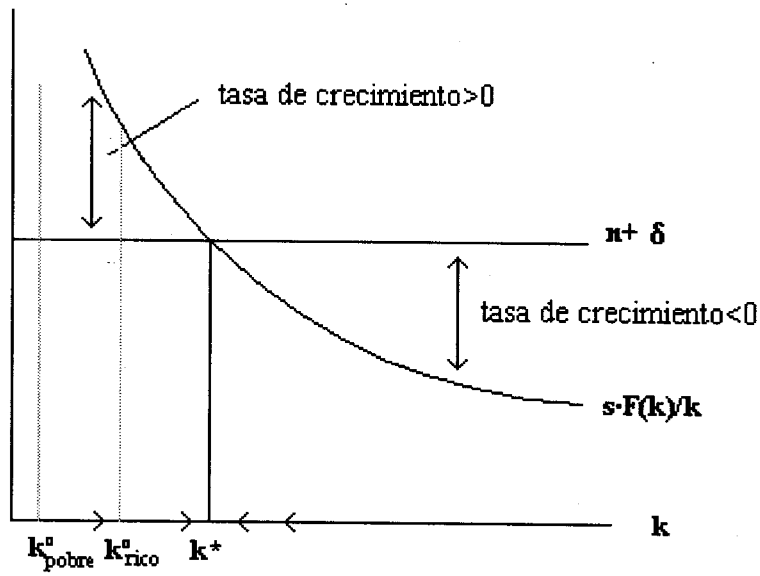
14 El símbolo γ, el cual acompaña a la variable **k** denota tasa de crecimiento. Es importante notar que la tasa de crecimiento del nivel de una variable es igual a la tasa de crecimiento per-cápita más **n**.

15 La derivada de **f(k)/k** respecto a **k** es igual a $\mathbf{(kf'(k)-f(k))/k^2}$, cuyo valor es negativo.

16 Si se aplica la regla de L'Hôpital al límite de **(s*f(k)/k)** cuando k tiende a 0 se obtiene $\lim_{k\text{-}0}$ **(s*f'(k))**, lo cual es igual a infinito; análogamente, se obtiene que el $\lim_{k\text{-}\infty}$ **(s*f'(k))** es igual a 0.

Figura 2

La dinámica del Modelo Solow-Swan



Fuente: Barro y Sala-i-Martin.[17]

La tasa de crecimiento del capital per-cápita de acuerdo con la ecuación (12) **s·f(k)/ k** - **(n+δ)**, está representada en la figura (2) como la distancia vertical entre la curva y la línea, y el punto de intersección corresponde al estado estacionario.

En la figura (2) se observa que a la izquierda del estado estacionario en donde la curva **s·f(k)/k** está por encima de **(n+δ)**, la tasa de crecimiento de **k** es positiva y **k** tiende a crecer con el tiempo. A medida que **k** crece y se acerca a **k***, la tasa de crecimiento del nivel de capital per-cápita γ_k, irá disminuyendo, y justo cuando **k=k*** esta tasa llegará a cero $\gamma_k = 0$.

Análogamente, se observa que a la derecha del estado estacionario en donde la curva **s·f(k)/k** está por debajo de **(n+δ)**, la tasa de crecimiento del capital per-cápita es negativa y **k** tiende a disminuir con el tiempo. En este caso la tasa de crecimiento aumenta y se acerca a cero a medida que **k** se acerca a **k***.

Con base en esta explicación se puede apreciar que una economía converge hacia su estado estacionario, el cual es único (excepto por la solución trivial **k*= 0**), es decir, el sistema es globalmente estable.

17 R. J. Barro y X. Sala-i-Martin, *op. cit.*, p.23.

La fuente de todo este proceso de transición que se acaba de describir son los rendimientos marginales decrecientes del capital. Cuando **k** es relativamente bajo y por ende el producto medio del capital **f(k)/k**, relativamente alto, la inversión bruta por unidad de capital **s·f(k)/k**, será relativamente alta. Debido a que la tasa de depreciación efectiva del capital per-cápita **(n+δ)** es constante, la tasa de crecimiento γ_k será mayor cuanto mayor sea **s·f(k)/k**.

Así como se estudió el proceso de transición del capital per-cápita hacia su estado estacionario, también se puede estudiar el comportamiento del producto per-cápita a lo largo de su transición.

La tasa de crecimiento del producto per-cápita está sumamente relacionada con la tasa de crecimiento del capital per-cápita. La ecuación (13) muestra esta relación:

$$\gamma_k \equiv \frac{\dot{y}}{y} = f'(k) \,.\, \dot{k} / f(k) = [k \,.\, f'(k) / f(k)] \,.\, \gamma_k \qquad \textbf{(13)}$$

La expresión dentro de los corchetes **k·f'(k)/f(k)** es, según la teoría marginalista, la participación del capital, es decir, la proporción del ingreso que reciben los dueños del capital en relación con el total del ingreso. Si se asume que cada unidad de capital recibe lo equivalente a su producto marginal **f'(k),** y **k·f'(k)** es el ingreso per-cápita recibido por los dueños del capital, la expresión **k·f'(k)/f(k)**, es la participación de este ingreso en el ingreso per-cápita total.

Sustituyendo γ_k de la ecuación (12) en la ecuación (13), se obtiene:

$$\gamma_k = s \,.\, f'(k) - (n + \delta) \,.\, Sh(k) \qquad \textbf{(14)}$$

Donde **Sh(k) = k·f'(k)/f(k).** Si se deriva con respecto a **k** se puede demostrar que en las cercanías del estado estacionario, γ_k disminuye cuando **k** aumenta..

Convergencia

El proceso de transición que se acaba de explicar conduce a una pregunta crucial: ¿si dos países tienen la misma tasa de crecimiento de la población, la misma función de producción, las mismas preferencias ahorro-consumo y la misma tasa de depreciación, acabarán éstos alcanzando el mismo nivel de renta?

" La ecuación (15) implica que la derivada de γ_k respecto a **k** es negativa:

$$\frac{\partial \gamma_k}{\partial k} = s \,.\, [f'(k) - f(k)/k]/k < 0 \qquad \textbf{(15)}$$

Manteniendo el resto de los parámetros iguales, los valores pequeños de k estarán asociados con valores grandes de γ_k "[18]. Con base en esto se puede afirmar que en el caso de dos economías cerradas con igual tasa de crecimiento de la población, la misma

---

18 *Ibid.*, p.26.

función de producción, las mismas preferencias ahorro-consumo, la misma tasa de depreciación, y por ende valores iguales de $\mathbf{k^*}$ y $\mathbf{y^*}$[19], la economía cuyo nivel inicial de capital per-cápita sea menor, tenderá a crecer más rápido en términos per-cápita.

En la figura 2 se observa cómo difieren las tasas de crecimiento per-cápita de dos economías con parámetros iguales. Debido a que la única diferencia entre estas economías es el nivel inicial de capital per-cápita, "la dinámica de $\mathbf{k}$ está determinada en cada caso por las mismas curvas $\mathbf{s \cdot f(k)/k}$ y $\mathbf{(n+\delta)}$"[20]. Se puede observar una mayor tasa de crecimiento per-cápita en aquella economía cuyo nivel inicial de $\mathbf{k}$ es menor. Este resultado implica que países con niveles iniciales de capital per-cápita relativamente bajo tienen tasas de crecimiento per-cápita relativamente altas y, por ende, tienden a alcanzar, en lo que a términos per-cápita se refiere, a los países cuyos niveles iniciales de capital per-cápita son superiores.

Ésta es la hipótesis que se denomina en la literatura económica como *convergencia absoluta.* La hipótesis se refiere específicamente a grupos de economías homogéneas en cuanto a los parámetros ya mencionados. Pero debido a que éstos tienden a ser diferentes de un país a otro, la tesis de la *convergencia absoluta* ha dado paso al concepto de *convergencia relativa o condicional.* Con base en este concepto, existe la posibilidad en el modelo teórico, de que una economía rica tenga una tasa de crecimiento superior al de una economía pobre, y donde la economía que crece más rápido es aquella que se encuentra más alejada de su propio estado estacionario.

En la figura 3 se representa el concepto de convergencia condicional. En este caso se consideran dos economías que difieren en sus niveles iniciales de acervo de capital per-cápita, $\mathbf{k^o}_{\text{pobre}} < \mathbf{k^o}_{\text{rico}}$, así como en sus tasas de ahorro, $\mathbf{s}_{\text{pobre}} < \mathbf{s}_{\text{rico}}$. Una de las conclusiones clave de la teoría neoclásica de crecimiento, la cual ya ha sido mencionada, sostiene que diferencias en la tasa de ahorro sólo generan diferencias, en la misma dirección, en los valores del acervo de capital per-cápita correspondientes al estado estacionario. En este caso en particular, en donde $\mathbf{s}_{\text{pobre}} < \mathbf{s}_{\text{rico}}$, la diferencia en los niveles de capital per-cápita correspondientes al estado estacionario seguirá la dirección $\mathbf{k^*}_{\text{pobre}} < \mathbf{k^*}_{\text{rico}}$.

Por otra parte, una de las conclusiones clave del análisis realizado previamente es que las economías pobres tienden a crecer más rápido que las ricas, en lo que a términos per-cápita se refiere. Esta hipótesis se aplica específicamente a grupos de economías homogéneas en cuanto a los parámetros, dentro de los cuales se encuentra la tasa de ahorro. No obstante, si el supuesto de homogeneidad es eliminado, las economías ricas pudieran crecer más rápido que las pobres.

En la figura 3 se observa que la tasa de crecimiento del capital per-cápita γ_k, representada por la distancia vertical entre la curva $\mathbf{s \cdot f(k)/k}$ **y** la recta $\mathbf{n+\delta}$, es mayor

---

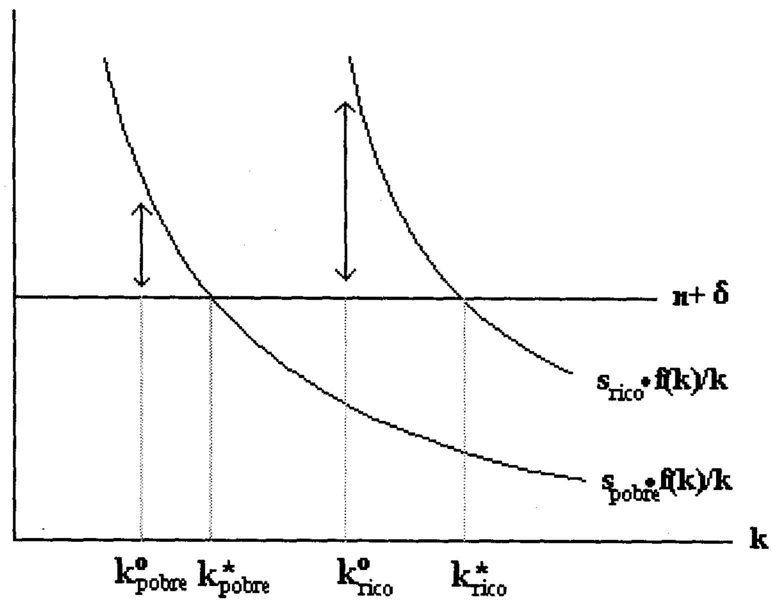
19 Las variables $\mathbf{k^*}$ y $\mathbf{y^*}$ denotan los valores de las variables $\mathbf{k}$ y $\mathbf{y}$ en el estado estacionario.

20 R. J. Barro y X. Sala-i-Martin *op. cit.*, p.26.

para la economía rica. De acuerdo con este resultado se puede afirmar que el modelo *no predice convergencia* para todos los casos.

Figura 3

Convergencia condicional



Fuente: Barro y Sala-i-Martin [21].

> "El modelo neoclásico de crecimiento predice que cada economía converge hacia su propio estado estacionario y que la velocidad de esta convergencia está relacionada inversamente con la distancia a que se encuentra la economía del estado estacionario. En otras palabras, el modelo predice convergencia condicional, es decir, un nivel inicial de ingreso per-cápita real bajo tiende a generar una tasa de crecimiento per-cápita alta, una vez sean controlados los determinantes del estado estacionario"[22].

Siguiendo la metodología utilizada por Barro y Sala-i-Martin, se puede ilustrar, algebraicamente, el concepto de convergencia condicional. Despejando s de la ecuación (11) se obtiene:

21 *Ibid.,* p. 29.
22 *Ibid.*, p. 30

$$\mathbf{s = (n + \delta) \cdot k^*/f(k^*)} \qquad \textbf{(16)}$$

Si se reemplaza la s de la ecuación (12) por esta última expresión, se puede expresar γ_k como:

$$\gamma_k = (n+\delta) \cdot \left[\frac{f(k)/k}{f(k^*)/k^*} - 1\right] \qquad \textbf{(17)}$$

La ecuación (17) es consistente con el concepto de convergencia condicional. Dado el valor de **k***, una reducción en el nivel inicial de capital per-cápita **k**, lo cual implica un incremento en el producto medio del capital **f(k)/k**, elevará la tasa de crecimiento per-cápita γ_k. No obstante, la reducción de **k** elevará γ_k sólo si esta disminución es con respecto al nivel del capital per-cápita correspondiente al estado estacionario **k***. De acuerdo con lo anterior, en un país pobre en donde el nivel de capital per-cápita correspondiente al estado estacionario **k*** es tan bajo como su nivel actual **k**, no se debería esperar una alta tasa de crecimiento.

Progreso tecnológico

Aunque no fue mencionado como uno de los supuestos básicos, implícitamente se ha asumido, a lo largo de la descripción del Modelo Solow-Swan, que el nivel de tecnología es constante a lo largo del tiempo. Una de las consecuencias de este supuesto es que las variables per-cápita permanecen constantes en el largo plazo. Esta presentación del modelo es obviamente irreal. La evidencia empírica a nivel mundial parece contradecir que las tasas de crecimiento de las variables per-cápita permanezcan constantes en el largo plazo. En ausencia de progreso tecnológico, sería imposible mantener estas tasas de crecimiento a largo plazo positivas. Esto es debido a los rendimientos marginales decrecientes del capital.

Este problema es solucionado si se incluye dentro del modelo, el avance tecnológico a lo largo del tiempo. De esta forma, los avances tecnológicos contrarrestan los efectos de los rendimientos marginales decrecientes, permitiendo a la economía crecer en términos per-cápita en el largo plazo.

El Modelo Solow-Swan con Progreso Tecnológico

El progreso tecnológico que se introduce en la función de producción del modelo, es el definido por Harrod[23]como neutral[24]. Posteriormente, Robinson (1938) y Uzawa

---

23 Roy Forbes Harrod,nacido en Londres el 13 de febrero de 1900. Economista dedicado a la investigación, a la enseñanza y al servicio público. Profesor de la Universidad de Oxford durante el período 1923-67, en donde publicó 18 libros y numerosos artículos. Director del *Economic. Journal* y asesor de Winston Churchill. Entre sus libros más importantes se encuentra *Towards a Dynamic Economics.*

24 Siguiendo la definición utilizada por Barro y Sala-i-Martin, Harrod considera una innovación neutral si la relación $K * F_k / L * F_L$, permanece constante para una relación capital/producto dada.

(1961) demostraron que la definición de Harrod implica que la función de producción tome la forma:

$$\mathbf{Y = F\,(K, L \cdot A\,(t))} \tag{18}$$

en donde **A (t)** es el nivel de tecnología[25], el cual crece a la tasa constante **x**. "Esta forma es conocida como progreso tecnológico *aumentador de mano de obra* (*labor-augmenting)* debido a que eleva el producto en forma similar al aumento provocado por un incremento en el acervo de mano de obra"[26].

Siguiendo la metodología utilizada por Barro y Sala-i-Martin[27], se ha incluido el progreso tecnológico en la ecuación (7). En este caso, la variación en el acervo de capital viene dada por la expresión:

$$\dot{K} = s\,.\,F[K,\,L\,.\,A(t)] - \delta.K \tag{19}$$

Si se divide ambos lados de la ecuación (19) por **L,** se obtiene la expresión que describe la variación de **k** en el tiempo:

$$\dot{k} = s\,.\,F[k,\,A(t)] - (n+\delta).k \tag{20}$$

Dividiendo ambos lados de la ecuación (20) por k, se obtiene la tasa de crecimiento del acervo de capital per-cápita:

$$\gamma_k = s\,.\,F[k, A(t)]/k - (n+\delta) \tag{21}$$

Esta expresión es equivalente a la ecuación (12). La única diferencia entre la ecuación (12) y la (21) es que en esta última, dado un nivel de capital per-cápita, el producto medio del capital **F[k,A(t)]/k**, aumenta con el transcurso del tiempo. La fuente de este incremento es el aumento en el nivel de tecnología **A(t),** el cual crece a una tasa constante **x**. Con base en esta última ecuación se puede describir, en términos de la figura 2, este proceso. La curva **s·F(·)/k** se desplaza continuamente hacia la derecha, y por ende, también el nivel de **k** correspondiente a la intersección entre esta curva y la recta **(n+δ).** En este, caso el nivel de capital per-cápita correspondiente al estado estacionario **k*** crece continuamente, y a una tasa constante γ^*_k[28]. "Debido a que **n**, δ y **s** son también constantes, la ecuación (21) implica que la tasa de crecimiento del producto medio del capital es constante en el estado estacionario"[29].

Gracias al supuesto de rendimientos constantes de escala se puede expresar el producto medio del capital como: **F[1, A(t)/k]**. Debido a que el nivel de tecnología crece a una tasa constante, esta última ecuación implica que **k** ha de crecer a esta misma tasa para mantener constante el producto medio del capital. Ésta es $\gamma^*_k = \mathbf{x}$**.**

---

25 R. J. Barro y X. Sala-i-Martin, *op. cit.*, p.33.
26 *Ibid.*, p.33.
27 *Ibid.*, p.34.
28 Esta tasa es constante por definición.
29 R. J. Barro y X. Sala-i-Martin, *op. cit.*, p.34.

El producto per-cápita está dado por **y = F[k, A(t)]**, debido a los rendimientos constantes de escala, esto es, igual a **y = k·F[1, A(t)/k]**. Debido a que **k** y **A(t)** crecen a la tasa **x** en el estado estacionario, **y** también crecerá a esta tasa **x** en el estado estacionario.

Para facilitar el análisis del proceso dinámico de transición, sería necesario reescribir estas ecuaciones del modelo en función de las variables que permanecen constantes en el estado estacionario.

Por lo tanto, se trabaja con: $\bar{k} \equiv k / A(t) = K / (L \,.\, A(t))$ y $\bar{L} \equiv L \,.\, A(t)$. Esta última variable $\bar{L}$, es comúnmente llamada *cantidad efectiva de trabajo*[30]. Respetando esta terminología, $\bar{k}$ es la cantidad de capital por cada unidad de trabajador efectivo.

Siguiendo este procedimiento, la ecuación (22) expresa el producto por unidad de trabajador efectivo:

$$\bar{y} \equiv Y / (L \,.\, A(t)) = F(\bar{k}, 1) \equiv f(\bar{k}) \qquad \textbf{(22)}$$

y manteniendo el procedimiento a través del cual se obtuvieron las ecuaciones (10) y (12), se puede derivar la ecuación que describe el proceso dinámico de $\bar{k}$:

$$\gamma_{\bar{k}} = s \,.\, f(\bar{k}) / \bar{k} - (x + n + \delta) \qquad \textbf{(23)}$$

> "La única diferencia entre las ecuaciones (12) y (23), aparte del símbolo ($\bar{}$), es que el último término del lado derecho incluye el parámetro **x.** El término **x + n +** δ es la tasa de depreciación efectiva para $\bar{k}$. Si la tasa de ahorro **s** fuera cero, el valor de $\bar{k}$ disminuiría en parte debido a la tasa de depreciación del capital δ, y en parte debido al crecimiento de $\bar{L}$ a la tasa **x + n**"[31].

La figura 4 representa el proceso dinámico de transición de $\bar{k}$ hacia el estado estacionario. Este proceso es bastante similar al explicado en el modelo anterior, en el cual se estableció un nivel constante de tecnología a lo largo del tiempo.

Como la tasa de crecimiento de $\bar{k}$ correspondiente al estado estacionario es cero, el valor de $\bar{k}$ correspondiente al estado estacionario satisface la condición $s \,.\, f(\bar{k}^*) = (x + n + \delta) \,.\, \bar{k}^*$.

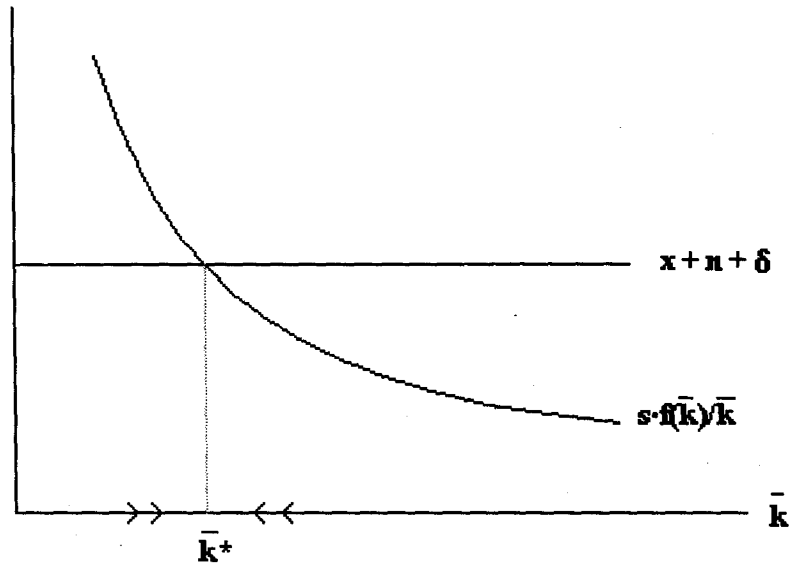
En el estado estacionario, las variables $\bar{k}$, $\bar{L}$ y $\bar{y}$ son constantes, por ende, los niveles de las variables per-cápita correspondientes al estado estacionario crecen a la tasa **x**. Dentro de esta línea de razonamiento, los niveles de las variables **K, L** y **Y,** correspondientes al estado estacionario crecen a la tasa **n + x**.

30 Cantidad física de trabajo L, multiplicada por su eficiencia A(t).

31 R. J. Barro y X. Sala-i-Martin, *op. cit.*, p.35.

Figura 4

El Modelo Solow-Swan con progreso tecnológico



Fuente: Barro y Sala-i-Martin [32]

De forma similar al análisis previo en donde se descuidó el progreso tecnológico, cambios en la función de producción o en la tasa de ahorro sólo afectan los niveles de las variables $\bar{k}$, $\bar{L}$ y $\bar{y}$ en el largo plazo, mas no afectan la tasa de crecimiento correspondiente al estado estacionario.

La velocidad de convergencia

La velocidad de convergencia indica con qué rapidez se aproxima el producto por trabajador efectivo $\bar{y}$ hacia su valor en el estado estacionario $\bar{y}^*$. Esta velocidad es de suma importancia. Si la velocidad es alta y, por ende, la convergencia ocurre rápidamente, se pueden centrar los estudios alrededor del estado estacionario, ya que ahí es donde se encontrarán la mayoría de las economías. Por el contrario, si la velocidad es baja se centrará la atención en el proceso de transición.

32 *Ibid.*, p.36.

En este punto se deriva el valor de la velocidad de convergencia para el caso de una función de producción Cobb-Douglas[33]. Esta función es usada comúnmente ya que provee una descripción razonable de la economía. La ecuación (24) muestra esta función en su forma intensiva:

$$\mathbf{y = Ak^{\alpha}} \qquad \mathbf{(24)}$$

Donde A>0 es el nivel de tecnología, y α es una constante comprendida entre $0<\alpha<1$. Con base en la ecuación (23) se puede determinar la tasa de crecimiento de $\bar{k}$ para el caso de una función Cobb-Douglas:

$$\gamma_{\bar{k}} = s.A(\bar{k})^{-(1-a)} - (x+n+\delta) \qquad \mathbf{(25)}$$

Siguiendo la metodología utilizada por Barro y Sala-i-Martin[34], se considerará una aproximación lineal-logarítmica de la ecuación (25) para los valores cercanos al estado estacionario:

$$\begin{aligned} \gamma_{\bar{k}} &= d[\log(\bar{k})]/dt \cong -\beta.[\log(\bar{k}/\bar{k}^*)] \\ \beta &= (1-\alpha).(x+n+\delta) \end{aligned} \qquad \mathbf{(26)}$$

El término β de la ecuación (26) es el coeficiente de convergencia; éste determina la velocidad de convergencia de $\bar{k}$ hacia $\bar{k}^*$. El método de derivación de este coeficiente se describe en el apéndice matemático del capítulo 2 de la tesis " Convergencia en los Niveles de Ingreso Per-cápita (un análisis para el caso de los países Latinoamericanos durante el período 1970-1990)" .

La ecuación (26) se refiere específicamente a la tasa de crecimiento de $\bar{k}$. No obstante, para el caso de la función de producción Cobb-Douglas, ecuación (2.24), tenemos que: $\gamma_{\bar{y}} = \alpha . \gamma_{\bar{k}}$, por ende, $\log(\bar{y}/\bar{y}^*) = \alpha . \log(\bar{k}/\bar{k}^*)$. Sustituyendo estas expresiones en la ecuación (26) se obtiene:

$$\gamma_{\bar{y}} \cong -(1-\alpha).(x+n+\delta).[\log(\bar{y}/\bar{y}^*)] \qquad \mathbf{(27)}$$

La ecuación (27) expresa la tasa de crecimiento del producto por trabajador efectivo $\bar{y}$. Como se puede observar, el coeficiente de convergencia de $\bar{y}$ es igual al de $\bar{k}$. Para el caso de la ecuación (27), este coeficiente indica cuán rápido se aproxima el producto por trabajador efectivo $\bar{y}$, hacia su valor en el estado estacionario $\bar{y}^*$. Por ejemplo, si **b** = 0,03 por año, la distancia entre $\bar{y}$ y $\bar{y}^*$disminuye a una tasa de 3% por año, es decir, la tasa de crecimiento anual será igual al 3% de la tasa de crecimiento total para llegar al estado estacionario.

Si se desea calcular el tiempo que le tomaría a $\bar{y}$ recorrer la mitad del trayecto hacia su estado estacionario $\bar{y}^*$, se puede expresar la ecuación (27) como:

---

33 La función Cobb-Douglas con rendimientos constantes toma la forma: $\mathbf{Y = Ak^{\alpha} L^{1-\alpha}}$, donde A>0 es el nivel de tecnología, y α es una constante comprendida entre $0<\alpha<1$.

34 R. J. Barro y X. Sala-i-Martin, *op. cit.*, p. 36.

$$\gamma_{\bar{y}} = d\log(\bar{y})/dt \cong -\beta\ .\ [\log(\bar{y}/\bar{y}^*)] \tag{28}$$

Si se integran respecto a **t**, ambos lados de la ecuación (28), se obtiene:

$$\begin{aligned} \log(\bar{y}) &= -\beta\,.\int[\log(\bar{y}/\bar{y}^*)]\,dt \\ \log\left[\bar{y}(t)\right] &= \left(1-e^{-\beta t}\right).\log(\bar{y}^*) + e^{-\beta t}.\log(\bar{y}) \end{aligned} \tag{29}$$

El punto en el tiempo para el cual $\bar{y}_t$ se encuentra a mitad de camino entre $\bar{y}$ y $\bar{y}^*$ satisface la condición $\mathbf{e}^{-\beta t} = 1/2$"[35]. De acuerdo con esta condición, el tiempo que le tomaría a $\bar{y}$ recorrer la mitad del trayecto hacia su estado estacionario $\bar{y}^*$, es igual a 23 años.

En las ecuaciónes (26) y (27) se observan los parámetros que influyen sobre el coeficiente β, es decir, las variables que influyen cuantitativamente sobre la velocidad de convergencia. Éstas son: la tasa de crecimiento del nivel de tecnología **x**, la tasa de crecimiento de la fuerza de trabajo **n**, la tasa de depreciación del capital δ y la participación del capital α. "Una de las propiedades, es que la tasa de ahorro **s** no tiene ningún efecto sobre la velocidad de convergencia β"[36]. Para un nivel dado de $\bar{k}$, un incremento en la tasa de ahorro conduce a un mayor nivel de inversión y, por ende, eleva la velocidad de convergencia. No obstante, este mayor nivel de inversión eleva el acervo de capital por trabajador efectivo en el estado estacionario $\bar{k}^*$, lo cual provoca, en las cercanías del estado estacionario, una disminución en el producto medio del capital. En el caso de la función Cobb-Douglas, estos efectos quedan recíprocamente anulados.

Al igual que la tasa de ahorro **s**, el nivel de tecnología **A**, produce dos efectos sobre la velocidad de convergencia, los cuales en el caso de la función Cobb-Douglas, también quedan recíprocamente anulados.

Presentación y análisis de los resultados

En esta sección se examinan las variables que se han considerado como determinantes empíricos del crecimiento, es decir, es un análisis de los resultados de las regresiones econométricas realizadas en este trabajo. Se ha utilizado una muestra de 19 países, los cuales pertenecen a Suramérica y a Centroamérica. La no inclusión dentro de las regresiones, de ciertos países candidatos para esta tesis, se debió a la falta de disponibilidad de datos. El análisis principal es con relación a las tasas de crecimiento per-cápita de dos décadas, 1970-1980 y 1980-1990.

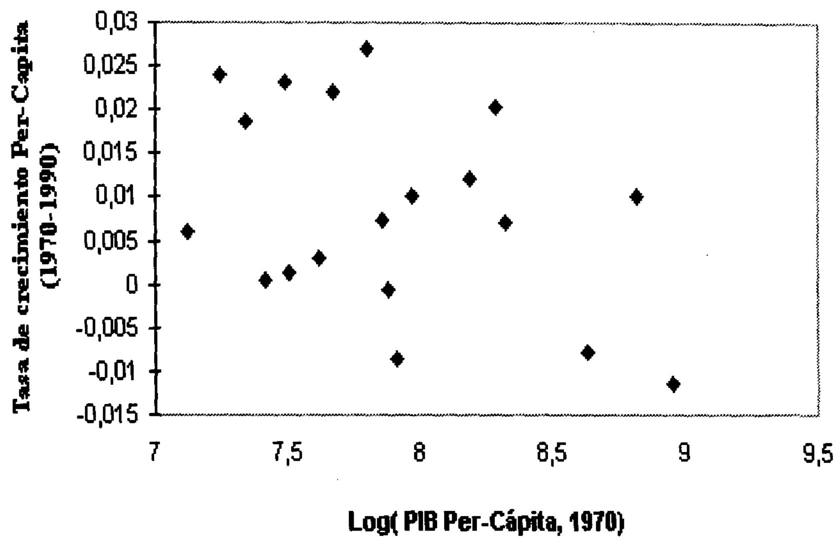
---

35 Andrés Palacios V. (UCAB, 1996) mímeo.

36 *Ibid.*, op. cit., p.37.

Una de las hipótesis que se deriva del modelo de Solow (1956)[37], la cual se explicó anteriormente, es la de *convergencia absoluta*. Según esta hipótesis, las economías pobres tienden a crecer más rápido en términos per-cápita y por ende, alcanzarán, en lo que a ingreso per-cápita se refiere, a los países más ricos. Esta hipótesis implica que la tasa de crecimiento del producto per-cápita, comprendido entre los años 1970-1990, debería estar inversamente relacionada con el nivel de producto per-cápita del año 1970. La figura 5 muestra cómo la evidencia empírica pareciera reconciliarse en cierto grado con la teoría en lo que a esta hipótesis se refiere.

Figura 5
Tasa de crecimiento per-cápita versus el ingreso per-cápita inicial



Fuente: Summers y Heston (1995).

Cuando se realiza una comparación de corte transversal (sección cruzada) en relación con los datos de los países mencionados, se observa que la tasa de crecimiento per-cápita comprendida entre los años 1970-1990 está inversamente relacionada con el log del ingreso per-cápita de 1970 (la correlación es -0,38). No obstante la relación

37 R. M. Solow (1956), "A Contribution to the Theory of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 39 (February), pp. 65-94 [Trad. al castellano,.R. M. Solow (1979), "Un Modelo de Crecimiento" en *Economía del crecimiento* de Amartya Sen (comp.), México D.F.: Fondo de Cultura Económica, pp. 151-182].

inversa entre estas dos variables, la magnitud de su relación no permite llegar a conclusiones definitivas. Es por esto que la hipótesis de convergencia, en su intento de reconciliación con la evidencia empírica, ha de basarse en el concepto de *convergencia condicional*, esto es, si se desea poder elaborar conclusiones con base en resultados más convincentes.

Sobre la base del concepto de convergencia condicional se debe examinar la relación entre la tasa de crecimiento del producto per-cápita y el nivel inicial del ingreso, manteniendo constantes determinadas variables que difieren de un país a otro e influyen en su posición final de equilibrio.

La estructura del análisis de los resultados que se realiza a continuación en este capítulo, se basa en la estructura de análisis que utilizan Barro y Sala-i-Martin en el capítulo 12 de su libro *Economic Growth*[38].

Variables del modelo

La estructura de este análisis empírico relaciona la tasa de crecimiento del producto per-cápita real con el nivel inicial de ingreso per-cápita, con las tasas de inscripciones escolares en primaria y secundaria y con un conjunto de variables, las cuales se denominan variables de control.

La ecuación (30) expresa la tasa de crecimiento promedio del producto per-cápita para un período determinado:

$$\frac{1}{T}\log\left(\frac{y_{i,to}+T}{y_{i,to}}\right)=B-\left(\frac{1-e^{-\beta t}}{T}\right)\cdot\log(y_{i,to})+\mu_{i,to,\,to+T} \qquad (30)$$

Donde $\mathbf{1/T\ log[(y_{i,to}+T)/y_{i,to}]}$ es la tasa de crecimiento del producto per-cápita, $\mathbf{log(y_{i,to})}$ es el logaritmo del nivel inicial de producto per cápita, $\mu_{i,to,\,to+T}$ es el término de perturbación y **B** es la constante que determina el punto de corte con el eje de las abscisas. No obstante, adaptaciones más recientes de estos modelos tales como: Barro (1991) y Barro y Sala-i-Martin (1995) también consideran el capital humano, así como el conjunto de variables de control (las cuales se definen más adelante) como posibles determinantes del crecimiento.

Con base en lo anterior se puede escribir la función de la tasa de crecimiento per-cápita para un país determinado como:

$$\gamma_{yt} = F(y_{t-1}, h_{t-1}, c) \qquad \mathbf{(31)}$$

donde γ_{yt} es la tasa de crecimiento per cápita en el período **t**, $\mathbf{y_{t-1}}$ es el nivel inicial de ingreso per-cápita, $\mathbf{h_{t-1}}$ representa el acervo inicial de capital humano y **c** engloba el conjunto de las variables de control.

38 R. J. Barro y X. Sala-i-Martin (1995), *Economic Growth*, Chicago, McGraw-Hill Advanced series in economics, pp.414-455.

Nivel Inicial de Ingreso Per-cápita

La variable que mide el nivel inicial de ingreso per-cápita real, está expresada en precios internacionales, año base 1985. Esta variable se introduce en la ecuación como el logaritmo del ingreso per-cápita inicial; de esta forma se puede despejar β (el parámetro que determina la velocidad de convergencia) del coeficiente de ésta.

Tasas de Inscripciones Escolares

Estas variables son las que se utilizan en las regresiones como aproximaciones del nivel inicial del acervo de capital humano. Entran en la ecuación como las tasas de inscripciones escolares en primaria y secundaria. Dichas variables, basadas en información del Banco Mundial, miden el número de estudiantes inscritos en estos niveles designados, en relación con el total de la población del grupo de edad correspondiente.

El capital humano juega un papel clave en numerosos modelos de crecimiento endógeno. Por ejemplo, en Romer (1990) "el capital humano es el insumo clave para el sector de investigación, que genera las nuevas ideas o productos, los cuales vienen a ser la base del progreso tecnológico"[39].

Los resultados del análisis empírico realizado en estudios tales como Barro (1991) y Barro y Sala-i-Martin (1995) relacionan positivamente la tasa de crecimiento per-cápita con niveles iniciales de capital humano.

Variables de Control

Las variables de control utilizadas en las regresiones son: gasto público en educación, inversión bruta, gasto público y la tasa de crecimiento de la población; éstas entran en la ecuación respectivamente como las relaciones entre el gasto público en educación y el PIB, entre la inversión bruta interna y el PIB, entre el gasto público y el PIB y como la tasa de crecimiento de la población. Al mismo tiempo se utilizan como instrumentos los rezagos de estas variables.

En el modelo neoclásico de crecimiento de Solow-Swan, los efectos de la inversión, el gasto público y la tasa de crecimiento de la población sobre la tasa de crecimiento del producto per-cápita, están relacionados directamente con la influencia que éstos tienen sobre la posición del estado estacionario. Por ejemplo, un incremento en la tasa de inversión[40], eleva el nivel de producto per-cápita correspondiente al estado estacionario; por lo tanto, la tasa de crecimiento γ_{yt}, tenderá a aumentar si el resto de las variables se

39 R. J. Barro (1991), " Economic Growth in a Cross Section of Countries", *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 106, mayo, p. 408.

40 Se entiende por tasa de inversión la relación entre la inversión y el producto real per-cápita.

mantienen constantes. Así mismo, un incremento en la tasa de crecimiento de la población disminuye el nivel de producto per-cápita correspondiente al estado estacionario y por ende la tasa de crecimiento del producto per-cápita.

Por último, para complementar las variables de capital humano, se incluye la tasa de gasto público en educación[41], la cual podría considerarse como una posible aproximación de la calidad de educación.

Resultados y Análisis

La tabla 1 del Anexo, contiene los resultados de las regresiones de las tasas de crecimiento PIB real per-cápita. La tabla 1 del Apéndice contiene los promedios y las desviaciones estándares de las variables incluidas dentro de las regresiones.

Todos los coeficientes de las regresiones, excepto los de la columna 4 (tabla 1 del Anexo), son estimados por medio del Método de Variables Instrumentales. Los instrumentos utilizados en las regresiones son algunas de las variables originales y rezagos de las otras. Los coeficientes de la columna 4 son calculados para servir de comparación con los de la columna 3; a diferencia de los coeficientes de la columna 3, los de la 4 son calculados por el método de MCO (Mínimos Cuadrados Ordinarios). Esta comparación permitirá elaborar conclusiones importantes acerca de la influencia de la inversión sobre la tasa de crecimiento.

PIB Per-cápita Inicial

El análisis de esta variable se realiza de acuerdo con los resultados de las regresiones 1 y 2 (tabla 1 del Anexo, columnas 1 y 2), ya que son las únicas en donde se logra tanto la significación individual de cada uno de los coeficientes, como la significación conjunta de éstos. No obstante, en las regresiones restantes siempre se logra la significación individual así como el signo deseado de esta variable (**LPIBP**).

La variable **LPIBP** es una observación del logaritmo del PIB per-cápita real para el año de 1970 en la regresión 1970-1980 y para el año 1980 en la regresión 1980-1990 (Los datos son de Summers y Heston (1995)). El instrumento respectivo de esta variable es el valor del logaritmo del PIB per-cápita real para el año 1965 y 1975 respectivamente. "Este procedimiento de variables instrumentales disminuye la tendencia a sobrestimar la tasa de convergencia, lo cual podría deberse a errores temporales en la medición del PIB"[42](Por ejemplo, si **LPIBP** en 1970 es bajo debido a errores temporales de medición, la tasa de crecimiento del período 1970-1980 tendería a ser alta, ya que las

---

41 Se entiende por tasa de gasto público en educación la relación entre el gasto público en educación y el producto real per-cápita.

42 R. J. Barro y X. Sala-i-Martin, *op. cit.*, p. 440.

observaciones para los períodos siguientes a 1970 probablemente no incluyan los mismos errores de medición).

En la regresión número 1 sólo se incluye el nivel inicial de ingreso per-cápita como variable explicativa de la tasa de crecimiento. El coeficiente estimado para **LPIBP** en esta regresión es negativo y altamente significativo: -0,018611 (e.s = 0,007764), es decir, se puede rechazar la hipótesis nula (H_0: B_1=0) con un nivel de significación de 5%. Debido a que la variable **LPIBP** es el logaritmo del PIB per-cápita, el coeficiente de esta variable representa la tasa de convergencia, es decir, el cambio en la tasa de crecimiento, como respuesta a un cambio proporcional en el nivel inicial de ingreso per-cápita [43].

En estudios anteriores tales como los de Barro (1991), Barro y Sala-i-Martin (1992) y Barro y Sala-i-Martin (1995) sólo se reportó la presencia de convergencia condicional. Esto es, una mayor tasa de crecimiento del PIB per-cápita, como respuesta a un menor nivel de ingreso per-cápita inicial, una vez se mantengan constantes el resto de las variables explicativas. Con base en estos estudios, el concepto de convergencia absoluta era completamente ineficaz en el propósito de reconciliar la evidencia empírica con la teoría. La hipótesis de que los países pobres tenderían a crecer más rápido que los ricos en términos per-cápita, no concordaba con los resultados. En estos trabajos se reportaron coeficientes de correlación entre la tasa de crecimiento del producto per-cápita y su nivel inicial, tales como 0,09 (Barro 1991) y 0,17 (Barro y Sala-i-Martin 1985).

A diferencia de los estudios mencionados anteriormente y para el conjunto de países objeto del estudio de esta tesis, se ha encontrado una relación inversa entre la tasa de crecimiento del PIB per-cápita y el logaritmo del PIB per-cápita inicial. El coeficiente de correlación encontrado entre estas dos variables es de -0,37 (tabla 2 del Apéndice). No obstante el signo negativo del coeficiente de correlación, no se puede afirmar que un nivel inicial de PIB per-cápita alto estará negativamente relacionado en forma substancial con la tasa de crecimiento per-cápita subsiguiente. El rango de variación de la muestra de **LPIBP** (en dólares internacionales año base 1985) es desde 1237$ hasta 11262 $. Esta variación sólo explica el 13,6987% de la variación de la tasa de crecimiento per-cápita.

Lo que sí se puede detectar con base en estos primeros resultados es una marcada tendencia hacia la convergencia. Aun sin tomar en cuenta las diferencias en el resto de las variables explicativas, las cuales según el modelo teórico tienden a influir en la tasa de crecimiento, se evidencia una relación inversa entre la tasa de crecimiento per-cápita y el log del nivel inicial del PIB per-cápita.

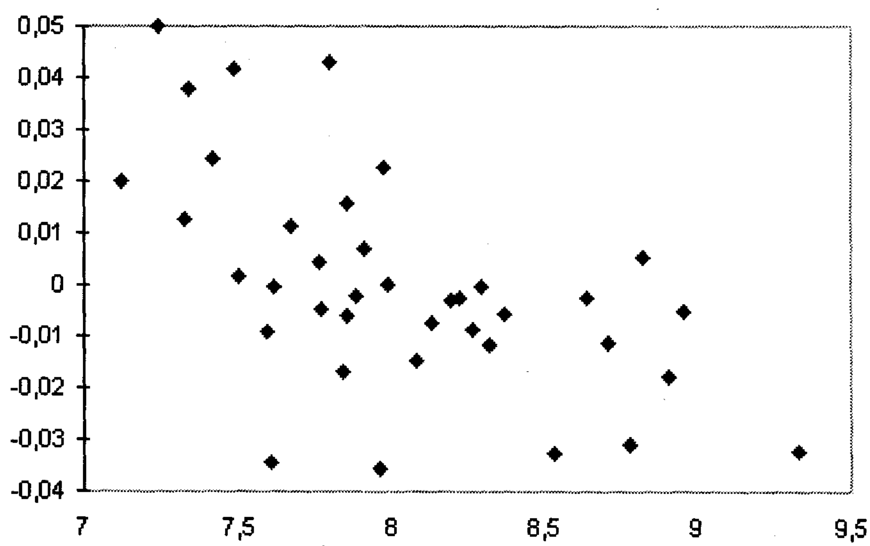
---

43 Esta relación sería exacta si el intervalo utilizado para los datos fuera inapreciable. En la ecuación (3.2) del capítulo 3 se demostró que el coeficiente de log(yi,to) en la regresión para la tasa de crecimiento del PIB per-cápita es $-(1 - e^{-\beta T}) / T$. Esta expresión tiende a β cuando **T** tiende a cero y tiende a cero cuando **T** tiende a infinito.

En la regresión número 2 se incluye la variable **ESEC** (tasa de inscripciones en secundaria) como aproximación del capital humano. Manteniendo constante esta variable, el coeficiente estimado para el nivel inicial de PIB per-cápita **LPIBP**, en la regresión número 2 (tabla 1 del Anexo) es negativo y altamente significativo: -0,025714 (e.s = 0,005677), es decir, con un nivel de significación de hasta un 1% se rechaza la hipótesis nula (H_0: B_1=0).

La figura 6 muestra la correlación parcial entre la tasa de crecimiento per-cápita y el log del nivel inicial del PIB per-cápita **LPIBP**; ésta es -0,59 (tabla 3 del Apéndice). Este valor es la relación entre la tasa de crecimiento per-cápita y el nivel inicial de ingreso, una vez se mantenga constante la variable **ESEC** para el conjunto de países considerados. Este resultado indica que manteniendo constante la variable que sirve como aproximación del nivel inicial de capital humano, niveles iniciales altos de PIB per-cápita están relacionados negativamente con tasas de crecimiento subsecuentes.

Figura 6
Correlación parcial entre la tasa de crecimiento per-cápita PIBPV, y LPIBP



Fuente: Summers y Heston (1995).

A diferencia de la regresión número 1, en donde el coeficiente de correlación fue de -0,37, en este caso el coeficiente de correlación parcial es de -0,59.

Con base en los resultados de la regresión número 2 el coeficiente estimado de la variable **LPIBP**, muestra la *convergencia condicional* reportada en los estudios mencionados anteriormente[44].

La magnitud de este coeficiente implica que la convergencia ocurre a una tasa de 2,97% por año (tabla 1 del Anexo, columna 2). De acuerdo con lo anterior, la tasa de crecimiento anual será igual al 2,97 % de la tasa de crecimiento total para llegar al estado estacionario. El tiempo que tomará recorrer la mitad del trayecto hacia el estado estacionario es de 23 años[45]. Tomará unos 46 años para recorrer tres cuartos de la distancia entre el nivel inicial de ingreso $\overline{y}$, y el nivel respectivo en el estado estacionario $\overline{y}*$.

Este resultado es prácticamente el mismo que encontraron Barro y Sala-i-Martin en relación con la magnitud de la velocidad de convergencia, para una muestra de 97 países; para ese caso la convergencia ocurre a una tasa de 3,0% por año[46].

Por último, es importante determinar si el coeficiente de convergencia encontrado es estadísticamente significativo. De acuerdo con el *Método Delta.*

$$\hat{\beta} \xrightarrow{\partial} N\left(\beta, \frac{\mathrm{Var}(\hat{\Omega})}{\left(-(\hat{\Omega}\ .\mathrm{T}+1)\right)^2}\right)$$

donde $\Omega = -((1-e^{-\beta t})/T.$

Si se utiliza un nivel de significación del 5%, el valor crítico para el contraste de hipótesis, encontrado en la tabla de la distribución normal $K_{0,025}$, es 1,96. De acuerdo con el valor del estadístico obtenido: 2,8870, se rechaza la hipótesis nula (H_0:β=0), es decir, se rechaza la hipótesis que plantea la ausencia de convergencia en el PIB per-cápita para los países seleccionados en esta tesis.

Tasas de Inscripciones Escolares

Las variables **EPRIM** y **ESEC** son observaciones de las tasas de inscripciones escolares en primaria y secundaria, respectivamente, para el año de 1970 en la regresión 1970-1980 y para el año 1980 en la regresión 1980-1990 (Los datos fueron tomados de *World*Data 1995*). Estas variables miden el número de estudiantes inscritos en estos niveles designados, en relación con el total de la población del grupo de edad correspondiente. Tomando en cuenta que estas variables son predeterminadas, entran en la regresión como sus propios instrumentos.

44 Barro (1991); Barro y Sala-i-Martin (1992) y Barro y Sala-i-Martin (1995).

45 Este resultado se obtuvo por medio de la ecuación 2.29.

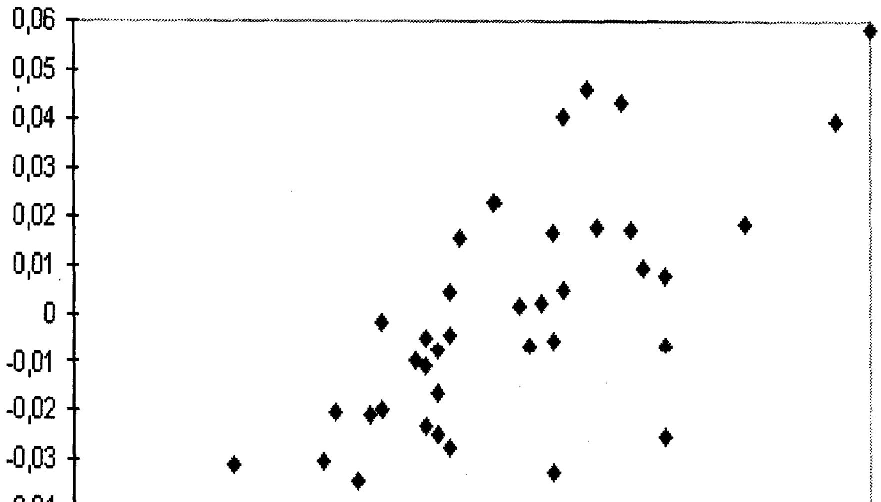
46 R. J. Barro. y X. Sala-i-Martin, *op. cit.*, p.431.

En la regresión número 2 sólo se incluye la variable **ESEC** como aproximación del nivel inicial de capital humano. En la columna 2 de la tabla 1 del Anexo, se puede observar que el coeficiente estimado para la variable **ESEC** es positivo y altamente significativo: 0,001436 (s.e.= 0,000242), es decir, con un nivel de significación de un 1% se rechaza la hipotesis nula (H_0: B_2=0). Este resultado significa que un incremento de una desviación estándar en la variable **ESEC** (12,17, ver tabla 1 del Apéndice) eleva la tasa de crecimiento per-cápita en un 1,7% .

Estos resultados indican que manteniendo constante el nivel inicial de PIB per-cápita **LPIBP**, la tasa de crecimiento per-cápita **PIBPV** está relacionada positivamente con la variable que se aproximó como nivel inicial de capital humano **ESEC**. Esto es consistente con la correlación parcial entre **ESEC** y la tasa de crecimiento per-cápita **PIBPV**, la cual es 0,71 (tabla 3 del Apéndice). La figura 7 muestra esta correlación parcial.

Con base en estos resultados, se puede afirmar que los incrementos en el nivel inicial del acervo de capital humano están relacionados positivamente y en forma substancial con la tasa de crecimiento per-cápita, una vez se mantenga constante el nivel inicial de PIB per-cápita.

Figura 7
Correlación parcial entre la tasa de crecimiento per-cápita PIBPV, y ESEC



Fuente: Summers y Heston (1995) y el Banco Mundial (1996).

Similarmente, incrementos en **LPIBP** están relacionados negativamente y en forma substancial con la tasa de crecimiento per-cápita, una vez se mantenga constante el nivel inicial de capital humano.

Otra observación de suma importancia, la cual puede ser evidenciada con base en estos resultados, es que los incrementos en el nivel inicial de PIB per-cápita que están típicamente acompañados de incrementos en el nivel inicial de capital humano, tienden a estar relacionados negativamente, pero en menor intensidad, con tasas de crecimiento per-cápita subsecuentes.

En la regresión número 3 se incluye junto a **ESEC** la variable **EPRIM** como aproximación del nivel inicial de capital humano. En la columna 3 de la tabla 1 del Anexo, se puede observar que el coeficiente estimado para la variable **EPRIM** es positivo y no significativo: 0,000153 (s.e.= 0,000221), es decir, a un nivel de 5% de significación no se puede rechazar la hipótesis nula (H_0: B_3=0). También se puede observar que el coeficiente estimado para la variable **ESEC** es positivo y altamente significativo: 0,001440 (e.s. = 0,000244), es decir, a un nivel de 5% de significación se rechaza la hipótesis nula (H_0: B_2=0).

Cuando se realiza un Test de Wald[47] para analizar la significación conjunta de las variables **ESEC** y **EPRIM**, se encuentra que estas variables, en conjunto, son altamente significativas. Si utilizamos un nivel de significación de un 1%, el valor crítico del estadístico F de Snedecor con 2 y 34 grados de libertad, $F_{0,01}(2,34)$, es 5,39. De acuerdo con el valor del estadístico F de Snedecor obtenido: 17,52699, se puede rechazar la hipótesis nula (H_0: B_2=B_3=0),. de no significación[48].

A partir de estos coeficientes estimados, se observa que un incremento de una desviación estándar en la variable **EPRIM** (14,19384, ver tabla 1 del Apéndice) eleva la tasa de crecimiento per-cápita en un 0,2 %, mientras que un incremento de una desviación estándar en la variable **ESEC** (12,17187, ver tabla 1 del Apéndice) eleva la tasa de crecimiento en un 1,75%.

Se puede observar que la magnitud del efecto de la variable **ESEC** es mucho mayor que el de la variable **EPRIM,** lo cual es coherente con estudios anteriores tales como Barro (1991). No obstante, a diferencia del trabajo de Barro en donde las dos variables son individualmente significativas, en este caso, una de las variables, **EPRIM,** no lo es.

47 El Test de Wald contrasta hipótesis referentes a restricciones sobre los coeficientes de las variables explicativas, en este caso en particular C(3)=0, C(4)=0, para la ecuación PIBPV=C(1)+C(2)*LPIBP+C(3)*ESEC+C(4)*EPRIM.

48 Dado el estadístico que resulta del test de Wald F(q,T-k), q es igual al número de restricciones en la hipótesis nula, T es el tamaño de la muestra y k es el número de coeficientes en la relación no restringida.

Tasa de Inversión

La tasa de inversión **I/Y**, definida como la relación entre la inversión interna bruta real (privada y pública) y el PIB, entra en la regresión como el promedio de las décadas 1970-1980 y 1980-1990. Los datos fueron tomados de Summers y Heston (1995). Los instrumentos correspondientes son el promedio de estas tasas durante los períodos 1965-1969 y 1975-1979 respectivamente. En la columna 5 de la tabla 1 del Anexo, se puede observar que el coeficiente estimado para la variable **I/Y** es positivo y no significativo: 0,000165 (e.s = 0,001244), es decir, a un nivel de 5% de significación no se puede rechazar la hipótesis nula (H_0: B_4=0). En contraste con este resultado se encontró que el coeficiente estimado para esta misma variable en la regresión número 4 (columna 4, tabla 1 del Anexo), el cual, a diferencia del de la columna 5, fue estimado por el método de MCO, es positivo y altamente significativo: 0,001952 (s.e. = 0,000562).

Este resultado sugiere que una de las posibles razones de la relación positiva entre la tasa de inversión **I/Y** y la tasa de crecimiento per-cápita **PIBPV**, observada en la columna 4, es debida a una relación causal en sentido contrario, es decir, de tasa de crecimiento del producto a inversión, en lugar de inversión a tasa de crecimiento, o debido a una doble causalidad. Con base en estos resultados se puede afirmar que cambios "exógenos" en la tasa de inversión no están relacionados significativamente con el crecimiento. De acuerdo con el análisis realizado por Barro y Sala-i-Martin este resultado se mantiene aun cuando el promedio de los rezagos de la tasa de inversión esté fuertemente relacionado con el promedio de la inversión corriente[49]. En este caso en particular, al realizar una regresión del promedio de la tasa de inversión durante el período 70-80, utilizando una constante y el promedio de la tasa de inversión para el período 65-69 como variable explicativa, se encuentra que el coeficiente de determinación $\mathbf{R^2}$ es igual a 0,55. A diferencia de lo anterior, el $\mathbf{R^2}$ correspondiente en la regresión para el período 80-90 , utilizando la tasa de inversión del período 75-79, como variable explicativa, es 0,12.

De acuerdo con estos resultados es aún más comprensible la no significación del coeficiente de la variable **I/Y**, cuando éste es determinado de acuerdo con el procedimiento de variables instrumentales.

Una posible causa del poco poder explicativo de la tasa de inversión **I/Y**, sobre la tasa de crecimiento **PIBPV**, es que los datos utilizados para medir esta variable sean inapropiados. Estos datos están basados en un concepto que incluye tanto a la inversión pública como a la privada. Existe la posibilidad de que las diferencias en los niveles de productividad entre la inversión pública y la privada sean la causa de no poder haber detectado un efecto positivo de la inversión sobre la tasa de crecimiento.

En el análisis realizado por Barro y Sala-i-Martin [50]se considera una separación entre inversión pública e inversión privada, pero las conclusiones no cambian

49 R. J. Barro y X. Sala-i-Martin, *op. cit.*, p. 433.
50 R. J. Barro y X. Sala-i-Martin, *op. cit.*, pp. 441-442.

substancialmente. Además, estudios realizados previamente en donde se han reportado importantes efectos de la inversión sobre la tasa de crecimiento, tienden a utilizar los mismos datos que utilizaron Barro y Sala-i-Martin.

La razón principal por la cual los resultados acerca de la inversión, reportados en este trabajo, difieren con los de estudios anteriores[51], está en el hecho de haber utilizado rezagos de esta tasa de inversión como instrumento. Tal como mencionamos anteriormente, si utilizamos el Método de MCO, los resultados cambian sustancialmente haciéndose similares a los de estos estudios mencionados.

Gasto Público

La variable **G-gas/Y** es el promedio de la relación entre el gasto público real y el PIB para cada década, es decir, para 1970-1980 y 1980-1990 respectivamente. Esta variable fue tomada de Summers y Heston (1995). A diferencia de la variable utilizada por Barro y Sala-i-Martin[52], ésta es la relación entre el total del gasto público y el PIB. Los instrumentos respectivos de esta variable son el promedio de la relación entre el gasto público real y el PIB, entre los períodos 1965-1969 y 1975-1979, es decir, el promedio de los cinco años anteriores previos a las décadas 1970-1980 y 1980-1990, respectivamente.

El coeficiente estimado de la variable **G-gas/Y** , en la columna 6 de la tabla 1 del Anexo, es negativo y no significativo: -0,000488 (e.s. = 0,000758). Una posible razón de la no significación del coeficiente de esta variable es que ésta sea inapropiada. Esta variable en particular incluye dentro de su cálculo el gasto público en defensa y educación. Es posible que estas categorías tengan un efecto positivo directo sobre los derechos de propiedad o sobre la productividad respectivamente, lo cual podría ser contrario al efecto negativo que se le atribuye al gasto corriente como categoría dentro del gasto público. De acuerdo con Barro y Sala-i-Martin, esta última categoría puede ser utilizada como aproximación de la corrupción política u otros aspectos de un mal gobierno[53]. Es está una de las razones por la cual la variable utilizada por Barro y Sala-i-Martin no toma en cuenta las categorías de gasto en educación y en defensa.

No obstante, a diferencia de los resultados reportados por Barro y Sala-i-Martin, el coeficiente estimado, en este trabajo, para la variable gasto en educación (**G-edu/Y**), es no significativo (columna 6, tabla 1 del Anexo); por lo tanto, se puede eliminar, para este caso en particular, el efecto sobre la productividad que se le atribuye a esta variable.

---

51 R. Levine. y D. Renelt (1992), " A Sensitivity Analysis of Cross-Country Growth Regressions", **American Economic Review**, 82,4 (september), pp. 942-963.

52 La variable G-cons/Y utilizada por Barro y Sala-i-Martin es el promedio de la tasa gasto público-PIB, menos los gastos nominales en defensa y los gastos en educación; estos dos últimos también como tasas en relación con el PIB.

53 R. J. Barro y X. Sala-i-Martin, *op. cit.*, pp. 434.

En la columna 7 y 8 de la tabla 1 del Anexo, se pueden observar los coeficientes estimados para las variables **G-edu/Y** y **G-gas/Y**, respectivamente. Es importante recalcar que aun en el caso en donde estas variables entran en la regresión, una sin la otra, las conclusiones no cambian substancialmente.

En la columna 9 de la tabla 1 del Anexo, en donde esta variable entra en la regresión únicamente junto a las variables **LPIBP** y **ESEC**, se puede observar que el coeficiente estimado es también negativo y no significativo: -0,000519 (e.s. = 0,000661).

Gasto Público en Educación

La variable **G-edu/Y** es el promedio de la relación entre el gasto público real en educación y el PIB para cada década, es decir para 1970-1980 y para 1980-1990 (Los datos fueron tomados de *World*Data 1995*). Los instrumentos respectivos de esta variable son el promedio de la relación entre el gasto público en educación y el PIB, sobre los períodos 1965-1969 y 1975-1979, es decir, el promedio de los cinco años anteriores previos a las décadas 1970-1980 y 1980-1990 respectivamente.

El coeficiente estimado en la columna 6 de la tabla 1 del Anexo, es negativo y no significativo: -0,000259 (e.s. = 0,003951), es decir, a un nivel de 5% de significación no se puede rechazar la hipótesis nula (H_0: B_7=0).

En la columna 10 de la tabla 1 del Anexo, en donde esta variable entra en la regresión únicamente junto a las variables **LPIBP** y **ESEC**, podemos ver que el coeficiente estimado es también negativo y no significativo: -0,000368 (e.s. = 0,004061).

Una vez incluidas las tasas de inscripciones escolares, esta variable entra en la regresión como una posible aproximación de la calidad de educación. Los resultados encontrados en esta tesis sugieren que el gasto en educación no está significativamente relacionado con la tasa de crecimiento del PIB per-cápita. No obstante, es posible que este resultado se deba a la calidad de los datos empleados. En varios casos, las series utilizadas (gasto en educación en relación con el PIB) son incompletas, por lo que el promedio calculado puede haber omitido algún dato de suma relevancia.

Por otra parte, también es posible que no obstante la magnitud del gasto en educación, la eficiencia del mismo haya resultado, en algunos casos, relativamente baja.

Crecimiento de la Población

Esta variable **POB** entra en la regresión como el promedio de la tasa de crecimiento de la población sobre cada década, es decir, 1970-1980 y 1980-1990. Los datos son de Summer y Heston (1995). El instrumento correspondiente es la misma variable.

La tabla 1 del Anexo, muestra los diferentes coeficientes estimados para esta variable. Se puede observar que el signo del coeficiente estimado así como la significación de éste, varía de acuerdo con el conjunto de variables explicativas que se incluyan dentro de la regresión. En la columna número 6 de la tabla 1 del Anexo, se observa que el coeficiente estimado de la variable **POB** es positivo y no significativo: 1,050011 (e.s. = 0,584550). A diferencia de lo anterior, el coeficiente estimado en la regresión número 11 (columna 11 tabla 1 del Anexo) es positivo y significativo: 1.056516 (e.s. = 0,433201). También se pueden contrastar estos resultados con los obtenidos en la regresión número 12 (columna 12 tabla 1 del Anexo), en donde sólo se incluyen como variables explicativas **LPIBP** y **POB**. En este caso el coeficiente estimado fue negativo y no significativo: -0,181145 (e.s. = 0,594010).

De acuerdo con el Modelo Solow-Swan, la tasa de crecimiento de la población tendería a estar relacionada negativamente con la tasa de crecimiento per-cápita del producto, no obstante una tasa elevada de crecimiento de la población podría significar altos niveles de inmigraciones netas o una baja mortalidad, elementos que posiblemente estarían relacionados positivamente con el crecimiento per-cápita. En los resultados reportados por Barro y Sala-i-Martin [54], el coeficiente de la tasa de crecimiento de la población es positivo y significativo cuando también se incluye dentro de las regresiones la tasa de fertilidad como variable explicativa. De esta forma, manteniendo constante la tasa de fertilidad, una tasa elevada del crecimiento de la población indica una alta inmigración neta o una baja tasa de mortalidad.

En este trabajo no se pudo incluir la tasa de fertilidad como variable explicativa, por lo que la variable **POB** engloba varios parámetros, tales como, la fertilidad, las inmigraciones netas y la mortalidad. Es muy probable que el efecto de cada uno de estos parámetros sobre la tasa de crecimiento per-cápita no sea el mismo, o muy posiblemente tenga un efecto opuesto.

Con base en estos resultados es difícil establecer el posible efecto que tiene la variable **POB** sobre la tasa de crecimiento per-cápita.

Tests de heteroscedasticidad y estabilidad de los coeficientes

Antes de realizar el test de estabilidad de los coeficientes se realizará el Test de White. Con este test se comprueba si este modelo cumple uno de los supuestos básicos del modelo clásico de regresión lineal, el cual es conocido como homoscedasticidad. Según este supuesto, la varianza del término de error u_i, para cada x_i, es igual a una constante positiva igual a σ^2.

54 R. J. Barro y X. Sala-i-Martin, *op. cit.*, pp. 438.

Test de White

Este test se realiza sobre la regresión número 2 (columna 2, tabla 1 del Anexo) debido a la significación individual de sus coeficientes. Los resultados se presentan en el anexo.

En el primer test (Test de White sin términos cruzados), se realiza una regresión del cuadrado del término de error de la ecuación original u_i, sobre las variables explicativas y el cuadrado de éstas. Si se utiliza un nivel de significación del 5%, el valor crítico del estadístico F de Snedecor para 4 y 33 grados de libertad, $F_{0,05}$ (4, 33), es 2,67. De acuerdo con el estadístico F de Snedecor obtenido: 1,983498, se acepta la hipótesis nula de que los coeficientes estimados en esta regresión son cero, esto es, la ausencia de heteroscedasticidad.

Si se multiplica el número de observaciones por el coeficiente de determinación se obtiene un estadístico que sigue la distribución Chi-cuadrado χ^2, con p grados de libertad[55]. Mientras el tamaño muestral crece al aumentar el número de observaciones, el coeficiente de determinación tenderá a cero bajo la hipótesis nula de homoscedasticidad. Sólo cuando la varianza del término de error depende de las variables explicativas del modelo, el coeficiente de determinación no tenderá a cero. Si se utiliza un nivel de significación del 5%, el valor crítico del estadístico χ^2 con 5 grados de libertad es 11,0705. De acuerdo con el estadístico χ^2 obtenido: 7,365314, se acepta la hipótesis nula de homoscedasticidad.

El segundo test que se realiza (Test de White con términos cruzados), es similar al primero, sólo que se incluye como uno de los regresores del término de error, la multiplicación de las dos variables explicativas del modelo original. Con un nivel de significación del 5%, el valor crítico del estadístico F de Snedecor para 5 y 32 grados de libertad, $F_{0,05}$ (5, 32), es 2,53. De acuerdo con el estadístico F de Snedecor obtenido: 1.801101, se acepta la hipótesis nula de que los coeficientes estimados en esta regresión son cero, esto es, la ausencia de heteroscedasticidad. De forma similar al test anterior y de acuerdo con el estadístico χ^2 obtenido: 8,345447, se acepta la hipótesis nula de homoscedasticidad.

Test de Chow

Las columnas 1 y 2 de la tabla 2 del Anexo, muestran los coeficientes estimados para las variables **LPIBP** y **ESEC** cuando los países con un PIB per-cápita menor a la mediana (2805 $, año base 1985) son separados de aquéllos por encima de la mediana.

Un test que tiene especial importancia por su interés, es el que contrasta la hipótesis nula de *ausencia de cambio estructural.* Este contraste suele denominarse como Test de

55 p es el número de regresores utilizados en la regresión del término de error u_i.

Chow. En este caso en particular, el test contrasta la hipótesis nula de ausencia de cambio en los parámetros para los dos subgrupos mencionados anteriormente. Con un nivel de significación del 5%, el valor crítico del estadístico F de Snedecor para 3 y 32 grados de libertad, $F_{0,05}$ (3, 32), es 2,92[56]. De acuerdo con el estadístico F de Snedecor obtenido: 0,276144, no se rechaza la hipótesis nula de estabilidad de los coeficientes. Este resultado sugiere que se puede incluir dentro de un mismo grupo a los países de bajos y altos ingresos per-cápita.

De igual manera se realiza un Test de Chow en donde se contrasta la hipótesis nula de ausencia de cambio estructural en los parámetros para los dos períodos temporales, es decir, 1970-1980 y 1980-1990. Se pueden observar los coeficientes estimados para las variables **LPIBP** y **ESEC** en la columna 3 y 4 de la tabla 2 del Anexo.

Con un nivel de significación del 5%, el valor crítico del estadístico F de Snedecor para 3 y 32 grados de libertad, $F_{0,05}$ (3, 32), es 2,92. De acuerdo con el estadístico F de Snedecor obtenido: 2,089294, no se rechaza la hipótesis nula de estabilidad.

Análisis de sensibilidad

Se han realizado una serie de estudios con el propósito de establecer relaciones entre las tasas de crecimiento del producto a largo plazo y una variedad de factores económicos, políticos y sociales. Una gran variedad de estos estudios, dentro de los cuales se encuentra este artículo, utiliza regresiones de sección cruzada a partir de los datos de diferentes países con el objetivo de encontrar estas relaciones. En muchas de estas investigaciones "se considera sólo un número reducido de variables explicativas en el intento de establecer relaciones estadísticamente significativas entre la tasa de crecimiento y una variable particular de interés"[57].

Con relación a este punto, es inevitable hacerse la misma pregunta planteada por Levine y Renelt[58]: ¿Cuán confiables son las conclusiones cuando éstas provienen de regresiones en sección cruzada sobre el crecimiento de diferentes países? En el estudio realizado por estos autores se constata que sólo pocos resultados soportan pequeñas variaciones en la lista de las variables explicativas. En el caso particular de este artículo fue imposible seguir el mismo procedimiento empleado por Levine y Renelt, el cual es conocido como: *extreme-bound analysis* (EBA), debido a la falta de disponibilidad de datos. No obstante, se cree conveniente comentar determinados aspectos de este análisis, los cuales se consideran de suma importancia para este artículo.

Levine y Renelt estudian un considerable número de variables, las cuales han sido el centro de atención de numerosos estudios de crecimiento. De igual forma, estudian

56 Dado el estadístico que resulta del Test de Chow, F (k, n_1 + n_2 - 2k), k es el número de parámetros, n_1 el número de observaciones del primer subgrupo y n_2 el número de observaciones del segundo subgrupo.

57 R. Levine,. y D. Renelt, *op. cit.*, p. 942.

58 *Ibid.*, p. 942.

la relación estadística entre el crecimiento y una amplia variedad de nuevos indicadores de política. Estos autores consideran que la relación entre el crecimiento y una variable de interés en particular es robusta si ésta se mantiene estadísticamente significativa y con el signo adecuado, cuando las condiciones en el resto del conjunto de las variables cambian.

En particular, uno de los resultados encontrados por Levine y Renelt para el período 1960-1989[59], es una correlación negativa y robusta entre el nivel inicial de PIB per-cápita y la tasa de crecimiento del producto per-cápita, una vez se incluya en la ecuación una medida del nivel inicial de inversión en capital humano. Esto es consistente con la hipótesis de convergencia condicional. No obstante, para el período 1974-1989 este resultado no se mantiene.

Se es consciente de que el análisis realizado en este trabajo sólo considera un número reducido de variables explicativas en el intento de establecer relaciones estadísticamente significativas entre la tasa de crecimiento y una variable particular de interés. No obstante, en las regresiones en particular y para el conjunto de variables explicativas consideradas, los coeficientes de las variables **LPIBP** y **ESEC**, siempre resultaron altamente significativos y con el signo teóricamente esperado, sin importar el resto de las variables explicativas que se incluyeran en la regresión. Este resultado es consistente con la hipótesis de convergencia condicional. Sin embargo, se reconoce que existe la posibilidad de que los resultados de este análisis pudieran haber sido diferentes si se hubiera considerado un conjunto mucho mayor de variables explicativas. Este mayor número de variables tambien hubiera permitido realizar un análisis formal de sensibilidad. No obstante, es conveniente atenerse a los resultados del análisis formal realizado, ya que éstos son de mucha significación.

Otro de los resultados encontrados por Levine y Renelt, es una correlación positiva y robusta entre la tasa de inversión y la tasa de crecimiento del PIB per-cápita. Este resultado es similar al reportado en la regresión número 4 (columna 4, tabla 1 del Anexo) de este artículo. Es importante recalcar que el objetivo del análisis realizado por Levine y Renelt no es el de establecer relaciones de causalidad, es simplemente el de examinar la fragilidad o fortaleza de determinadas relaciones, sobre las cuales se ha concentrado la atención de una amplia literatura empírica. Por ende, este resultado observado por Levine y Renelt es consistente con el de este trabajo.

Por último se quiere enfatizar que una de las conclusiones del análisis realizado por Levine y Renelt, sostiene que muy pocas variables económicas están correlacionadas robustamente con la tasa de crecimiento per-cápita de un grupo de países, cuando éstos se analizan conjuntamente en una sección cruzada. No obstante, sí se encontró evidencia significativa que soporte la hipótesis de convergencia condicional, lo cual es consistente con los resultados de nuestro análisis.

---

59 El conjunto de datos utilizados por Levine y Renelt incluye 119 países. No obstante, tuvieron que excluir la gran mayoría de países exportadores de petróleo.

Conclusiones

Mediante el presente artículo se ha intentado corroborar, con base en evidencia empírica de América Latina, la hipótesis de la convergencia, es decir, la existencia de fuerzas que conduzcan a las economías a converger en cuanto a sus niveles de ingreso per-cápita.

Con base en el modelo neoclásico de crecimiento y a través del análisis realizado en este artículo, se han podido constatar ciertas regularidades empíricas en lo que a crecimiento económico se refiere. Las diferencias en la tasa de crecimiento del PIB per-cápita a través de los países, objeto de estudio de esta tesis, están relacionadas sistemáticamente con un conjunto de variables explicativas, algunas de las cuales pueden ser cuantificables.

El trabajo que aquí se presenta, contiene evidencia suficiente para no rechazar la hipótesis de la convergencia. Los resultados empíricos de este trabajo documentan la existencia de convergencia en el sentido de que las tasas de crecimiento per-cápita de las economías de América Latina tienden a estar inversamente relacionadas con el nivel inicial de ingreso per-cápita, una vez se controle entre estas economías los niveles íniciales de capital humano. Sin embargo, vale la pena destacar que contrario a lo esperado, los coeficientes de las variables **POB** y **I/Y**, las cuales representan la tasa de crecimiento de la población y la tasa de inversión, respectivamente, resultaron no significativos, lo que no invalida la hipótesis de la convergencia anteriormente planteada.

La magnitud del coeficiente β encontrado en este trabajo, implica que la convergencia ocurre a una tasa de 2,97% por año (tabla 1 del Anexo, columna 2). De acuerdo con lo anterior, la tasa de cecimiento anual sera igual al 2,97 % de la tasa de crecimiento total para llegar al estado estacionario.

Uno de los resultados iniciales reportados en este estudio, es una moderada relación inversa entre la tasa de crecimiento del PIB per-cápita (1970-80 y 1980-90) y el logaritmo del PIB per-cápita inicial (1970 y 1980). Aunque moderada, esta relación apunta hacia la hipótesis de convergencia absoluta. El coeficiente de correlación simple que se encontró entre estas dos variables es de -0,37. Esta relación contrasta con resultados reportados en estudios anteriores tales como los de Barro (1991) y Barro y Sala-i-Martin (1992), en donde para un conjunto de 98 países, el coeficiente de correlación simple entre la tasa de crecimiento per-cápita para el período 1960-1985 y el nivel inicial de PIB per-cápita para 1960 es casi cero. Similarmente, en Barro y Sala-i-Martin (1995) se encontró que la tasa de crecimiento del producto para el período 1965-1985, no está correlacionada con el logaritmo del PIB per-cápita del año 1965, más aún, la correlación es levemente positiva, 0,17. En este último caso se utilizó una muestra de 119 países.

Una de las posibles causas de esta diferencia, es quizás, un mayor grado de homogeneidad en lo que a las economías de América Latina se refiere, es decir, los parámetros que influyen sobre la tasa de crecimiento pueden tender a ser mucho más homogéneos para un conjunto de economías similares como las de América Latina. Por ende, para un conjunto de economías más heterogéneas, es indispensable mantener estos parámetros constantes con el fin de poder establecer relaciones entre una variable específica, en este caso el nivel inicial de producto per-cápita, y la tasa de crecimiento.

No obstante, tanto en los estudios mencionados anteriormente como en este artículo, la correlación entre la tasa de crecimiento del PIB per-cápita y el nivel inicial de PIB per-cápita se vuelve substancialmente negativa si los niveles iniciales de capital humano, aproximados por las tasas de inscripciones escolares en el caso de este trabajo, se mantienen constantes. Más aún, para un nivel de PIB per-cápita inicial dado, la tasa de crecimiento del producto está relacionada positivamente y en forma substancial con el nivel inicial de capital humano, en este caso, aproximado por la tasa de incripciones en secundaria. De acuerdo con lo anterior, las economías pobres tenderán a alcanzar a las más ricas en términos per-cápita si las primeras poseen niveles elevados de capital humano en relación a su PIB- per-cápita, es decir, estas economías más pobres tenderán a crecer más rápido que las ricas, si el nivel de capìtal humano que éstas poseen excede el nivel que típicamente acompaña a las economías de bajos ingresos per-cápita. Por lo tanto, los resultados encontrados en este trabajo apoyan la hipótesis de la convergencia condicional.

La relación positiva entre el capital humano y la tasa de crecimiento puede deberse a razones múltiples, muchas de las cuales están sumamente relacionadas. De acuerdo con "Romer (1990), el capital humano es el insumo clave para el sector de investigación, el cual genera las nuevas ideas o bienes, los cuales son la base del progreso tecnológico"[60]. De forma similar, el capital humano juega un papel clave en numerosos modelos de crecimiento endógeno, en donde se encuentra relacionado positivamente con el progreso tecnológico y con la tasa de crecimiento.

Finalmente, los resultados indican que la relación entre el gasto público y la tasa de crecimiento del producto per-cápita es estadísticamente no significativa. Este resultado es similar al obtenido en el caso de las variables gasto público en educación y crecimiento de la población, es decir, cuando se estudia la relación entre estas variables y el crecimiento del producto per-cápita.

En el caso de la no significación del coeficiente de la variable gasto público se alegó, como una de las posibles razones, que esta variable sea inapropiada. Como se mencionó anteriormente, esta variable incluye dentro de su cálculo el gasto en defensa, en educación y el gasto corriente como categoría dentro del gasto público. Es posible que el efecto que se le atribuye a esta última categoría sea contrario a los efectos que se les atribuyen a las dos primeras.

60 R. J. Barro (1991), " Economic Growth in a Cross Section of Countries",*Quarterly Journal of Economics*, Vol. 106, mayo, p. 408.

Por otra parte, en este trabajo no se pudo incluir la tasa de fertilidad como variable explicativa, por lo que la variable **POB** engloba varios parámetros, tales como la fertilidad, las inmigraciones netas y la mortalidad. Es muy probable que el efecto de cada uno de estos parámetros sobre la tasa de crecimiento per-cápita no sea el mismo, o muy posiblemente tenga un efecto opuesto.

Reflexiones finales

¿Puede ocurrir la convergencia? Existen casos de convergencia absoluta del ingreso entre economías que han logrado un alto grado de integración, tales como los estados norteamericanos[61] y ejemplos de crecimiento muy acelerado de países que antes fueron pobres. No obstante, en términos generales, la evidencia mundial de la historia económica moderna muestra una enorme divergencia en el ingreso per-cápita entre países ricos y pobres, con tendencia a ser cada vez mayor.

¿Qué ocurriría si persistieran las tasas de crecimiento actuales, tanto las de los países en desarrollo como las de los desarrollados? A menos que se acelere el ritmo de crecimiento de los países en desarrollo, éstos nunca alcanzarán a los desarrollados. Sin embargo, suponer que las tasas de crecimiento actuales se mantendrán indefinidamente no es una proyección realista. Es decir, el futuro vendrá determinado por las políticas que se adopten actualmente, y no existe ninguna ley que obligue a que se mantengan las tendencias actuales de crecimiento. He aquí un punto clave en esta reflexión, la convergencia no está ocurriendo ni va a ocurrir sin que antes se den cambios substanciales en las políticas que siguen la mayoría de los países en desarrollo. Es decir, el concepto "condicional" en el contexto de la convergencia, significa "extraer de las diferencias entre las tasas de crecimiento reales de los países los efectos de otras variables, especialmente la inversión en capital humano"[62], pero son justamente estas otras variables los determinantes principales del crecimiento económico. Por consiguiente, aunque las tasas de crecimiento de los países ricos tiendan a ser menores en relación con las de los pobres, cuando se las condiciona por variables como la tasa inicial de escolaridad, "esta convergencia "condicional" es compatible con una divergencia absoluta continua"[63].

El objetivo de esta reflexión es resaltar que el crecimiento económico acelerado no es el resultado de un bajo nivel de ingreso per-cápita sino de formular e implementar políticas favorables al crecimiento, es decir, si el ingreso de un país es bajo su tasa de crecimiento futura dependerá de las políticas que se adopten en relación con el crecimiento y no de un proceso automático de desarrollo. Más aún, la experiencia mundial

61 Ver Barro y Sala-i-Martin (1992).

62 Lant Pritchett (1996), "Olvidemos la convergencia: Pasado, presente y futuro de la divergencia", *Finanzas y Desarrollo*, publicado por el FMI y el BM.

63 *Ibid.*

"parece indicar que la probabilidad de implementar políticas acertadas es menor cuanto más pobre es el país"[64]. Así mismo, las variables que afectan positivamente la tasa de crecimiento económico, tales como la tasa de escolaridad, tienden a ser mayores en los países ricos.

En conclusión: "nada es fácil en el desarrollo económico"[65]. El crecimiento acelerado de los países en desarrollo será el resultado de un marco de políticas adecuadas, tales como incrementar los niveles y la calidad de inversión en capital humano y no de un proceso automático.

64 *Ibid.*
65 *Ibid.*

Apéndice

Tabla 1. Estadísticos de las variables utilizadas

	PIBPV	LPIBP	ESEC	EPRIM	I/Y	G-GAS/Y	G-EDU/Y	POB
Media	0,008654	8,027848	38,815790	200,315800	16,390910	15,300000	3,660088	0,022129
Mediana	0,006880	7,939030	38,000000	105,000000	16,318180	14,172730	3,600000	0,023650
Máximo	0,063714	9,329190	70,000000	119,000000	25,663640	27,763640	6,000000	0,034400
Mínimo	-0,032010	7,120444	14,000000	57,000000	7,136364	8,018182	1,100000	0,003715
Desviación Estándar	0,025966	0,529714	12,171870	14,193840	4,487589	5,381515	1,184588	0,007656
Observac.	38	38	38	38	38	38	38	38

Fuente: Summers y Heston (1995), "Penn World Tables", World*Data 1995.
Indicadores Sociales del Banco Mundial.
Cálculos propios.

Tabla 2. Coeficientes de correlación simple

	PIBPV	LPIBP	ESEC	EPRIM	I/Y	G-GAS/Y	G-EDU/Y	POB
PIBPV	1	-0,370238	0,578958	-0,088504	0,324128	-0,153173	-0,087625	0,122662
LPIBP	-0.370238	1	0,179109	0,360919	0,063271	-0,275714	0,395488	-0,43863
ESEC	0,578958	0,179109	1	0,041802	0,028937	-02,04117	0,046869	-0458791
EPRIM	-0,088504	0,360919	0,041802	1	0,360461	-0,07186	0,237557	-0316359
I/Y	0,324128	0,063271	0,028937	0,360461	1	0,030565	0,195112	0,154195
G-gas/Y	-0,153173	0,275714	-0,204117	-0,07186	0,030565	1	0,271703	0,033711
G-edu/Y	-0,087625	0,395488	0,046869	0,237557	0,195112	0,271703	1	-0,065242
POB	0,122662	-0,4334863	-0,458791	-0,316359	0,154195	0,033711	-0,065242	1

Fuente: Summers y Heston (1995), "Penn World Tables", World* Data 1995. Cálculos propios.

Tabla 3. Coeficientes de correlación parcial

	PIBPV	LPIBP	ESEC
PIBPV	1	-0,5908	0,7061
LPIBP	-0,5908	1	0,179109
ESEC	0,7061	0,179109	1

Fuente: Summers y Heston (1995), "Penn World Tables", World* Data 1995. Regresión número 2. Cálculos propios.

Anexo

Tabla 1. Regresiones para la tasa de crecimiento del PIB per-cápita real, parte 1.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
MÉTODO	INST.	INST.	INST.	MCO	INST.	INST.
Var. dep	PIBPV	PIBPV	PIBPV	PIBPV	PIBPV	PIBPV
Nº Obs	38	38	38	38	38	38
LPIBP	-0,018611	-0,025714	-0,027185	-0,024994	-0,025702	-0,022758
	(0,007764)	(0,005677)	(0,006163)	(0,004838)	(0,005634)	(0,008144)
G-edu/Y						-0,000259
						(0,003951)
EPRIM			0,000153			0,000220
			(0,000221)			(0,000299)
ESEC		0,001436	0,00144	0,001409	0,001434	0,001659
		(0,000242)	(0,999244)	0,00021	(0,000240)	(0,000287)
I/Y				0,001952	0,000165	0,000319
				(0,000562)	(0,001244)	(0,001410)
G-gas/Y						-0,000488
						(0,000758)
POB.(P)						1,050011
						(0,584550)
R^2	0,136987	0,566069	0,57012	0,680513	0,584532	0,686509
CORR. SERIAL		0,038873				
β	0,0206	0,0297	0,0317	0,0288	0,0297	0,0258

continúa...

... continuación, parte 2

	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
MÉTODO	INST.	INST.	INST.	INST	INST.	INST.
Var. Dep.	PIBPV	PIBPV	PIBPV	PIBPV	PIBPV	PIBPV
Nº Obs.	38	38	38	38	38	38
LPIBP	-0,021087	-0,023077	-0,026866	-0,025374	-0,019784	-0,019848
	(0,007270)	(0,006139)	(0,005830)	(0,006917)	(0,005786)	(0,008780)
G-edu/Y	-0,000563			-0,000368		
	(0,003832)			-0,004061		
EPRIM	0,000270	0,000216				
	(0,000302)	(0,000293)				
ESEC	0,001733	0,001655	0,001398	0,001435	0,001694	
	(0,000273)	(0,000276)	(0,000243)	-0,000246	(0,000284)	
I/Y	0,000042	0,000323				
	(0,001450	(0,001388)				
G-gas/Y		-0,000510	-0,000519			
		(0,000510)	(0,000661)			
POB.(P)	1,194274	1,038185			1,056516	-0,181145
	(0,552152)	(0,553922)			(0,433201)	(0,594010)
R^2	0,6544353	0,688473	0,588579	0,56334	0,636696	0,138728
CORR. SERIAL						
β	0,0237	0,0262	0,0313	0,0293	0,022	0,0221

Fuente: Resultados obtenidos en las regresiones.

Tabla 2. Regresiones para la tasa de crecimiento del PIB per-cápita real

	(1)	(2)	(3)	(4)
MÉTODO	Inst.	Inst.	Inst.	Inst.
Var. Dep.	PIBPV	PIBPV	PIBPV	PIBPV
Nº Obs.	18	20	19	19
LPIBP	-0,016188	-0,04182	-0,024195	-0,011176
	(0,008613)	(0,015102)	(0,00746)	(0,005372)
G-edu/Y				
EPRIM				
ESEC	0,001348	0,001498	0,001334	0,000582
	(0,000280)	(0,000428)	(0,000317)	(0,000254)
I/Y				
G-gas/Y				
POB.(P)				
R^2	0,630806	0,537693	0,55653	0,319481

Fuente: Resultados obtenidos en las regresiones