

# **Educación y crecimiento económico entre 1975 y 2005: una aplicación del modelo de datos del panel dinámico de Arellano y Bond<sup>1</sup>**

*Education and economic growth between  
1975 and 2005: an application of the dynamic  
panel data model of Arellano and Bond*

*Educação e crescimento econômico entre  
1975 y 2005: uma aplicação do modelo de  
dados do painel dinâmico de Arellano e Bond*

**Santiago Bonilla Cárdenas**

Docente de la Universidad Autónoma de Occidente, Cali-Colombia  
sbonilla@uao.edu.co

**Recibido:** 08.05.13

**Aprobado:** 30.10.13

---

<sup>1</sup> Este artículo surge a partir de la tesis de Maestría en Economía Aplicada del autor, quien agradece los consejos y sugerencias de los profesores Carlos H. Ortiz, Ph.D. y Jorge Barrientos, Ph.D. Cualquier error persistente es responsabilidad exclusiva del autor.

## Resumen

El objetivo principal del presente trabajo es contrastar la hipótesis de algunas teorías del crecimiento económico, según las cuales la acumulación de capital humano influye positivamente sobre la tasa de crecimiento económico de un país. Utilizando años promedio de educación como *proxy* del capital humano, se emplea la metodología de Arellano y Bond (1991) sobre un panel de 62 países, entre los años 1975 a 2005. Se encuentra que el total de años promedio de educación, así como el nivel de desarrollo estructural y el esfuerzo de inversión de un país, son significativos para explicar su tasa de crecimiento económico.

**Palabras clave:** Capital Humano, Educación, Crecimiento Económico, Arellano-Bond.

## Abstract

The main goal of this paper is to test the hypothesis of some economic growth theories, according to which human capital accumulation affects positively a country's rate of economic growth. Using average years of schooling as a proxy for human capital and Arellano and Bond's (1991) methodology, the study is conducted on a panel of 62 countries, between the years 1975 and 2005. It is found that the total of average years of schooling, as well as the level of structural development and investment effort of a country, are significant in order to explain the rate of economic growth.

**Keywords:** Human Capital, Education, Economic Growth, Arellano-Bond.

## Resumo

O objetivo principal do presente trabalho é contrastar a hipótese de algumas teorias do crescimento econômico, segundo as quais a acumulação de capital humano influi positivamente sobre a taxa de crescimento econômico do país. Utilizando uma média de anos de educação como *Proxy* do capital humano, usa-se a metodologia de Arellano e Bond (1991) sobre um painel de 62 países, entre 1975 e 2005. Estima-se que a média de anos de educação total, assim como o nível de desenvolvimento estrutural e do esforço de investimento de um país, são significativos para explicar sua taxa de crescimento econômico.

**Palavras-chave:** Capital Humano, Educação, Crecimiento Económico, Arellano-Bond.



## 1. Introducción

La idea de que la educación es una de las bases del desarrollo de un país no es nueva. Desde hace ya varias décadas es un concepto que se reitera por parte de investigadores en casi todas las áreas del conocimiento, y el propósito de mejorar la educación en cuanto a cobertura y calidad por medio de reformas al sistema es una bandera utilizada por hacedores de política en todo el mundo. Sin embargo, resulta interesante contrastar mediante los datos qué tan cierta puede ser tal intuición. Es por ello que el objetivo del presente trabajo de investigación es examinar la relación entre educación y crecimiento económico para un conjunto heterogéneo de países a lo largo de varias décadas; es decir, empleando metodología de datos panel.

A pesar de que existen muchos modelos teóricos que destacan el papel del capital humano en el crecimiento del ingreso de las economías (Lucas 1988; Romer 1986), lo cierto es que no parece haber consenso en cuanto al contraste de la teoría con los datos. Trabajos clásicos como el de Barro (1991), o algunos menos famosos como el de Gyimah-Brempong, Mitiku y Paddison (2006), encuentran que la educación, que es una de las dimensiones del capital humano, sí importa para explicar el crecimiento del PIB *per cápita*. Sin embargo, otras investigaciones hallan que dicha variable no es significativa para explicar el crecimiento económico, al menos por sí sola. Otros trabajos (Levin y Kelley 1994; Oroval y Escardíbul 1998) destacan la importancia de ciertos insumos complementarios que también deben impulsarse si se desea que la educación afecte a la tasa de crecimiento del PIB *per cápita*.

Mediante la consolidación de un panel de datos de 62 países, con un período de análisis que abarca de 1975 a 2005, el presente trabajo pretende realizar una estimación por la metodología de Arellano y Bond (1991) para contrastar la hipótesis según la cual la educación afecta positivamente al crecimiento económico, un debate de gran importancia en términos de política económica que existe desde los primeros estudios que resaltaban el papel del capital humano. Aun teniendo en cuenta que existen otros aspectos que hacen parte del capital humano, el presente trabajo utilizará la educación como variable *proxy*. Una revisión de la literatura concerniente muestra que en trabajos de cobertura internacional, dada la dificultad para encontrar más variables, la educación se convierte en la principal forma de medir la acumulación de capital humano.

El contenido del artículo es el siguiente: En la Sección 2 se encuentra una revisión de dicha literatura. La Sección 3 examina el sustento teórico a la educación como determinante del crecimiento económico. La Sección 4 explica la metodología de Arellano y Bond para datos panel. La Sección 5 contiene los resultados de la estimación utilizando dicha metodología; y se concluye en la Sección 6.

## 2. Antecedentes en la literatura

Barro (1991) encuentra una serie de regularidades empíricas con respecto a la tasa de crecimiento económico promedio 1960-1985 de un corte transversal de 98 países. Con respecto al capital humano, medido por las tasas de matrícula escolar, el autor encuentra que su nivel inicial de 1960 está relacionado positivamente con la tasa de crecimiento del PIB *per cápita*. Sin embargo, debe notarse

que el análisis de Barro es estático, puesto que utiliza promedios de la variable dependiente, que es la tasa de crecimiento del PIB *per-cápita*, entre 1960 y 1985 para medir la capacidad explicativa de las variables de capital humano. Se hace evidente que deben utilizarse metodologías que permitan tener en cuenta los cambios a través del tiempo en las variables económicas, y así captar mejor sus efectos sobre el crecimiento de una economía.

Un referente importante es el trabajo clásico de Mankiw, Romer y Weil (1992), en el cual los autores utilizan una versión del modelo neoclásico de Solow aumentado con capital humano. En dicho modelo modificado, se plantea que la acumulación de capital humano ayuda a contrarrestar los rendimientos decrecientes en la acumulación de capital físico. Dado que el stock de capital humano de una sociedad es una variable que a su vez tiene muchos componentes, como el nivel de educación, las condiciones generales de salud, el entrenamiento específico para las labores productivas, etc., los autores toman como *proxy* el porcentaje de la población en edad de trabajar matriculado en escuela secundaria. Los resultados obtenidos muestran que el capital humano, capturado a través de la mencionada variable de educación, es significativo para explicar las diferencias internacionales en ingreso *per-cápita*.

Por su parte, Levin y Kelley (1994) ponen a prueba los postulados de muchos hacedores de política pública, según los cuales la educación por sí sola representa una solución ante problemas de inequidad, productividad y crecimiento económico. Los investigadores argumentan, basados en evidencia de estudios previos, que mejoras en la educación solo pueden generar incrementos en la productividad y potenciar el crecimiento económico si hay oportunidades para emplear esa fuerza de trabajo más educada. Es decir, la efectividad de la educación depende de la disponibilidad de otros insumos que actúan como complementarios a dicha variable. Esto puede sustentar, como se verá más adelante, que también es necesario tener en cuenta factores como el desarrollo productivo de una economía en tal sentido.

En este mismo orden, Oroval y Escardíbul (1998) analizan el tratamiento que diversas escuelas de pensamiento económico han dado a la educación como determinante del crecimiento económico. En su conclusión, los autores destacan el papel de la educación y la formación como determinantes del crecimiento económico, subrayando que deben darse una serie de condiciones (políticas, sociales, económicas, culturales, etc.) para que dicha relación causal suceda.

El artículo de Krueger y Lindahl (2001) arroja luz sobre la aparente discrepancia entre los resultados de los estudios microeconómicos a nivel de país, que encuentran evidencia de que la educación es un determinante del ingreso para los individuos, y muchos de los estudios a nivel macro de crecimiento, que no encuentran relación significativa entre el incremento en la educación y la tasa de crecimiento económico. Los autores concluyen que dicha discrepancia se debe al alto grado de error de medición en los datos en primeras diferencias de escolaridad entre países; una vez se tiene en cuenta dicho error de medición, se encuentra que los incrementos en el nivel educativo sí son significativos para explicar el crecimiento económico de los países.

No solo se ha investigado el efecto de la educación sobre el crecimiento, sino también las implicaciones de que exista desigualdad en la distribución de dicho



indicador de capital humano al interior y entre países. Castelló y Doménech (2002) construyen, a partir de datos de logro educativo, índices de desigualdad en capital humano para un conjunto de naciones. Con dichos datos los autores encuentran que altos índices de desigualdad en la educación de los países conllevan bajas tasas de inversión y, consecuentemente, bajas tasas de crecimiento económico.

Ramcharan (2004) utiliza un modelo teórico para mostrar cómo la composición del capital humano de un país es de gran relevancia para determinar el rumbo de desarrollo económico. El autor argumenta que la inversión en el nivel equivocado de escolaridad puede llevar a que tal acumulación de capital humano no tenga efecto sobre el crecimiento económico.

Existen otros artículos que examinan la relación educación-crecimiento económico utilizando métodos de datos panel. Uno de tales artículos es el de Gyimah-Brempong, Mitiku y Paddison (2006), el cual investiga los efectos de distintos niveles de capital humano sobre el crecimiento económico. A diferencia de los anteriores trabajos mencionados, éste utiliza datos correspondientes al período entre 1960 y 2000 para 34 países africanos, construyendo así un panel dinámico. Sin embargo, los autores no justifican el uso del estimador de panel dinámico de Arellano y Bond, sino que se ciñen a la ecuación de regresión empleada por Mankiw, Romer y Weil (1992) añadiendo una variable regresora adicional, que es la probabilidad de incidencia de guerra civil. Los resultados de la estimación muestran que el nivel alto de educación superior tiene una incidencia significativa y positiva sobre la tasa de crecimiento del PIB *per-cápita* en los países de la muestra.

En el trabajo de Castro y Ortiz (2008) se estima un modelo de panel usando un estimador de Efectos Fijos incorporando la variable “años promedio de educación” para indagar su efecto sobre el producto por trabajador, pero el coeficiente asociado a dicha variable no resulta ser significativo. Los autores argumentan al respecto que la educación solo es importante para explicar el ingreso por trabajador si va acompañada de un proceso integral de industrialización y tecnificación de la economía, lo cual garantizaría que ese incremento en el capital humano pueda ser aprovechado exitosamente.

Finalmente, dentro de los trabajos que utilizan series de tiempo se encuentra el de Huang, Jin y Sun (2009), quienes emplean un modelo de Vector de Corrección de Error (VECM) para el análisis de la relación entre matriculados en educación superior y PIB en China, entre los años 1972 y 2007. Se encuentra que los logaritmos de ambas variables son integrados de primer orden, y que existe una relación de cointegración entre ellos. Posteriormente, con el análisis impulso respuesta se prueba que un *shock* en los matriculados en educación superior ocasiona una respuesta positiva por parte del PIB en China.

### 3. Un sustento teórico a la educación

Patrinos y Psacharopoulos (2011) ofrecen un panorama sobre los logros educativos en el mundo desde el año 1900 hasta el presente y esbozan algunas perspectivas y retos para el futuro. Asimismo, dedican una parte de su trabajo a mencionar los orígenes de la conexión entre educación y desarrollo económico. De

acuerdo con los autores, tal relación se sugirió por primera vez desde principios de la década de 1960 por parte de investigadores de la “escuela del capital humano” de la Universidad de Chicago, como Schultz y Becker. Su enfoque sostenía que la educación podía verse como una inversión: del mismo modo en que un individuo puede invertir en una máquina con el fin de obtener rendimientos en el futuro, el mismo individuo decide destinar recursos a educarse, con la expectativa de recibir un mayor salario en el futuro. Adicionalmente, planteaban que trabajadores más educados aportaban a la producción nacional más que aquellos con menor educación.

Posteriormente, la idea se expandió en las décadas de 1980 y 1990 para abarcar una mirada de tipo macroeconómico, en tanto que los postulantes de la “nueva teoría del crecimiento”, como Lucas (1988) y Romer (1986), argumentaron que la educación no solo tenía el efecto de aumentar la productividad de quien la recibía, sino que adicionalmente tenía un efecto externo sobre el resto de la economía. De este modo, se postuló que los logros en educación de un país generaban un efecto que se potenciaba a sí mismo y llevaba a un mayor crecimiento económico, mayor que aquel logrado únicamente debido a la suma de las productividades de los individuos con mayor educación. Desde ese momento, se inició toda una corriente de trabajos que se planteaban por primera vez estimar el aporte de la educación al crecimiento económico de un país, dados los efectos adicionales que esta trae.

Algunos de estos efectos adicionales son menores tasas de criminalidad, en tanto que es menos probable que individuos con alto nivel de educación incurran en actividades que produzcan daño sobre la sociedad. Lochner y Moretti (2004) estudian la relación entre educación y crimen en Estados Unidos, y encuentran que una parte significativa de los retornos sociales a la educación proviene de la reducción en la criminalidad. Esto sugiere que la educación no solo capacita a la fuerza de trabajo de una economía para desempeñarse mejor en actividades económicas, sino que también puede proveer a los individuos de principios éticos y morales para su correcta conducta en la sociedad; por otro lado, muchos investigadores sugieren que existen beneficios de la educación en términos de mejores condiciones de salud de la población.

Cutler y Lleras-Muney (2006) encuentran en su investigación que existe un “gradiente” asociado a la educación que lleva a que aumentos en el nivel educativo de las personas las induzca a modos de pensar y patrones de decisión distintos de aquellas personas con bajos niveles de educación. Algunos ejemplos de esto podrían ser mejores hábitos alimenticios y de aseo personal; finalmente, suele plantearse que las actividades de Investigación y Desarrollo (*R&D*) son de importancia en el proceso continuo de mejoras en la tecnología de una economía. El progreso tecnológico no se da por sí solo en una economía, sino que usualmente es fruto del esfuerzo emprendido, ya sea por el Estado o empresas privadas, de financiar actividades científicas investigativas. De este modo, no es difícil imaginarse que una fuerza de trabajo educada es condición vital para realizar dichas actividades de Investigación y Desarrollo en un país. Por ende, también se resalta el papel de la educación en este sentido, no como causante directo de mayores actividades de *R&D*, sino como insumo necesario para emprenderlas.



Teniendo en cuenta las anteriores razones por las cuales se postula a la educación como una posible variable explicativa de la tasa de crecimiento económico de un país, se aprecia que una manera sencilla de modelar tal efecto es mediante el modelo de Solow aumentado por capital humano, como lo hacen Mankiw, Romer y Weil (1992). En dicho modelo, se parte de una función de producción que, en términos de unidades efectivas *per-cápita*, depende del stock de capital físico y el stock de capital humano. Asumiendo rendimientos decrecientes para ambos tipos de capital en conjunto, se llega a una ecuación que muestra cómo el ingreso *per-cápita* depende de la acumulación de capital físico y humano. Sin embargo, al ser este un modelo de crecimiento exógeno, se tiene que en el largo plazo la tasa de crecimiento del producto *per-cápita* es igual a cero, a menos que se suponga una tasa constante de progreso tecnológico.

Así, el modelo de Mankiw, Romer y Weil (1992), por ser de crecimiento exógeno al estilo de Solow, no presenta total consistencia con la argumentación del presente trabajo, en el sentido de que la educación sí puede influir positivamente sobre la tasa de crecimiento de una economía en el largo plazo, más aun cuando dicho proceso viene acompañado de avances en otros factores de carácter estructural. De este modo, es necesario adoptar como marco teórico un modelo de crecimiento endógeno, en el que se obtenga crecimiento económico sostenido a partir de los procesos de acumulación de ciertos insumos.

El modelo de Lucas (1988) muestra una función de producción en términos *per-cápita* que depende del componente tecnológico habitual, del stock de capital físico por trabajador, y del stock de capital humano. De igual manera, se presenta una ecuación diferencial que muestra la evolución de dicho stock de capital humano a lo largo del tiempo. Puesto que no existen límites al conocimiento humano, el modelo de Lucas predice un estado de crecimiento sostenido a lo largo del tiempo. Así, el elemento clave del modelo de Lucas es que el stock de conocimientos de una sociedad puede aumentarse sucesivamente a través de investigación científica y tecnológica, políticas estatales que contribuyan a aumentar el número de años promedio de educación de la población, así como mejoras continuas en la calidad de esos años de educación, factores que impulsarán indefinidamente el crecimiento de una economía. Esa también es la esencia del modelo AK de Rebelo (1991), en el cual el stock de capital total de la economía,  $K$ , contiene tanto el stock de capital físico como el de capital humano. Por tanto, de acuerdo con Rebelo, no tienen por qué existir rendimientos decrecientes en la acumulación de capital total. Aunque pueden existir restricciones en el proceso de acumulación de capital físico, la no existencia de un límite teórico en el proceso de acumulación de conocimiento humano lleva, nuevamente, a la consecución de un estado de crecimiento económico sostenido.

Vale la pena anotar que también existe un debate en torno a la dirección de la causalidad entre educación y crecimiento económico. Algunos investigadores han argumentado, apoyados en los datos, que la educación, a su vez, puede explicarse a partir del crecimiento de un país; de este modo, entre mayor sea el crecimiento económico, más invertirá la nación en la educación de su población. Sin embargo, el robusto marco teórico propuesto principalmente por Lucas (1988) y Romer (1986) establece que es la acumulación de capital humano, a través de actividades deliberadas de investigación y desarrollo o políticas de

expansión de la cobertura educativa, por ejemplo, la que genera crecimiento económico sostenido. Así, aunque sea posible encontrar en algunos casos regularidades empíricas que defiendan una causalidad de crecimiento económico a educación, el presente trabajo se apoya en el mencionado marco teórico del capital humano para contrastar la hipótesis de la educación como posible determinante del crecimiento del ingreso *per-cápita*, y no al revés. No obstante, es una discusión interesante para ser desarrollada en futuros trabajos.

No debe dejar de tenerse en cuenta el argumento estructuralista planteado por Castro y Ortiz (2008), según el cual la educación es importante para explicar el crecimiento de los países siempre que también exista un progreso paralelo en el sector industrial que permita aprovechar esos logros educativos en actividades productivas que generen crecimiento económico. Como se veía anteriormente, los argumentos de Levin y Kelley (1994) también abogaban por la necesidad de insumos complementarios a la educación. Por lo tanto, el modelo econométrico propuesto por Mankiw, Romer y Weil (1992) debe enriquecerse añadiendo una variable que capte el desarrollo estructural del país.

De acuerdo con el modelo teórico de crecimiento económico de corte estructuralista desarrollado por Ortiz (2007), el sector manufacturero posibilita más la introducción de nuevas tecnologías al no depender tan directamente de factores naturales como el sector agrícola. Al ser intensivo en ciencia y tecnología, permite un mayor grado de aprendizaje en sus actividades. Así, dado que el sector manufacturero es aquel en el que se concentra más el fenómeno del aprendizaje en la práctica, el modelo de Ortiz genera una reasignación progresiva del capital desde el sector productor del bien de consumo hacia el sector productor del bien de capital (sector manufacturero), lo que el autor identifica como cambio estructural, y que genera crecimiento económico sostenido. De este modo, el modelo de Ortiz sustenta que el tamaño del sector manufacturero en relación con el producto total de la economía es un indicador del nivel de desarrollo estructural de un país; entre más grande sea el sector manufacturero de una economía, más se aprovechará el potencial de aprendizaje que esta posee y así se generará mayor crecimiento del producto.

#### 4. Metodología de Arellano y Bond

Cuando se tiene un panel de datos, a menudo puede desearse modelar una variable para la cual no es fácil encontrar muchas variables explicativas, ya sea porque no son observables o porque muchos países no tienen una infraestructura de recolección de datos muy avanzada y no reportan tales variables. En el presente caso, existen muchas variables relevantes para explicar el crecimiento económico de los países, pero querer incluirlas significaría excluir a muchos países del presente análisis. Adicionalmente, muchas variables económicas a menudo se pueden explicar en gran parte por su pasado. Por tanto, se opta por incluir como variable explicativa a la variable dependiente rezagada. De tal manera, siguiendo la exposición en Baltagi (2005), el modelo econométrico para datos panel más simple a estimar, excluyendo toda variable exógena, sería:

$$y_{it} = \alpha + \lambda y_{it-1} + v_{it}, \text{ con } v_{it} = c_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

En el modelo (1)  $y_{it}$  es la tasa de crecimiento del PIB *per-cápita* para el país  $i$  en el momento  $t$ ,  $\alpha$  es una constante, para todos los países, independiente del momento del tiempo, y  $v_{it}$  es el término de error. Este último está compuesto por  $c_i$ , que es un efecto inobservable específico para cada país, independiente del tiempo, y de un error idiosincrático  $\varepsilon_{it}$ , que varía en cada momento del tiempo para cada país; ambos componentes del término de error se distribuyen idéntica e independientemente con media cero y varianza constante. El problema es que estimar la anterior ecuación acarrea un problema de endogeneidad, en tanto que existe un efecto de heterogeneidad para cada país que es independiente del tiempo, por lo cual

$$E(y_{it-1}v_{it}) \neq 0$$

Por tanto, la solución al anterior problema es realizar primeras diferencias sobre la ecuación original

$$\Delta y_{it} = \lambda \Delta y_{it-1} + \varepsilon_{it}$$

Sin embargo, el problema de no exogeneidad se sigue presentando, ya que

$$E(\Delta y_{it-1} \Delta \varepsilon_{it}) \neq 0$$

Es entonces cuando se plantea la solución de Arellano y Bond (1991), según la cual se usan instrumentos para cada observación, y se estima mediante el Método Generalizado de Momentos (GMM), de manera que este estimador es consistente.

En primer lugar, es necesario buscar un instrumento para  $\Delta y_{it-1}$ , ya que dicha variable está correlacionada con el término de error en diferencia. El vector de instrumentos, al que llamaremos  $Z_t$ , debe cumplir tres características:

- $Z_t$  no está en  $\Delta y_{it-1}$
- $E(Z_t \Delta \varepsilon_{it}) = 0$
- $E(\Delta y_{it-1} Z_t) \neq 0$

Si se cumplen tales condiciones, entonces  $Z_t$  es un vector de instrumentos válido, ya que proporciona información de la variable a instrumentar  $\Delta y_{it-1}$ , pero al mismo tiempo no está correlacionada con el término de perturbación  $\Delta \varepsilon_{it}$ .

Como ya se mencionó, Arellano y Bond (1991) encuentran que la manera de instrumentar a la variable  $\Delta y_{it-1}$  es mediante rezagos de la misma variable en, dependiendo del período en que se esté, de modo que se utilice toda la información posible. Para ilustrar esto, supóngase que se tiene un panel de  $N$  individuos y  $T=4$  períodos, y el modelo a estimar es el siguiente, en el cual es  $x_{it}$  una variable exógena:

$$\Delta y_{it} = \lambda \Delta y_{it-1} + \beta' x_{it} + \Delta \varepsilon_{it}$$

Así, para el momento  $t=3$  se tendría:

$$\Delta y_{i3} = \lambda (y_{i2} - y_{i1}) + \beta' \Delta x_{i3} + (\varepsilon_{i3} - \varepsilon_{i2})$$

Claramente se nota que existe endogeneidad, puesto  $y_{i2}$  que se encuentra relacionada con  $\varepsilon_{i2}$ . La propuesta de Arellano y Bond (1991), para este período, es instrumentar  $\Delta y_{i2}$  mediante  $y_{i1}$ . Puede verse que dicha variable cumple las condiciones necesarias para ser un instrumento adecuado:

- $y_{i1}$  no es  $\Delta y_{i2}$
- $E [y_{i1} (\epsilon_{i3} - \epsilon_{i2})] = 0$
- $E (y_{i1} \Delta y_{i3}) \neq 0$

De igual modo, para el momento  $t=4$ , se tendrá que  $y_{i2}$  y  $y_{i1}$  serán adecuados para instrumentar  $\Delta y_{i3}$ . Así, puede notarse con el anterior ejemplo que en la medida en que aumentan los períodos de tiempo de la muestra, se tendrán más instrumentos para la variable dependiente en diferencias rezagada. Esto muestra que el estimador de Arellano y Bond (1991) utiliza más información que otros estimadores para datos panel, como el de Anderson y Hsiao (1981). Vale la pena anotar, en todo caso, que siempre se perderán dos períodos de observaciones: uno por aplicar diferencias, y otro por emplear un rezago de la variable dependiente.

Adicionalmente, debido a la manera como ha sido construido el modelo, se tiene que:

$$E (\Delta \epsilon_i \Delta \epsilon_i') = \sigma_\epsilon^2 A \neq \sigma_\epsilon^2 I$$

Esto significa que la matriz de varianza covarianza del error no es igual a la varianza por una idéntica, sino que la varianza del error, para cada individuo, es  $2\sigma_\epsilon^2$  y existe autocorrelación de orden 1. La solución a este problema es estimar la ecuación del panel dinámico en diferencias, usando los instrumentos propuestos, mediante el Método Generalizado de Momentos. En esto consiste el estimador de Arellano y Bond (1991).

Como ya se explicó, el hecho de que sería muy difícil –si no imposible– conseguir todas las variables exógenas que probablemente explican el crecimiento del PIB *per cápita* para todos los países de la muestra, lleva a considerar el modelo de panel dinámico de Arellano y Bond (1991), puesto que emplea la variable dependiente rezagada como una de las variables explicativas. Así, al tener una variable que explica en gran medida a la variable dependiente (ésta misma rezagada), se pueden incluir otras variables exógenas de las que se tenga disposición para contrastar su importancia en la determinación de la variable dependiente. Adicionalmente, la metodología de Arellano y Bond es apropiada para datos de panel en los que el número de individuos es más grande que el de períodos de observación, como ocurre en el presente trabajo ( $N=62$ ,  $T=7$ ).

Usando los modelos de crecimiento económico de Lucas (1988) y Rebelo (1991), se sustenta teóricamente que el crecimiento del PIB *per cápita* de un país depende de su acumulación de capital físico y capital humano, es decir, de su propensión a invertir en bienes de capital y de sus logros educativos. Por el lado del argumento estructuralista, también se debe incluir una variable que capte el nivel de desarrollo estructural de la economía, pues de esto depende que se pueda aprovechar exitosamente una fuerza de trabajo educada. Algunos trabajos, como el de Ortiz, Castro y Badillo (2009), suelen emplear como *proxy* del desarrollo estructural el coeficiente insumo-producto del sector manufacturero en la economía. Dicha variable captura el nivel de integración existente en la industria de un país, lo cual es un indicador directo del desarrollo estructural de la misma. Sin embargo, para esto sería necesario recolectar datos sobre consumo intermedio y producción bruta del sector manufacturero para cada país



de la muestra, desde el año 1975 en adelante, lo cual resulta considerablemente difícil. Por lo tanto, se tomó como variable *proxy* del desarrollo estructural a la participación del sector manufacturero en el PIB.

Así, las variables a utilizar en este trabajo son las siguientes: la variable *gpib*, que se desea explicar, es la tasa de crecimiento del PIB *per-cápita* de cada país en el período 1975-2005; la variable *inv* corresponde a la participación de la inversión en el PIB *per-cápita* de cada país; la variable *educ* muestra los años promedio de educación para cada país; por último, *S2* es el tamaño relativo del sector manufacturero en cada país para los años de análisis. Por tanto, el panel dinámico a estimarse por el método de Arellano y Bond es el siguiente:

$$gpib_{it} = \alpha + \beta_1 gpib_{it-1} + \beta_2 inv_{it} + \beta_3 educ_{it} + \beta_4 S2_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

El presente estudio utiliza tres bases de datos, que comprenden el período 1975-2005 con frecuencia quinquenal para países de todo el mundo. Por un lado, de la base de datos de Barro y Lee (2010) se toman las variables de educación. Por el otro, se usa la base de datos de Heston, Summers y Aten (2009) para extraer las variables correspondientes a crecimiento del PIB *per-cápita* e inversión como proporción del PIB *per-cápita*. La participación del sector manufacturero en la economía se obtuvo de la base de datos *World Development Indicators* (2012), del Banco Mundial. El número de países en la muestra resultó ser de 62 luego de hacer la consolidación de las distintas bases de datos, puesto que algunas de las naciones que aparecían en una, no aparecían en otra.

## 5. Estimación del panel dinámico

### 5.1 Los datos

Como se decía anteriormente, la variable dependiente en el modelo a estimar (2) es la tasa de crecimiento del PIB *per-cápita* (*gpib*), calculada a precios constantes del 2005 en unidades de Paridad de Poder Adquisitivo (*PPP*). La participación de la inversión en el PIB (*inv*) se calculó también a partir de dichas dos variables en unidades *PPP* constantes del 2005. La variable *educ* del modelo (2) puede referirse particularmente a cualquiera de las siguientes: años promedio de educación primaria (*prim*), años promedio de educación secundaria (*secund*), años promedio de educación terciaria (*terci*), o años promedio de educación total (*total*), que es la suma de las tres primeras. Con esto se pretende contrastar qué tipo de educación es más importante en su aporte al crecimiento económico (de serlo), o si es el conjunto de los tres lo que influye sobre tal variable (de influir). La participación del sector manufacturero (*S2*) es el valor agregado del sector manufacturero como porcentaje del PIB, tomado de la base de datos del Banco Mundial.

La elección de los años promedio de educación como variable de capital humano se argumenta en el sentido en que presenta los resultados como tales en

materia de política educativa<sup>3</sup>, en lugar de insumos para su consecución; otras variables utilizadas en la literatura económica, como el porcentaje del PIB destinado a educación, la inversión anual en educación, o las tasas de matrícula, captan el esfuerzo de un país por mejorar su capital humano, pero no necesariamente captan los resultados efectivos. Fenómenos como la deserción escolar y la corrupción, entre otros, pueden incidir en que los esfuerzos por incrementar el nivel educativo de la población de un país no se vean recompensados. Por ende, se decidió tomar como medida del capital humano los años promedio de educación en el presente trabajo.

A continuación, se presenta la Tabla 1 con estadísticas descriptivas de las variables incluidas en este trabajo.

**Tabla 1.** Estadísticas descriptivas de la base de datos

Variable	Etiqueta	Obs.	Media	Desv. Est.	Mín	Max
<b>Tasa crecimiento PIB per-cáp. (%)</b>	<i>gpib</i>	434	1,60	6,24	-32,28	69,33
<b>Inversión/PIB (%)</b>	<i>inv</i>	434	20,79	11,95	1,00	69,94
<b>V. agregado manuf./ PIB (%)</b>	<i>S2</i>	434	16,02	7,31	3,19	40,23
<b>Años promedio educación total</b>	<i>total</i>	434	5,42	2,92	0,23	13,19
<b>Años promedio educación primaria</b>	<i>prim</i>	434	3,63	1,74	0,19	7,66
<b>Años promedio educación secundaria</b>	<i>secund</i>	434	1,62	1,56	1,15	5,57
<b>Años promedio educación terciaria</b>	<i>terci</i>	434	0,23	0,23	0,27	1,68

**Fuente:** elaboración propia.

Como puede verse, se trata de un panel balanceado, puesto que se cuenta con información completa para todas las variables utilizadas. Es importante mencionar esto, ya que no contar con el mismo número de observaciones para cada uno de los países generaría problemas con la matriz de varianza-covarianza de los estimadores, de modo que la varianza de estos resultaría ser más grande que en el caso de un panel balanceado, al tiempo que se generaría sesgo en los estimadores (Bruno 2005). De este modo, el presente trabajo evita tales inconvenientes.

No sobra mencionar que el panel utilizado contiene países de todas las regiones y de todos los niveles de desarrollo socioeconómico, por lo cual es posible asegurar que, a pesar de presentar menos de la tercera parte del total de naciones en el mundo, contiene un nivel aceptable de heterogeneidad para considerarlo

2 Por supuesto, se está dejando de un lado la cuestión de la calidad de esos años de educación, pero esto se encuentra por fuera del alcance del presente trabajo.

una muestra representativa. El listado con los países de la muestra aparece en el Anexo 1.

## 5.2 Resultados

Se corrieron regresiones usando el estimador de Arellano y Bond (1991) y otros métodos de estimación para datos panel, con el objetivo de comparar resultados. En todos los métodos de estimación, correspondientes a Efectos Aleatorios, Efectos Fijos y estimación de Arellano y Bond, se incluyeron como variables explicativas la inversión como proporción del PIB (para captar el esfuerzo de acumulación de capital fijo), la participación del sector manufacturero en el PIB (para captar el nivel de desarrollo estructural), y las distintas medidas de capital humano que se mencionaban arriba. Vale la pena aclarar que la variable dependiente rezagada solo se emplea en la estimación de Arellano y Bond como variable explicativa, ya que hacerlo en los otros métodos traería como resultado estimaciones inconsistentes. Los resultados de las estimaciones se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Resultados de estimación por Efectos fijos, Efectos aleatorios y Arellano-Bond usando *prim*, *secund* y *terci*

Variable	Efectos Fijos	Efectos Aleatorios	Arellano-Bond
<i>gpib(-1)</i>	-	-	0,0357* (0,0201)
<i>inv</i>	0,1397*** (0,0492)	0,0420 (0,0357)	0,0754* (0,0386)
<i>S2</i>	0,0416 (0,0807)	0,1128*** (0,0384)	0,1771*** (0,0586)
<i>prim</i>	1,0244* (0,5705)	0,0396 (0,2489)	1,2933*** (0,4617)
<i>secund</i>	0,3118 (0,6188)	0,3599 (0,4000)	0,2686 (0,5661)
<i>terci</i>	4,3469* (2,5262)	-0,6589 (1,1735)	0,7626 (2,4364)
<i>const</i>	-7,1621*** (2,3722)	-1,6377 (1,2077)	-8,1961*** (1,4461)
<b>Chi cuadrado de Wald</b> †	-	14,06	86,09
<b>R<sup>2</sup></b>	0,0210	0,037	-
<b>Num. Instrumentos</b>	-	-	26
<b>Num. Observaciones</b>	434	434	372

Nivel de significación: \*\*\* 1%, \*\* 5%, \* 10%.  
 En todos los casos se usaron errores estándar robustos, los cuales se muestran entre paréntesis.  
 †: para Efectos Aleatorios, el test de Wald es con 5 grados de libertad; para Arellano-Bond es con 6.

**Fuente:** elaboración propia.

Como se puede observar, los resultados usando metodología de Efectos Fijos y Efectos Aleatorios no muestran efectos muy significativos de la educación

sobre el crecimiento económico. Difícilmente el nivel de educación primaria y educación terciaria resultaron significativos tan solo al 10%, empleando metodología de Efectos Fijos. Sin embargo, el coeficiente de determinación  $R^2$  es sumamente bajo para tal estimación. En la estimación por metodología de Arellano y Bond (1991), se encuentra que las variables de desarrollo estructural y educación primaria resultan significativas al 1%. Esto puede explicarse por el despegue económico de algunos países de la muestra, que en el período de tiempo analizado pasaron de tener inicialmente muy pocos años de educación y bajo crecimiento económico, a acumular capital humano en sus niveles más básicos y empezar así a experimentar tasas de crecimiento económico positivas; sin embargo, la variable dependiente rezagada y la variable de inversión solo resultan significativas al 10%, al tiempo que los demás niveles de educación no parecen ser significativos para explicar el crecimiento del PIB *per-cápita*. En suma, los resultados parecen sugerir que los niveles más básicos de educación, junto con las variables de inversión física y desarrollo estructural, son determinantes para el crecimiento económico. Sin embargo, puede emplearse también la variable de años promedio de educación total, para captar el posible efecto que tengan sobre el crecimiento económico los tres tipos de educación conjuntamente. Los resultados de esto se encuentran en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Resultados de estimación por Efectos fijos, Efectos aleatorios y Arellano-Bond usando *total*

Variable	Efectos Fijos	Efectos Aleatorios	Arellano-Bond
<i>gpib(-1)</i>	-	-	0,0393** (0,0193)
<i>inv</i>	0,1446*** (0,0492)	0,0420 (0,0354)	0,0772** (0,0379)
<i>S2</i>	0,0381 (0,0798)	0,1084*** (0,0376)	0,1918*** (0,0573)
<i>total</i>	0,9303*** (0,2165)	0,1081 (0,1001)	0,8891*** (0,1561)
<i>const</i>	-7,0583*** (2,2332)	-1,5977 (1,1557)	-8,0371*** (1,2599)
<b>Chi cuadrado de Wald†</b>	-	14,06	94,73
<b>Estadístico F††</b>	10,48	-	-
<b>R<sup>2</sup></b>	0,022	0,036	-
<b>Num. Instrumentos</b>	-	-	24
<b>Num. Observaciones</b>	434	434	372

Nivel de significación: \*\*\* 1%, \*\* 5%, \* 10%.  
 En todos los casos se usaron errores estándar robustos, los cuales se muestran entre paréntesis. En Arellano-Bond, se empleó adicionalmente el estimador de dos pasos por Mínimos Cuadrados Generalizados.  
 †: para Efectos Aleatorios, el test es con 3 grados de libertad; para Arellano-Bond es con 4.  
 ††: el test de Fisher tiene grados de libertad (3,61).

**Fuente:** elaboración propia.



Como se aprecia en la Tabla 3, al utilizar el método de Efectos Aleatorios solo se obtiene una variable significativa para explicar el crecimiento económico, que es la *proxy* de desarrollo estructural. Empleando el método de Efectos Fijos, tanto la variable de educación como la de inversión resultan determinantes para explicar el crecimiento económico. Sin embargo, la variable asociada al desarrollo estructural de la economía no es significativa, lo que estaría en desacuerdo con la teoría estructuralista mencionada en apartados anteriores.

Ahora bien, al analizar los resultados de la estimación por el método de Arellano y Bond (1991) empleando *total* como variable de educación, se encuentra que tanto los logros educativos totales como el nivel de desarrollo estructural de una economía, y su esfuerzo de inversión, tienen un impacto significativo sobre el crecimiento de su PIB *per-cápita*. Asimismo, todas las variables tienen el signo esperado. El signo de la variable dependiente rezagada muestra una relación positiva de la tasa de crecimiento económico con su pasado, lo cual estaría a favor de los modelos de crecimiento económico sostenido referenciados anteriormente (Rebelo 1991; Romer 1986; Lucas 1988). Así, resulta notable que el total de años promedio de educación de un país sí parece tener un efecto significativo sobre su crecimiento económico. De hecho, puede notarse que la magnitud del coeficiente asociado a la variable educativa es similar en la estimación por Efectos Fijos y por la metodología de Arellano y Bond.

También es de gran importancia realizar un análisis posterior de la estimación de Arellano y Bond (1991) para comprobar la validez de los resultados encontrados. La prueba de Sargan permite contrastar estadísticamente que los instrumentos utilizados en la estimación hayan sido los adecuados. De tal forma, se espera que los residuales de la regresión no se encuentren correlacionados con el conjunto de variables exógenas empleadas. Al aplicar la prueba de sobreidentificación de Sargan<sup>3</sup> en la estimación correspondiente a la Tabla 3 se obtuvo un valor  $S=15,1562$ . El valor chi-cuadrado con los correspondientes 19 grados de libertad hace que  $Prob > \chi^2 = 0,7126$ . Por ende, no se rechaza  $H_0$  de restricciones de sobreidentificación válidas, es decir, los instrumentos utilizados en la regresión son adecuados.

No sobra mencionar que, a pesar de que la metodología empleada evita un problema de endogeneidad de la manera ya mencionada en apartados anteriores, siempre existe la posibilidad de que alguna de las variables "exógenas" empleadas en el modelo se encuentre correlacionada con variables relevantes no incluidas en la estimación, que se encontrarían en el término de error, por lo cual persistirían problemas de endogeneidad. Al respecto, sería recomendable incluir en el futuro más variables exógenas que expliquen el crecimiento económico de los países, de modo que el término de perturbación del modelo se parezca cada vez más a un error puramente aleatorio. Así, en el presente trabajo solo se verifica que la magnitud de este posible problema no sea muy grande, a través de pruebas post-estimación.

Adicional a la prueba de sobreidentificación realizada, es importante corroborar el grado de autocorrelación en los residuales de la estimación de Arellano

---

3 Las fórmulas para el cálculo del estadístico de Sargan y el estadístico de las pruebas de autocorrelación en los residuales aquí referenciados, se pueden encontrar en Arellano y Bond (1991).

y Bond (1991). En primer lugar, recuérdese que al estar los residuales en primeras diferencias, necesariamente se debe cumplir que haya correlación de primer orden. Por tanto, se espera rechazar la hipótesis nula de no autocorrelación de primer orden. El estadístico  $m_1$  calculado a partir de dichos residuales, para la estimación correspondiente de la Tabla 3, fue  $m_1 = -2,0159 \sim N(0, 1)$ , de manera que  $Prob > Z = 0,0438$ . Por tanto,  $H_0: E(\Delta \in_{it} \Delta \in_{it-1}) = 0$ , se rechaza.

Para correlación de orden 2 en adelante, se espera que la hipótesis nula de cero autocorrelación en los residuales en diferencias no se pueda rechazar, ya que de otra forma el modelo no estará explicando una parte importante de la variable dependiente. El estadístico  $m_2$  calculado para contrastar dicha hipótesis fue  $m_2 = -0,4493 \sim N(0, 1)$ , por lo cual  $Prob > Z = 0,6532$ . Así,  $H_0: E(\Delta \in_{it} \Delta \in_{it-2}) = 0$ , no se rechaza.

Dado lo anterior, se tiene que del orden 3 en adelante tampoco se rechazará, ya que dicha relación se va debilitando a medida que aumentan los rezagos. En suma, las pruebas de post-estimación abogan por la validez de los resultados de la estimación por el método de Arellano y Bond (1991) empleando *total* como variable de educación.

## 6. Conclusiones

Desde la segunda mitad del siglo XX, la economía empezó a postular teóricamente la importancia del capital humano en la generación de riqueza. Inicialmente, los estudios se hicieron a nivel de individuo, para luego pasar al análisis del papel del capital humano y el conocimiento en el crecimiento económico de las naciones. Aportes teóricos demostraban el papel vital que jugaba la educación para explicar el rápido avance de muchas economías del mundo en el siglo pasado, y recalcan la importancia que seguiría teniendo dicho factor en el futuro, cuando el nivel de conocimientos de una sociedad determinaría su capacidad de generar avance tecnológico y crecimiento sostenido.

Sin embargo, a nivel empírico no ha sido posible demostrar definitivamente si la educación es importante para explicar el crecimiento del PIB *per cápita* de los países. Las conclusiones de muchos estudios no concuerdan con lo que encuentran otros investigadores de la materia, y se argumenta que esto puede tener que ver con la muestra empleada (en algunos países importa, en otros no), con la calidad de los datos utilizados, con la necesidad de incluir variables complementarias, en el sentido de que la educación por sí sola no puede producir resultados, etc.

El presente trabajo utilizó la muestra de países más grande que fue posible encontrar para el período de tiempo más amplio que se pudiera abarcar con el objetivo de contrastar la importancia de los logros educativos en la determinación del crecimiento económico. Teniendo en cuenta la idea de que la educación por sí sola no es suficiente para generar crecimiento, se empleó una variable que captara el nivel de desarrollo estructural de la economía, así como la idea clásica de incluir la acumulación de capital físico como determinante. Tomando en consideración la enorme dificultad de encontrar otras variables que se sugieren para explicar el crecimiento económico para la muestra de 62 países entre 1975 y 2005 utilizada, se decidió emplear la metodología de panel dinámico de

Arellano y Bond, que permite usar la propia variable dependiente como variable explicativa para suplir en parte dicho faltante, y al mismo tiempo tener en cuenta la posible dinámica autorregresiva del crecimiento del PIB *per-cápita*.

Los resultados de la estimación están en favor de la teoría según la cual la educación es de vital importancia para explicar la tasa de crecimiento de una economía. Se encontró que, de los tres niveles educativos empleados en la muestra, el nivel de educación primaria es importante en la determinación de la tasa de crecimiento económico de un país. No obstante, la suma de los tres niveles educativos –los años de educación en su conjunto– también resultó significativa para determinar la tasa de crecimiento del PIB *per-cápita* en una economía. De igual modo, se comprobó la idea estructuralista de que es trascendental la capacidad productiva de un país para sacar provecho del conocimiento de su población con el fin de generar dicho crecimiento económico. En tal sentido, no sobra mencionar que el apoyo estatal a la educación y al fortalecimiento del sector industrial es más que deseable si se quiere encontrar una senda de crecimiento sostenido que beneficie a toda la población.

## Referencias bibliográficas

- Anderson, Theodore W. y Cheng Hsiao. «Estimation of Dynamic Models with Error Components». *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 76, No. 375, septiembre de 1981: 589-606.
- Arellano, Manuel y Stephen Bond. «Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations». *Review of Economic Studies*, Vol. 58, No. 2, abril de 1991: 277-297.
- Baltagi, Badi. H. *Econometric Analysis of Panel Data*. Chichester: John Wiley & Sons, 2005.
- Barro, Robert J. «Economic Growth in a Cross Section of Countries». *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 106, No. 2, mayo de 1991: 407-443.
- \_\_\_\_\_ y Jong-Wha Lee. «A New Data Set of Educational Attainment in the World, 1950-2010». *NBER Working Paper*, No. 15902, 2010: 1-47.
- Bruno, Giovanni S. F. «Estimation and Inference in Dynamic Unbalanced Panel Data Models with a Small Number of Individuals». *Stata Journal (StataCorp LP)*, Vol. 5, No. 4, diciembre de 2005: 473-500.
- Castelló, Amparo y Rafael Doménech. «Human Capital Inequality and Economic Growth: Some New Evidence». *Economic Journal*, Vol. 112, No. 478, marzo de 2002: C187-C200.
- Castro, Javier y Carlos H. Ortiz. «Technological Integration and Income Gaps». *Lecturas de Economía*, Vol. 68, enero de 2008: 219-247.
- Cutler, David y Adriana Lleras-Muney. «Education and Health: Evaluating Theories and Evidence». *NBER Working Papers*, No. 12352, 2006: 1-37.
- Gyimah-Brempong, Kwabena, Oliver Paddison y Workie Mitiku. «Higher Education and Economic Growth in Africa». *Journal of Development Studies*, Vol. 42, No. 3, abril de 2006: 509-529.
- Heston, Alan, Robert Summers y Bettina Aten. «Penn World Table Version 6.3». *Center for International Comparisons of Production, Income and Prices*. Philadelphia: University of Pennsylvania, 2009.

- Huang, Feixue, Ling Jin y Xiaoli Sun. «Relationship between Scale of Higher Education and Economic Growth in China». *Asian Social Science*, Vol. 5, No. 11, noviembre de 2009: 55-60.
- Krueger, Alan B. y Mikael Lindahl. «Education for Growth: Why and for Whom?». *Journal of Economic Literature*, Vol. 39, No. 4, diciembre de 2001: 1101-1136.
- Levin, Henry M. y Carolyn Kelley. «Can Education Do It Alone?». *Economics of Education Review*, Vol. 13, No. 2, junio de 1994: 97-108.
- Lochner, Lance y Enrico Moretti. «The Effect of Education on Crime: Evidence from Prison Inmates, Arrests, and Self-Reports». *American Economic Review*, Vol. 94, No. 1, marzo de 2004: 155-189.
- Lucas, Robert Jr. «On the Mechanics of Economic Development». *Journal of Monetary Economics*, Vol. 22, No. 1, julio de 1988: 3-42.
- Mankiw, N. Gregory, David Romer y David N. Weil. «A Contribution to the Empirics of Economic Growth». *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 107, No. 2, mayo de 1992: 407-437.
- Oroval, Esteve y Josep Oriol Escardíbul. «Aproximaciones a la relación entre educación y crecimiento económico: revisión y estado actual de la cuestión». *Hacienda Pública Española*, Vol. Monográfico, 1998: 49-60.
- Ortiz, Carlos H. «Aprendizaje en la práctica, crecimiento acelerado y cambio estructural». *Documentos de Trabajo CIDSE*, No. 95, febrero de 2007: 1-20.
- \_\_\_\_\_, Javier Castro y Erika Badillo. «Industrialization and Growth: Threshold Effects of Technological Integration». *Cuadernos de Economía*, Vol. 28, No. 51, 2009: 75-97.
- Patrinos, Harry A. y George Psacharopoulos. «Education: Past, Present and Future Global Challenges». *Policy Research Working Papers* (The World Bank), No. 5616, marzo de 2011: 1-33.
- Ramcharan, Rodney. «Higher or Basic Education? The Composition of Human Capital and Economic Development». *IMF Staff Papers*, Vol. 51, No. 2, 2004: 309-326.
- Rebelo, Sergio. «Long-Run Policy Analysis and Long-Run Growth». *Journal of Political Economy*, Vol. 99, No. 3, junio de 1991: 500-521.
- Romer, Paul M. «Increasing Returns and Long-Run Growth». *Journal of Political Economy*, Vol. 94, No. 5, octubre de 1986: 1002-1037.
- World Bank. *World Development Indicators 2012*. Washington, D.C.: The World Bank, 2012. Último acceso mayo de 2013, <http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators>

## Anexo 1

### Países incluidos en la base de datos

Algeria	Denmark	Malawi	South Africa
Argentina	Dominican Republic	Malaysia	Sri Lanka
Barbados	Egypt	Mali	Sudan
Benin	Fiji	Malta	Swaziland
Bolivia	Finland	Mexico	Thailand
Botswana	Ghana	Nepal	Togo
Brunei	Guyana	Netherlands	Tonga
Burundi	Honduras	New Zealand	Tunisia
Cameroon	India	Norway	Turkey
Central African Republic	Indonesia	Pakistan	Uganda
Chile	Iran	Papua New Guinea	United States
China	Italy	Paraguay	Venezuela
Colombia	Jordan	Philippines	Zambia
Cote d'Ivoire	Kenya	Rwanda	Zimbabwe
Cuba	Korea, Republic of	Saudi Arabia	
Cyprus	Lesotho	Singapore	

**Fuente:** elaboración propia.