

Informes de
Investigación

El crecimiento económico internacional en la segunda mitad del siglo XX: ¿qué factores lo determinaron?¹

Carlos Esteban Posada P.²
Eliana Carolina Rubiano M.³

Abstract

This paper presents a model of economic growth and the results of its econometric estimation. Between its variables we included the demographic ones and several related to physical and human capital accumulation. The empirical exercise was based on a "dynamic panel" (approximately four decades -1960-2000- and three samples of countries) with the purpose of appreciating the robustness of the results. The first sample had 59 individuals, both rich and poor economies, and, the other two, differentiating between rich and poor countries. The econometric results with the total sample seem dominated by those of the sample of poor countries, that is to say: only the rate of investment in physical capital was significant factor in the economic growth pace determination. In the case of the rich countries, in addition to the investment in physical capital, also was important, an exogenous technical change as one of their engines of growth.

Resumen

En este ensayo presentamos un modelo de crecimiento económico y los resultados de su estimación econométrica. Entre sus variables incluimos las demográficas y los de capital físico y humano. El ejercicio empírico se basó en un "panel dinámico" que cubrió un período de aproximadamente cuatro decenios (1960-2000) y tres muestras de países con el fin de apreciar la robustez de los resultados. La primera, con 59 países, y, las otras dos, diferenciando entre países pobres y ricos. Los resultados de la muestra total parecen dominados por los de la sub-muestra de países pobres, esto es: solo la tasa de inversión en capital físico fue significativa en la determinación de la tasa de crecimiento económico. En el caso de los países ricos, además de la inversión en capital físico, también fue importante un cambio técnico exógeno como uno de sus motores de crecimiento.

Keywords: Economic Growth, Physical and Human Capital Accumulation, Fertility, Infant Mortality, Dynamic Panel.

Palabras clave: Crecimiento económico, Acumulaciones de capital físico y humano, Fertilidad, Mortalidad infantil, Panel dinámico.

Clasificación JEL: O40, J24, J13

Primera versión recibida en julio de 2007; versión final aceptada en agosto de 2007

Coyuntura Social No. 36, junio de 2007, pp. 27-49. Fedesarrollo, Bogotá - Colombia.

¹ Este artículo se basó en el trabajo de grado para obtener el título de Economista de Eliana Rubiano para la Universidad Javeriana (2006), y fue dirigido por Carlos Esteban Posada. Los autores agradecen los comentarios y sugerencias de Daniel Mejía. Las opiniones contenidas en éste artículo son responsabilidad exclusiva de sus autores y no comprometen a las instituciones con las que están relacionados.

² Unidad de Investigaciones Económicas, Banco de la República, Bogotá - Colombia. cposadpo@banrep.gov.co

³ Fedesarrollo y Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá - Colombia. erubiano@fedesarrollo.org

I. Introducción

La teoría del crecimiento económico se ha preocupado desde hace ya muchos años por explicar las diferencias en los niveles de ingreso *per cápita* de los países. Así, han surgido varias corrientes que interpretan el desempeño económico de largo plazo empleando distintas variables. Se distinguen ahora tres grandes enfoques: el del capital humano, el geográfico y el institucionalista.

El presente artículo es el resultado de nuestro interés por evaluar la capacidad del enfoque del capital humano para explicar el crecimiento económico de la segunda mitad del siglo xx. El modelo considerado en este artículo sigue este enfoque y, por ende, emplea variables demográficas como tasas de natalidad y tasas de mortalidad infantil, además de variables indicativas de la inversión en capital humano, entre otras, para tres muestras de países en el período 1960-2000. La primera de ellas, para 59 países con distintos niveles de desarrollo. La segunda para países ricos y, la última, para países pobres.

Este artículo se compone de cuatro secciones además de esta introducción. En la sección II se justifica su objetivo y se hace una revisión de la literatura pertinente. La sección III presenta el modelo a estimar. La sección IV incluye una discusión sobre los datos, el método de estimación y los resultados. La sección V ofrece un resumen y conclusiones.

II. Motivación y revisión de literatura

Existen varias teorías que intentan explicar las diferencias en los niveles de ingreso *per cápita* y en las tasas de crecimiento económico entre países y pueden ser clasificadas en tres gran-

des grupos. El primero de ellos, y quizás con mayor reconocimiento, resalta la importancia de los capitales físico y humano. Dentro de sus exponentes sobresalen Mankiw, Romer y Weil (1992), y Lucas (2002). En un segundo grupo se encuentran los exponentes de la teoría geográfica, con representantes como Sachs. El último grupo es el del enfoque institucional que hace énfasis en la importancia del desempeño institucional para explicar el crecimiento económico (Rodrick, Barro, Acemoglu y Robinson)⁴.

A continuación se presentan algunos de los trabajos desarrollados bajo este enfoque y los resultados obtenidos al tratar de explicar el crecimiento económico.

Los estudios desarrollados con base en la importancia del capital humano y de la demografía sobre el crecimiento económico hacen referencia a modelos en los cuales el hogar representativo tiene preferencias dinásticas, es decir, su utilidad depende de un bien de consumo, del número de hijos (que son tomados como una clase especial de bien) y de la utilidad futura de cada uno de estos hijos. Este tipo de planteamiento da lugar a la conocida "disyuntiva entre calidad y cantidad" en la "producción" de los hijos. Así mismo, como en el caso de cualquier problema de maximización de una función de utilidad, el agente representativo también se enfrenta a restricciones de recursos en el momento de elegir sus variables de control.

El número de niños y su calidad de vida son bienes durables producidos usando insumos como comida, educación, pero fundamentalmente distribuyendo el tiempo total de los padres entre producción, crianza y consumo de bienes (Lucas, 2002), pues aquel es un recurso primario

escaso (Becker, 1974). De ahí que la "calidad" de los hijos estará determinada por el tiempo que los padres dediquen a estas labores.

Durante los siglos XIX y XX se presentó el evento conocido como transición demográfica: el paso de altas a bajas tasas de natalidad y mortalidad. Quizás esta es una de las razones más poderosas para que muchos economistas, siguiendo a Becker, hagan énfasis en el uso de modelos de crecimiento económico que incluyen variables demográficas como tasas de natalidad, fertilidad, crecimiento poblacional, además de variables de uso más tradicional como la tasa de inversión en capital físico.

Rosenzweig (1990) ilustra la evolución que ha tenido la teoría en cuanto a la interrelación entre crecimiento y desarrollo económico, capital humano y crecimiento poblacional.

A partir de la revisión de varios trabajos acerca del tema señala algunas conclusiones básicas que respaldan las hipótesis principales de esta teoría. Según sus conclusiones, los cambios en los retornos al capital humano debidos a choques tecnológicos aumentan la inversión en este factor mientras que reducen considerablemente las tasas de fertilidad y mortalidad.

Barro (1991) desarrolla un estudio de corte transversal con un modelo de crecimiento económico para el período 1960-1985. Los resultados obtenidos muestran una relación positiva entre el PIB *per cápita* y el nivel de capital humano. Así mismo, reporta evidencia de que aquellos

países con capital humano más alto tienen tasas de fertilidad más bajas y mayores tasas de inversión en capital físico.

Mankiw, Romer y Weil (1992) realizan una modificación al modelo de Solow adicionando capital humano a la función de producción; adicionar esta variable puede alterar sustancialmente la descripción del proceso de crecimiento económico. El estudio concluye que las diferencias en el ingreso entre países son explicadas de una mejor forma con el modelo que incluye capital humano.

Bloom y Williamson (1998) analizan el llamado "milagro económico asiático" incluyendo variables demográficas en un modelo de crecimiento económico. Sin embargo, logran un enfoque distinto al de otros estudios resaltando la importancia de cambios de la estructura poblacional en el proceso de desarrollo. De esta forma, si el aumento de la tasa de crecimiento poblacional va acompañado de un incremento de la población económicamente activa puede generar un ingreso *per cápita* mayor al aumentar las tasas de ahorro e inversión y, eventualmente, de crecimiento del producto. Incrementos en la tasa de crecimiento de la población dependiente (niños y adultos), en cambio, reducen la tasa de crecimiento económico. El primer caso es el que los autores buscan explicar y al que atribuyen gran parte del "milagro" del este asiático.

Según Bloom y Williamson, la reducción en las tasas de natalidad posterior a la disminución en las tasas de mortalidad representa la segunda

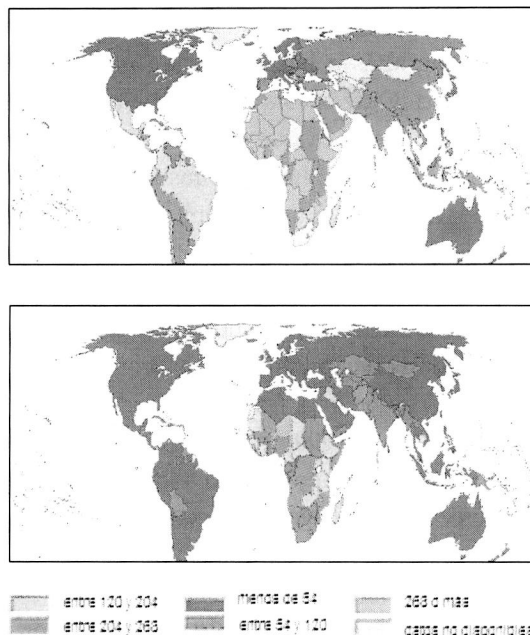
⁴ Esta división está basada en la realizada por Gwartney *et al.* (2006).

etapa de la transición demográfica después de la reducción en las tasas de mortalidad infantil. Las explicaciones que este trabajo ofrece son varias: introducción y difusión del uso de anticonceptivos; cambios en las preferencias de los padres con respecto a la "demanda" de hijos; intervención gubernamental con políticas para controlar el crecimiento poblacional y, finalmente, el cambio en el *status* de la mujer en el mercado laboral.

Lucas (2002) se refiere a la reducción sostenida en las tasas de fertilidad y mortalidad infantil como la transición demográfica asociada al incremento en las tasas de retorno a la inversión en capital humano. Lucas resalta la importancia de la transición demográfica que se ha venido dando en el mundo incorporándola en un concepto amplio de revolución industrial. Los mapas mostrados a continuación presentan un aspecto central de la transición demográfica: la reducción de las tasas de mortalidad infantil (1960 *versus* 2000)⁵.

Kalemli-Ozcan (2002) analiza el efecto de una reducción en las tasas de mortalidad sobre las tasas de fertilidad, la educación y el crecimiento económico. Para ello, estudia el efecto de las tasas de mortalidad sobre las decisiones de los agentes. Según este trabajo, la reducción en las tasas de mortalidad, operando a través de la educación y la fertilidad, promueve el crecimiento económico. De otro lado, concluye que la transición demográfica puede no haberse completado en algunas regiones del mundo, como es el caso de África (como puede observarse en el Gráfico 1), así que erradicar enfermedades como la malaria traería consigo grandes beneficios, entre estos

Gráfico 1
TRANSICIÓN DEMOGRÁFICA EN EL
MUNDO: TASA DE MORTALIDAD INFANTIL
(1990 *versus* 2000)



Fuente: Banco Mundial.

la reducción en las tasas de mortalidad infantil, mayor inversión en educación, menor fertilidad y finalmente una tasa más alta de crecimiento económico.

De la Croix y Doepke (2002) desarrollan un modelo en el cual las decisiones de fertilidad y capital humano determinan la relación entre desigualdad y crecimiento económico. Argumentan que los diferenciales en fertilidad son importantes en el crecimiento económico pues

⁵ Mapas extraídos de World Development Indicators -WDI 2004-

afectan la acumulación de capital humano. Los padres con bajos ingresos tienden a tener un mayor número de hijos, cada uno con bajos niveles de educación, lo cual reduce el nivel promedio de educación en la población y, como consecuencia, el crecimiento económico.

Chakraborty (2003) presenta un modelo en el cual altas tasas de mortalidad reducen los retornos a la educación en tanto que la inversión en capital humano determina el crecimiento económico. Los países que difieren en este nivel de capital no convergen a estándares de vida similares.

Baier, Dwyer y Tamura (2006) examinan la importancia de los aumentos del capital físico, del capital humano y de la productividad total de los factores sobre el crecimiento del PIB *per cápita*. Encuentran que la varianza de la tasa de crecimiento de este último está relacionada en mayor grado con la varianza de la productividad total de los factores (TFP) que con la varianza de la tasa de crecimiento de los insumos. Sin embargo, encuentran algunas excepciones, como el caso de Europa occidental, donde presentan la misma importancia dentro de la determinación del crecimiento del ingreso *per cápita*.

Cabe anotar que la literatura teórica que hace referencia al efecto de la demografía sobre el crecimiento económico apoyaría un modelo de crecimiento de muy largo plazo; con ello se estaría hablando incluso de siglos. En cambio, la teoría que sustenta modelos de crecimiento económico de períodos de tiempo mucho más

cortos (dos, tres o cuatro decenios) es aquella que hace énfasis principalmente en la acumulación de capital físico y en los factores institucionales que la afectan.

III. El modelo

El análisis teórico que apoya los modelos de crecimiento en los que se incluyen variables demográficas está basado en Becker (1974), Razin y Ben-Zion (1975) y Lucas (2002), entre otros. El presente trabajo se inspira en el modelo básico empleado por este último autor⁶; con todo, hay que entenderlo como una "versión libre" (que procura acatar sus lineamientos de una manera intuitiva), no como un intento de someter el modelo de Lucas a la verificación econométrica.

A. Ecuaciones

El nuestro es un modelo de crecimiento endógeno que consta de cuatro ecuaciones que describen los determinantes hipotéticos de las tasas de crecimiento económico, crecimiento poblacional, fertilidad e inversión en capital humano. La razón por la que se planteó un modelo con cuatro ecuaciones es la existencia, a nuestro juicio, de una causalidad recurrente entre estas variables y una forma sencilla de expresarla es describiendo su comportamiento de manera individual (Cuadro 1).

A continuación se presenta cada una de las ecuaciones que constituyen el modelo y una justificación para su especificación. Al lado de cada ecuación constan los signos esperados.

⁶ Lucas (2002).

Cuadro 1
VARIABLES INCLUIDAS EN EL MODELO
ESTRUCTURAL

y_{it}	Tasa anual media de crecimiento del PIB real per cápita del país i en el quinquenio t
F_{it}	Tasa de natalidad del país i en el quinquenio t
H_{it}	Tasa de inversión en capital humano del país i en el quinquenio t
$X_{i,1960}$	PIB per cápita del país i en 1960
N_{it}	Tasa de crecimiento poblacional del país i en el quinquenio t
M_{it}	Tasa de mortalidad infantil del país i en el quinquenio t
I_{it}	Inversión física/PIB del país i en el quinquenio t

$$y_{it} = \beta_{0i} + \beta_1 L_{it} + \beta_2 X_{i0} + \beta_3 H_{it} + \beta_4 N_{it} + \varepsilon_{yt} \quad (1)$$

$\beta_1 > 0; \beta_2 < 0; \beta_3 > 0; \beta_4 < 0$

Siendo $\varepsilon_{yt} \sim N(0, \sigma^2)$

Esta ecuación sigue de cerca el planteamiento de Mankiw, Romer y Weil (1992), quienes amplían el modelo de Solow adicionando la inversión en capital humano. Según estos, el modelo de Solow sobreestima la influencia de variables como la inversión en capital físico al excluir el capital humano.

En el presente modelo se supone que las tasas de cambio técnico y depreciación del capital físico son constantes en los diferentes países de la muestra y que están incluidas en la constante β_{0i} . Esta constante puede incluir elementos idiosincrásicos de cada país. Por otra parte, la inclusión dentro del modelo de una variable de nivel inicial del producto per cápita (en paridad de poder adquisitivo, PPA) busca someter a prue-

ba la hipótesis de convergencia (condicional), es decir, si los países pobres tienden a crecer más rápidamente que los países ricos, teniendo en cuenta los efectos de otros factores, de forma que algún día alcanzarían niveles similares de ingreso por habitante.

$$N_{it} = \theta_{0i} + \theta_1 F_{it} + \theta_2 M_{it} + \varepsilon_{nt} \quad (2)$$

$\theta_1 > 0; \theta_2 < 0$

Siendo $\varepsilon_{nt} \sim N(0, \sigma^2)$

El crecimiento poblacional es explicado, según esta ecuación, de la manera más sencilla posible: a partir de cambios en la tasa de fertilidad y de mortalidad.

$$F_{it} = \alpha_{0i} + \alpha_1 H_{it-1} + \alpha_2 X_{i0} + \alpha_3 X_{i0}^2 + \alpha_4 M_{it-1} + \varepsilon_{ft} \quad (3)$$

$\alpha_1 < 0; \alpha_2 < 0; \alpha_3 < 0; \alpha_4 > 0$

Siendo $\varepsilon_{ft} \sim N(0, \sigma^2)$

El nivel de capital humano, según la teoría económica, es una variable que ayuda a explicar una opción frente a la disyuntiva entre calidad y cantidad de hijos deseados: incrementar el nivel de educación (aumentar la calidad) requiere una reducción del número de nacimientos. Según Barro (1991) un mayor nivel de capital humano reduce la fertilidad ya que aquel es mucho más productivo en producir bienes de lo que es un niño adicional (cuando éste crezca).

Un componente adicional de la ecuación de fertilidad es el nivel inicial (1960) del PIB per cápita. Se espera una relación inversa entre estas dos variables: el número de nacimientos (por mujer) es menor cuanto mayor es el nivel inicial de producto, y suponemos que tal relación no es lineal.

El último componente de la ecuación de fertilidad es la tasa de mortalidad infantil y se espera un coeficiente positivo. En países donde muere un mayor número de niños se presentan tasas más elevadas de natalidad: aquellos padres que viven en ambientes poco sanos esperarán que sus hijos mueran más frecuentemente, de forma que su inversión en ellos será muy baja y traerán más hijos al mundo en forma precautelativa.

Los rezagos de los efectos de la inversión en capital humano y la mortalidad infantil tienen dos explicaciones: i) las decisiones que toman los padres pueden surgir de un proceso lento y no tienen un efecto inmediato sobre el crecimiento poblacional; ii) buscamos evitar problemas derivados de relaciones inadecuadas de endogeneidad.

El Gráfico 2 muestra la relación positiva entre las tasas de natalidad y mortalidad infantil. Se puede observar la diferencia en tal relación al comparar el período final (1990) con el inicial

(1960): existe una concentración hacia bajas tasas de mortalidad y natalidad en 1990, una de las características más sobresalientes de la transición demográfica.

$$H_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 y_{it-1} + \gamma_2 X_{it} + \gamma_3 M_{it-1} + \gamma_4 H_{it-1} + \epsilon_{Ht} \quad (4)$$

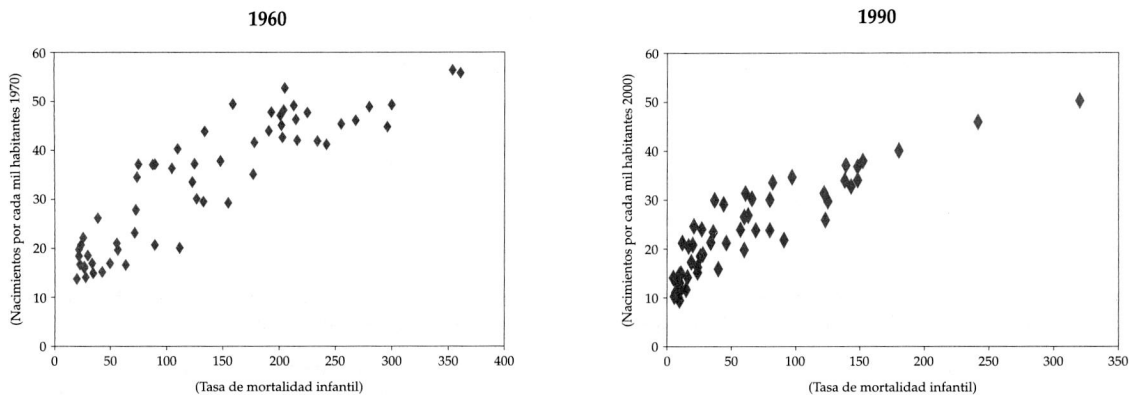
$$\gamma_1 > 0; \gamma_2 > 0; \gamma_3 < 0; \gamma_4 > 0$$

Siendo $\epsilon_{Ht} \sim N(0, \sigma^2)$

El crecimiento económico, ya sea por cambios tecnológicos u otras razones, genera una respuesta positiva por parte de la acumulación de capital humano a medida que incrementa sus retornos. Esto debido a que la adopción de nuevas tecnologías requiere mejoras en las habilidades y conocimientos de quienes hacen parte del proceso productivo^{7,8}.

De otro lado, países con elevados niveles iniciales de PIB *per* cápita generalmente presentan niveles más altos de inversión en capital humano.

Gráfico 2
RELACION ENTRE NATALIDAD Y MORTALIDAD INFANTIL



Fuente: wdi 2004.

Adicionalmente, de acuerdo con la literatura ya mencionada, la reducción en las tasas de mortalidad puede generar incentivos para invertir en mayor capital humano. Podría decirse, por ejemplo, que los padres que viven en ambientes insanos llegan a tener un mayor grado de incertidumbre acerca de si sus hijos lograrán sobrevivir y sus incentivos para educarlos pueden no ser tan importantes como en el caso contrario.

1. La transición demográfica

Partiendo de las ecuaciones del modelo estructural, se puede emplear el operador de rezago en la tasa de inversión en capital humano:

$$H_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 Y_{it-1} + \gamma_1 X_{it0} + \gamma_3 M_{it-1} + \gamma_4 [\gamma_0 + \gamma_1 Y_{it-2} + \gamma_1 X_{it0} + \gamma_3 M_{it-2} + \gamma_4 [\gamma_0 + \dots]]$$

$$H_{it} = (\gamma_0 + \gamma_0 \gamma_4 + \gamma_0 \gamma_4^2 + \dots + \gamma_0 \gamma_4^t) + (\gamma_2 + Y_{it-1} + \gamma_2 \gamma_4 Y_{it-2} + \gamma_1 \gamma_4^2 Y_{it-3} + \dots) + (\gamma_2 X_0 + \gamma_2 \gamma_4 X_0 + \gamma_1 \gamma_4^2 X_0 + \dots) + (\gamma_3 M_{it-1} + \gamma_3 \gamma_4 M_{it-2} + \gamma_3 \gamma_4^2 M_{it-3} + \dots) + \gamma_4^t H_0$$

$$H_{it} = \left[\frac{1 - \gamma_4^t}{1 - \gamma_4} \right] \gamma_0 + \left[\frac{1 - \gamma_4^t L^t}{1 - \gamma_4} \right] \gamma_1 Y_{it-1} + \left[\frac{1 - \gamma_4^t}{1 - \gamma_4} \right] \gamma_2 X_{it0} + \left[\frac{1 - \gamma_4^t L^t}{1 - \gamma_4} \right] \gamma_3 M_{it-1} + \gamma_4^t H_0$$

Evaluando el cambio marginal del nivel inicial de PIB *per* cápita:

$$\frac{\partial H_t}{\partial X_0} = \left[\frac{1 - \gamma_4^t}{1 - \gamma_4} \right] \gamma_2 \quad \frac{\partial H_{t-1}}{\partial X_0} = \left[\frac{1 - \gamma_4^{t-1}}{1 - \gamma_4} \right] \gamma_2$$

Ahora evaluando el cambio marginal del nivel inicial del PIB *per* cápita sobre la fertilidad:

$$\frac{\partial F_t}{\partial X_0} = \alpha_1 \frac{\partial H_{t-1}}{\partial X_0} + \alpha_2 + 2\alpha_3 X_0$$

Y reemplazando la condición encontrada para la tasa de inversión en capital humano:

$$\frac{\partial F_t}{\partial X_0} = \alpha_1 \left[\frac{1 - \gamma_4^{t-1}}{1 - \gamma_4} \right] \gamma_2 + \alpha_2 + 2\alpha_3 X_0$$

De nuevo, el efecto del nivel inicial depende en gran medida del mercado de capital humano, es decir, si predomina la oferta o la demanda, quizás por retornos asociados al mismo. Como lo que realmente queremos observar es efecto del nivel inicial (de estado estacionario) sobre la tasa de crecimiento poblacional para hacer inferencia acerca de la posibilidad de que el modelo reproduzca la transición demográfica:

$$\frac{\partial N_t}{\partial X_0} = \theta_1 \frac{\partial F_t}{\partial X_0}$$

$$\frac{\partial N_t}{\partial X_0} = \theta_1 \alpha_1 \left[\frac{1 - \gamma_4^{t-1}}{1 - \gamma_4} \right] \gamma_2 + \alpha_2 + 2\alpha_3 X_0$$

⁷ Rosenzweig (1990) hace una descripción detallada de la evolución de la teoría y del proceso de crecimiento económico a través de las reducciones en la fertilidad y consecuentes aumentos del nivel de capital humano.

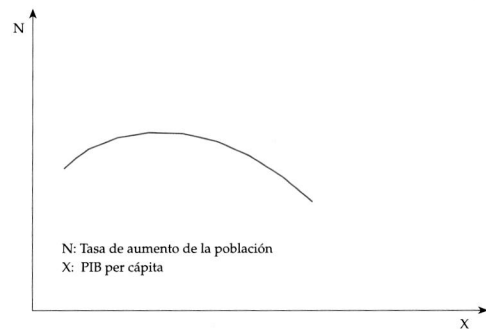
⁸ El capital humano presenta retornos crecientes o constantes a su acumulación (a medida que aumenta el acervo de capital humano no cae su retorno) según señalan Becker, Murphy y Tamura (1990) basados en el hecho de que los sectores que producen capital humano emplean insumos como educación y mano de obra calificada más intensivamente que otros sectores que producen bienes de consumo y capital físico.

Al remitirnos al planteamiento inicial del modelo y los signos esperados en la estimación del mismo: $\theta_1 > 0$, $\alpha_1 < 0$, $\gamma_2 > 0$, $\alpha_2 > 0$, $\alpha_3 < 0$, podemos afirmar que el primer término es negativo, el segundo positivo y el último negativo y con ello, que la magnitud del cambio en la tasa de crecimiento poblacional depende de la magnitud de cada uno de los términos anteriores, es decir, depende de cuál sea más importante o "pese" más a la hora de determinar un cambio demográfico.

Como ya se ha mencionado, la transición demográfica es el paso de altas a bajas tasas de mortalidad y fertilidad. Varios autores han señalado que este proceso consta de cuatro etapas. En la primera de ellas las tasas de natalidad y mortalidad son elevadas y el crecimiento poblacional es lento. En la segunda fase comienza el proceso: las tasas de mortalidad se reducen con gran velocidad mientras que las de natalidad permanecen elevadas y con ello se acelera el incremento poblacional. Durante la tercera fase la natalidad empieza a descender por acceso a métodos anticonceptivos e incorporación de la mujer al mercado laboral, entre otros, y la tasa de mortalidad continua cayendo, por lo que aún no se tiene una reducción en el crecimiento poblacional. Finalmente, en la última fase los niveles de natalidad y mortalidad llegan a un punto mínimo y con ello, el crecimiento de la población tiende a estancarse.

Un asunto importante para juzgar la pertinencia del modelo anterior es aclarar si éste sería capaz de dar cuenta de una transición demográfica, entendida esta (en términos simplificados) como el proceso de giro de la tasa de crecimiento poblacional, a manera de una "u" invertida, ante aumentos del PIB *per cápita* (Gráfico 3).

Gráfico 3
LA TRANSICIÓN DEMOGRÁFICA



Fuente: Elaboración de los autores.

Como nuestro modelo carece de la variable PIB *per cápita* contemporáneo, utilizaremos como proxy de esta el PIB *per cápita* de estado estacionario calculado a partir de simulaciones numéricas con nuestro modelo y, específicamente, a partir del PIB *per cápita* inicial y de la tasa de crecimiento económico que resulta al tener en cuenta todas las ecuaciones del modelo. Una vez realizados los cálculos se verifica la capacidad del modelo para generar la curva del Gráfico 3.

Para efectos de las simulaciones numéricas empleamos la rutina *Dynare* del programa *Matlab* y calculamos los valores de estado estacionario de sus variables endógenas a partir de pequeñas reducciones en la tasa de mortalidad, que es una variable exógena.

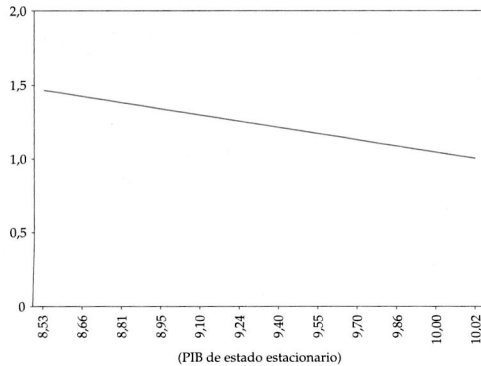
El procedimiento requirió tener en cuenta las cuatro ecuaciones del modelo y asignar valores numéricos a los parámetros asociados a las variables (exógenas y endógenas) y unos valores numéricos iniciales de las mismas para llevar a cabo las simulaciones correspondientes. En el Anexo se encuentran los valores iniciales asignados y los parámetros. Vale la pena aclarar

que estos fueron elegidos teniendo en cuenta que se parte de un estado estacionario y que, en ausencia de cambios en las variables exógenas, se perpetúa.

Se halló un estado estacionario para cada nivel de alternativo de mortalidad, cada vez menor (como sugiere la teoría de la transición demográfica desencadenada por un cambio técnico que, en este caso, se concentra en reducciones de la tasa de mortalidad). Los Gráficos 4 y 5 muestran el comportamiento de dos de las variables más importantes al respecto: las tasas de natalidad y de crecimiento poblacional, ambas en estado estacionario con los valores arrojados por la simulación del modelo.

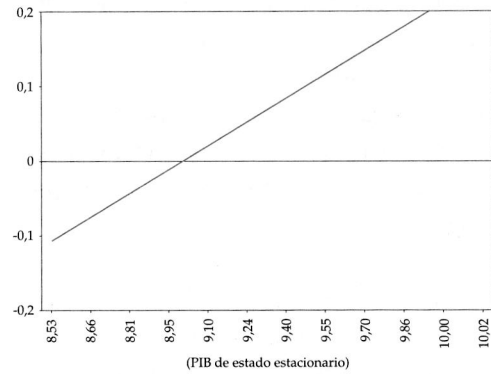
Para saber si los comportamientos ilustrados en los gráficos 4 y 5 son compatibles con lo indicado mediante el Gráfico 3 se calculó la pendiente de ambas curvas con respecto a producto *per cápita* de estado estacionario. Los resultados se observan en el Gráfico 6 y con ello es posible afirmar que la pendiente en ambos casos es decreciente (a

Gráfico 4
TASA DE NATALIDAD DE ESTADO ESTACIONARIO VERSUS PIB DE ESTADO ESTACIONARIO



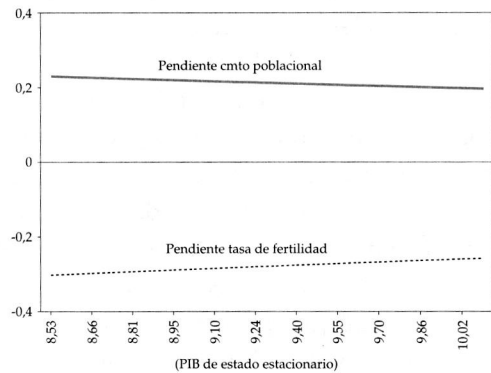
Fuente: Estimaciones de los autores.

Gráfico 5
TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL DE ESTADO ESTACIONARIO VERSUS PIB DE ESTADO ESTACIONARIO



Fuente: Estimaciones de los autores.

Gráfico 6
EVIDENCIA DE TRANSICIÓN DEMOGRÁFICA



Fuente: Estimaciones de los autores.

medida que se reduce la mortalidad). Entonces, puede esperarse que en algún momento (es decir, con niveles mucho mayores del PIB de estado estacionario) la tasa de crecimiento poblacional se torne de pendiente negativa.

2. Forma reducida

Con el objetivo de obtener una forma resumida del modelo útil para la estimación econométrica se hacen dos supuestos adicionales:

- Los datos anteriores a 1960 son bastante escasos o incluso inexistentes para la mayoría de las variables del modelo, por lo que se hace el supuesto de que $X_{i-1} \approx X_{i,0} \approx X_{i,1960}$. Y, en la realidad, las cifras de los países de la muestra señalan cierto grado de persistencia de tal variable.
- Teniendo en cuenta que supusimos que los errores o perturbaciones en cada una de las ecuaciones del modelo estructural tienen distribución normal con media cero y varianza constante, es posible agrupar todos los términos de perturbación en uno solo con propiedades similares. Además, se asume no auto-correlación de los mismos en distintos períodos de tiempo.

Dado lo anterior, a partir de reemplazamientos sucesivos se obtiene una forma reducida en la cual cada coeficiente agrupa varios coeficientes originales:

$$y_{it} = \phi_{0i} + \phi_1 I_{it} + \phi_2 X_{it} + \phi_3 X_{it}^2 + \phi_4 M_{it} + \phi_5 y_{it-1} + \phi_6 M_{it-1} + \phi_7 H_{it-1} + \phi_8 y_{it-2} + \phi_9 M_{it-2} + \phi_{10} H_{it-2} + \varepsilon_{Yt} \quad (5)$$

Siendo:

$$\begin{aligned} \beta_{0i} + \beta_3 \gamma_0 + \beta_4 \theta_{0i} + \beta_4 \theta_1 \alpha_{0i} + \beta_4 \theta_1 \alpha_1 \gamma_{0i} &= \phi_{0i}; \beta_1 = \phi_1; \\ \beta_2 + \beta_3 \gamma_2 + \beta_4 \theta_1 \alpha_1 \gamma_2 + \beta_4 \theta_1 \alpha_2 &= \phi_2; \beta_4 \theta_1 \alpha_3 = \phi_3; \\ \beta_4 \theta_2 &= \phi_4; \beta_3 \gamma_1 = \phi_5; \\ \beta_3 \gamma_3 + \beta_4 \theta_1 \alpha_3 &= \phi_6; \beta_3 \gamma_4 = \phi_7; \beta_4 \theta_1 \alpha_1 \gamma_1 = \phi_8; \\ \beta_4 \theta_1 \alpha_1 \gamma_3 &= \phi_9; \beta_4 \theta_1 \alpha_1 \gamma_4 = \phi_{10} \\ \beta_3 \varepsilon_{ht} + \beta_4 \theta_1 \alpha_1 \varepsilon_{ht-1} + \beta_4 \theta_1 \varepsilon_{ft} + \beta_4 \varepsilon_{nt} + \varepsilon_{yt} &= \varepsilon_{Yt} \end{aligned}$$

Ahora, según la agrupación de coeficientes, los signos que se espera obtener una vez se realicen las estimaciones resultan de combinaciones de los coeficientes de las cuatro ecuaciones del modelo estructural:

$$\begin{aligned} \phi_1 > 0, \phi_2 < 0, \phi_3 > 0, \phi_4 > 0, \phi_5 > 0, \phi_6 > 0, \phi_7 < 0, \phi_8 < 0, \\ \phi_9 < 0, \phi_{10} > 0. \end{aligned}$$

Se puede decir, entonces, que la tasa de crecimiento del PIB *per* cápita depende positivamente de sí misma con rezagos de uno y dos períodos y de la inversión en capital físico del período corriente. En cuanto a la inversión en capital humano, adelantada uno y dos períodos, puede tener un efecto positivo o negativo sobre el crecimiento del período corriente. Esta indeterminación puede explicarse partiendo del hecho de que los efectos de un exceso de oferta de capital humano son negativos (el coeficiente γ_4 es negativo), a diferencia del caso en el cual la acumulación de capital humano va acompañada de una mayor demanda por éste (los coeficientes γ_2 y γ_3 son positivos). Por otra parte, se espera que la tasa de mortalidad infantil tenga un efecto negativo sobre el crecimiento. El efecto del nivel inicial de PIB *per* cápita puede ser positivo o negativo. En el primer caso un coeficiente negativo estaría dando indicios de convergencia condicional.

B. Datos

Los datos están dados en intervalos de cinco años para el período 1960-2000 y para una muestra de 59 países. La explicación se basa específicamente en dos factores: el primero de ellos fue de disponibilidad, pues nuestro objetivo fue tener una muestra balanceada, y, el segundo, minimizar el

riesgo de sesgos de estimación causados por observaciones denominadas "outliers". Gran parte de la información proviene del Banco Mundial (*World Development Indicators 2004*). Los datos de inversión en capital humano proceden de la base de datos de Barro y Lee (2000) que contiene información completa de escolaridad secundaria de la población laboral desde 1960 hasta 2000 en intervalos de 5 años para 109 países.

En el presente estudio se emplean los datos para la población mayor de 15 años, pues es importante tener en cuenta que en la mayoría de países la población en edad de trabajar está compuesta de personas con edades entre 12-15 años hasta 64 años, aproximadamente, y es este grupo de personas el que potencialmente podría contribuir a la generación de producto por medio de su participación en el mercado laboral. Adoptamos como proxy de inversión en capital humano el aumento del nivel de escolaridad (en secundaria) aunque esto tiene algunas desventajas, pues ignora los niveles de experiencia, habilidades y las diferencias en su calidad entre países. Más adelante se describirá con mayor detalle la proxy utilizada de inversión en capital humano.

Las cifras de PIB *per cápita* (en PPA), al igual que las de inversión como proporción del PIB, fueron tomadas de *World Penn Table 6.1*. [Summers y Heston (2006)].

Desafortunadamente, un análisis completo del crecimiento económico requeriría estadísticas que abarquen muchos decenios (incluso siglos). En el caso de éste y muchos otros estudios acerca del tema existe el inconveniente de la disponibilidad de los datos para la mayoría de los países aún en series de tiempo "cortas" como las que utilizamos.

1. Hechos estilizados

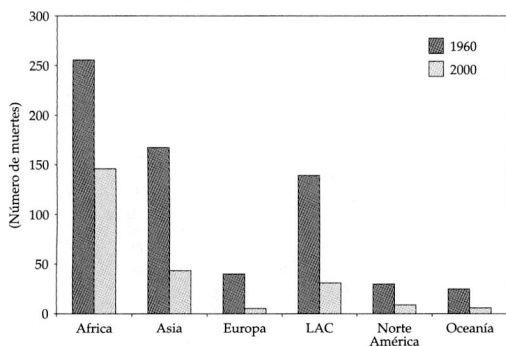
En esta sección se presenta una descripción adicional de las variables independientes del modelo y de algunos eventos que han constituido la transición demográfica y que pueden influir en la determinación de las diferencias en las tasas de crecimiento de los distintos países. Dicha descripción se realiza mediante comparaciones en el primer y último año del período muestral debido a la (aparente) inercia que caracteriza estas variables. El ejercicio econométrico utiliza datos de 59 países (Cuadro 1, Anexo) pero en esta sección agrupamos los países en continentes.

2. Tasa de mortalidad infantil

La tasa de mortalidad infantil indica la probabilidad de que un recién nacido muera antes de alcanzar cinco años de edad. Está expresada como un número por cada mil nacimientos. Un sistema de registro que cubra al menos 90% de la población sería una buena base de datos para un indicador como la tasa de mortalidad, pero en los países en desarrollo esto no ocurre por lo que algunos de los datos oficiales son estimaciones a partir de censos aplicando diversas técnicas estadísticas.

En el Gráfico 7 se observa la tasa de mortalidad de niños menores de cinco años. Los valores para cada región son promedios aritméticos de los datos nacionales. De forma general, se presenta una persistencia en el comportamiento de la variable (1960 versus 2000) en el caso de dos regiones, África, con la tasa más alta de mortalidad, y Europa, con la tasa considerablemente más baja. Se pueden hacer diversas observaciones acerca del comportamiento de las tasas de mortalidad entre regiones. En 1960, en África morían en promedio

Gráfico 7
TASA DE MORTALIDAD DE MENORES
DE CINCO AÑOS
(Promedio regional 1960 vs. 2000)



Fuente: WDI - cálculos de los autores.

255,72 de cada mil niños antes de alcanzar los cinco años, y para el año 2000 aproximadamente 146, lo que significa una reducción cercana al 76%, mientras que en Europa, con un nivel de mortalidad inicial mucho mas bajo que en África, ha disminuido en un porcentaje mayor al 100%, de forma similar a lo sucedido en Latinoamérica (aunque con un nivel inicial mucho mas alto). Sin embargo, las estadísticas más impresionantes son las de Asia, que redujo en más de 200% sus tasas de mortalidad infantil.

3. Años promedio de educación

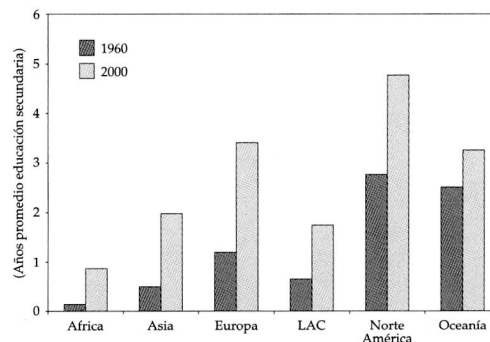
Es difícil construir indicadores de inversión en capital humano pues éste no solo depende de la educación sino también de nutrición y salud, entre otros. La mayoría de los estudios de crecimiento económico asume como *proxy* de capital humano los años de educación en la población o el porcentaje de literatos. Según Barro y Lee (2000), una medida de años promedio de educación en la población implica que un año adicional

de educación agrega una cantidad constante de capital humano (Gráfico 8).

La proxy de inversión en capital humano empleada en este artículo se define así:

$$KH = \ln \left(\frac{\text{Años promedio educación secundaria}}{PET} \right)_i - \ln \left(\frac{\text{Años promedio educación secundaria}}{PET} \right)_{i-1}$$

Gráfico 8
AÑOS PROMEDIO DE EDUCACIÓN
SECUNDARIA EN LA POBLACIÓN TOTAL
(Promedio regional 1960 vs. 2000)



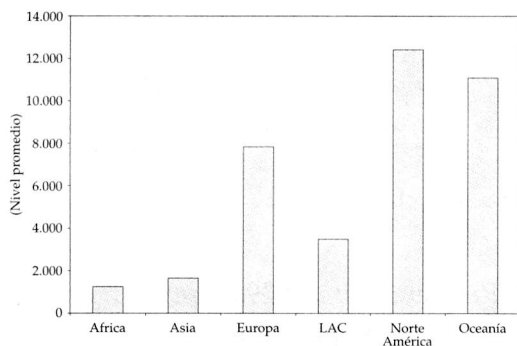
Fuente: Barro y Lee - cálculos de los autores.

4. PIB per cápita de 1960 (en PPA: Paridad de Poder Adquisitivo)

Según la definición que consta en la base de datos de Summers y Heston, la paridad de poder adquisitivo es el número de unidades en moneda nacional requeridas para comprar bienes de forma equivalente a lo que se puede comprar con una unidad en el país base. Este indicador toma como año base 1996, es decir que las participaciones en precios constantes de cada uno de los componentes de la canasta de bienes y servicios que conforman una unidad de PIB son las mismas participaciones obser-

vadas en 1996. El cálculo de cada componente, en dólares internacionales, para cualquier otro año, utiliza su tasa de crecimiento entre 1996 y el año dado según las cuentas nacionales. Las cifras de PIB *per cápita* calculadas en paridad de poder adquisitivo constante permiten observar medidas de volumen que son comparables entre países sin estar afectadas por cambios de precios relativos, de forma que no se distorsiona el análisis de posición relativa entre países (Gráfico 9). Como se hace abstracción de los cambios en las estructuras de precios se están capturando específicamente las diferencias en los volúmenes de producción.

Gráfico 9
PIB PER CÁPITA 1960 EN PPA
(Promedio regional)

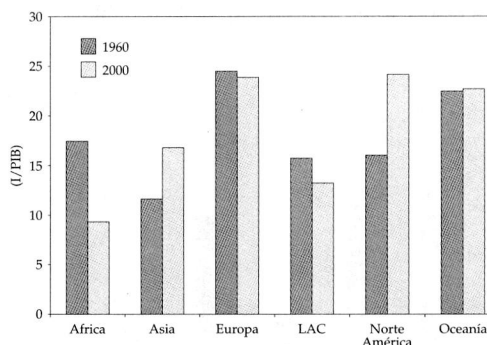


Fuente: Penn World Table - cálculos de los autores.

5. Inversión en capital físico como proporción del Producto Interno Bruto

Finalmente, se tomaron las cifras de inversión como proporción del PIB de *World Penn Table 6.1*. [Summers y Heston, 2006] (Gráfico 10).

Gráfico 10
RELACIÓN INVERSIÓN/PIB
(Promedio regional 1960 vs. 2000)



Fuente: Penn World Table - cálculos de los autores.

C. Métodos y resultados

La ecuación 5 se estimó con la metodología de *panel* de datos. La primera estimación tiene una frecuencia quinquenal para las series a lo largo del período 1960-2000 y 59 países. Posteriormente, con el objetivo de observar el comportamiento del modelo en distintas muestras (y la robustez de los resultados), se realiza una división de países con un nivel de ingreso mayor o menor a 10.000 dólares (PPA) en el año 2000. Aquellos países pertenecientes al primer grupo los denominamos "ricos" (22 países) y los del segundo grupo "pobres" (37 países)⁹.

1. Datos panel

Un modelo de *panel* es una combinación de series de tiempo y cortes transversales. Este tipo de conjunto de datos provee información acerca del comportamiento individual en el tiempo y

⁹ En el apéndice se encuentra una lista de los países de cada una de las muestras usadas en la estimación.

entre individuos. Así mismo, los modelos *panel* están más orientados hacia el análisis de corte transversal y por esta razón presentan un mayor número de observaciones entre individuos que a lo largo del tiempo. Un *panel* tiene ciertas ventajas al usarse como método de estimación; existe la posibilidad de conocer mucho más acerca de las dinámicas del comportamiento individual.

En el modelo de regresión lineal el efecto individual es considerado constante a lo largo del tiempo y específico para el individuo. En *panel* hay dos enfoques para generalizar el modelo de regresión clásico: efectos fijos (el efecto individual se considera una constante específica a un grupo) y efectos aleatorios (el efecto individual es un error específico al grupo).

Las propiedades estadísticas de los estimadores empleados en *panel* varían de acuerdo con el modelo que se estime y el tratamiento de los efectos no observados.

2. Metodología de Arellano y Bond

Una de las ventajas al emplear *panel* es que permite observar efectos dinámicos. Además de considerar un modelo con efectos individuales específicos incluye la variable dependiente rezagada, como es el caso que enfrentamos al estimar la ecuación (5). Sin embargo, se puede incurrir en una correlación de la variable dependiente rezagada y el término de perturbación. La perspectiva tradicional de modelos dinámicos se basa en el uso de variables instrumentales y pretende eliminar la heteroscedasticidad en el modelo tomando primeras diferencias. Arellano y Bond proponen este método ya que el nivel de la variable no queda correlacionado con las diferencias de los errores (Cuadro 2).

Cuadro 2 DETERMINANTES DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO - ESTIMACIÓN PANEL DINÁMICO - MUESTRA TOTAL: 59 PAÍSES

Variable dependiente: $\ln(1 + \text{Tasa de crecimiento del PIB per cápita})$

Constante	-0,013 (0,01)
$\ln(1 + I_t)$	0,19 (0,06) ***
$\ln(X_{1960})$	0,0008 (0,0008)
$\ln(1 + Y_{t-1})$	-0,09 (0,06)
$\ln(1 + M_t)$	0,29 (0,58)
$\ln(1 + M_{t-1})$	-0,03 (0,79)
$\ln(H_{t-1})$	-0,01 (0,009)
$\ln(1 + Y_{t-2})$	-0,03 (0,05)
$\ln(1 + M_{t-2})$	-0,39 (0,49)
$\ln(1 + H_{t-2})$	-0,001 (0,008)
Observaciones	295

Errores estándar robustos en paréntesis. * Significativo al 10%; **Significativo al 5%; ***Significativo al 1%.

Los resultados de la estimación *panel* indican que la única variable significativa en la estimación del modelo para la muestra total es la tasa de inversión en capital físico (inversión como proporción del PIB) y presenta el signo esperado dentro de la explicación del crecimiento económico.

En el Cuadro 3 se realiza la estimación del modelo únicamente para aquellos países denominados "ricos".

Los resultados a resaltar arrojados por la estimación para la muestra de países ricos

Cuadro 3

**DETERMINANTES DEL CRECIMIENTO
ECONÓMICO - ESTIMACIÓN PANEL
DINÁMICO - MUESTRA: 22 PAÍSES RICOS**

Variable dependiente: Ln (1+Tasa de crecimiento del PIB per cápita)

Constante	0,08 (0,03) **
$Ln (1+I_t)$	0,27 (0,08) ***
$Ln (X_{1960})$	-0,003 (0,001) *
$Ln (1+Y_{t-1})$	-0,28 (0,08) ***
$Ln (1+M_t)$	0,98 (1,55)
$Ln (1+M_{t-1})$	1,06 (1,01)
$Ln (H_{t-1})$	0,003 (0,01)
$Ln (1+Y_{t-2})$	-0,11 (0,07)
$Ln (1+M_{t-2})$	0,88 (0,89)
$Ln (H_{t-2})$	0,02 (0,01) **
Observaciones	110

Errores estándar robustos en paréntesis. * Significativo al 10%;
Significativo al 5%; *Significativo al 1%.

(seleccionada a partir de un nivel de ingreso *per cápita* mayor a US\$10.000 en PPA para el año 2000) son los siguientes: i) la constante es sustancial y estadísticamente significativa, lo cual sugiere la importancia del cambio técnico no incorporado en la propia inversión en capital físico; ii) una de las variables determinantes del crecimiento es la inversión en capital físico, y su coeficiente es mayor que en el caso de la muestra total; iii) los coeficientes de las variables de mortalidad no son significativos dentro de la estimación; iv) la inversión en capital humano tiene impacto positivo y significativo con un rezago de dos quinquenios; v) se predice convergencia condi-

cional, y vi) hay "chance" para la recuperación (en caso de que el desempeño económico del país haya sido desfavorable); en otras palabras, el signo negativo del primer rezago de la tasa de crecimiento implica que las fases de auge o de depresión no se perpetúan (Cuadro 4).

La estimación para la muestra de países pobres presenta tres resultados a destacar: i) la única variable que presenta un efecto (positivo) significativo sobre el crecimiento económico es la inversión en capital físico; ii) no se halló evidencia de convergencia (ni divergencia) condicional, reiterando lo implicado por los resultados del ejercicio con la muestra total, y iii) no se obtuvo

Cuadro 4

**DETERMINANTES DEL CRECIMIENTO
ECONÓMICO - ESTIMACIÓN PANEL
DINÁMICO - MUESTRA: 37 PAÍSES POBRES**

Variable dependiente: Ln (1+Tasa de crecimiento del PIB per cápita)

Constante	0,004 (0,02)
$Ln (1+I_t)$	0,15 (0,08) *
$Ln (X_{1960})$	-0,0005 (0,001)
$Ln (1+Y_{t-1})$	-0,07 (0,08)
$Ln (1+M_t)$	0,28 (0,71)
$Ln (1+M_{t-1})$	-0,11 (0,99)
$Ln (H_{t-1})$	-0,01 (0,01)
$Ln (1+Y_{t-2})$	-0,02 (0,07)
$Ln (1+M_{t-2})$	-0,50 (0,64)
$Ln (1+H_{t-2})$	-0,008 (0,011)
Observaciones	185

Errores estándar robustos en paréntesis. * Significativo al 10%;
Significativo al 5%; *Significativo al 1%.

evidencia de que un desempeño (medido en términos de tasa de crecimiento del PIB *per cápita*) bueno o malo de los dos quinquenios anteriores tenga que perpetuarse o, por el contrario, revertirse en el siguiente quinquenio¹⁰.

Con el objetivo de contemplar la posibilidad de endogeneidad de la variable inversión en capital físico se realizaron las estimaciones para

las tres sub-muestras rezagando un periodo esta variable. Los resultados se muestran en los Cuadros 5, 6 y 7.

Tal y como muestran los resultados anteriores, el ejercicio realizado con la inversión rezagada para las tres muestras no fue satisfactorio. Tan solo para los países ricos la variable inversión en capital humano resultó significativa. Sin embargo,

Cuadro 5

DETERMINANTES DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO - ESTIMACIÓN PANEL DINÁMICO - MUESTRA TOTAL: 59 PAÍSES

Variable dependiente: $\ln(1 + \text{Tasa de crecimiento del PIB per cápita})$

Constante	-0,02 (0,01)
$\ln(1 + I_{t-1})$	-0,05 (0,06)
$\ln(X_{1960})$	0,001 (0,0009)
$\ln(1 + Y_{t-1})$	-0,03 (0,06)
$\ln(1 + M_t)$	0,08 (0,60)
$\ln(1 + M_{t-1})$	0,09 (0,83)
$\ln(H_{t-1})$	-0,01 (0,01)
$\ln(1 + Y_{t-2})$	0,02 (0,05)
$\ln(1 + M_{t-2})$	0,40 (0,52)
$\ln(1 + H_{t-2})$	-0,001 (0,009)
Observaciones	295

Errores estándar robustos en paréntesis. * Significativo al 10%;
Significativo al 5%; *Significativo al 1%.

Cuadro 6

DETERMINANTES DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO - ESTIMACIÓN PANEL DINÁMICO - MUESTRA: 22 PAÍSES RICOS

Variable dependiente: $\ln(1 + \text{Tasa de crecimiento del PIB per cápita})$

Constante	0,06 (0,04)
$\ln(1 + I_{t-1})$	-0,16 (0,10)
$\ln(X_{1960})$	-0,002 (0,002)
$\ln(1 + Y_{t-1})$	-0,10 (0,10)
$\ln(1 + M_t)$	0,49 (1,75)
$\ln(1 + M_{t-1})$	0,55 (1,68)
$\ln(H_{t-1})$	0,005 (0,01)
$\ln(1 + Y_{t-2})$	0,02 (0,09)
$\ln(1 + M_{t-2})$	-0,002 (0,002)
$\ln(H_{t-2})$	0,031 (0,012)**
Observaciones	110

Errores estándar robustos en paréntesis. * Significativo al 10%;
Significativo al 5%; *Significativo al 1%.

¹⁰ Esto fue encontrado también por Hausmann *et al.*, 2005.

Cuadro 7
DETERMINANTES DEL CRECIMIENTO
ECONÓMICO - ESTIMACIÓN PANEL
DINÁMICO - MUESTRA: 37 PAÍSES POBRES

Variable dependiente: Ln (1+Tasa de crecimiento del PIB per cápita)

Constante	-0,002 (0,023)
$Ln (1+I_{t-1})$	-0,03 (0,08)
$Ln (X_{1960})$	0,0001 (0,001)
$Ln (1+Y_{t-1})$	-0,02 (0,08)
$Ln (1+M_t)$	0,11 (0,73)
$Ln (1+M_{t-1})$	-0,03 (1,03)
$Ln (H_{t-1})$	-0,01 (0,01)
$Ln (1+Y_{t-2})$	0,02 (0,07)
$Ln (1+M_{t-2})$	-0,47 (0,66)
$Ln (H_{t-2})$	-0,008 (0,01)
Observaciones	185

Errores estándar robustos en paréntesis. * Significativo al 10%;
 Significativo al 5%; *Significativo al 1%.

es posible entonces argumentar que la inversión en capital físico es relevante en este modelo cuando se encuentra contemporánea al crecimiento.

V. Resumen y conclusiones

En este trabajo se utilizó la vertiente del capital humano (incluyendo variables demográficas) de la teoría del crecimiento económico para plantear un modelo que intenta explicar las diferencias en las tasas de aumento del ingreso *per cápita* de

diferentes países. El modelo es compatible con la tesis de la transición demográfica, esto es, con la tesis de un comportamiento de "u" invertida de la tasa de crecimiento poblacional ante aumentos del ingreso *per cápita* a causa de las variaciones en los determinantes de la escogencia familiar entre dos alternativas: más cantidad de niños y mejor calidad de su educación.

El modelo consta de cuatro ecuaciones simultáneas que, mediante reemplazamientos sucesivos, se redujo a una ecuación para hacer sencillas las estimaciones econométricas.

El método econométrico empleado para realizar la estimación del modelo fue un *panel* dinámico para tres grupos de países en el período 1960-2000. El primero de ellos es una muestra global de 59 países. El segundo consta de 22 países con niveles de ingreso en PPA para el año 2000 mayores a diez mil dólares y denominados ricos. El último grupo es de aquellos países, 37, dentro de la muestra global con niveles de ingreso en PPA para el año 2000 menores a diez mil dólares: los países pobres.

Los resultados arrojados por la muestra total señalan un resultado interesante. La tasa de inversión en capital físico es una variable importante para explicar el crecimiento económico, así: un aumento de 10 puntos porcentuales en aquella generaría un aumento de 1,9 puntos porcentuales de la tasa de crecimiento económico.

En la estimación para la segunda muestra de países, los denominados ricos, se encuentran varios resultados importantes. Primero, una de las dos variables que estaría explicando el crecimiento económico (además de la constante) es la tasa de inversión y cada aumento de 10 puntos

porcentuales de esta tiene un efecto de 2,7 puntos porcentuales de la tasa de crecimiento de la economía. Segundo, la tasa de inversión en capital humano en el quinquenio inmediatamente anterior ($t-1$) no es significativa pero en el quinquenio previo ($t-2$) tiene efecto positivo y significativo. Una posible explicación que sugiere el modelo teórico es el hecho de que el mercado siempre tiene dos componentes, oferta y demanda; en este último caso, un aumento de la demanda de capital humano puede ser predominante y, gracias a esto, la contribución de este factor al crecimiento económico es la que sugiere la teoría del capital humano. Tercero, el componente exógeno del crecimiento (que, supuestamente, incluiría la tasa de cambio técnico exógeno) es significativo y tiene un impacto importante dentro de la estimación del modelo. Cuarto, no hay evidencia para afirmar que los "milagros" o "desastres" se auto-perpetúan. Es decir, hay "esperanzas" para la recuperación quinquenal (en caso de que el desempeño económico no haya sido bueno) o, por el contrario, para la recesión quinquenal futura. Finalmente, el modelo señala evidencia de convergencia condicional.

Los resultados para los países de la tercera muestra ("pobres") son similares a los obtenidos en la estimación global: la única variable significativa en el modelo es la tasa de inversión en capital físico, que tiene un efecto positivo en el crecimiento: un aumento de 10 puntos porcentuales de esta tasa aumenta la de crecimiento económico en 1,5 puntos porcentuales.

Con el objetivo de controlar por la posibilidad de endogeneidad de la variable inversión en capital físico, se realizaron las estimaciones del modelo reemplazando esta variable contemporánea al crecimiento por su rezago del primer

periodo. Sin embargo, los resultados no fueron satisfactorios.

Hemos mostrado que nuestro modelo reproduce de forma efectiva el evento de transición demográfica. Los resultados que arrojan las distintas estimaciones permiten concluir que la significancia de las variables es condicional a la muestra de países empleada, al menos bajo la metodología utilizada en nuestros ejercicios econométricos y dado el período de tiempo analizado.

Por tanto, de acuerdo con este trabajo el nivel de inversión en capital físico explica más el crecimiento económico que las variables demográficas o de capital humano en un período de tiempo no muy largo. Además, los determinantes del desempeño económico de los países ricos (distintos a aquellos sintetizados por la tasa de inversión en capital físico) difieren bastante de los que corresponden a países pobres.

Probablemente un modelo con el cual se intente explicar el crecimiento económico con variables demográficas y de capital humano requiere un período de estudio mucho más largo, de siglos, tal vez, pero desafortunadamente no se tienen estadísticas disponibles de más de 45 años, de forma que se hace imposible una estimación de tipo realmente histórico.

Los resultados que arrojan las distintas estimaciones permiten concluir que la significancia de las variables es condicional a la muestra de países empleada, al menos bajo la metodología utilizada en nuestros ejercicios econométricos y dado el período de tiempo analizado.

Por tanto, de acuerdo con este trabajo el nivel de inversión en capital físico explica más el

crecimiento económico que las variables demográficas o de capital humano en un período de tiempo no muy largo. Además, los determinantes del desempeño económico de los países ricos (distintos a aquellos sintetizados por la tasa de inversión en capital físico) difieren bastante de los que corresponden a países pobres.

Un trabajo muy interesante a realizar sería la construcción de una base de datos que permitiese

tener estimaciones aproximadas de las variables consideradas en este trabajo para períodos de tiempo mayores a fin de realizar nuevas evaluaciones, probablemente más adecuadas, de las hipótesis referentes a las relaciones entre transición demográfica, inversión en capital humano y crecimiento económico.

Bibliografía

- Baier, Scott; Gerald Dwyer, y Robert Tamura (2006), "How Important are Capital and Total Factor Productivity for Economic Growth?". *Economic Inquiry*, Vol. 44, No. 1, pp. 23-49.
- Barlow, Robin (1994), "Population Growth and Economic Growth: Some More Correlations". *Population and Development Review*, Vol. 20, No. 1, pp. 153-165.
- Barro, Robert J. (1991), "Economic Growth in a Cross Section of Countries". *Quarterly Journal of Economics*, 106, pp. 407-443.
- ____ y Jong-Wha Lee (2000), "International Data on Educational Attainment: Updates and Implications", CID Working Paper No. 42.
- Becker, Gary (1974), "On the relevance of the new economics of family", *The American Economic Review*, Vol. 64 No. 2, pp. 317- 319.
- ____ y Robert Barro (1986), "Altruism and the Economic Theory of Fertility". *Population and Development Review*, Vol. 12, Supplement: Below-Replacement Fertility in Industrial Societies: Causes, Consequences, Policies, pp. 69-76.
- ____, Kevin Murphy, y Robert Tamura (1990), "Human Capital, Fertility and Economic Growth". *The Journal of Political Economy*, Vol. 98, No. 5, Part 2: The Problem of Development: A Conference of the Institute for the Study of Free Enterprise System, S12-S37.
- Bloom, David, y Jeffrey Williamson (1998a), "Demographic Transitions and Economic Miracles in Emerging Asia". *The World Bank Economic Review*, Vol. 2, No. 3, pp. 419-455.
- Chakraborty, Shanka (2004), "Endogenous Lifetime and Economic Growth". *Journal of Economic Theory*, Vol. 116, pp. 119-137.
- Colin, Cameron, y Pravin Trivedi (2005), *Microeconometrics: Methods and Applications*. Cambridge University Press.
- Cotts-Watkins, Susan (1987), "The Fertility Transition: Europe and Third World Compared", *Sociological Forum*, Vol. 2, No.4, Special Issue: Demography as an Interdiscipline, pp. 645-673.
- De la Croix, David, y Matthias Doepke (2003), "Inequality and Growth: Why Differential Fertility Matters". *The American Economic Review*, Vol. 93, No.4, pp. 1091-1113 .
- Gwartney, James; Randall Holcombe, y Robert Lawson (2006), "Institutions and the Impact of Investment on Growth". *KYKLOS*, Vol. 59, No. 2, pp. 255-273.
- Kalemli-Ozcan, Sebnem (2002), "Does Mortality Decline Promote Economic Growth?". *Journal of Economic Growth*, Vol.7, pp. 411-439.
- Hausmann, Ricardo, Lant Pritchett, y Dani Rodrik (2005), *The Journal of Economic Growth*, Vol.10, No.10, pp. 303-329.
- Lucas, Robert E., Jr. (2002), *Lectures on Economic Growth*. Harvard University Press.
- Mankiw, Gregory; David Romer, y David Weil (1992), "A Contribution to the Empirics of Economic Growth". *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 107, No.2, pp. 407-437.
- Razin, Assaf, y Uri Ben-Zion (1975), "An Intergenerational Model of Population Growth". *The American Economic Review*, Vol. 65, No. 5, pp. 923-933.
- Rosenzweig, Mark (1990), "Population Growth and Human Capital Investments: Theory and Evidence". *The Journal of Political Economy*, Vol. 98, No. 5, Part 2: The Problem of Development: A Conference of the Institute for the Study of Free Enterprises Systems, S38-S70.
- Rubiano, Eliana (2006), "El crecimiento económico de segunda mitad del siglo xx: qué modelo logra interpretarlo? Pontificia Universidad Javeriana. *Mimeo*.
- Schultz, Paul (1984), "Human Capital, Family Planning, and Their Effects on Population Growth". *The American Economic Review*, pp. 255-260.
- Summers, Robert, y Alan Heston. "Penn World Tables 5.6". (2006), Disponible en línea en <http://pwt.econ.upenn.edu.co>
- Wilkinson, Maurice (1973), "An Econometric Analysis of Fertility in Sweden, 1870-1965". *Econometrica*, Vol.41, No. 4, pp. 633-642.
- World Bank (2004), *World Development Indicators (2004)*, World Bank, Washington D.C., 2004.

Anexo

Cuadro 1
VALOR COEFICIENTES DEL MODELO EN
ESTADO ESTACIONARIO

Coefficiente	Valor asignado	Coefficiente	Valor asignado
β_{01}	0.01	α_1	-0.1
β_1	0.2	α_2	0.1
β_2	-0.001	α_3	-0.05
β_3	0.2	α_4	0.1
β_4	-0.1	γ_{01}	0.005
θ_{01}	0.001	γ_1	0.3
θ_1	0.2	γ_2	0.1
θ_2	-0.2	γ_3	-0.1
α_{01}	0.1	γ_4	0

Cuadro 2
VALOR INICIAL DE LAS
VARIABLES

Coefficiente	Valor inicial
Tasa de crecimiento del PIB <i>per cápita</i> - y	0
Tasa de inversión en capital humano - h	0
Tasa de crecimiento poblacional - n	0,1
Tasa de fertilidad - f	1
Tasa de inversión en capital físico - i	0
Nivel inicial de PIB <i>per cápita</i> - X_0	0

Cuadro 3
PAÍSES INCLUIDOS Y UBICACIÓN REGIONAL

Región	Código	País	Región	Código	País
LAC	ARG	Argentina	Asia	LKA	Sri Lanka
Oceania	AUS	Australia	África	LSO	Lesotho
Europa	AUT	Austria	LAC	MEX	México
Europa	BEL	Bélgica	África	MWI	Malawi
LAC	BOL	Bolivia	Asia	MYS	Malasia
LAC	BRA	Brasil	África	NER	Niger
LAC	BRB	Barbados	LAC	NIC	Nicaragua
Europa	CHE	Suiza	Europa	NLD	Holanda
LAC	CHL	Chile	Europa	NOR	Noruega
África	CMR	Camerún	Asia	NPL	Nepal
LAC	COL	Colombia	Oceania	NZL	Nueva Zelanda
LAC	CRI	Costa Rica	Asia	PAK	Pakistán
África	DZA	Argelia	LAC	PAN	Panamá
LAC	ECU	Ecuador	LAC	PER	Perú
Europa	ESP	España	Asia	PHL	Filipinas
Europa	FIN	Finlandia	Europa	PRT	Portugal
Europa	FRA	Francia	LAC	PRY	Paraguay
Europa	GBR	Reino Unido	África	SEN	Senegal
África	GHA	Ghana	LAC	SLV	El Salvador
Europa	GRC	Grecia	Europa	SWE	Suecia
LAC	GTM	Guatemala	Asia	SYR	República Árabe Siria
LAC	HND	Honduras	África	TGO	Togo
Asia	IDN	Indonesia	Asia	THA	Tailandia
Asia	IND	India	LAC	TTO	Trinidad y Tobago
Europa	ISL	Islandia	LAC	URY	Uruguay
Asia	ISR	Israel	Norte América	USA	Estados Unidos
Europa	ITA	Italia	LAC	VEN	Venezuela
LAC	JAM	Jamaica	África	ZMB	Zambia
África	KEN	Kenia	África	ZWE	Zimbabwe
Asia	KOR	Corea del Sur			

Cuadro 4
PAÍSES "RICOS" Y UBICACIÓN REGIONAL

Región	Código	País	Región	Código	País
LAC	ARG	Argentina	Asia	KOR	Corea del Sur
Europa	AUT	Austria	Europa	NLD	Holanda
Europa	AUS	Australia	Europa	NZL	Nueva Zelanda
LAC	BRB	Barbados	Europa	NOR	Noruega
Europa	BEL	Bélgica	Europa	PRT	Portugal
Europa	FIN	Finlandia	Europa	ESP	España
Europa	FRA	Francia	Europa	CHE	Suiza
Europa	GRC	Grecia	Europa	SWE	Suecia
Europa	ISL	Islandia	LAC	TTO	Trinidad y Tobago
Asia	ISR	Israel	Europa	GBR	Reino Unido
Europa	ITA	Italia	Norte América	USA	Estados Unidos

Cuadro 5
PAÍSES "POBRES" Y UBICACIÓN REGIONAL

Región	Código	País	Región	Código	País
LAC	BOL	Bolivia	Asia	MYS	Malasia
LAC	BRA	Brasil	África	NER	Niger
LAC	CHL	Chile	LAC	NIC	Nicaragua
África	CMR	Camerún	África	NPL	Nepal
LAC	COL	Colombia	Asia	PAK	Pakistán
LAC	CRI	Costa Rica	LAC	PAN	Panamá
África	DZA	Argelia	LAC	PER	Perú
LAC	ECU	Ecuador	Asia	PHL	Filipinas
África	GHA	Ghana	LAC	PRY	Paraguay
LAC	GTM	Guatemala	África	SEN	Senegal
LAC	HND	Honduras	LAC	SLV	El Salvador
Asia	IDN	Indonesia	Asia	SYR	Siria
Asia	IND	India	África	TGO	Togo
LAC	JAM	Jamaica	Asia	THA	Tailandia
África	KEN	Kenia	LAC	URY	Uruguay
Asia	LKA	Sri Lanka	LAC	VEN	Venezuela
África	LSO	Lesotho	África	ZMB	Zambia
LAC	MEX	México	África	ZWE	Zimbabwe
África	MWI	Malawi			

Cuadro 6
FUENTE DE LOS DATOS

Tasa de mortalidad menores de cinco años	World Development Indicators 2004
Años promedio de educación	Barro y Lee 2000
Tasa de crecimiento anual PIB <i>per cápita</i>	World Development Indicators 2004
Producto Interno Bruto en PPA	Penn World Table 6.1.
Inversión como proporción del PIB	Penn World Table 6.1.