



Análisis Económico

ISSN: 0185-3937

analeco@correo.azc.uam.mx

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad

Azcapotzalco

México

Casares, Enrique R.; Kelly, Rafael
El modelo de Solow ampliado con tasas de inversión endógenas
Análisis Económico, vol. XXIII, núm. 52, 2008, pp. 93-104
Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco
Distrito Federal, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41311484007>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

El modelo de Solow ampliado con tasas de inversión endógenas

(Recibido: enero/07–aprobado: agosto/07)

*Enrique R. Casares**
*Rafael Kelly***

Resumen

Se muestra cómo una economía pobre puede ajustar sus tasas de inversión en capital físico y humano para alcanzar el nivel de vida de una economía rica en el largo plazo. Así, se deduce una regla de inversión para el modelo de Solow ampliado. La regla de inversión ajusta las tasas de inversión en capital físico y humano para que la economía pobre pueda alcanzar los acervos deseados del capital físico y humano por trabajo eficiente del país rico. Se muestra analíticamente cómo la economía pobre converge a los niveles deseados. Se modifica la regla de inversión para que el modelo pueda ser consistente con las velocidades de convergencia observadas empíricamente.

Palabras clave: modelo de Solow, capital humano, regla de inversión, crecimiento.

Clasificación JEL: C60, O11, O41.

* Profesor-Investigador del Departamento de Economía de la UAM-Azcapotzalco (ercg@correo.azc.uam.mx).

** Profesor del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (rkelly@cicese.mx).

Introducción

El modelo de Solow predice la convergencia absoluta cuando dos economías son iguales en sus parámetros estructurales, pero diferentes en su nivel de ingreso por habitante. Así, el país pobre tendrá un producto marginal del capital mayor al de el país rico, esto producirá que la tasa de crecimiento del ingreso por habitante de la economía pobre sea mayor a la de la economía rica, por lo tanto, en el largo plazo, el ingreso por habitante del país pobre convergerá al del país rico. Pero cuando dos economías son diferentes en sus parámetros estructurales, el modelo de Solow no predice la convergencia absoluta, pero sí la convergencia condicional. En este caso, las economías se dirigen a diferentes niveles de ingreso por habitante y cada una crecerá más rápido entre más alejada se encuentre de su estado estacionario. El modelo de Solow ampliado con capital humano, ya sea con una tasa de inversión total o con tasas de inversión para cada clase de capital, también predice la convergencia absoluta para economías homogéneas y la convergencia condicional para economías heterogéneas. En este artículo, se muestra cómo una economía pobre puede ajustar sus parámetros estructurales para alcanzar el nivel de vida del país rico en el largo plazo.

En la literatura empírica del crecimiento económico, se ha probado la hipótesis de convergencia absoluta. Por ejemplo, para el periodo 1870-1960, Pritchett (1997) muestra que las economías capitalistas avanzadas (17 países) crecieron a una tasa promedio anual del ingreso por habitante de 1.5%, mientras que las economías menos desarrolladas (28 países) crecieron 1.2%. Para el lapso 1960-1979, las tasas de crecimiento fueron de 3.2% y 1.5% para los países avanzados y menos desarrollados, respectivamente. Para los años 1980-1994, las tasas fueron de 2.5% para los países ricos y 0.34% para los países pobres. Por lo tanto, Pritchett concluye que ha sido el tiempo de la gran divergencia.

Asimismo, la hipótesis de convergencia absoluta entre economías se prueba determinando si, la relación entre la tasa de crecimiento promedio para el periodo en estudio y el ingreso por habitante al comienzo del mismo es negativa. Así, para los años 1960-2000, Barro y Sala-i-Martin (2004) muestran que la relación es positiva para 114 países, por lo tanto, la hipótesis de convergencia absoluta a nivel mundial es rechazada; sin embargo, la convergencia absoluta para 18 economías avanzadas es aceptada. Además, ellos muestran la existencia de convergencia absoluta a nivel regional, por ejemplo, para un conjunto de regiones europeas, para los estados de los EUA y para las prefecturas de Japón. Finalmente, estos autores han encontrado fuerte evidencia de convergencia condicional (véase también Durlauf, Johnson y Temple, 2004).

En la literatura del crecimiento económico, también se ha estudiado la evolución de la distribución mundial del ingreso. Quah (1993) ha calculado la distribución del ingreso por trabajador de todos los países relativo a los EUA (véase también Jones, 1997). En 1960, la distribución era unimodal, es decir, muchos países con ingreso medio que se agrupaban alrededor del centro. Para 1988, la distribución era binomial, en donde habían desaparecido los países de ingreso medio y emergieron dos grupos: uno con ingresos altos y otro con ingresos bajos. Esto es interpretado como la existencia de clubes de países, en donde países cercanos en su ingreso convergen entre ellos y países lejanos en su ingreso divergen. Es decir, los países ricos permanecen ricos y los países pobres permanecen pobres (véase también Quah, 2006).

Sin embargo, los resultados sobre la distribución mundial del ingreso por trabajador y sobre convergencia absoluta pueden cambiar, si se considera que India y China han crecido más que las economías ricas en el periodo 1970-2000 y que ellos representan aproximadamente 40 % de la población mundial. Jones (1997) ha calculado la distribución del ingreso por trabajador relativo a los EUA ponderada por la población. Así, la unidad de observación es una persona en lugar de un país. Comparando la distribución por trabajador ponderada por la población de 1960 y de 1988, Jones observa una cierta mejoría de los más pobres. Del mismo modo, Sala-i-Martin (2006) muestra que la relación entre la tasa de crecimiento promedio 1970-2000 y el logaritmo del ingreso por habitante en 1970 ponderado por la población, es aparentemente negativa. Así, este autor señala cierta convergencia absoluta a nivel mundial.

La falta de evidencia para la convergencia absoluta entre países a nivel mundial podría deberse a que las economías pobres de lento crecimiento, han registrado bajas tasas de inversión en capital físico y humano, así como otras deficiencias estructurales. Dado que el modelo de Solow ampliado predice la convergencia absoluta entre economías homogéneas, una economía pobre de lento crecimiento podrá converger al nivel de vida de un país rico en el largo plazo, si logra igualar sus tasas de inversión en capital físico y humano a los de la economía rica, además de eliminar las otras deficiencias estructurales.

En este artículo, se plantea el caso de una economía pobre la cual posee tasas de inversión en capital físico y humano menores a las del país rico, mientras que los demás parámetros estructurales son iguales. Adicionalmente, el país pobre desea alcanzar el nivel de vida de la economía rica en el largo plazo. Para resolver este caso, se deduce una regla de inversión para el modelo de Solow ampliado con tasas de inversión en capital físico y humano (véase Mankiw, Romer y Weil, 1992). Las tasas de inversión mencionadas se ajustan para que la economía pueda alcanzar

el ingreso por habitante deseado. Así, éstas son las variables que controlan la dinámica de la economía y la regla de inversión las aumentará en el tiempo, para que la economía pueda obtener los valores deseados de capital físico y humano por trabajo eficiente de la economía rica. Una vez alcanzados los acervos deseados, la economía logra tener el ingreso por trabajo eficiente deseado del país rico. En el estado estacionario, cuando el país pobre alcanza al rico, la regla de inversión igualará las tasas de inversión en ambas economías. Se utiliza la técnica de linealización por retroalimentación con objetivo de seguimiento para el diseño de la regla de inversión.

El artículo está organizado de la siguiente manera, en la primer sección se presenta el modelo de Solow ampliado y sus propiedades dinámicas. En la segunda parte se desarrolla nuestro modelo y finalmente se presentan las conclusiones.

1. El modelo de Solow ampliado

En esta sección se describe el modelo de Solow ampliado con capital humano y se realiza una breve descripción de éste, cuando la tasa de ahorro es endógena y óptima. La característica principal del modelo de Solow es su función de producción la cual posee rendimientos decrecientes en cada uno de los factores. Mankiw, Romer y Weil (1992) proponen una función de producción con rendimientos decrecientes en el capital físico, el capital humano y el trabajo. Al igual que en el modelo de Solow, se considera la existencia de un sólo sector en la economía y ésta es cerrada. La función de producción es Cobb-Douglas:

$$Y = K^\alpha H^\beta (AL)^{1-\alpha-\beta}$$

En donde Y es el ingreso, K es el acervo de capital físico, H es el acervo de capital humano, A es el nivel de la tecnología, L es el trabajo y α , β y $1-\alpha-\beta$ son las participaciones de K , H y L respectivamente. Se considera que el trabajo crece a una tasa exógena n , así $L=e^{nt}$. De la misma manera, el progreso técnico varía a una tasa exógena g , así $A = e^{gt}$. El término AL es el trabajo eficiente y varía a una tasa $n + g$. Considerando la acumulación de capital humano, la restricción agregada de la economía es:

$$Y = C + \dot{K} + \dot{H} + \delta(K + H)$$

En donde $\dot{K} = dK / dt$ y \dot{H} son las inversiones netas en K y H respectivamente. Se supone que el capital físico y humano se deprecian a la misma tasa, δ . Note que una unidad de consumo puede ser transformado sin costo en una unidad de capital físico o en una unidad de capital humano. Considerando que el ahorro, S , es igual a la inversión bruta total, I , la restricción agregada de la economía se puede reescribir ($S = Y - C = I$) como:

$$I = \dot{K} + \delta K + \dot{H} + \delta H$$

En el modelo de Solow, la inversión bruta en capital físico es una fracción constante del ingreso:

$$\dot{K} + \delta K = s_K Y$$

en donde s_K es exógena. También, se considera que una proporción constante del ingreso es invertida en capital humano:

$$s_H Y = \dot{H} + \delta H$$

En donde la fracción s_H es exógena. Para solucionar el modelo, es conveniente definir las variables del modelo en términos de trabajo eficiente. Así, $y = Y / AL$ es ingreso por trabajo eficiente, $k = K / AL$ es el capital físico por trabajo eficiente y $h = H / AL$ es el capital humano por trabajo eficiente. Por tanto, la función de producción por trabajo eficiente es:

$$y = k^\alpha h^\beta \tag{1}$$

La restricción agregada de la economía en términos de trabajo eficiente es:

$$y = c + \dot{k} + \dot{h} + (\delta + n + g) (k + h) \tag{2}$$

En donde c es el consumo por trabajo eficiente. Las ecuaciones de acumulación del capital físico y humano en términos de trabajo eficiente son:

$$\dot{k} = s_K k^\alpha h^\beta - (\delta + n + g) k \quad (3)$$

$$\dot{h} = s_H k^\alpha h^\beta - (\delta + n + g) h \quad (4)$$

Por lo tanto, el modelo está formado por las ecuaciones (3) y (4). Considerando que $\dot{k} = 0$ y $\dot{h} = 0$ en el estado estacionario, los valores de k y h en el estado estacionario son:

$$k^* = \left(\frac{s_K^{1-\beta} s_H^\beta}{\delta + n + g} \right)^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}} \quad (5)$$

$$h^* = \left(\frac{s_K^\alpha s_H^{1-\alpha}}{\delta + n + g} \right)^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}} \quad (6)$$

Con estos valores de k^* y h^* , se obtiene el ingreso por trabajo eficiente en el estado estacionario, $y^* = k^{*\alpha} h^{*\beta}$ (los valores de estado estacionario se denotan con un *). Observe que el estado estacionario está determinado por los parámetros estructurales del modelo (s_K , s_H , δ , n , y g). Asimismo, los valores de k^* , h^* y y^* son constantes, sin embargo, el capital físico por trabajador, el capital humano por trabajador y el ingreso por trabajador están creciendo a la tasa g en el estado estacionario. Por medio de la Ecuación (5), se observa que existe una relación positiva entre k^* y $s_K s_H$, y una relación negativa entre k^* y $(\delta + n + g)$. Asimismo, con la Ecuación (6), se observa que existe una relación positiva entre h^* y $s_K s_H$, y una relación negativa entre h^* y $(\delta + n + g)$. Así, un aumento en la inversión conduce a mayores valores de k^* , h^* y y^* , y un aumento en $(\delta + n + g)$ conduce a menores niveles. Mankiw, Romer y Weil (1992) muestran que estas relaciones se encuentran apoyadas por la evidencia. Con respecto a la dinámica de transición, cuando s_K aumenta, inicialmente h es constante y k aumenta. Después se tiene que los valores de k y h aumentan conforme la economía se aproxima a un estado estacionario (véase Romer, 1996). Asimismo, Mankiw, Romer y Weil (1992) muestran que la velocidad de convergencia, alrededor del estado estacionario, es:

$$\lambda = (1 - \alpha - \beta) (\delta + n + g) \quad (7)$$

Es decir, el término λ indica la velocidad en que una economía se aproxima a su estado estacionario. Es conveniente determinar el valor de la velocidad de convergencia con datos representativos de la economía de los EUA. Los valores de los parámetros son: $\alpha = 0.33$, $\beta = 0.4$, $\delta = 0.05$, $n = 0.01$ y $g = 0.02$ (véase Barro y Sala-i-Martin, 2004). La Ecuación (7) implica que $\lambda = 0.021$ o 2.1% anual, es decir, la diferencia entre el estado inicial y el estado estacionario de la economía se cierra en 2.1% cada año. Las velocidades de convergencia observadas empíricamente son alrededor de 2% anual. Por tanto, la velocidad de convergencia del modelo de Solow ampliado corresponde a la evidencia.

Ahora, es conveniente repasar brevemente el modelo con una función de producción ampliada con capital humano en donde existe una tasa de ahorro total que es endógena y óptima. Para una economía cerrada, Barro, Mankiw y Sala-i-Martin (1995) muestran que es posible reducir la función de producción ampliada con capital humano, Ecuación (1), a una función de producción con capital amplio ($z = k + h$). Así, dado que los capitales poseen el mismo rendimiento, se tiene que el producto marginal del capital físico es igual al producto marginal del capital humano ($\alpha k^{\alpha-1} h^{\beta} = k^{\alpha} \beta h^{\beta-1}$). Con esta condición de eficiencia, el capital físico siempre es proporcional al capital humano ($k/h = \alpha/\beta$). Utilizando esta propiedad, se deduce que $y = \bar{A} z^{\alpha+\beta}$, en donde \bar{A} es un parámetro. Como se puede observar la participación del capital amplio es $\alpha + \beta$. Asimismo, ellos redefinen la restricción agregada de la economía en términos del capital amplio.

Así, Barro, Mankiw y Sala-i-Martin (1995) consideran que, el hogar-productor representativo maximiza el valor presente de una función de utilidad de elasticidad intertemporal constante, sujeto a la restricción agregada de la economía. Por lo tanto, se obtiene una regla de decisión entre consumo y ahorro (la ecuación de Euler con un producto marginal de z de $\bar{A}(\alpha + \beta)z^{\alpha+\beta-1}$). Por lo tanto, la tasa de ahorro es endógena y óptima. Con respecto a la dinámica de transición, este modelo se comporta como el modelo de Ramsey. La velocidad de convergencia de este modelo es de 1.4 % anual (con datos de la economía de EUA), que es menor que las tasas observadas empíricamente. Por esta razón, Barro, Mankiw y Sala-i-Martin (1995) imponen condiciones sobre los parámetros del modelo para que la tasa de ahorro sea constante durante la transición. Con esto, la velocidad de convergencia es como la Ecuación (7). Así, por medio de la teoría del control óptimo, fue posible deducir una tasa de ahorro endógena y óptima.

2. Tasas de inversión endógenas

En esta sección se presenta nuestro modelo, en donde las tasas de inversión del modelo de Solow ampliado se hacen endógenas, pero no óptimas. Así, por medio de técnicas de control no lineal, es posible deducir tasas de inversión endógenas, pero no óptimas. En este artículo, se utiliza la técnica de linealización por retroalimentación con objetivo de seguimiento para el diseño de una regla de inversión. La técnica transforma parámetros del modelo en variables de control. Por tanto, la regla de inversión ajusta los valores de las variables de control para que la economía pueda alcanzar ciertos valores deseados. Para una revisión de la técnica de linealización por retroalimentación, véase Casares y Ruiz (2000).

Por lo tanto, en esta sección, se extiende el modelo de Solow ampliado con tasas de inversión endógenas, pero no óptimas. La regla de inversión ajusta los valores de s_K y s_H para que la economía alcance los valores deseados en el capital físico y humano por trabajo eficiente. El modelo de Solow ampliado, ecuaciones (3) y (4), se puede expresar como:

$$\begin{bmatrix} \dot{k} \\ \dot{h} \end{bmatrix} = k^\alpha h^\beta \begin{bmatrix} s_K \\ s_H \end{bmatrix} - (\delta + n + g) \begin{bmatrix} k \\ h \end{bmatrix} \quad (8)$$

Supongamos que una economía pobre, representada por (8), tiene algunos parámetros estructurales (δ , n y g) iguales a los de un país rico pero con valores de s_K y s_H menores. Además, el objetivo de los hogares-productores (o del gobierno) del país pobre es alcanzar el ingreso por trabajo eficiente (y_d) de la economía rica en el largo plazo. Por lo tanto, la regla de inversión aumentará las tasas de inversión en el tiempo para que la economía pobre se dirija a los valores deseados del capital por trabajo eficiente, k_d , y del capital humano por trabajo eficiente, h_d , del país rico. Una vez alcanzados k_d y h_d , se logra alcanzar el valor de y_d , por medio de la función de producción, Ecuación (1). Así, la regla de inversión es:

$$\begin{bmatrix} s_K \\ s_H \end{bmatrix} = k^{-\alpha} h^{-\beta} (n + \delta + g) \begin{bmatrix} k_d \\ h_d \end{bmatrix} + k^{-\alpha} h^{-\beta} \begin{bmatrix} \dot{k}_d \\ \dot{h}_d \end{bmatrix} \quad (9)$$

En donde \dot{k}_d y \dot{h}_d son las variaciones en el tiempo de las trayectorias de los valores deseados de k y h respectivamente. Note que en el modelo de Solow

ampliado, los valores de s_K y s_H son constantes y exógenos, en cambio en nuestro modelo son variables endógenas. Por tanto, la regla de inversión, Sistema (9), indica cuáles deben de ser los valores de s_K y s_H en el tiempo para que la economía pobre converja a las niveles de k_d y h_d en el largo plazo.

Así, la economía está formada por los sistemas (8) y (9) y nuestro modelo posee una dinámica diferente al modelo de Solow ampliado. Si se sustituye el Sistema (9) en (8), se obtiene:

$$\begin{bmatrix} \bullet \\ \tilde{k} \\ \bullet \\ \tilde{h} \end{bmatrix} + (n + \delta + g) \begin{bmatrix} \tilde{k} \\ \tilde{h} \end{bmatrix} = 0 \quad (10)$$

En donde $\tilde{k} = k_d - k$ y $\tilde{h} = h_d - h$. Note que el sistema (10) es lineal y no una aproximación lineal alrededor de un punto de equilibrio. La solución del sistema de ecuaciones diferenciales (10) es:

$$\begin{aligned} \tilde{k}(t) &= \tilde{k}(0)e^{-(\delta+n+g)t} \\ \tilde{h}(t) &= \tilde{h}(0)e^{-(\delta+n+g)t} \end{aligned} \quad (11)$$

Como $\tilde{k} \rightarrow 0$ y $\tilde{h} \rightarrow 0$ como $t \rightarrow \infty$, tenemos que $k \rightarrow k_d$ y $h \rightarrow h_d$ como $t \rightarrow \infty$. Es decir, por medio del ajuste de las tasas de inversión, s_K y s_H , las trayectorias deseadas del capital físico por trabajo eficiente y del capital humano por trabajo eficiente son alcanzadas. Además, en el estado estacionario, cuando la economía pobre alcanza al país rico, la regla de inversión generará los mismos valores de s_K y s_H que los de la economía rica.

Se presentan datos de la economía de la República de Corea para el periodo 1960-2000. Con respecto al crecimiento demográfico promedio, Corea tuvo una tasa de 1.6 % mientras que EUA de 1.1 %, así, el primer país casi había finalizado su transición demográfica. Respecto al progreso técnico, Corea se ha caracterizado por su rápida asimilación y creación de ideas, los valores s_H son semejantes entre las dos economías. Respecto a la tasa promedio de inversión en capital físico, Corea tuvo una s_K de 0.27 mientras que la de EUA fue de 0.18. Por tanto, la economía coreana ha convergido al nivel de vida de los EUA debido a los ajustes en sus parámetros estructurales. Observe que la tasa de inversión en capital físico sobre-

pasa el valor de la tasa de estado estacionario de la economía de los EUA, compensando diferencias en otros parámetros estructurales (principalmente en productividades). La economía coreana también ha acercado su estado estacionario al de EUA, generando así un proceso de convergencia absoluta. En el largo plazo, se esperaría que las dos economías tengan tasas de inversión similares. Así, el progreso económico depende de la inversión, pero sin olvidar otros determinantes del crecimiento económico (véase Easterly, 2001).

La velocidad de convergencia para esta economía es $\delta + n + g$ pero como en el caso de Barro, Mankiw y Sala-i-Martin (1995) esto no corresponde a las tasas observadas. Por tanto, se puede modificar la regla de inversión para que el modelo se ajuste a las tasas observadas de velocidad de convergencia. La regla de inversión modificada es:

$$\begin{bmatrix} s_K \\ s_H \end{bmatrix} = k^{-\alpha} h^{-\beta} \left\{ (\delta + n + g) \begin{bmatrix} k \\ h \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_K & 0 \\ 0 & \gamma_H \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \tilde{k} \\ \tilde{h} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \dot{k}_d \\ \dot{h}_d \end{bmatrix} \right\} \quad (12)$$

Donde γ_K y γ_H son las velocidades de ajuste de \tilde{k} y \tilde{h} respectivamente. Los valores de γ_K y γ_H son constantes y seleccionados exógenamente. Ahora, el modelo está formado por los sistemas (8) y (12). Si se sustituye el Sistema (12) en (8), se obtiene:

$$\begin{bmatrix} \dot{\tilde{k}} \\ \dot{\tilde{h}} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_K & 0 \\ 0 & \gamma_H \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \tilde{k} \\ \tilde{h} \end{bmatrix} = 0 \quad (13)$$

Note que el sistema (13), es otra vez lineal. La solución del sistema de ecuaciones diferenciales (13) es:

$$\begin{aligned} \tilde{k}(t) &= \tilde{k}(0) e^{-\gamma_K t} \\ \tilde{h}(t) &= \tilde{h}(0) e^{-\gamma_H t} \end{aligned} \quad (14)$$

De esta manera se logra otra vez que $k \rightarrow k_d$ y $h \rightarrow h_d$ como $t \rightarrow \infty$. Si $\gamma_K = \gamma_H = (1 - \alpha - \beta)(\delta + n + g)$, la tasa de la velocidad de convergencia del

modelo es igual a la Ecuación (7). El comportamiento de s_K y s_H en el tiempo es similar al caso anterior. Así, hemos logrado que nuestro modelo tenga una tasa de convergencia como las observadas empíricamente.

Conclusiones

Se ha mencionado que no existe convergencia absoluta entre los países, es decir, las economías pobres han crecido menos que las economías ricas. También, se ha expuesto que la distribución mundial del ingreso por trabajador muestra que los países pobres permanecen pobres. Sin embargo, el rápido crecimiento de India y China con sus 2,300 millones de habitantes puede cambiar el resultado sobre convergencia absoluta entre países y determinar la forma de la distribución mundial del ingreso por trabajador. Por lo mostrado en el texto, un camino para que una economía pobre pueda alcanzar el nivel de vida de los países ricos en el largo plazo es que la economía pobre tenga parámetros estructurales semejantes a los de las economías ricas.

Se ha mostrado que el modelo de Solow ampliado con tasas de inversión en capital físico y humano reproduce bien los hechos económicos. Así, se ha planteado el caso cuando una economía pobre tiene algunos parámetros estructurales iguales a los de un país rico pero con tasas de inversión menores. El país pobre desea lograr el nivel de vida de la economía rica en el largo plazo. Para resolver este caso, se dedujo una regla de inversión para el modelo de Solow ampliado y ésta aumenta las tasas de inversión en capital físico y humano para que la economía pueda alcanzar los niveles deseados en ambos tipos de capital. Una vez alcanzados los valores deseados de los acervos, la economía logra tener el ingreso por trabajo eficiente del país rico. En el modelo planteado, las tasas de acumulación del capital físico y humano son endógenas. Dado que la velocidad de convergencia de éste no corresponde a las tasas observadas, se modificó la regla de inversión en donde se ajusta la velocidad de convergencia.

Se ha mencionado que la evidencia revela que las economías pobres de lento crecimiento tienen bajas tasas de inversión en capital físico y humano. La regla de inversión dice que una economía pobre debería de aumentar las tasas de inversión para que ésta converja al nivel de vida de los países ricos. El éxito económico de la República de Corea, y de otras economías de Asia, se debe a los ajustes en sus parámetros estructurales, entre ellos las tasas de inversión. Además, se hizo notar que la tasa de inversión en capital físico para Corea sobrepasa los valores de las tasas de inversión de estado estacionario de las economías ricas, compensando así diferencias en otros parámetros estructurales y generando el proceso de convergencia absoluta.

Referencias bibliográficas

- Barro, R. J. y X. Sala-i-Martin (2004). *Economic Growth*, MIT Press.
- Barro, R. J., N. G. Mankiw y X. Sala-i-Martin (1995). "Capital Mobility in Neoclassical Models of Growth", *American Economic Review*, 85, pp. 103-115.
- Casares, E. R. y A. Ruiz (2000). "Reglas de Ahorro para Modelos de Crecimiento con Intermediación Financiera", *Economía Teoría y Práctica*, núm. 12, pp. 3-27.
- Durlauf, S. N., P. A. Johnson y J. R. W. Temple (2004). *Growth Econometrics*, Department of Economics, University of Wisconsin.
- Easterly, W. (2001). *The Elusive Quest for Growth*, MIT Press.
- Jones, Ch. I. (1997). "On the Evolution of the World Income Distribution", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 11, pp. 19-36.
- Mankiw, N. G., D. Romer y D. N. Weil (1992). "A Contribution to the Empirics of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, 107, pp. 407-437.
- Pritchett, L. (1997). "Divergence, Big Time", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 11, pp. 3-17.
- Quah, D. (1993). "Empirical Cross-Section Dynamics in Economic Growth", *European Economic Review*, 37, 426-434.
- _____ (2006). *Growth and Distribution*, Economics Department, LSE.
- Romer, D. (1996). *Advanced Macroeconomics*, McGraw-Hill.
- Sala-i-Martin, X. (2006). "The World Distribution of Income: Falling Poverty and Convergence Period", *Quarterly Journal of Economics*, CXXI, 351-397.