EL COLEGIO DE MÉXICO
CENTRO DE ESTUDIOS ECONÓMICOS

MAESTRÍA EN ECONOMÍA

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN ECONOMÍA

CRECIMIENTO Y CONVERGENCIA CON EFECTOS FIJOS INDIVIDUALES Y FLUJOS DE CAPITAL

ROBERTO MALDONADO GUTIÉRREZ

PROMOCIÓN 1991-1993

ASESOR:

GERARDO ESQUIVEL HERNÁNDEZ

2005

EL COLEGIO DE MEXICO
DIRECCION DE ASUNTOS
4 ENE 2005
ESCOLARES
MEXICO, D.F.

AGRADECIMIENTOS

La presentación de este trabajo significa para mi la satisfacción de terminar un grado de estudios que había cursado años atrás, así como de superar la inquietud constante provocada por mantener inconcluso un paso fundamental de mi preparación profesional. Por ello, deseo extender un agradecimiento a las siguientes personas que me brindaron el mayor apoyo en este propósito:

A mi esposa Sagrario y mi hija Vanessa, con quienes cancelé temporalmente convivencias y respaldos que para mi representaron una gran privación,

Al Lic. Angel Mario Martínez Torres, por el impulso reiterado y el apoyo otorgado para la realización de este trabajo. Debo decir que sin su insistencia probablemente no habría concluido aún con el mismo.

Y por último, de manera especial agradezco a mi asesor de tesis, el Doctor Gerardo Esquivel Hernández, quien me adentró y orientó en un tema apasionante y fundamental.

RESUMEN

Este trabajo aborda los modelos de convergencia del crecimiento económico flexibilizando dos de sus principales supuestos: las economías son cerradas en cuanto a los movimientos de capital entre ellas, y todas experimentan la misma tasa de crecimiento tecnológico.

Contiene una revisión de la literatura teórica y empírica relacionada con el modelo de Solow, con la agregación al mismo de la movilidad internacional del capital, y con las implicaciones estadísticas de la ralajación del supuesto de crecimiento tecnológico similar, incorporando para esto último la variable de efectos fijo individuales. Todos estos trabajos concluyeron en la existencia de una convergencia condicionada, entre otras cosas, al mantenimiento homogéneo de la tasa de inversión en capital humano.

De esta forma, con un modelo central más amplio, que le da flexibilidad a los supuestos referidos, se desarrolla y presenta un ejercicio econométrico con información de 78 países para el periodo 1960-1985, utilizando fundamentalmente, el Método Generalizado de Momentos (MGM).

Sus principales resultados sugieren en primer término, que los movimientos de capital representados por el ahorro externo no impactan en el crecimiento económico, y que a su vez el ahorro interno es influido por el crecimiento más que a la inversa. Además, la incorporación de efectos fijos en el modelo parece indicar que la tasa de inversión en capital humano no repercute significativamente en el crecimiento, y que son dichos efectos los que explican en buen medida la convergencia; la variación en capital humano, que resultan estar alta y permanentemente asociadas a los efectos fijos, no aportan suficiente información distinta a la contenida en estos.

I N D I C E

		página
	Introducción	1
I	Marco teórico y empírico	4
	1. El modelo de Solow	4
	2. El modelo de Solow con capital humano	7
	3. El modelo de Solow con capital humano y flujos de capital	13
	4. Flujos de capital y crecimiento: Evidencia empírica.	16
II	Análisis de regresión del crecimiento con efectos fijos y flujos de capital	21
	1. Los efectos fijos en el análisis de convergencia	21
	2. Análisis de causalidad del ahorro interno y del ahorro externo con respecto al crecimiento del ingreso per cápita	28
	3. Especificación del modelo	31
	4. Descripción de los datos	32
	5. Determinantes del crecimiento en el modelo de convergencia con efectos fijos y flujos de capital	34
	6. Relación de los efectos fijos con el ingreso per cápita	40

7. Incidencia de los efectos fijos en la convergencia 41

8. Efectos fijos e inversión en capital humano 44

III Conclusiones 47

IV Anexo estadístico 49

V Referencias bibliográficas 53

INTRODUCCION

El objetivo principal de este trabajo es el análisis empírico de los determinantes del crecimiento y la convergencia a través del modelo neoclásico ampliado, considerando movilidad internacional de capital y efectos fijos individuales.

La convergencia predicha por el modelo neoclásico ha sido ampliamente contrastada en el terreno empírico. La experiencia internacional y regional parece indicar que efectivamente existe convergencia cuando las economías tienen tasas similares de inversión en capital humano y crecimiento poblacional, entre otras variables.

No obstante, este tipo de análisis estadístico, generalmente ha sido efectuado bajo el supuesto de economías cerradas, donde no existen flujos internacionales de capital, y el supuesto de igualdad tecnológica para todos los países. El argumento frecuentemente utilizado ha sido que los resultados estadísticos concuerdan muy bien con las predicciones del modelo, por lo que se considera que trabajar con ellos es aceptable.

Los trabajos realizados para ampliar el análisis y relajar los supuestos mencionados han sido mínimos, sobre todo lo que corresponde a la movilidad de capital. En cuanto al segundo supuesto, los estudios que consideran diferencias tecnológicas entre países han revelado algunos resultados contrarios a los obtenidos por los modelos tradicionales. En particular, Caselli, Esquivel y Lefort (1996), encontraron que el capital humano en lugar de tener un efecto positivo sobre el crecimiento parece tener un efecto negativo y el gasto de gobierno que se había mostrado perjudicial para el crecimiento por su carácter distorsionante de los mercados, ahora surge como benéfico para el desarrollo. Asimismo, Barro (1997), empleando la técnica SUR en un modelo de primeras diferencias, llegó a

un resultado similar donde el capital humano aparece con signo negativo, aunque en este caso fue no significativo.

Bajo este contexto, en este estudio se realizan nuevas contrastaciones empíricas, tomando como base los estudios de modelos con efectos fijos que fueron desarrollados por Caselli, Esquivel y Lefort, y Barro (1997), además de incorporar al análisis empírico las implicaciones teóricas de la movilidad de capital.

El análisis de flujos de capital, hizo necesario considerar por separado el ahorro externo y el ahorro interno, en lugar de utilizar la tasa de inversión como proxy del ahorro interno, como se ha hecho en la mayoría de los trabajos de convergencia. La tasa de ahorro interno se midió por la diferencia entre el ingreso y el consumo, mientras que el ahorro externo por la sustracción del ahorro interno de la inversión global.

Además, con base en las aportaciones de Blomström, Lipsey y Zejan (1996) y Barro (1997) respecto a la dirección de la causalidad entre ahorro interno y crecimiento, aplicamos la prueba de Granger-Sims a nuestros datos para respaldar la inclusión o no del ahorro interno en el modelo.

Al igual que Caselli, Esquivel y Lefort, las regresiones de este trabajo siguieron el Método Generalizado de Momentos, por ser considerado como el más apropiado para las ecuaciones de primeras diferencias que resulta de la incorporación de los efectos fijos. El modelo aplicado se basa en la vertiente expuesta por Barro (1991), que consiste en darle mayor flexibilidad a la especificación de los determinantes del nivel de estado estable.

Mediante el análisis de regresión con variables dicotómicas, se analiza también el papel que juegan los efectos fijos individuales en la convergencia, para ponderar éstos en la explicación de la convergencia observada. Y finalmente, se revisa la relación existente entre dichos efectos fijos con la tasa de inversión en capital

humano, en aras de establecer el aporte de información adicional de corte transversal de ésta última variable ante la presencia de los efectos fijos.

El trabajo se desarrolla de acuerdo con la siguiente estructura. En la sección I se presenta el modelo de crecimiento de Solow (1956), se revisa la aportación de Mankiw, Romer y Weil (1992) al incorporar el capital humano, y se expone la vertiente de análisis empírico de la convergencia planteada por Barro (1991). Así mismo, se revisan las teorías y evidencias empíricas de la economía abierta en capital físico a partir de los trabajos de Mankiw, Barro y Sala-i-Martin (1994), entre otros.

La sección ll, referente al análisis estadístico, inicia con las ecuaciones del modelo de crecimiento con discrepancias tecnológicas entre las regiones, y con las aportaciones teóricas y empíricas de Barro (1997) y Caselli, Esquivel y Lefort, en los cuales incorporan los efectos fijos como la variable tecnológica.

En las siguientes partes de la sección ll, se presentan los resultados del análisis de regresión de este trabajo, para los cuales se siguieron los pasos de la aplicación de Arellano y Bond (1991) con el método generalizado de momentos; se muestra la regresión de un modelo de convergencia con variables dicotómicas para cada país; se hace un análisis de los efectos fijos individuales, y se examina la relación de éstos con la tasa de variación del capital humano.

I. MARCO TEORICO Y EMPIRICO

I. 1 El modelo de Solow

El análisis empírico de la convergencia del ingreso per cápita entre países o regiones tiene como antecedente teórico principal el trabajo “A contribution to the Theory of Economic Growth”, desarrollado por Solow en 1956.

El modelo de Solow plantea que en cualquier economía (nacional, regional o local) que mantenga tasas similares de ahorro, población y crecimiento tecnológico, aquélla que se encuentre con un nivel de capital más bajo crecerá a tasas superiores debido a la ley de los rendimientos marginales decrecientes, por lo que el ingreso per cápita tenderá a igualarse entre ellas. En su modelo, Solow asume que la tasa de desarrollo tecnológico es la misma para todas las regiones y además que la tecnología se presenta de manera exógena.

El modelo parte de la función de producción del tipo Cobb-Douglas:

$$Y = F(K, AL) = K^{a}\,(AL)^{1-a} \qquad (1)$$

donde:

$Y =$ Ingreso

$K =$ Nivel de capital físico

$A =$ Nivel de tecnología

$L =$ Recursos humanos

$a =$ Constante que refleja la participación del capital en el ingreso.

La función de acumulación del capital se encuentra determinada por:

$$\dot{K} = sY - dK \qquad (2)$$

donde:

$\dot{K}$ = Incremento en el capital por unidad de tiempo

s = Tasa de ahorro

d = Tasa de depreciación

La población está dada por:

$$L(t) = L_0 e^{nt}$$

donde:

L = Magnitud de la fuerza de trabajo (igual al tamaño de la población por simplificación).

n = Tasa de crecimiento poblacional.

y el nivel de tecnología por:

$$A = A_0 e^{gt}$$

donde:

A_0 es el nivel de tecnología inicial y g es la tasa de crecimiento tecnológico

A partir de esta formulación Solow llegó a las siguientes expresiones en términos de unidades de eficiencia o variables per cápita por unidad de tecnología, $k = \frac{K}{AL}$

$$g_K = \frac{\dot{k}(t)}{k} = s\frac{f(k,a)}{k} - (d+n+g)$$

$$= sA(k)^{-(1-a)} - (d+n+g) \qquad (3)$$

donde $\dot{k}$ es el cambio del capital por unidad de tiempo y g_k es la tasa de crecimiento de k.

La solución de estado estable para el ingreso per cápita es igual a:

$$y_t^* = \left(\frac{s_k}{n+g+d} \right)^{\frac{a}{1-a}} A_t \qquad (4)$$

La dinámica del crecimiento hacia el estado estable nos señala que la tasa de crecimiento del ingreso per cápita por unidad de eficiencia, $y = \frac{Y}{AL}$, está dada por:

$$g_y = \frac{d \ln(y(t))}{dt} = a g_k = a \left[sA(k)^{-(1-a)} - (d+n+g) \right] \qquad (5)$$

Aproximando alrededor del estado estable obtenemos:

$$\frac{d \ln(y(t))}{dt} = l \left[\ln(y^*) - \ln(y(t)) \right] \qquad (6)$$

donde a su vez la velocidad de convergencia l se encuentra definida por:

$$l = (n+g+d)(1-a) \qquad (7)$$

La ecuación anterior es una ecuación diferencial con la solución dada por:

$$\ln(y(t)) = (1-e^{-lt}) \ln(y^*) + (e^{-lt}) \ln(y(0)) \qquad (8)$$

y de aquí:

$$\ln(y(t)) - \ln(y(0)) = (1-e^{-lt}) \ln(y^*) - (1-e^{-lt}) \ln(y(0)) \qquad (9)$$

sustituyendo $\ln y^*$

$$\ln(y_{i,t}) - \ln(y_{i,t-t}) = -(1-e^{-lt})\ln(y_{i,t-t}) + (1-e^{-lt})\frac{\alpha}{1-\alpha}\ln(s_k) - (1-e^{-lt})\frac{\alpha}{1-\alpha}\ln(n+g+d) \quad (10)$$

Este modelo, en el terreno empírico se ha visto favorecido en lo que respecta a la existencia de convergencia condicionada a la tasa de ahorro interno y a la tasa de crecimiento poblacional, bajo el supuesto de que todos los países mantienen la mismas tasas de depreciación y el mismo nivel de tecnología[1].

Sin embargo, en lo concerniente a la magnitud del coeficiente estimado para α, que en este modelo también representa a la participación del capital físico en el ingreso, Mankiw, Romer y Weil, llegaron a valores demasiado altos con relación a los obtenidos a partir de cuentas nacionales, por lo cual se consideraron contradictorios e inaceptables[2]. En su análisis los autores encontraron una α de 0.59 en tanto que el valor esperado se situaba en alrededor de 0.33.

I. 2 El modelo de Solow con capital humano

A partir de la evidencia anterior, Mankiw, Romer y Weil decidieron incorporar el capital humano en las ecuaciones de crecimiento de Solow. Así, las nuevas ecuaciones del modelo de Solow se encuentran dadas ahora por:

función de producción:

$$Y_t = K_t^{\ a} H_t^{\ b} (A_t L_t)^{1-a-b} \quad (11)$$

donde:

[1] Los principales autores que desarrollaron estos trabajos fueron: Barro y Sala-i-Martin (1992) y Mankiw, Romer y Weil (1992).

[2] Caselli, Esquivel y Lefort (1996), empleando el Método Generalizado de Momentos para la contrastación empírica, también rechazaron el modelo de Solow, pero en este caso por producir una α de 0.104, que se ubica considerablemente menor al 0.33 esperado.

H = El nivel del capital humano

b = Constante que refleja la participación del capital humano en el ingreso.

y las ecuaciones de acumulación

$$\dot{k}(t) = s_k y(t) - (n + g + d)k(t) \qquad (12)$$

$$\dot{h}(t) = s_h y(t) - (n + g + d)h(t) \qquad (12\text{ a})$$

donde:

y = Nivel de ingreso por unidad de eficiencia

k = Nivel de capital por unidad de eficiencia

h = Nivel de capital humano por unidad de eficiencia

s_k = Tasa de ahorro en capital físico

s_h = Tasa de ahorro en capital humano

las cuales arrojan la siguiente solución para el ingreso del estado estable:

$$y_t^* = \left(\frac{s_k}{n+g+d}\right)^{\frac{a}{1-a-B}} \left(\frac{s_h}{n+g+d}\right)^{\frac{b}{1-a-b}} hA_t \qquad (13)$$

Por otra parte log-linearizando las ecuaciones 12 y 12a alrededor del estado estable obtenemos la expresión conocida:

$$\frac{d\ln(y(t))}{dt} = \lambda\left[\ln(y^*) - \ln(y(t))\right]$$

donde:

$$\lambda = (n + g + d)(1 - \alpha - \beta) \qquad (14)$$

Desarrollando al igual que las ecuaciones 8, 9 y 10, y sustituyendo el ingreso de estado estable dado por (13) obtenemos:

$$\ln(y_{i,t}) - \ln(y_{i,t-t}) = -(1-e^{-lt})\ln(y_{i,t-t}) + (1-e^{-lt})\frac{\boldsymbol{a}}{1-\boldsymbol{a}-\boldsymbol{b}}\ln(s_k) + (1-e^{-lt})\frac{\boldsymbol{b}}{1-\boldsymbol{a}-\boldsymbol{b}}\ln(s_h)$$
$$-(1-e^{-lt})\frac{\boldsymbol{a}+\boldsymbol{b}}{1-\boldsymbol{a}-\boldsymbol{b}}\ln(n+g+d)$$

(15)

Aplicando los datos a la ecuación anterior, Mankiw, Romer y Weil, encontraron una participación estimada del capital físico, que osciló entre 0.38 y 0.48, siendo más cercana al valor esperado de 0.33. Por su parte el capital humano, medido por los niveles educativos, fue altamente significativo y con incidencia positiva. El sistema también presentó una velocidad de convergencia con valores que fluctuaron entre 0.014 y 0.021.

Adicionalmente, en el análisis empírico de estos autores, el modelo ampliado mejoró su poder predictivo, arrojando un coeficiente de determinación más alto que el obtenido sin el capital humano.

No obstante, Caselli, Esquivel y Lefort, en su análisis empírico del modelo de Solow ampliado a partir del Método Generalizado de Momentos, la participación del capital humano en el ingreso, $\boldsymbol{b}$, resultó con signo negativo y altamente significativa, lo que llevó a los autores a interpretarlo como una evidencia en contra de este modelo.

Una vertiente de los análisis empíricos del modelo neoclásico ampliado se inició con el trabajo de Barro (1991), sobre los determinantes del crecimiento económico. En esa investigación, el autor comenzó a utilizar una ecuación de convergencia que permite la inclusión de un mayor número de variables para

definir el punto de estado estable. La ecuación de regresión, en lugar de (15), se especificó ahora como un modelo de la siguiente forma:

$$\ln(y_{i,t}) - \ln(y_{i,t-t}) = \ell \ln(y_{i,t-t}) + W_{i,t-t}d + e_{i,t} \qquad (16)$$

donde ℓ es un coeficiente asociado al ingreso rezagado, W es un vector de determinantes del crecimiento económico, d es un vector de coeficientes para las variables contenidas en W y e es el término de error.

Empleando la ecuación anterior, en un estudio más reciente, Barro (1997) realizó estimaciones empíricas de convergencia para muestras de 80, 87 y 84 países en tres períodos: 1965-1975, 1975-1985 y 1985-1990. Los resultados de su estudio se reproducen en el siguiente cuadro:

Cuadro No. 1

Barro. Regresión del modelo de crecimiento con capital humano

Variable	*Coeficiente*
Log (PIB)	-.0254 (.0031)
Escolaridad secundaria y más	.0118 (.0025)
Log (esperanza de vida)	.0423 (.0137)
Log (PIB)*escolaridad secundaria	-.0062 (.0017)
Log (tasa de fertilidad)	-.0161 (.0053)
Tasa de gasto público	-.136 (.026)
Indice de estado de derecho	.0293 (.0054)
Términos de intercambio	.137 (.030)
Indice de democracia	.090 (.027)

Indice de democracia al cuadrado	-.088 (.024)
Tasa de inflación	-.043 (.008)

Nota: Las cifras debajo de los coeficientes son los errores estándar.

Como se observa en el cuadro, el coeficiente ℓ asociado a la velocidad de convergencia aparece con el signo negativo que señala la teoría. El nivel de escolaridad secundaria y superior a secundaria, utilizado como indicador de la tasa de inversión en capital humano junto con la esperanza de vida, proyectan un signo positivo en congruencia también con la teoría.

Se considera además como indicador del capital humano la interacción entre la escolaridad masculina y el nivel de ingreso inicial, reflejando con ello una mayor sensibilidad del crecimiento con respecto al ingreso inicial para niveles más altos de educación.

La tasa de educación femenina no aparece en el cuadro debido a que no resultó significativa. No obstante, la tasa de fertilidad, la cual se encuentra inversamente relacionada con la educación femenina, sí presentó relevancia estadística. De esta manera la evidencia reflejó una influencia indirecta positiva de la educación femenina en el crecimiento.

En las estimaciones de Barro (1997), el gasto de gobierno es significativo en el crecimiento con signo negativo. Este gasto representa en el modelo, la desviación de recursos productivos del mercado. Un incremento del gasto público, respaldado con mayores impuestos, reduce el crecimiento dado un nivel de ingreso.

Se incluye también un índice de la reglamentación y aplicación de las leyes que incorpora el grado de seguridad sobre los derechos de propiedad privada, lo que incide directamente en las decisiones de inversión. Esta variable influye en el modelo positivamente y en forma significativa.

Por otro lado, una mejoría en los términos de intercambio, medidos como la relación de los precios de exportaciones a los precios de importaciones, estimula una expansión del producto vía el incremento en el ingreso. En la regresión de Barro, esta variable es relevante estadísticamente con signo positivo.

Por otra parte, la tasa de ahorro interno que aparece en la ecuación 15, fue excluida de la regresión con base en indicios de causalidad inversa, es decir que el ahorro parece estar más influenciado por el ingreso que viceversa.[3]

La concordancia de los resultados estadísticos del modelo con las predicciones de la teoría neoclásica, permitieron un buen grado de aceptación de la misma. Sin embargo se reconoció que el modelo teórico no aporta explicación alguna sobre el estado de la tecnología entre países, y más aún, se consideró como un punto débil de los trabajos el que no se incluyera en la regresión alguna variable que permitiera medir las diferencias tecnológicas entre países.

Un segundo aspecto que resaltamos sobre los trabajos mencionados, se refiere al hecho de haberse aplicado un modelo de economía cerrada, dejando al margen los movimientos internacionales de capital, los cuales, según la misma teoría, tendrían que fluir entre países por las diferencias de rendimientos marginales.

I. 3 Modelo de Solow con capital humano y flujos internacionales de capital

Barro, Mankiw y Sala (1994) presentaron un modelo para economías abiertas con perfecta movilidad internacional de capital, pero sin movilidad de capital humano entre países.

[3] Barro al igual que Blomström, Lipsey y Zejan, argumentó y presentó evidencias sobre la posibilidad de causación inversa entre ahorro interno y crecimiento, las cuales serán analizadas más adelante en este trabajo.

En dicho modelo, los flujos de capital físico, en virtud de no enfrentar restricciones, responden al diferencial internacional de los rendimientos o productos marginales, hasta igualarlos a la tasa de interés mundial que se supone exógena para cada país. Así, el nivel de capital físico no depende de la tasa de ahorro interno, sino de la igualdad del producto marginal con la tasa de interés mundial.

El modelo se desarrolla a partir de la función de producción (11), la cual es convertida en primer término a valores por unidad de eficiencia, de esta manera la función de producción se expresa como:

$$y = Ak^{a} h^{b}$$

La equivalencia entre el producto marginal del capital (menos depreciación) y la tasa de interés mundial (r) implica que:

$$k = y\left(\frac{a}{r+d}\right) \qquad (17)$$

y sustituyendo k en la función de producción llegamos a:

$$y = \mathrm{E}h^{w} \qquad (18)$$

donde:

$w = \dfrac{b}{1-a}$, y

E es una función del nivel de tecnología, la tasa de participación del capital, la tasa de interés mundial y la tasa de depreciación.

Ahora w es la nueva participación del capital humano en la función de producción.

El capital de un país aumenta entonces instantáneamente hasta alcanzar este equilibrio. La función de producción ahora depende únicamente de la tecnología y del capital humano, y la convergencia se sostiene ahora por los rendimientos decrecientes en el capital humano.

En este sistema de crecimiento, los autores establecieron también condiciones de maximización intertemporal de la utilidad por parte de los agentes económicos, por lo que la velocidad de convergencia en este caso se encuentra determinada por:

$$l = \left\{ j^{2} + 4\left(\frac{1-w}{q}\right)(d + r + qg)\left[\frac{d + r + q}{w} - (d + r + g)\right]\right\}^{1/2} \div 2 - j \div 2 \qquad (19)$$

donde r, q, w, g, j son la tasa subjetiva de preferencia temporal, la inversa de la elasticidad intertemporal de sustitución, la participación ampliada del capital humano descrita anteriormente, la tasa de crecimiento tecnológico y j es una función de r, q, g y n, la tasa de crecimiento poblacional. (La tasa de ahorro está determinada por la tasa de preferencia temporal)

Utilizando valores de referencia para la participación del capital físico igual a 0.3, la participación del capital humano igual a 0.5, y para el resto de los parámetros incluidos en la ecuación anterior como $n = 0.01, g = 0.02, d = 0.05, q = 2$ y $r = 0.02$, la velocidad de convergencia arroja un estimado de 0.022, superior al obtenido para la economía cerrada de 0.014 con los mismo parámetros[4].

[4] Los autores resaltan la similitud de este valor con el obtenido para economías abiertas como Estados Unidos, Europa Occidental y Japón.

Cabe señalar que si tanto el capital físico como el capital humano fueran perfectamente movibles, las economías saltarían instantáneamente a su punto estable, sin embargo en la realidad no existe una convergencia infinita, razón por la cual se descarta la posibilidad de movilidad perfecta de los dos tipos de capital.

Como alternativa al esquema de maximización intertemporal, Sala-i-Martin (1999) desarrolló una versión más sencilla del modelo anterior, empleando un esquema donde la tasa de ahorro es exógena. Con esta variante, regresamos a la velocidad de convergencia dada por (14) en lugar de (19) y sólo tenemos que sustituir la participación del capital humano b por w y suprimir la participación del capital físico. Así, la velocidad de convergencia se encuentra determinada por:

$$l = (1-w)(d+n+g) \qquad (20)$$

y la ecuación de crecimiento por:

$$\ln\left(y_{i,t-t}\right) - \ln\left(y_{i,t-t}\right) = -\left(1-e^{-lt}\right)\ln\left(y_{i,t-t}\right) + \left(1-e^{-lt}\right)\frac{1}{1-w}\ln\left(s_h\right) - \left(1-e^{-lt}\right)\frac{1}{1-w}\ln\left(n+g+d\right) + \ln A_t \qquad (21)$$

con

$$y_t^* = \left(\frac{s_h}{n+g+d}\right)^{\frac{1}{1-w}} A_t$$

De este modo si a adopta un valor cercano a 0.30 y la participación del capital humano vale aproximadamente 0.5, la participación relevante del capital es b = 0.5/0.7=0.71. Además, si empleamos los mismos valores de referencia del modelo de maximización intertemporal: $n = .01, g = .02$ y $d = .05$, la velocidad de convergencia se ubica entonces en .023 contra .016 aplicando la misma ecuación para una economía cerrada.

Estos resultados son muy similares a los obtenidos mediante maximización intertemporal, por lo que el modelo sencillo puede ser más conveniente para representar el sistema con movilidad de capital físico.

En la ecuación (21) podemos apreciar que la tasa de ahorro ya no influye en la tasa de crecimiento en razón de que el capital físico ya no enfrenta esta restricción. Ahora los rendimientos decrecientes operan sobre el nivel de capital humano. La demostración empírica de lo anterior implica que el ahorro interno debería no ser significativo (aunque no así el ahorro total que es igual a la inversión global).

I. 4 Flujos de capital y crecimiento: Evidencia empírica.

Un hallazgo empírico importante relacionado con el grado de movilidad del capital lo constituyó el presentado por Felstein y Horioka (Tesar 1991), quienes encontraron una fuerte asociación entre el ahorro interno y el grado de inversión, concluyendo que los países con tasas de ahorro alto gozan también de una tasa de inversión elevada. Al parecer la inversión no fluye adecuadamente hacia los países con ahorro interno bajo y que pudieran tener rendimientos altos. En este sentido Mankiw, Romer y Weil argumentaron que la movilidad del capital responde a los diferenciales en rendimientos sólo si los mercados funcionan adecuadamente, lo cual no sucede en muchos países en vías de desarrollo.

Por otra parte, un país con un ahorro bajo no necesariamente tiene un rendimiento alto. En un modelo de crecimiento con capital humano, los flujos de capital físico tendrían que depender de la distancia con respecto al estado estable, el cual de acuerdo a los modelos anteriores dependen, entre otras cosas, de la tasa de inversión en capital humano.

En este mismo sentido, Manzocchi y Martin (1996) analizaron el ahorro externo como función de la diferencia entre el nivel de capital actual y el de estado estable, y que determina a su vez el comportamiento de los rendimientos marginales. La función utilizada fue:

$$\left(\frac{B}{L}\right)^{*} = k^{*} - k(0) \qquad (22)$$

donde:

$\left(\frac{B}{L}\right)^{*}$ es el endeudamiento externo acumulado per cápita o el acumulado del balance en cuenta corriente negativo en términos per cápita.

La ecuación anterior establece que los determinantes del ahorro externo son los mismos del crecimiento[5]. Si un país posee un capital superior al del estado estable se convierte en acreedor y viceversa.

Los autores aplicaron esta ecuación a una muestra de países en desarrollo para el período 1960-88 y 1960-1982. La evidencia para este último lapso, previo a las crisis financieras de los países en desarrollo durante los 80´s, mostró una relación satisfactoria acorde con los postulados neoclásicos de movilidad parcial de capital, el cual fue dirigido durante ese período hacia países con niveles de ingreso bajos,

---

[5] *A partir de la ecuación (17):* $k^{*} = \left\{\frac{A\alpha}{r+d}\left(h^{*}\right)^{b}\right\}^{\frac{1}{1-a}}$, *a su vez* h^{*} *es obtenida de la relación establecida en (12a), con la variante de que la tasa de crecimiento tecnológico* (g) *es igual a cero. Así la ecuación 22 queda expresada como:* $\left[\frac{B}{L}\right] = \left\{\frac{A\alpha}{r+d}\left(\frac{As_{h}}{n+d}\right)^{\frac{b}{1-b}}\right\}^{\frac{1-b}{1-a-b}} - \left\{\frac{y(0)}{A(h(0))^{b}}\right\}^{\frac{1}{a}}$, *donde aparecen como variables la tasa de inversión en capital humano y el nivel inicial de capital humano, además del ingreso per cápita inicial.*

altos índices de inversión en capital humano y buen grado de estabilidad política. No fue así para el período 1960-1988, que abarca algunos años en los que hubo ciertos desequilibrios financieros.

El papel del ahorro interno y el ahorro externo en el crecimiento en un modelo de convergencia, también ha tenido sustento empírico en los estudios de causalidad de la inversión y el crecimiento desarrollados por Blomström, Lipsey y Zejan, y Barro (1997), lo que nos permite establecer inferencias sobre la significancia estadística de ésta variable en el crecimiento. Ninguno de esos autores analizó por separado el ahorro interno y el externo.

Por ejemplo, Blomström, Lipsey y Zejan examinaron la dirección de la causalidad entre crecimiento e inversión, aplicando la prueba de causalidad de Granger-Sims[6] a una muestra de 72 países, en 5 subperiodos que van de 1960 a 1985. El trabajo reveló que el crecimiento del ingreso real per cápita es mejor predictor de la inversión que viceversa. El crecimiento resulta significativamente diferente de cero en la regresión de la tasa de inversión respecto a los valores rezagados de la misma, mientras que la inversión no es significativa al ser incorporada en la ecuación de crecimiento contra rezagos del mismo.

Por su parte, Barro (1997), con el mismo fin de revisar la causalidad entre inversión y crecimiento, corrió la regresión de la tasa de inversión respecto a todas las variables explicatorias del crecimiento incluidas en el cuadro 1, con excepción de la misma inversión. Barro descubrió evidencias en favor de la causación inversa, ya que diversas variables que demostraron tener una influencia significativa sobre el crecimiento en la regresión del cuadro 1, la tienen también sobre el comportamiento de la inversión. Tales variables fueron el logaritmo de la esperanza de vida (como indicador de la inversión en capital humano), el gasto de gobierno y la tasa de inflación. Esto fue utilizado por Barro (1997) en apoyo al

[6] En la sección II.2 se explica este procedimiento.

argumento de que los determinantes del crecimiento inciden en el mismo, en parte, a través del incentivo a la inversión.[7]

Por otra parte, aún más a favor de los resultados anteriores, el ajuste de la regresión entre inversión y crecimiento fue mejor teniendo a la inversión como variable dependiente, el coeficiente de determinación se ubicó en este caso en 0.59, 0.62 y 0.61 para los tres períodos considerados, contra 0.58, 0.52 y 0.42 de la regresión del crecimiento con las mismas variables explicatorias. En otras palabras, los determinantes del crecimiento explicaron mejor la inversión que el crecimiento mismo.

Para Barro, la evidencia indicó que los movimientos internacionales de capital responden a las oportunidades de crecimiento de un país[8]. No obstante, el ingreso inicial representativo del nivel de capital inicial no resultó significativo, por lo que no podemos establecer con base en esos resultados, que si el ahorro interno es exógeno, tales flujos de capital se muevan en función de los rendimientos marginales del capital humano, como lo señala la corriente neoclásica en el contexto de una economía abierta, sino más bien que dichos flujos se trasladan hacia los países con mayor nivel de ingreso de estado estable.

La demostración de causación inversa favorece parcialmente a la teoría neoclásica para una economía abierta, ya que la inversión parece responder a los factores que explican las diferencias de crecimiento entre los países. En este mismo sentido actúan los resultados de Manzocchi y Martín, encontrados para el período de 1960 a 1982.

---

[7] En este ejercicio, el logaritmo del ingreso presentó el signo negativo pero no fue significativo, la educación secundaria y superior masculina tampoco fue significativa y además mostró signo negativo.

[8] Barro (1997) señaló q*ue: "Aun si las diferencias en el ahorro son exógenas con respecto al crecimiento, las decisiones de inversión interna en lugar de al exterior pueden reflejar más las perspectivas internas de rendimientos o crecimiento. La causación inversa sucede especialmente en economías abiertas".*

El modelo neoclásico para una economía abierta nos señala que la inversión externa fluye hacia economías con rendimientos elevados según su distancia respecto al nivel de estado estable, en tanto, la rentabilidad marginal opera sobre la inversión en capital humano, variable que se convierte en fundamental para determinar el punto de convergencia.

El ahorro interno entonces debería ser irrelevante en los análisis empíricos. El ahorro externo quedaría determinado por los mismos rendimientos marginales sobre el capital humano, además de la magnitud del ahorro interno, ya que sería complementario de éste. Por lo tanto si las entradas de ahorro externo son elevadas o bajas, tampoco tendrían que incidir en el crecimiento, con excepción de los movimiento exógenos de éste.

Descartar ambas variables es pues compatible con la teoría, sin embargo, previamente deberíamos revisar la dirección de causalidad entre ahorro interno y ahorro externo con el crecimiento económico, porque las pruebas empíricas realizadas se han enfocado a la tasa de inversión como proxy del ahorro interno.

II. ANÁLISIS DE REGRESIÓN DEL MODELO DE CRECIMIENTO CON EFECTOS FIJOS Y FLUJOS DE CAPITAL

II. 1 Los efectos fijos en el análisis de convergencia

El segundo aspecto abordado en este trabajo es el de los efectos fijos existentes en el modelo de crecimiento neoclásico, que son resultado, principalmente, de la forma en que es especificada la tecnología de producción. Las siguientes ecuaciones ilustran el papel teórico de la tecnología partiendo de la función de crecimiento vista anteriormente.

En (15) teníamos:

$$\ln\left(y_{i,t}\right)-\ln\left(y_{i,t-t}\right)=-\left(1-e^{-lt}\right)\ln\left(y_{i,t-t}\right)+\left(1-e^{-lt}\right)\frac{a}{1-a-b}\ln\left(s_k\right)+\left(1-e^{-lt}\right)\frac{b}{1-a-b}\ln\left(s_h\right) \\ -\left(1-e^{-lt}\right)\frac{a+b}{1-a-b}\ln\left(n+g+d\right) \qquad (23)$$

debemos retomar ahora:

$$y=\frac{Y}{AL}$$

y de aquí:

$$\ln\ y=\ln\left(\frac{Y}{L}\right)-\ln A$$

A su vez y en el momento (t):

$$A(t) = A(0)e^{gt}$$

y

$$\ln A(t) = \ln A(0) + gt$$

Sustituyendo estas relaciones en (23) obtenemos:

$$\ln\left(\frac{Y}{L}\right)_{i,t} - \ln A_0 - gt - \ln\left(\frac{Y}{L}\right)_{i,t-t} + \ln A_0 + g(t-t) = -\left(1-e^{-lt}\right)\ln\left(\frac{Y}{L}\right)_{i,t-t}$$

$$+\left(1-e^{-lt}\right)\ln A_0 - \left(1-e^{-lt}\right)g(t-t)$$

que finalmente queda como:

$$\ln\left(\frac{Y}{L}\right)_{i,t} - \ln\left(\frac{Y}{L}\right)_{i,t-t} = -\left(1-e^{-lt}\right)\ln\left(\frac{Y}{L}\right)_{i,t-t} + \left(1-e^{-lt}\right)\ln A_0 + gt - e^{-lt}g(t-t) \quad (24)$$

Aun cuando supongamos que todos los países tienen la misma tasa de crecimiento tecnológico, o que ésta no se encuentra correlacionada con ninguna de las variables del lado derecho, según el postulado de exogeneidad del modelo neoclásico, es improbable que el nivel tecnológico inicial A(0) sea igual para todos los países, y más aún es altamente posible que se encuentre ligado al nivel de ingreso inicial, por lo que su omisión produciría estimadores inconsistentes.

Como señalan Mankiw, Romer y Weil: si los países tienen diferencias permanentes en sus niveles de producción, es decir diferentes A(0)´s, entonces estos A(0)´s entrarían como parte del término error, y estarían positivamente correlacionados con el ingreso inicial.

Sobre esta misma idea Caselli, Esquivel y Lefort resaltaron la imposibilidad de que los efectos individuales no se encuentren correlacionados con el ingreso rezagado, en virtud de que:

$$E[h_i y_{i,t-t}] = E[h_i (\hat{\ell} y_{i,t-2t} + W_{i,t-2t} \partial + h_i + x_{t-t} + e_{i,t-t})]$$

donde h y x son los efectos fijos individuales y los efectos temporales respectivamente.

y por lo menos $E(h_i^2) \neq 0$

Así, los estimadores comunes de sección cruzada siempre serán inconsistentes, y la omisión de los efectos individuales conducirá a un sesgo en el estimador de ℓ.

En términos empíricos, Barro (1997) consideró los efectos fijos mediante un sistema de primeras diferencias que incluye dos ecuaciones. La primera que consiste en la diferencia entre los períodos 1975-1985 y 1965-1975, y la segunda en la diferencia para los períodos 1985-1990 y 1975-1985. El método econométrico que aplicó fue la técnica SUR, para permitir la correlación entre los errores de ambas ecuaciones.

Los resultados de esta aplicación que se muestran en el cuadro 2, reflejan que además del nivel de ingreso per cápita rezagado, solamente el logaritmo de la tasa de fertilidad, los términos de intercambio y la tasa de inflación son significativos. La tasa de educación, así como el gasto de gobierno presentaron un bajo nivel de significancia y además exhibieron signo contrario al esperado; la esperanza de vida mostró una significancia adecuada pero también arrojó un signo opuesto al esperado. Con este modelo de primeras diferencias el capital humano parece no tener incidencia sobre el crecimiento económico.

Barro argumentó que éstos modelos pueden exagerar los errores estándar de los estimadores de tal forma que no sean significativos. Al hacer una comparación entre los resultados de primeras diferencias y los obtenidos aplicando la técnica SUR sin efectos fijos, verifica que efectivamente en términos generales, los errores estándar del primer sistema son más altos que los del segundo, concretamente en las variables de capital humano y gasto de gobierno, lo que lleva a la falta de significancia estadística de estas variables.

Cuadro No. 2

Barro. Resultados de la regresión de primeras diferencias.

Variable	*Coeficientes*
Log (PIB)	-.0444 (.0066)
Escolaridad secundaria y más	-.0032 (.0045)
Log (esperanza de vida)	-.0820 (.0381)
Log (PIB)*escolaridad secundaria	.0052 (.0035)
Log (tasa de fertilidad)	-.0396 .0116
Tasa de gasto público	.000 (.048)
Términos de intercambio	.102 (.027)
Indice de democracia	.019 (.029)
Indice de democracia al cuadrado	-.014 (.026)
Tasa de inflación	-.032 (.005)

Nota: Las cifras debajo de los coeficientes son los errores estándar.

El autor señaló que los cambios en estas variables se encuentran más vinculados a diferencias entre países, que a diferencias en el tiempo, y concluye refiriendo que la información de series de tiempo ofrece poca variación para arrojar un resultado significativo.

No obstante lo anterior, es posible que para la aplicación de políticas económicas sea más útil un análisis de primeras diferencias. Los modelos de convergencia tradicionales explican las diferentes tasas de crecimiento entre países que se asocian a diferencias entre ellos, pero los modelos de primeras diferencias aportan la incidencia que puede tener un país sobre el crecimiento al modificar determinadas variables.

Utilizando un modelo de primeras diferencias, Caselli, Esquivel y Lefort también consideraron los efectos individuales. La siguiente ecuación expresa la relación fundamental en donde los efectos fijos no aparecen en virtud de que fueron eliminados con la transformación a primeras diferencias. Los efectos temporales a su vez, igualmente fueron eliminados mediante la conversión de variables a desviaciones respecto de la media. Así tenemos:

$$y_{i,t} - y_{i,t-t} = \hat{\ell}(y_{i,t-t} - y_{i,t-2t}) + (W_{i,t-t} - W_{i,t-2t})d + (e_{i,t} - e_{i,t-t}) \qquad (25)$$

donde:

$$\hat{\ell} = 1 + \ell$$

y

W es un vector de determinantes del crecimiento económico.

Además, Caselli, Esquivel y Lefort resolvieron la endogeneidad entre las variables de "flujo"[9] contenidas en $W_{i,t-t}$ y $W_{i,t-2t}$ y la correlación existente entre la variable dependiente rezagada y el término de error, utilizando variables instrumentales para todas las variables, en donde incluyeron todos los rezagos para cada momento (véase anexo).

[9] Como por ejemplo la tasa de ahorro interno.

En cuanto al método econométrico, dichos autores utilizaron el Método Generalizado de Momentos (MGM) con una aplicación para primeras diferencias sugerida por Arellano y Bond (1991). La ventaja de este método es que permite aprovechar óptimamente todas las restricciones de momentos lineales que implica el modelo.

Los resultados logrados por Caselli, Esquivel y Lefort se describen en el cuadro 3. La variables referidas en el mismo son:

1) Producto interno bruto per cápita rezagado.

2) Número promedio de años de escolaridad secundaria en hombres mayores a los 25 años como medida parcial del capital humano.

3) Número promedio de años de escolaridad secundaria en mujeres mayores a los 25 años, también como indicador del capital humano.

4) Tasa de inversión pública más privada como proporción del PIB

5) Proporción del gasto de gobierno en el PIB, no incluyendo el gasto educativo ni el gasto en defensa.

6) Logaritmo de 1 más el premio de mercado negro. Esta variable representa las distorsiones en los mecanismos de asignación del mercado. El premio del mercado negro está dado por la división del precio local del dólar en el mercado negro dividido por la cotización oficial menos 1.

7) Número promedio de asesinatos políticos por millón de habitantes como medida de inestabilidad política e incertidumbre sobre los derechos de propiedad.

8) Tasa de cambio en los términos de intercambio con el exterior. Se incluyó esta variable para representar al nivel de competitividad exterior, y se encuentra medida por la tasa de crecimiento en los precios de las exportaciones menos el crecimiento en los precios de las importaciones.

Cuadro No. 3

Caselli, Esquivel y Lefort. Resultados de la regresión de primeras diferencias.

VARIABLE	*COEFICIENTES*
1) Log (PIB) rezagado	-.079 (.006)
2) Educación Masculina	-.018 (.0065
3) Educación femenina	.0298 (.0070)
4) I/PIB	0.151 (.028)
5) G/PIB	0.162 (0.050)
6) Ln (1+BMP)	-0.032 (0.0075)
7) Asesinatos	-.081 (0.0040)
8) Términos de intercambio	0.057 (0.018)

Nota: Las cifras debajo de los coeficientes son los errores estándar.

En el ejercicio de Caselli, Esquivel y Lefort, al igual que los resultados de Barro (1997), el signo del coeficiente asociado a la educación masculina y al gasto de gobierno resultaron positivos, pero a diferencia de Barro, en Caselli et. al. sí fueron significativos.

II.2 Análisis de causalidad del ahorro interno y del ahorro externo con respecto al crecimiento del ingreso per cápita.

Como se vio anteriormente de acuerdo a Blomström, Lipsey y Zejan, y Barro (1997), la dirección de la causalidad entre ahorro interno y crecimiento va de éste al primero, y no viceversa, como se había estado considerando en la mayoría de los trabajos empíricos sobre convergencia. Por otro lado, la tasa de ahorro interno en la generalidad de los estudios, incluyendo el de Blomström et. al., se ha aproximado por la tasa de inversión, la cual en realidad incluye tanto el ahorro interno como el externo. Por ello y en virtud de que en este estudio el análisis empírico se realiza con la tasa de ahorro interno del Banco Mundial[10], requerimos efectuar el análisis de causalidad de este nuevo indicador con la tasa de crecimiento del ingreso per cápita.

Para este procedimiento decidimos aplicar la prueba de Granger-Sims llevada a cabo por Blomström et. al., consistente en estimar el siguiente conjunto de ecuaciones para determinar el nivel de significancia del ahorro interno en el crecimiento y viceversa.

a) $crecY = f(crecY_{-1}, crecY_{-2})$

b) $crecY = f(crecY_{-1}, crecY_{-2}, si_{-1})$

c) $si = f(si_{-1}, si_{-2})$

d) $si = f(si_{-1}, si_{-2}, creY_{-1})$

donde:

$crecY =$ Tasa de crecimiento del ingreso

[10] Véase la sección II.4 para una descripción de los datos.

$si =$ Tasa de ahorro interno

Para verificar que el ahorro interno influye en el crecimiento, la incorporación de ésta variable en la segunda ecuación debe mostrar un nivel adecuado de significancia estadística.

A su vez en la cuarta regresión, el crecimiento económico tendría influencia nula en la explicación del ahorro.

Los resultados del ejercicio se muestran a continuación con los valores t entre paréntesis.

$$crecY = 0.207 crecY_{-1} + 0.184 crecY_{-2} \quad \overline{R} = 0.08 \qquad (26)$$

(3.202) (2.782)

$$crecY = 0.209 crecY_{-1} + 0.191 crecY_{-2} - 0.015 si_{-1} \quad \overline{R} = 0.08$$

(3.224) (2.868) (-0.937)

$$si = 1.233 si_{-1} - 0.271 si_{-2} \quad \overline{R} = 0.83$$

(19.217) (-3.977)

$$si = 1.196 si_{-1} - 2.30 si_{-2} + 0.257 crecY_{-1} \quad \overline{R} = 0.83$$

(18.064) (-3.259) (2.055)

En la primera ecuación, las tasas de crecimiento rezagadas tienen una influencia significativa sobre el crecimiento contemporáneo. En la segunda ecuación al agregar el ahorro interno, éste muestra un valor t bajo, indicándonos que no aporta información relevante para explicar el crecimiento. De esta manera, verificamos con la variable de ahorro interno del Banco Mundial, que no podemos rechazar la hipótesis de nula influencia de esta variable sobre el crecimiento.

En la tercera ecuación, con el ahorro interno como variable dependiente, y el rezago del mismo uno y dos períodos como independientes, se obtiene un resultado con coeficientes altamente significativos, lo que nos sirve de base para incorporar la tasa de crecimiento y revisar su poder predictivo, tal como se hace en la cuarta ecuación. En ésta, la tasa de crecimiento muestra un elevado valor t, reflejando que podemos rechazar la hipótesis de nula influencia del crecimiento sobre el ahorro interno.

Así, con éstos resultados podemos inferir que hay mayores indicios acerca de una mayor influencia del crecimiento sobre el ahorro interno, que del ahorro interno sobre el crecimiento, tal como lo concluyeron Blomström, Lipsey y Zejan aplicando la tasa de inversión como proxy del ahorro interno.

En el caso del ahorro externo, la incorporación de esta variable a la ecuación (26) tampoco mejora el poder predictivo, ya que no resulta significativa con un estadístico t de 0.522. Por su parte la influencia del crecimiento sobre el ahorro externo también presenta una baja significancia. Además, en este caso el rezago de dos períodos del ahorro externo tampoco es relevante y muestra signo negativo. Ante estos resultados, con este método no podemos inferir que exista alguna relación entre crecimiento y ahorro externo, y la causación inversa observada con el ahorro interno no parece repetirse en este caso.

$$crecY = 0.202 crecY_{-1} + 0.179 crecY_{-2} + 0.010 sx_{-1} \quad \overline{R} = 0.074$$

(3.080) (2.685) (0.522)

$$sx = 1.116 sx_{-1} - 0.035 sx_{-2} \quad \overline{R} = 0.79$$

(17.742) (-0.480)

$$sx = 1.116 sx_{-1} - 0.030 sx_{-2} - 0.076 crecY_{-1} \quad \overline{R} = 0.791$$

(17.725) (-0.411) (-0.604)

donde:

sx = Tasa de ahorro externo

Estos resultados son congruentes con el postulado de la teoría neoclásica para una economía abierta, en el sentido de que la tasa de ahorro interno no juega un papel determinante en el crecimiento, ya que sería complementado por flujos externos de capital. Con base en lo anterior, el análisis de regresión que se realiza en la siguiente sección excluye el ahorro interno del modelo.

II. 3 Especificación del modelo econométrico

El análisis empírico del modelo con efectos fijos y economía abierta que se realiza en este trabajo, tomó como base el modelo final de Caselli, Esquivel y Lefort que fue explicado en el cuadro 3. Así mismo, se incluyeron todas las variables incorporadas en ese sistema con excepción de la inversión o la tasa de ahorro interno, debido al resultado obtenido en la sección anterior. No obstante sí incluimos la tasa de ahorro externo para verificar su nula influencia sobre el crecimiento, ya que la técnica de Granger no evidenció ningún tipo de causalidad con relación al crecimiento.

La herramienta econométrica empleada, MGM o Método Generalizado de Momentos es descrita en el anexo.

El periodo analizado abarca de 1960 a 1985 y fue dividido en 5 subperiodos, pero el sistema se compone de 4 ecuaciones, ya que consta de ecuaciones en primeras diferencias, siendo la primera de ellas y_{70}-y_{65}, los valores del primer periodo formaron parte del conjunto de variables instrumentales. La ecuación de regresión en cada subperiodo fue la propuesta por Barro referida en la ecuación 16. La incorporación a la misma de los efectos individuales y temporales la muestran como:

$$\ln(y_{i,t}) - \ln(y_{i,t-t}) = \ell \ln(y_{i,t-t}) + W_{i,t-t}d + h_i + x_t + e_{i,t} \qquad (27)$$

donde h y x son los efectos fijos individuales y los efectos temporales respectivamente.

A partir de esta función llegamos a la ecuación de primeras diferencias (25), la cual es utilizada en las regresiones de este trabajo.

II. 4 Descripción de los datos

La mayoría de las variables fueron las mismas empleadas por Caselli, Esquivel y Lefort, y se describieron en la sección II.1. Así mismo los autores establecieron dos tipos de variables: las que se midieron en el momento t-5 y las que se calcularon como el promedio anual entre t-5 y t. Los indicadores ya utilizados por Caselli et. al., sólo son mencionados y no descritos en esta sección. Tal relación incluye:

1) Producto interno bruto per cápita en el momento t y en t-5.

Indicadores medidos en el momento t-5:

2) Escolaridad masculina y femenina,

4) Tasa bruta de hombres que cursan la educación secundaria. Esta variable alternativa del capital humano fue empleada para corroborar los resultados de la prueba de hipótesis sobre este tipo de capital.

5) Logaritmo de la tasa de fertilidad (niños por mujer). Se incluye en virtud de que se ha demostrado que la educación femenina influye también en la tasa de

natalidad, y ésta a su vez en el crecimiento, por lo que incorporándola se pueden separar los efectos.

Indicadores medidos por el promedio anual en un lapso de 5 años.

6) Tasa de ahorro interno como proporción del PIB, donde el ahorro interno es igual al PIB menos el consumo.

7) Tasa de ahorro externo respecto al PIB. Esta fue calculada mediante la diferencia entre la tasa de inversión y la tasa de ahorro interno. La tasa de inversión incluye tanto los activos fijos como los cambios de inventarios netos. La tasa de ahorro interno es una proporción del PIB y es presentada por el Banco Mundial como la diferencia entre el PIB y el consumo.

8) Proporción del gasto de gobierno en el PIB.

9) Logaritmo de 1 más el premio de mercado negro.

10) Número promedio de asesinatos políticos por millón de habitantes.

11) Tasa de cambio en los términos de intercambio con el exterior.

Las fuentes de información para la tasa de ahorro y la tasa de inversión empleadas para el cálculo del ahorro externo, fueron los Indicadores del Banco Mundial (2000). El resto de las variables tienen como fuente a Barro y Lee (1994).

En lo concerniente al tamaño de la muestra, debido a restricciones en la disponibilidad de información, particularmente en la tasa de ahorro, solamente se incluyeron 78 países.

II.5 Determinantes del crecimiento en el modelo de convergencia con efectos fijos y flujos de capital

El análisis econométrico tomó como punto de partida el modelo final de Caselli, Esquivel y Lefort referido en la primera columna del cuadro 4, donde todos los coeficientes son significativos. La esperanza de vida no aparece porque no alcanzó un nivel de significancia adecuado; la tasa de educación masculina fue aceptada, aun cuando exhibió un signo negativo contrario al esperado; la tasa de educación femenina mostró un signo positivo como predice la teoría, pero difiere del signo en las regresiones de Barro sin efectos fijos, y el gasto de gobierno también aparece con signo extraño: positivo en lugar de negativo. El resto de las variables sometidas al ejercicio presentaron un comportamiento normal, en términos de los postulados teóricos y otras evidencias empíricas.

Caselli et. al., dan por válido el signo negativo del coeficiente asociado a la educación masculina, sustentando el hecho en modelos que predicen un efecto negativo del capital humano sobre el crecimiento. La influencia positiva de la educación femenina, es basada en el argumento del predominio de la tasa de fertilidad sobre el efecto negativo del capital humano; una menor fertilidad impacta inversamente sobre el crecimiento y se encuentra beneficiada por un mayor índice de preparación de la población femenina.

Así mismo, la incidencia positiva del gasto de gobierno es respaldada por Caselli, et. al. en un análisis previo efectuado por Barro (1997), y en el cual, el signo es efectivamente positivo, aunque en los trabajos posteriores realizados por Barro el gasto de gobierno se comporta inversamente al crecimiento.

En la primer regresión de este trabajo, segunda columna del cuadro 4, fueron consideradas las mismas variables que en Caselli et. al., a excepción de la inversión que fue utilizada por estos autores como proxy del ahorro interno. Ahora, de acuerdo al análisis de causalidad de Granger, y en congruencia con

Blomström, Lipsey y Zejan, el ahorro interno deja de ser una variable explicativa del crecimiento para convertirse en una variable explicada por el mismo, por lo que es descartada en los ejercicios econométricos de este trabajo. Por el contrario, el indicador de ahorro externo sí es incluido en esta regresión, esperando verificar que efectivamente no influya en el crecimiento económico, ya que a diferencia del ahorro interno, el crecimiento no parece tener un poder predictivo sobre el ahorro externo.

Los resultados coinciden plenamente con los de Caselli, Esquivel y Lefort, y Barro (1997) en los signos de los coeficientes asociaciones a las variables comunes: log del PIB per cápita rezagado, educación masculina, gasto de gobierno y términos de intercambio. Respecto a la educación masculina y el gasto de gobierno, los signos de los estimadores son contrarios a los esperados teóricamente; la educación masculina aparece con incidencia negativa sobre el crecimiento y el gasto de gobierno con impacto positivo. No obstante, dichos coeficientes resultan con un buen nivel de significancia al igual que en Caselli et. al., no así en Barro, donde muestran una baja probabilidad de ser diferentes de cero.

Las demás variables incluidas también en Caselli et. al., como son la educación femenina, el logaritmo del indicador del premio de mercado negro y el número de asesinatos políticos por cada millón de habitantes, presentaron coincidencias con estos autores en signo, y únicamente difirieron en significancia estadística, en lo que se refiere a educación femenina. En cuanto a la tasa de ahorro externo, su coeficiente aparece con signo negativo, lo cual, aunado a los resultados del análisis de causalidad de Granger, nos permite descartar a esta variable del modelo, a pesar de la baja probabilidad que manifiesta de no ser diferente de cero.

Tocante a la velocidad de convergencia, observamos un nivel considerablemente inferior al de Caselli et. al., problablemente debido a la no inclusión en este trabajo del ahorro interno o de alguna variable proxy a la misma, como la tasa de inversión, la cual fue incluida por dichos autores. Por otro lado, como era de

esperarse, la tasa de convergencia se ubicó más próxima a la de Barro (1997)[11], que tampoco incluyó variable alguna para el ahorro interno.

Cuadro no. 4. Regresiones del crecimiento

Variable	*Caselli*	*1 Propia*	*2 Propia*
Ln(y) rezagado	-0.0790 *	-0.040 *	-0.035 *
	0.0060	0.006 *	0.009 *
Educación masculina	-0.0180 *	-0.021 *	-0.033 *
	0.0065	0.008	0.009
Educación femenina	0.0298 *	0.011	0.025 *
	0.0070	0.009	0.010
Ln(tasa de fertilidad)			
Ahorro externo/PIB		-0.049 *	
		0.019	
G/PIB	0.1620 *	0.112 *	0.160 *
	0.0500	0.025	0.046
Ln(1+BMP)	-0.0320 *	-0.034 *	-0.027 *
	0.0075	0.005	0.006
Asesinatos	-0.0810 *	-0.101 *	-0.112 *
	0.0040	0.007	0.008
Términos de intercambio	0.0570 *	0.076 *	0.099 *
	0.0180	0.015	0.019
Inversión /PIB	0.1510 *		
	0.0280		
l	0.101	0.045	0.039
Sargan		57.4	47.2
Valor de prob		0.282	0.463
Columx		8	7
Columz		60	54

Nota: El coeficiente asociado al ln(y) rezagado es ℓ no $\hat{\ell}$. Las cifras debajo de los coeficientes son los errores estándar. Columx y Columz son el número de columnas en las matrices X y Z . Los asteriscos: *, ** y *** significan que el coeficiente es significativamente diferente de cero al 1, 5 y 10 por ciento respectivamente.

[11] Barro no estimó la tasa de convergencia como la presentada aquí, su referente es el valor de ℓ el cual se encuentra muy próximo a l .

En la regresión 2 excluimos el ahorro externo[12], ahora los signos "incongruentes" con la teoría se mantienen con niveles de significancia elevados. No obstante, considerando que el nivel de educación de la mujer incide positivamente en la disminución de la tasa de fertilidad y ésta a su vez inversamente en el crecimiento, puede ser conveniente separar el efecto del capital humano del efecto de la tasa de fertilidad, en la variable de educación femenina.

En razón de lo anterior, en la regresión 3 sustituimos la educación femenina por el indicador de tasa de fertilidad, dejando únicamente a la educación masculina como representante del capital humano. El resultado estadístico nos arroja el signo esperado para la tasa de fertilidad: a mayor fertilidad menor crecimiento, pero la educación masculina y el gasto de gobierno siguen expresando un coeficiente con signo contrario al esperado

En la regresión 4, probamos una variable alterna del capital humano: en lugar de la escolaridad masculina empleamos la tasa bruta de hombres que cursan la educación secundaria[13].

No obstante ésta nueva variable, el capital humano sigue exhibiendo signo negativo y la tasa de fertilidad pierde relevancia estadística, por lo que concluimos respecto al capital humano, que no existe evidencia estadística de que esa variable influya positivamente sobre el crecimiento económico en un contexto de convergencia con efectos fijos. Por otra parte, la escasa sostenibilidad teórica de un impacto negativo, permite anular la variable del modelo, aunque se apoye en un nivel bajo de probabilidad de no ser diferente de cero.

[12] Si en lugar de excluir el ahorro externo seguimos con el procedimiento de la regresión 3, consistente en separar el efecto de la tasa de fertilidad de la educación femenina para dejar a la educación masculina como variable exclusiva del capital humano, el coeficiente asociado al ahorro externo pierde significancia.

[13] Esta tasa también fue utilizada por Caselli, Esquivel y Lefort en el análisis que realizó del modelo neoclásico con la ecuación (15).

Una vez eliminada la variable educativa en la regresión 5, la tasa de fertilidad pierde significancia nuevamente, y en el ejercicio 6 el gasto de gobierno se mantiene con el signo positivo no esperado. Finalmente en el modelo de la columna 7, ya sin el gasto de gobierno[14], se alcanzan coeficientes congruentes con la generalidad teórica de los modelos de convergencia y con niveles de significancia estadística adecuados. La velocidad de convergencia se ubica en 0.106, muy superior a las tasas encontradas para modelos sin efectos fijos que oscilaban alrededor de 0.02.

Cuadro no. 5 Regresiones del crecimiento

Variable	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*
Ln(y) rezagado	-0.060 *	-0.071 *	-0.066 *	-0.064 *	-0.082 *
	0.009	0.006	0.010	0.013	0.018
Educación masculina	-0.015 *				
	0.004				
Educación masculina		-0.038 *			
(medición alternativa)		0.015			
Ln(tasa de fertilidad)	-0.024 *	-0.006	-0.001		
	0.009	0.008	0.009		
G/PIB	0.221 *	0.233 *	0.250 *	0.254 *	
	0.046	0.044	0.056	0.066	
Ln(1+BMP)	-0.030 *	-0.030 *	-0.027 *	-0.024 *	-0.031 *
	0.006	0.004	0.006	0.008	0.009
Asesinatos	-0.128 *	-0.115 *	-0.110 *	-0.111 *	-0.138 *
	0.007	0.009	0.010	0.013	0.022
Términos de intercambio	0.061 *	0.047 *	0.070 *	0.103 *	0.075 *
	0.016	0.016	0.022	0.029	0.028
l	0.072	0.087	0.080	0.077	0.106
Sargan	45.3	55.6	43.0	36.2	32.4
Valor de prob	0.544	0.182	0.265	0.168	0.118
Columx	7	7	6	5	4
Columz	54	54	44	34	28

Nota: El coeficiente asociado al ln(y) rezagado es ℓ no $\hat{\ell}$. Las cifras debajo de los coeficientes son los errores estándar. Columx y Columz son el número de columnas en las matrices X y Z . Los asteriscos: *, ** y *** significan que el coeficiente es significativamente diferente de cero al 1, 5 y 10 por ciento respectivamente.

[14] Si el gasto de gobierno se hubiera eliminado antes de la tasa de fertilidad, ésta hubiera seguido presentando un coeficiente no significativo

Por otra parte, el análisis de sobreidentificación de Sargan demuestra que la hipótesis nula de ausencia de sobreidentificación no puede ser rechazada, por lo que al parecer no existen problemas de este tipo.

Las inferencias generales sugieren en primer término, que el capital humano no juega un papel importante en el crecimiento económico cuando están dados los efectos fijos individuales, de igual forma lo es el gasto de gobierno. No hay evidencia de que un incremento en la tasa de inversión en capital humano mejore el crecimiento o desplace la recta de convergencia hacia arriba[15].

En segundo término se infiere que no hay una relación positiva entre ahorro externo y tasa de crecimiento. No hay suficiente evidencia para señalar que los países que canalizan flujos de ahorro hacia el exterior experimentan un menor crecimiento, o que aquellos que reciben fondos externos se beneficien con un crecimiento adicional.

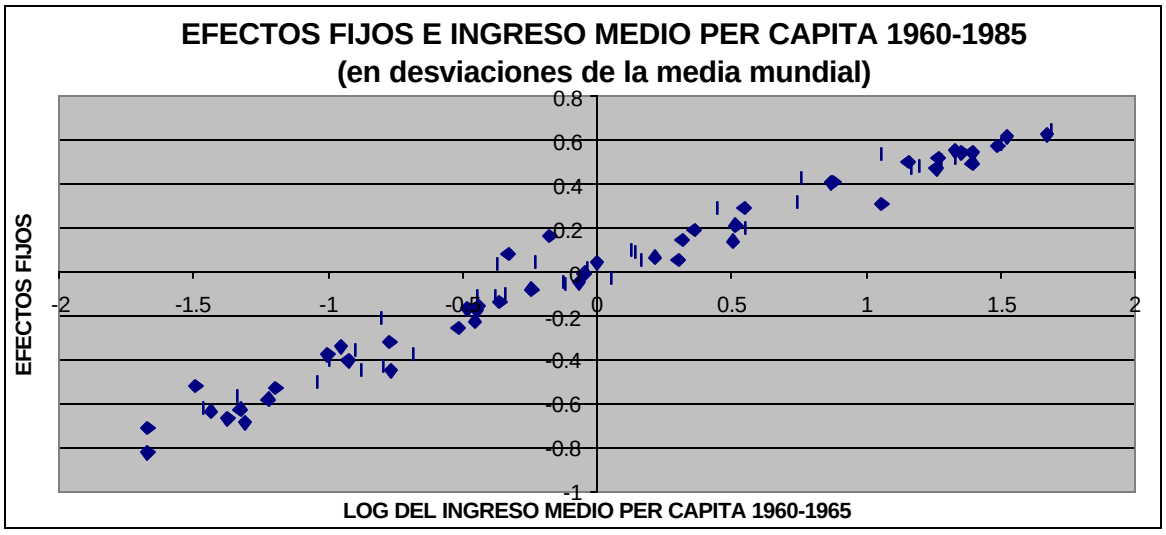
Un país con un ahorro externo más alto no necesariamente incurre en un mayor crecimiento, ya que éste sólo complementa al nivel de ahorro interno necesario para cubrir el capital requerido, según la magnitud de los rendimiento marginales del capital humano. Lo anterior es congruente con el planteamiento neoclásico visto en la sección I.3. Sin embargo en ese esquema el rendimiento marginal es definido por el capital humano y su tasa de crecimiento, la cual de acuerdo con este trabajo, tampoco resulta significativamente positiva. El modelo neoclásico para una economía abierta, que explica la convergencia, con base en la productividad marginal de capital humano fundamentalmente, no puede entonces ser verificado empíricamente empleando un modelo con efectos fijos.

[15] La interpretación también puede ser en el sentido de que el periodo no aporta suficiente información, sobre variaciones en las tasa de inversión en capital humano no ligadas a los efectos individuales fijos.

II.6 Relación de los efectos fijos con el ingreso per cápita

A partir de los coeficientes estimados para el modelo de la columna 7 y la ecuación 27, podemos estimar la magnitud de los efectos fijos para cada país[16]. La gráfica 1 muestra la relación existente entre dichos efectos fijos y el ingreso per cápita, para lo cual en este caso se tomó el ingreso promedio de todo el período considerado, es decir de 1960 a 1985. En dicha gráfica podemos observar una relación positiva muy bien definida que nos indica, como cabría esperar, que la variable tecnológica que se pretende captar en los efectos fijos individuales se encuentra altamente asociada con el nivel de producción de cada país.

Gráfica 1.

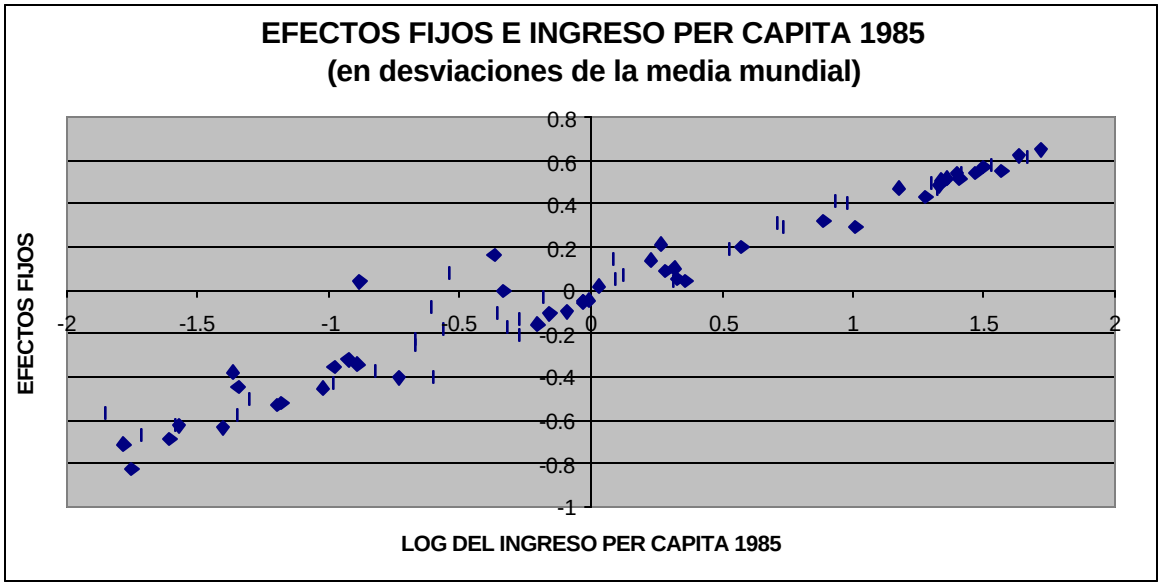


Si además, siguiendo a Caselli, Esquivel y Lefort, establecemos el supuesto, aunque burdamente como señalan estos autores, que el ingreso per cápita del último período de nuestras regresiones se encuentra muy cercano al nivel de

[16] A partir de la ecuación 27 obtenemos:
$(\bar{\hbar}_i + \bar{e}_{i,t}) = \bar{y}_{i,t} - (\hat{\ell}\bar{y}_{i,t-t} + \bar{W}_{i,t-t}\hat{d})$, cuyo promedio respecto al tiempo nos da: $\hat{\hbar}_i = \frac{1}{T}\sum_t (\bar{\hbar}_i + \bar{e}_{i,t})$, la cual constituye una aproximación a la magnitud de los efectos individuales.

estado estable[17], podemos asociar gráficamente dicha aproximación al estado estable con el recurso tecnológico de cada país. En la gráfica 2 se muestra esa relación, y nos permite apreciar una vinculación estrechamente positiva entre ambas variables, de la cual se desprende que existe un amplio poder explicatorio de los efectos fijos en la magnitud del ingreso per cápita del estado estable, tal como lo concluyeron Caselli et. al.

Gráfica 2.



II. 7 Incidencia de los efectos fijos en la convergencia

La importancia de los efectos fijos en la convergencia se puede apreciar también en un modelo de regresión con variables dicotómicas para cada país, además de incluir el ingreso rezagado. Los coeficientes de dichas variables representan los efectos fijos, que en este caso a su vez captan las diferencias tecnológicas entre naciones.

[17] El hecho de que la velocidad de convergencia en el modelo de la regresión (7) haya resultado elevada apoya este supuesto.

Para anular los impactos temporales, nuevamente se convirtieron los datos a desviaciones respecto de la media. Además, en este ejercicio se aprovechó la información de 5 subperíodos, lo que no fue posible con la ecuación de primeras diferencias donde se pierde un período.

En este caso ℓ resultó de -0.05 y es altamente significativa, lo que expresa que el efecto individual explica en buena medida la convergencia observada, y que los países se acercan a determinado punto de crecimiento a consecuencia de sus características relativamente fijas, como en este caso serían las diferencias tecnológicas.

En el siguiente cuadro se muestra de manera ordenada la lista de países incluidos en el ejercicio junto con los estimadores que se obtuvieron para los coeficientes de sus efectos individuales. La mayoría de ellos son altamente significativos.

Cuadro no. 6

Regresión del crecimiento sobre el ingreso rezagado y efectos individuales

	Coeficiente	*Error Std.*	*Prob.*		*Coeficiente*	*Error Std.*	*Prob.*
Ln(y) rezagado	-0.050	0.01	0.00				
l	0.06						
Canada	0.08	0.02	0.00	Tunisia	0.00	0.01	0.71
United States	0.08	0.02	0.00	Peru	-0.01	0.01	0.55
Japan	0.08	0.01	0.00	Algeria	-0.01	0.01	0.53
Switzerland	0.08	0.02	0.00	Thailand	-0.01	0.01	0.54
Norway	0.08	0.02	0.00	Botswana	-0.01	0.01	0.48
Sweden	0.08	0.02	0.00	Congo	-0.01	0.01	0.32
Australia	0.08	0.02	0.00	Jamaica	-0.01	0.01	0.20
France	0.07	0.02	0.00	Paraguay	-0.02	0.01	0.18
Hong Kong	0.07	0.01	0.00	Dominican Rep.	-0.02	0.01	0.14
Denmark	0.07	0.02	0.00	Guatemala	-0.02	0.01	0.09
Finland	0.07	0.02	0.00	Bolivia	-0.03	0.01	0.03
Netherlands	0.07	0.02	0.00	Sri Lanka	-0.03	0.01	0.03
Belgium	0.07	0.02	0.00	Nicaragua	-0.03	0.01	0.02
Italy	0.07	0.01	0.00	El Salvador	-0.03	0.01	0.02
Austria	0.07	0.02	0.00	Papua New Guinea	-0.03	0.01	0.01
New Zealand	0.06	0.02	0.00	Philippines	-0.03	0.01	0.01

United Kingdom	0.06	0.02	0.00	Indonesia	-0.04	0.01	0.01
Singapore	0.06	0.01	0.00	Cameroon	-0.04	0.01	0.00
Trinidad & Tobago	0.06	0.02	0.00	Pakistan	-0.04	0.01	0.00
Spain	0.06	0.01	0.00	Guyana	-0.04	0.01	0.00
Israel	0.06	0.01	0.00	Honduras	-0.04	0.01	0.00
Greece	0.05	0.01	0.00	Zimbabwe	-0.05	0.01	0.00
Ireland	0.05	0.01	0.00	Bangladesh	-0.05	0.01	0.00
Portugal	0.03	0.01	0.00	Lesotho	-0.05	0.02	0.00
Venezuela	0.03	0.01	0.02	Senegal	-0.06	0.01	0.00
México	0.03	0.01	0.01	Benin	-0.06	0.01	0.00
Korea	0.02	0.01	0.04	Liberia	-0.07	0.01	0.00
Syria	0.02	0.01	0.05	Zambia	-0.07	0.01	0.00
Malaysia	0.02	0.01	0.10	India	-0.07	0.02	0.00
Brazil	0.02	0.01	0.14	Togo	-0.07	0.02	0.00
Argentina	0.01	0.01	0.28	Ghana	-0.07	0.01	0.00
South africa	0.01	0.01	0.44	Kenya	-0.07	0.02	0.00
Mauritius	0.01	0.01	0.45	Gambia	-0.08	0.02	0.00
Costa Rica	0.01	0.01	0.56	Rwanda	-0.08	0.02	0.00
Uruguay	0.01	0.01	0.67	Níger	-0.08	0.02	0.00
Turkey	0.00	0.01	0.86	Central African Rep	-0.09	0.02	0.00
Chile	0.00	0.01	0.93	Malawi	-0.09	0.02	0.00
Ecuador	0.00	0.01	0.98	Uganda	-0.10	0.02	0.00
Colombia	0.00	0.01	0.78	Mali	-0.10	0.02	0.00

De acuerdo con lo observado en el ejercicio anterior, en el período de 25 años analizado, la mayoría de los países tienen una característica fija que les confiere también un diferencial fijo en su ingreso per cápita, respecto a la media mundial. Si ese ingreso por alguna circunstancia se ubica por debajo o por arriba de la magnitud de estado estable, se elevará o disminuirá paulatinamente a tasas cada vez menores hasta alcanza el punto estable. Si dos naciones tienen características fijas similares, el que tenga menor ingreso per cápita crecerá más rápido. Esto sucede sin considerar los montos invertidos en capital físico o en capital humano.

El efecto fijo parece que no ha sido adecuadamente explicado por la vertiente neoclásica del crecimiento, y es fundamental en la explicación de la convergencia; es así mismo clave en el análisis empírico, ya que puede presentar una elevada

asociación con variables incluidas en el modelo neoclásico, como la tasa de inversión en capital humano[18].

Siguiendo con el planteamiento anterior, si la variable de efecto fijo individual representa a la tecnología, la conclusión que se desprende de la regresión anterior es que la convergencia es explicada, precisamente, por las diferencias tecnológicas relativamente fijas entre países.

Por otra parte, la elevada velocidad de convergencia que explica la regresión con variables dicotómicas y lo elevados niveles de significancia, parecen reforzar la importancia del análisis de los efectos fijos y, por lo tanto, los resultados encontrados con el análisis en diferencias. A pesar de la poca disponibilidad de información de series de tiempo, al parecer es más adecuado el análisis de convergencia con efectos fijos individuales que sin ellos.

II.8 Efectos fijos e inversión en capital humano

En el análisis de regresión sin efectos fijos, el capital humano ha mostrado un impacto importante sobre el crecimiento, ahora, debido a la inclusión de efectos fijos esa variable ha dejado de ser relevante, lo que da pie a pensar en alguna relación existente entre ambas.

En los modelos sin efectos fijos donde la magnitud de la información de corte transversal es grande, con relación a los datos disponibles para series de tiempo, se corre el riesgo de que las diferencias en las observaciones para alguna o algunas variables recojan en realidad divergencias fijas entre las unidades de observación.

[18] Es posible también que las variables de inversión en capital humano tengan un impacto sobre los efectos fijos, pero en un período más largo del considerado en este trabajo. Teóricamente no puede desligarse la educación del avance tecnológico, o en un sentido más amplio la educación debe tener algún efecto sobre los factores idiosincráticos de cada país.

Para analizar la cantidad de información existente en la tasa de inversión en capital humano, que es independiente de los efectos fijos, realizamos la regresión entre ambas variables para cada uno de los cinco subperiodos considerados anteriormente, ello con el propósito de apreciar si la relación cambia con el tiempo o permanece constante. En el caso de ser constante, nos daría indicios de que la variable educativa en los modelos de convergencia sin efectos fijos debe su papel, precisamente, a su asociación con los efectos fijos.

Llevamos a cabo las regresiones teniendo como variable dependiente en el primer caso los efectos fijos, los cuales fueron estimados con los coeficientes de la columna 7 del cuadro 5. Para el segundo caso fueron empleados los efectos fijos calculados en la sección II.7. La variable independiente de inversión en capital humano, se encuentra representada por la escolaridad masculina y el logaritmo natural de la esperanza de vida que, como ya se vio anteriormente, ha sido ampliamente utilizada junto con el indicador educativo, para representar el nivel de inversión en capital humano, y que previamente fue descartada por Caselli, Esquivel y Lefort del modelo de crecimiento con efectos fijos al no resultar significativa.

Los estimadores de las regresiones con ambos cálculos de los efectos fijos para los cinco subperiodos se muestran en los cuadros 7 y 8. En todos los casos las dos variables se encuentran altamente asociadas a los efectos fijos, como lo reflejan la magnitud de los coeficientes con relación a los errores estándar y, además, la R^2 ajustada de alrededor del 85 por ciento permanece constante a lo largo del tiempo. Dicho de otra forma, la fuerte relación entre efectos fijos y capital humano permanece constante a lo largo del período analizado.

Con estos elementos podemos decir que efectivamente las diferencias de corte transversal, en las variables representativas de la inversión en capital humano, aportan poca información diferente a los márgenes fijos que puedan existir entre

los países. Esto significa también que no existen cambios relevantes en la composición mundial del capital humano por países, en el lapso de 1960 a 1980. Por lo tanto, en ese periodo no podemos rechazar la hipótesis de nula influencia en el crecimiento económico y la convergencia.

Cuadro 7. Resultados de la regresión de los efectos fijos obtenidos por el método de diferencias contra variable educativa y logaritmo de la esperanza de vida.

	1960	*1965*	*1970*	*1975*	*1980*
Educación masculina	0.103	0.110	0.088	0.083	0.090
	(0.035)	(0.032)	(0.025)	(0.023)	(0.021)
Ln (esperanza de vida)	1.479	1.563	1.691	1.746	1.707
	(0.105)	(0.110)	(0.113)	(0.123)	(0.136)
Constante	-5.968	-6.374	-6.939	-7.228	-7.145
	(0.405)	(0.426)	(0.444)	(0.486)	(0.541)
R^2 *ajus*	0.854	0.863	0.873	0.875	0.868

Nota: Las cifras debajo de los coeficientes son los errores estándar. Todos los coeficientes son estadísticamente diferentes de cero por abajo del 1 por ciento de probabilidad

Cuadro 8. Resultados de la regresión de los efectos fijos obtenidos por el método de variables dicotómicas contra variable educativa y logaritmo de la esperanza de vida.

	1960	*1965*	*1970*	*1975*	*1980*
Educación masculina	0.017	0.018	0.014	0.014	0.014
	(0.005)	(0.005)	(0.004)	(0.003)	(0.003)
Ln (esperanza de vida)	0.189	0.199	0.215	0.222	0.219
	(0.015)	(0.016)	(0.017)	(0.018)	(0.019)
Constante	-0.767	-0.814	-.887	-0.923	-0.922
	(0.059)	(0.062)	0.066	(0.070)	(0.074)
R^2 *ajus*	0.830	0.839	0.843	0.856	0.864

Nota: Las cifras debajo de los coeficientes son los errores estándar. Todos los coeficientes son estadísticamente diferentes de cero por abajo del 1 por ciento de probabilidad

III. CONCLUSIONES

No hay indicios de que un incremento en el ahorro interno mejore el crecimiento económico, pero sí de que una variación en el crecimiento altere la tasa de ahorro interno. Esto es congruente con los resultados de Blomström, Lipsey y Zejan, y Barro, los cuales utilizaron la tasa de inversión como proxy del ahorro interno. Por su parte, el ahorro externo no recibe influencia del crecimiento pero tampoco la ejerce sobre el mismo; las variaciones en las tasas de ahorro externo no impactan en el crecimiento económico.

Si bien lo anterior puede ser congruente con el modelo neoclásico para una economía abierta, la convergencia es explicada en dicho modelo por las diferencias en la productividad marginal del capital humano, pero la tasa de inversión en capital humano no resulta estadísticamente significativa en el modelo con efectos individuales fijos, por lo cual dicho modelo no puede ser verificado empíricamente de ésta manera.

La incorporación de los efectos fijos individuales al análisis de regresión, provocan que la tasa de inversión en capital humano resulte no significativa. Sin embargo, es fundamental considerarlos, debido a que éstos por sí solos explican en buena medida la convergencia y, además, permiten tener en cuenta las diferencias en los factores tecnológicos o idiosincráticos entre países.

Por otra parte, Barro argumenta que el uso de efectos individuales, por su dependencia de la cantidad de información de series de tiempo, minimiza las aportaciones de los cambios en capital humano. Sin embargo, el no incluirlos facilita que la inversión en capital humano parezca relevante, aun cuando solamente lo sea por su asociación constante en el tiempo, con las diferencias fijas entre los países. En este trabajo se genera alguna evidencia de la vinculación de esa variable con dichos efectos fijos y de la poca información adicional que

aporta, lo que nos permite inferir que, en el período considerado, no hay una muestra importante de países que hayan incrementado su inversión en capital humano y mejorado su condición de estado estable.

IV. ANEXO ESTADISTICO

El procedimiento estadístico utilizado fue el mismo empleado por Caselli, Esquivel y Lefort, partiendo de la siguiente ecuación de primeras diferencias:

$$\Delta y_{i,t} = \Delta X_{i,t}\Gamma + \Delta e_{i,t}$$

donde[19]:

$$\Gamma = \begin{bmatrix} \ell \\ d \end{bmatrix} \quad \text{y} \quad X = \left(y_{i,t-t} \quad W_{i,t-t}\right), \text{ con } t = 5$$

Sea también $W_{i,t-t}$ un vector compuesto de variables $W^1_{i,t-t}$ que son predeterminadas para $e_{i,t+t}$ y $W^2_{i,t-t}$ integrado de variables predeterminadas para $e_{i,t+2t}$.

Por ejemplo, cuando la variable explicatoria era la diferencia $y_{70} - y_{65}$ y las independientes $y_{65} - y_{60}$, $W_{65} - y_{60}$, los instrumentos fueron las variables medidas al inicio de subperiodo, que en este caso es 1960. Tales variables son el ingreso per cápita, la educación, y la tasa de fertilidad, a este conjunto se le denominó $y_{i,0}W^1{}_{i,0}$. Cuando la variable explicatoria era $y_{75} - y_{70}$, y las independientes $y_{70} - y_{65}$ y $W_{70} - y_{65}$, los instrumentos eran nuevamente $y_{i,0}W^1{}_{i,0}$, más las variables medidas por el promedio del período 1960-1965, como

[19] Las variables medidas como los promedios de periodos, están especificadas por el año de inicio del periodo. Por ejemplo, el ahorro interno (s_k) calculado por promedio anual entre 1960 y 1965 se especifica como s_{k60}.

el ahorro interno, el ahorro externo etc., las cuales se identificaron por $W^{2}{}_{i,0}$, ambos son expresados por $y_{i,0}W_{i,0}$.

En ese mismo lapso también fungían como instrumentos las variables medidas al inicio del siguiente subperiodo, que en este caso es 1965, así se incorporaban $y_{i,65}W_{i,65}$ que estaba compuesto por la educación y la tasa de fertilidad en 1965. Siguiendo así para los siguientes subperíodos, el conjunto de instrumentos quedó representado por la siguiente matriz:

Matriz de variables instrumentales

$$Z_i = \begin{bmatrix} y_{i,0}W^{1}{}_{i,0} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & y_{i,0}W_{i,0}y_{i,t}W^{1}{}_{i,t} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & y_{i,0}W_{i,0}y_{i,t}W_{i,t}y_{i,2t}W^{1}{}_{i,2t} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & y_{i,0}W_{i,0}y_{i,t}W_{i,t}y_{i,2t}W_{i,2t}y_{i,3t}W^{1}{}_{i,3t} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Enseguida se define el vector de errores

$$\boldsymbol{n} = \left(\boldsymbol{e}_{1,2t} - \boldsymbol{e}_{i,t}, \ldots, \boldsymbol{e}_{1,5t} - \boldsymbol{e}_{i,4t}\right)'$$

El método MGM parte de la no correlación entre las variables instrumentales y el término error. Es decir:

$$E(Z_i'\boldsymbol{n}_i(\Gamma)) = 0$$

La solución óptima para Γ se obtiene mediante:

$$\Gamma_j = (X'ZA_jZ'X)^{-1}X'ZA_jZ'y$$

Respecto al nivel óptimo de A_j, al igual que Caselli, Esquivel y Lefort, seguimos el procedimiento sugerido por Arellano y Bond (1991), consistente en un cálculo basado en 2 etapas. En la primera se obtiene $\boldsymbol{q}_1$ mediante: $A_1 = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(Z_i'HZ_i)^{-1}$, donde H es la matriz contenida en la matriz de varianzas y covarianzas, construida bajo el supuesto de que los errores $\boldsymbol{e}_{i,t}$ son independientes e idénticamente distribuidos con varianza constante $\boldsymbol{s}_e^2$. Es decir:

$$E(\boldsymbol{n}_i,\boldsymbol{n}_i') = \boldsymbol{s}_e^2 \begin{Vmatrix} 2 & -1 & 0 & 0 \\ -1 & 2 & -1 & 0 \\ 0 & -1 & 2 & -1 \\ 0 & 0 & -1 & 2 \end{Vmatrix} \equiv \boldsymbol{s}_e^2 H$$

En la segunda etapa se recogen los errores obtenidos en la primera estimación $\hat{\boldsymbol{n}}_i^1$ y son usados para un nuevo cálculo de A, como: $A_2 = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(Z_i'\hat{\boldsymbol{n}}_i^1\hat{\boldsymbol{n}}_i^{1\prime}Z_i)^{-1}$.

La matriz de varianzas y covarianzas de $\boldsymbol{q}$ se encuentra definida por:

$$\Lambda = N(X'ZA_2Z'X)^{-1}X'ZA_2\left(\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}Z_i'\hat{\boldsymbol{n}}_i\hat{\boldsymbol{n}}_i'\right)A_2Z'X(X'Z'A_2Z'X)^{-1}$$

siendo $\hat{\boldsymbol{n}}_I$ el error final estimado.

PRUEBA DE SOBREINDENTIFICACION

El estadístico de Sargan para probar ausencia de sobreidentificación está dado por

$$s = \hat{n}' Z \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} (Z_i' \hat{n}_i \hat{n}_i' Z) \right)^{-1} Z' \hat{n}$$

la cual sigue una distribución $c^2_{m_k}$. La hipótesis nula es que el modelo no se encuentra sobreidentificado

V. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Arellano, Manuel and Bond,Stephen (1991); “Some Test of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations”; Review of Economic Studies, 58, 2, No. 194, 277-297.

Barro, Robert J. (1991); “Economic Growth in a Cross Section of Countries”; Quarterly Journal of Economics, 106, 2 (mayo), 407-443.

Barro, Robert J. (1997); “Determinants of Economic Growth”; The MIT Press.

Barro, Robert J. and Lee, Jong-Wha (1994); “Data Set for a Panel of 138 Countries”; www.nber.org

Barro, Robert J.; Mankiw, Gregory and Sala-i-Martin, Xavier (1994); “Capital Mobility in Neoclassical Models of Growth”; Centre for Economic Policy Research, Discusion Paper Series No. 1019.

Barro, Robert J. and Sala-i-Martin, Xavier (1991); “Convergence Across States and Regions”; Brookings Papers on Economic Activity No. 1, 107-182.

Barro, Robert J. and Sala-i-Martin, Xavier (1992); “Convergence”;Journal of Political Economy, vol. 100, No. 21, 223-251.

Barro, Robert J. and Sala-i-Martin, Xavier (1995); “Economic Growth”; McGraw Hill.

Blomström, Magnus; Lipsey, Robert and Zejan, Mario (1996); “Is fixed Investment the Key to Economic Growth?”; Stockholm School of Economics, Department of Economics No. 160.

Caselli, Francesco; Esquivel, Gerardo y Lefort Fernando (1996); “Reopening the Convergence Dabate: A New Look at Cross-Country Growth Empirics”, Journal of Economic Growth, V.1, No. 3.

Greene, William (1998); “Análisis Econométrico”; Prentice Hall, tercera edición.

Jones, Charles (1998); “Introduction to Economic Growth”; W. W. Norton and Company Inc.

Mankiw, Gregory; Romer, David and Weil, David (1992); “A Contribution to the Empirics of Economic Growth”; The Quarterly Journal of Economics, May, 407-435.

Manzocchi, Stefano and Martin, Philippe (1996); “Are Capital Flows Consistent with the Neoclassical Growth Model?”; Centre for Economic Policy Research, Discusion Paper Series No. 1400.

Sala-i-Martin, Xavier (1997); “I Just Ran Two Million Regressions”; The American Economic Review, vol, 87, No. 2, 178-183.

Sala-i-Martin, Xavier (1999), “Apuntes de Crecimiento Económico”; Antoni Bosch Editor, Segunda Edición.

Solow, Robert (1956); “A contribution to the Theory of Economic Growth”; Quarterly Journal of Economics, 70, feb., 65-94.

Tesar, Linda (1991); “Savings, Investment and International Capital Flows”; Journal of International Economics, 31, 55-78.

Banco Mundial (2000); “World Development Indicators” CD-ROM.