

La Educación y el Crecimiento Económico: Caso empírico del Modelo de Solow

Tesis

Facultad de Economía

Presentado por:

María Carolina Bernal Montoya

Septiembre 2017  
Bogotá D.C.

## La Educación y el Crecimiento Económico: Caso empírico del Modelo de Solow

*María Carolina Bernal Montoya.*

### **Resumen**

A partir de un análisis empírico, el estudio busca demostrar la relación entre la educación y el desarrollo económico tomando como referencia una muestra de diversos países alrededor del mundo, entre ellos, países que hacen parte de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico – OCDE y países latinoamericanos. Para cumplir con lo anterior, se analizó el modelo de Solow, replicando el modelo propuesto por los economistas Mankiw, Romer y Weil, el cual utiliza el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios. Los datos arrojados sugieren que, el factor educación influye positivamente en el crecimiento económico. Así como su influencia es mayor y estadísticamente viable en países con alto grado de desarrollo, los cuales invierten un monto más alto para tener a su población mejor preparada para el futuro.

**Palabras claves:** Crecimiento económico, investigación y desarrollo, educación, patentes, modelo de crecimiento de Solow.

### **Abstract**

Based on an empirical analysis, the study wants to demonstrate the relationship between education and economic development, taking as a reference a sample of countries around the world, including countries that are part of the Organization for Economic Co-operation and Development - OECD and Latin American countries. In order to comply this objective, the Solow model was analyzed, replicating the model proposed by the economists Mankiw, Romer and Weil, which uses the method of Ordinary Least Squares. Evidence suggests that the education factor positively influences economic growth. As well as its influence is greater in countries with high degree of development, which invest a higher amount to have its population better prepared for the future.

**Keywords:** Economic growth, research and development, education, patents, Solow growth model.

## Tabla de Contenido

Contenido	
<b>Resumen</b> .....	2
<b>Abstract</b> .....	2
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	4
<b>2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	5
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	8
<b>4. MARCO TEÓRICO: EL MODELO DE SOLOW Y LA EDUCACIÓN</b> .....	8
<b>5. METODOLOGÍA</b> .....	10
<b>6. CONCLUSIÓN</b> .....	17
<b>7. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	18
<b>8. ANEXOS</b> .....	20

## 1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de los años, los economistas y hacedores de política pública, en una búsqueda constante por entender y determinar cuáles son los factores que influyen en el crecimiento económico de un país, han desarrollado modelos económicos que involucran diversas variables para hallar la manera más adecuada de explicar dicho crecimiento. Este documento analizará el papel que cumple la educación en el crecimiento económico a la luz del modelo de Solow.

Actualmente, la investigación, el desarrollo y la innovación (I+D+i) se considera esencial para las empresas que quieren desarrollar o mantener una ventaja competitiva sostenida, para de esta manera poder hacerle frente a una mayor competencia, derivada de la globalización de los mercados, el denominado Know-How y los cambios tecnológicos, aspectos esenciales que repercuten en el crecimiento económico de una nación (Álvarez, 2015). Ejemplo de ello es Finlandia, que dejó de ser un país que dependía de la agricultura y las exportaciones de materias primas, a ser una nación con el mejor sistema educativo, y a ocupar los primeros lugares en los rankings de competitividad internacional, transparencia y con el mayor número de investigadores científicos per cápita en el Índice de Desarrollo Humano de las Naciones Unidas. Singapur no se queda atrás y pasó de ser un país catalogado del tercer mundo, con un PIB menor al de la mitad de Argentina o Jamaica al momento de su independencia, a ser una potencia en poco menos de cuatro décadas, con un ingreso per cápita que lo posiciona entre los 10 mejores del mundo (Oppenheimer, 2010).

Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo de este trabajo está encaminado en determinar y analizar con base en el Modelo de Solow, la existencia de relación entre la educación y el crecimiento económico, en varios de los países del mundo con características y desarrollos diferentes. Lo anterior, con el fin de contrastar los resultados de cada una de las regresiones y poder determinar en el caso de existir una relación, en que grupo de países es mayor el efecto.

Para este efecto se tomó como referencia el modelo de crecimiento económico de Solow, tomando como referencia el modelo utilizado por Mankiw, Romer y Weil. Haciendo uso del método de Mínimos Cuadros Ordinarios (MCO) se analizan los resultados encontrados, entregando evidencia y sustento a este modelo de crecimiento económico, sobre los tres escenarios estudiados, a saber: el primer escenario analiza una muestra de 91 países alrededor del mundo; el segundo, toma como referencia países latinoamericanos; y en el tercer escenario se analizan los resultados con países que hacen parte de la OCDE.

Por consiguiente, el documento se estructura de la siguiente manera: En la primera parte se realiza una revisión de literatura referente a la educación y su relación con crecimiento

económico; posteriormente, se presenta el modelo de crecimiento económico de Solow y el Método de Mínimo Ordinarios (MCO). La tercera parte consta de la metodología utilizada en donde se analizan las variables definidas por medio del MCO para los tres escenarios propuestos. Finalmente, se presentan los resultados y las conclusiones de este ejercicio.

En este punto cabe aclarar, que, si bien en la literatura económica existen varios trabajos enfocados en lograr explicar el comportamiento del crecimiento económico de los países, este documento tiene como contribución el análisis en varios de los países del mundo, incluyendo los latinoamericanos y aquellos que hacen parte de la OCDE, resaltando que sin importar las diferencias económicas y geográficas que tiene cada una de estas naciones, la educación, es esencial para su crecimiento y progreso económico. Adicionalmente, el valor agregado de este trabajo frente a la literatura revisada es que este documento corrobora el modelo de Solow y a su vez el mismo modelo aumentado con inversión en educación demuestra que tienen un efecto positivo en el crecimiento económico.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

En el campo académico existe un sin número de estudios relacionados con el crecimiento económico y la educación como producción intelectual<sup>1</sup> como producción intelectual. Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico - OCDE, la I+D+i (Investigación + Desarrollo + Innovación) son fuente de crecimiento económico, ya que en el caso de las empresas que están innovando, son generadoras de empleo, que ayudan a la dinámica económica de un país (OCDE, 2013). En esta línea, es importante aclarar que la producción intelectual puede ser entendida desde diversas perspectivas, entre ellas desde la investigación básica, aplicada o de desarrollo. (RICYT, 2016). Sin embargo, la frontera entre investigación básica y aplicada suele ser bastante difusa, pero la investigación aplicada, es la que puede conducir a conocimientos científicos importantes (Galloso, 2010).

En Latinoamérica, a pesar del enorme crecimiento la población estudiantil en la última década, la educación secundaria y universitaria de calidad es un fenómeno limitado a unos pocos, y las buenas escuelas son la excepción. Apenas el 27 por ciento de los jóvenes en edad universitaria en América Latina están en la universidad y otras instituciones de educación terciaria, comparado con el 69 por ciento en países industrializados, según datos de la OCDE<sup>2</sup>. Por su parte la producción intelectual, entendida como I+D+i cuenta con elementos

---

<sup>1</sup> Se entiende por producción intelectual, la producción de escritos científicos, literarios y humanísticos, la producción de obras artísticas, y la producción de inventos, de diseños o desarrollos tecnológicos originales. Consultado en: <http://www.javeriana.edu.co/vicerrectoria-academica/produccion-intelectual-obras-y-criterios>. el 5 de junio de 2017.

<sup>2</sup> Texto tomado de: ¡Basta de Historias! La obsesión latinoamericana con el pasado y las 12 claves del futuro, de Andrés Oppenheimer. Edición de septiembre de 2010.

que están muy ligados entre sí con la educación y la producción de capital humano, ya que cuando las empresas, universidades o sector productivo, a medida que investigan y se preocupan por el desarrollo y la eficiencia, tanto de sus productos como de sus actividades propias y la capacitación del capital humano, surgen ideas y procesos innovadores que benefician tanto a la propia empresa como a la economía en general. Es decir, el conocimiento científico y tecnológico es una de las principales riquezas de las sociedades contemporáneas, convirtiéndose en un elemento indispensable para impulsar el desarrollo económico y social (Maravert, M., Molina J., y Molina R. J., 2016).

De acuerdo a la revisión realizada de la literatura económica sobre la educación, la producción intelectual y el crecimiento económico, se puede evidenciar que esta relación ha sido analizada desde diferentes ámbitos, como el gasto en educación, investigación y desarrollo, el número de patentes logradas por país y las publicaciones científicas entre otros (Maravert, Molina y Molina R. J., 2016). En dicho estudio, se analiza la relación existente entre la educación y el crecimiento económico, con el fin de explicar el vínculo entre la producción científica como capital humano y su incidencia en el crecimiento y desarrollo de las economías. En este análisis, se utilizó un modelo multinivel de análisis que modelaba por un lado las solicitudes de patentes por país, y por el otro, los artículos publicados anualmente. A su vez, se analizó la influencia sobre el crecimiento que tenían variables como el total de investigadores y el gasto o inversión en investigación y desarrollo por países. En resumen, su trabajo de investigación arrojó que la incidencia de estas variables afectaba positivamente la competitividad y junto con las exportaciones de los bienes de alta tecnología, generaban balanzas de pagos con superávit.

En otro análisis se identifica que la I+D+i, puede desarrollarse bajo la teoría de un modelo multi-estructural y multifuncional de la triple hélice, en donde los actores son: la administración gubernamental, los agentes tecnológicos y la industria, que, al relacionarse entre sí, generan desarrollo económico basado en el conocimiento (Padilla-Meléndez y Garrido-Moreno, 2012). La innovación como sujeto de estudio desde hace ya varios años, ha tenido un papel protagónico en el análisis de crecimiento económico. Tal es el caso del estudio realizado por Galindo, Ribeiro y Méndez (2012), en donde tuvieron como referencia el modelo de Schumpeter y utilizaron como método de estimación datos de panel con efectos fijos, para 11 países desarrollados. La investigación comprobó que la innovación aumenta el crecimiento económico y este a su vez incrementa el bienestar social del país<sup>3</sup>.

Por su parte, el economista Jean-Baptiste Kolié (2016), motivado por el crecimiento de las últimas décadas de países como Brasil y China, realizó una investigación en donde su principal objetivo fue analizar longitudinalmente el patrón de comportamiento de las

---

<sup>3</sup> Adicionalmente, muestran que el clima social representado por la formación y la distribución de la renta, y la política monetaria, representada por la oferta monetaria, estimulan las innovaciones.

actividades de I+D+i en Brasil, China, Rusia, India y Sudáfrica (países conocidos por la sigla BRIC) junto con México, para determinar la causalidad con el crecimiento económico. Con los resultados que arrojó este estudio, se concluyó que la rapidez del crecimiento económico de los BRIC en los últimos años, se debe tanto a la prioridad que le han dado a la investigación científica e innovación tecnológica, como a la estrecha relación que existe entre los investigadores y las empresas. Por esta razón, las actividades de I+D+i se convierten en productos de alto contenido tecnológico que contribuyen a la competitividad en los mercados mundiales, afectando positivamente el crecimiento económico.

En concordancia con los estudios anteriores que muestran la estrecha relación entre la educación, capital humano, el I+D+i y el crecimiento económico, se ha mencionado una variable que depende de esta actividad y es la generación de patentes. Según la Superintendencia de Industria y Comercio se considera que las patentes son un privilegio que otorga el Estado al autor intelectual como reconocimiento de la inversión y esfuerzos realizados por éste, para lograr una solución técnica que le aporte beneficios a la humanidad. Dicho privilegio consiste en el derecho a explotar exclusivamente el invento por un tiempo determinado. De acuerdo a lo anterior, las patentes no sólo brindan la protección a la propiedad intelectual, también gracias a la cantidad de información que contienen sirven para favorecer la transferencia de tecnología<sup>4</sup> y facilitar la innovación en el sector productivo. Por lo anterior, su potencial está dado en que permiten el acceso a nuevas técnicas que la industria adopta y moviliza en un momento determinado (RICYT, 2016). En resumen, tomando relevancia la inversión en educación y como referencia la posición en la que la investigación aplicada impacta de forma positiva y en mayor magnitud que la investigación básica (Galoso, 2010), en este trabajo se tendrá en cuenta, las variables del Modelo de Solow y entre ellas la inversión en educación y capital humano, como variables que están estrechamente relacionadas con la I+D+i, el progreso tecnológico y el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB).

De acuerdo a lo anterior, se hace evidente que son varios los trabajos e investigaciones que se han realizado comparando países como casos de estudio para ver el comportamiento de la relación entre educación y el crecimiento económico. Por lo general, los países que tienen la característica de invertir en educación e I+D+i, suelen ser naciones desarrolladas con un comportamiento económico destacado.

---

<sup>4</sup> Foro sobre financiación de la ciencia, tecnología e innovación (CTeI) en Colombia como condición fundamental para construir una economía basada en el conocimiento, realizado en la Universidad del Rosario: “*Es el proceso por el cual se transfiere desde la Universidad, Empresa, Estado o Industria a otra organización el producto derivado de la actividad científica, tecnológica y artística, en aras de promover su desarrollo y comercialización. Este proceso involucra actividades que van desde la identificación, valoración y protección de la propiedad intelectual cuando se requiere, hasta su comercialización. Es una forma de transferir conocimiento que implica una modalidad contractual, con ciertas normas y parámetros.*”. Palabras de Jaime Bueno, mayo de 2017.

### **3. OBJETIVOS**

#### 3.1. Objetivo General:

El objetivo principal de este trabajo consiste en determinar y analizar la relación entre el factor educación y el crecimiento económico entre países, tomando como marco teórico el modelo de Solow para una muestra de países alrededor del mundo incluyendo latinoamericanos y aquellos que hacen parte de la OCDE.

#### 3.2. Objetivos específicos:

- Buscar evidencia bibliográfica de la relación existente entre la educación y el crecimiento económico.
- Analizar el aporte del modelo de Solow para demostrar si existe una relación entre la educación y el crecimiento económico para los países objeto de estudio.
- Estudiar si la educación en los países objeto de estudio presentan una relación positiva con el crecimiento económico, y de ser el caso, comparar y determinar en qué grupo de países es más fuerte esta relación.

### **4. MARCO TEÓRICO: EL MODELO DE SOLOW Y LA EDUCACIÓN**

El crecimiento económico ha sido por muchos años una de las variables que despierta mayor inquietud por quienes se dedican a desarrollar la ciencia económica. Uno de los modelos tradicionales, es el modelo de crecimiento creado por el economista estadounidense Robert Solow. Por medio de variables como el crecimiento poblacional, la depreciación, la tasa de ahorro y el progreso tecnológico, junto con su concepto de estado estacionario, Solow llega a concluir que aquellos países que tienen un mayor crecimiento poblacional tienden a ser naciones pobres o de escasos recursos económicos. Por el contrario, en aquellos países en donde la tasa de ahorro es mayor, la situación económica es favorable, ya que se convierten en países con un ingreso per cápita mayor, es decir en países ricos. Si bien el modelo predice la dirección del efecto que tienen estas dos variables sobre el crecimiento económico, no ocurre lo mismo en relación a la magnitud (Mankiw G, 2014).

Solow planteó estudiar el crecimiento económico por medio de una función de producción neoclásica con retornos decrecientes en el capital. A su vez, determinó que las tasas de ahorro y crecimiento poblacional eran exógenas en el modelo, las cuales determinan el nivel de

ingreso per cápita en estado estacionario. Según Solow, cada país busca diferentes estados estacionarios. De esta manera, el modelo contempla en su función de producción Cobb – Douglas, dos factores: Capital y trabajo

$$Y(t) = K(t)^\alpha (A(t)L(t))^{1-\alpha} \quad 0 < \alpha < 1$$

En donde:

- Y = el crecimiento y la variable dependiente.
- K = capital.
- L = trabajo.
- A = nivel de tecnología.

Tanto el capital como el trabajo son variables con un crecimiento exógeno a una tasa de  $n$  y  $g$  respectivamente:

$$L(t) = L(0)e^{nt} \qquad A(t) = A(0)e^{gt}$$

Donde:

- $n$  = Tasa promedio de crecimiento de la población en edad de trabajar.
- $g$  = Refleja el avance en el conocimiento
- $\delta$  = Depreciación del capital

El número de unidades efectivas de trabajo,  $A(t)L(t)$ , crecen a una tasa de  $n+g$ . Solow supone que en el modelo hay una fracción constante de la producción, denominada  $s$ , la cual es invertida. Lo que es lo mismo en este caso, la tasa de ahorro. (Mankiw G, 2014)

Para llegar al estado estacionario, se define a  $k$  como el stock de capital por unidad efectiva de trabajo, es decir  $k = K/AL$ . Y se define a  $y$  como el nivel de producción por unidad efectiva de trabajo, a saber  $y = Y/AL$ .

De esta manera, se tiene que:

$$\begin{aligned} k(t) &= sy(t) - (n + g + \delta) k(t) \\ &= sk(t)^\alpha - (n+g+\delta) k(t) \\ sk^{*\alpha} &= (n + g + \delta)k^* \end{aligned}$$

$$k^* = \left( \frac{s}{n + g + \delta} \right)^{1/(1-\alpha)}$$

Como se observa en las ecuaciones, la relación capital-trabajo en el estado estacionario, está relacionada positivamente con la tasa de ahorro, pero de forma negativa con la tasa de crecimiento poblacional.

Ampliando este modelo de crecimiento, los economistas Mankiw, Romer y Weil en su trabajo titulado “A contribution to the empirics of economic growth”, incluyeron como variable explicatoria la acumulación de capital humano. En su análisis, encontraron que esta variable está correlacionada tanto con el crecimiento poblacional como con la tasa de ahorro. Esto puede proporcionar una explicación más completa de por qué las diferencias en el crecimiento económico entre países (Mankiw, Romer y Weil, 1992).

## 5. METODOLOGÍA

Con el fin de cumplir el objetivo principal de este trabajo, y luego de hacer una revisión bibliográfica de documentos investigativos e informes relacionados con la producción intelectual entendida como I+D+i, y el crecimiento económico; y tomando como apoyo el modelo de crecimiento económico de Solow y el trabajo teórico interpretado por los economistas Mankiw, Romer y Weil, se hará una estimación econométrica con un método de Mínimos Cuadrados Ordinarios - MCO, para analizar las variables del modelo de Solow bajo tres escenarios: países del mundo, países latinoamericanos y países miembros de la OCDE.

### Método de Mínimos Cuadrados Ordinarios – MCO

Para verificar de manera empírica que el modelo de Solow se ajusta a la realidad de los países objeto de estudio, se propone hacer uso del método de MCO. El modelo de MCO, es uno de los métodos de estimación más implementados a la hora de realizar el ajuste al modelo de regresión lineal en los parámetros. Consiste en minimizar el error, entendido este como la cuantificación de la diferencia (residuo) entre el valor real de la observación y su valor previsto. Por consiguiente, bajo este método se minimiza la suma del cuadrado de los residuos para así estimar los parámetros del modelo (Gujarati, 2002).

Dichos parámetros junto con la varianza del error, deben ser estimados bajo ciertas hipótesis respecto a las variables explicativas y la variable dependiente. En el caso de las hipótesis sobre el error, el método supone lo siguiente:

- Los errores son aleatorios de media nula.

- Una misma varianza para todos los errores.
- El error no depende de las variables explicativas.
- Los errores son independientes entre sí.

De esta manera, al usar el método de MCO lo que se pretende es obtener un hiperplano de tal manera que se minimice la suma de los cuadrados de las distancias entre cada una de las observaciones de la variable y los residuos. Explicando una variable dependiente, en relación a unas dependientes y un error (Gujarati, 2002).

Ahora:

Analizando el modelo de Solow y el trabajo realizado por Mankiw, Romer y Weil, las variables escogidas a implementar y cuyas definiciones tomadas del Banco Mundial se presentan en la siguiente tabla, obedecen a la siguiente ecuación:

$$Y = \beta_0 + X_1 + X_2 + \dots + X_n + \varepsilon$$

**Tabla 1.**

Variable	Definición
Población Económicamente Activa - PEA	La población activa total comprende a personas de 15 años o más que satisfacen la definición de la Organización Internacional del Trabajo de población económicamente activa: todas las personas que aportan trabajo para la producción de bienes y servicios durante un período específico. Incluye tanto a las personas con empleo como a las personas desempleadas.
PIB per cápita (USD)	El Producto Interno Bruto PIB a precio de comprador es la suma del valor agregado bruto de todos los productores residentes en la economía más todo impuesto a los productos, menos todo subsidio no incluido en el valor de los productos. Se calcula sin hacer deducciones por depreciación de bienes manufacturados o por agotamiento y degradación de recursos naturales. Este PIB se divide por la población económicamente activa.

Gasto público en educación (% del PIB)	El gasto público en educación como porcentaje del PIB comprende el gasto público total (corriente y de capital) en educación expresado como porcentaje del Producto Interno Bruto (PIB) en un año determinado. El gasto público en educación incluye el gasto del Gobierno en instituciones educativas (públicas y privadas), administración educativa y subsidios o transferencias para entidades privadas (estudiantes/hogares y otras entidades privadas).
Ahorro bruto (% del PIB)	El ahorro bruto se calcula como el ingreso nacional bruto menos el consumo total más las transferencias netas.
Inversión	La formación bruta de capital fijo (FBCF) se define como la adquisición (incluida la compra de activos nuevos o de segunda mano) y la creación de activos por parte de los productores para su propio uso, menos las enajenaciones de activos fijos producidos. Los activos correspondientes se refieren a productos destinados a ser utilizados en la producción de otros bienes y servicios por un período superior a un año. El término "activos producidos" significa que sólo se incluyen aquellos activos que surgen como resultado de un proceso de producción reconocido en las cuentas nacionales. Este indicador es en millones de USD a precios corrientes y PPP, y en tasas de crecimiento anuales.

Para realizar el análisis se tuvieron en cuenta tres escenarios:

- Primer escenario: Se tomó una muestra de 91 países incluyendo países desarrollados y en vía de desarrollo.
- Segundo escenario: Los 27 países objeto de análisis, corresponden a naciones que hacen parte de la OCDE.
- Tercer escenario: Se tiene como referencia a 17 países latinoamericanos.

El periodo de análisis es el comprendido entre 1970 y 2016, años en los que se cuenta con una base de datos completa tomada del Banco Mundial para los diferentes grupos de países.

Para comprobar si el modelo de Solow se cumple en cada uno de los escenarios, se corrió una regresión lineal, en donde las variables utilizadas se describen a continuación:

- $y$  : Indica el producto interno bruto.
- $n$  : Es la tasa promedio de crecimiento de la población económicamente activa.
- $s$  : Hace referencia a la tasa promedio de inversión, que para efectos de este estudio es el ahorro bruto definido anteriormente.
- $g$  : Constante que indica el avance en el conocimiento.
- $\delta$  : Es la constante que relaciona la depreciación.

De acuerdo al modelo desarrollado de Mankiw, Romer y Weil, se replica de la siguiente manera para los tres casos con y sin imponer la restricción que el coeficiente de  $\ln(s)$  y  $\ln(n+g+\delta)$  son iguales en magnitud y signo opuesto. Se supone en este modelo, como en el documento citado anteriormente que  $g+\delta$  es 0.05. Se Toma como año de referencia el 2015, evidenciando en la Tabla 2, los resultados por el método de MCO:

**Tabla 2.**

<b>Estimación del Modelo de Solow</b>			
<b>Variable Dependiente: Log de PIB por Población en Edad de Trabajar en 2015</b>			
<b>Observaciones</b>	<b>91 países</b>	<b>27 países</b>	<b>17 países</b>
Constante	1,86	6,56	1,71
	[0,55]	[1,28]	[0,63]
$\ln(L/PIB)$	2,25	0,22	1,10
	[0,30]	[0,95]	[0,50]
$\ln(n+g+\delta)$	-0,19	-0,38	0,06
	[0,07]	[0,10]	[0,10]
$R^2$	0,38	0,38	0,40
s.e.e.	0,55	0,39	0,22
Valor crítico de F	0,05	0,05	0,05
<b>Regresión restringida</b>			
Constante	4,47	6,37	2,50
	[0,49]	[0,55]	[0,65]
$\ln(I/PIB) - \ln(n+g+\delta)$	0,18	0,39	-0,17
	[0,09]	[0,09]	[0,11]
$R^2$	0,28	0,38	0,12
s.e.e.	0,53	0,38	0,26
$\alpha$ Implicado	0,59	0,58	0,35

	[0,01]	[0,01]	[0,14]
Valor crítico de F	0,05	0,05	0,05
Nota: Los errores estándar están en paréntesis. Las tasas de inversión y crecimiento poblacional son promedios del periodo 1970 a 2016. $(g+\delta)$ se asume como 0.05			

De acuerdo a la tabla anterior y en concordancia con el modelo de Mankiw, Romer y Weil se resaltan los siguientes aspectos que apoyan el modelo de Solow:

- La tasa de ahorro y crecimiento poblacional cumplen con la predicción de los signos, ya que son altamente significativas para dos de los tres escenarios.
- La restricción de que los coeficientes de  $\ln(s)$  y  $\ln(n+g+\delta)$  son iguales en magnitud y con signo contrario, no es rechazada en cuanto a su significancia tanto para la muestra de 91 países y por aquellos que conforman la OCDE.
- Por su parte, en la restricción, el  $R^2$  es de 0,28 y 0,38 para los dos primeros casos, lo que indica que las variables explicativas exponen de manera débil pero acertada el crecimiento económico de estos grupos de países.
- No es posible encontrar suficiencia estadística en el tercer modelo que analiza únicamente a los países latinoamericanos.
- Las diferencias en el ahorro y en el crecimiento poblacional son causa de una gran variación en el ingreso per cápita entre los países.

En contraste con la afirmación común del modelo de Solow, la variación entre países en productividad del trabajo principalmente apelando a la variación en tecnologías; las dos variables fácilmente observables en el que el modelo de Solow centra de hecho la mayor parte de la variación del ingreso per cápita. De esta manera, el modelo no es completamente satisfactorio, ya que los impactos estimados del ahorro y del crecimiento de la fuerza laboral son mayores a los que el modelo predice. El valor implícito en los coeficientes debe ser igual a la participación del capital en el ingreso, que es aproximadamente de un tercio. Las estimaciones dan como resultado un mayor coeficiente de la regresión, es decir, el  $\alpha$  implícito en la regresión escogida por la muestra intermedia es de 0,59 (con un error estándar de 0,01), contradiciendo con esto la predicción de que  $\alpha=1/3$ . Debido a que la estimación muestra una alta participación en el capital, no es bueno concluir que el modelo de Solow es exitoso solo porque las regresiones de la tabla anterior, pueden explicar una alta proporción de la variación de los ingresos.

### La estimación empírica del Modelo ampliado de Solow adhiriendo Capital Humano:

Avanzando en la réplica del modelo, el análisis ahora consiste en incluir una variable que represente la acumulación de capital humano. Mankiw, Romer y Weil, en su trabajo demuestran cual es el efecto que tiene esta variable en el crecimiento económico, interpretando el capital humano como el porcentaje de gasto en educación sobre la población que está en bachillerato, es decir, entre los 12 a 17 años. Para efectos de este trabajo, la acumulación de capital humano es definida como el gasto público en educación como porcentaje del PIB. De esta manera, el capital humano en el modelo de este trabajo no sólo tiene en cuenta parte de la población que está en bachillerato como la interpretan los autores, sino que además tiene en cuenta las instituciones de educación superior.

Para simplificar el análisis, se usa la inversión en capital humano en forma de educación, omitiendo la inversión en salud, entre otros. Algo importante es que una gran parte de la inversión en educación tiene la forma de ingresos laborales percibido por parte de los estudiantes. Este problema es difícil, ya que los ingresos no percibidos varían con el nivel de inversión en capital humano: un trabajador con poco capital humano renuncia a un salario bajo con el fin de acumular más capital humano, mientras que un trabajador con capital humano alto renuncia a un salario más alto. Para los datos se usa un proxy ( $s_h$ ) de capital humano que mide el porcentaje de la población en edad de trabajar descrita anteriormente. Los datos son una fracción de la población (de 1970 a 2016) estudiando, obtenido de las bases de datos del Banco Mundial, la variable se llamará School.

Teniendo en cuenta lo anterior, los resultados de la nueva regresión lineal se presentan en la Tabla 3, donde el Ln(School) hace referencia a la inclusión de la acumulación de capital humano para cada uno de los países analizados.

**Tabla 3.**

<b>Estimación del Modelo Ampliado de Solow</b>			
<b>Variable Dependiente: Log de PIB por Población en Edad de Trabajar en 2015</b>			
<b>Observaciones</b>	<b>91 países</b>	<b>27 países</b>	<b>17 países</b>
Constante	4,24	6,77	2,45
	[0,82]	[1,46]	[0,94]
Ln(I/PIB)	2,12	0,20	1,08
	[0,29]	[0,96]	[0,50]
Ln (n+g+ $\delta$ )	-0,22	-0,38	0,05
	[0,06]	[0,10]	[0,10]
Ln (School)	1,68	0,16	0,57
	[0,45]	[0,78]	[0,54]
R <sup>2</sup>	0,46	0,38	0,45

s.e.e.	0,51	0,40	0,22
Valor crítico de F	0,05	0,05	0,05
Regresión restringida			
Constante	1,90	6,76	1,62
	[0,95]	[1,41]	[1,03]
Ln(L/PIB) - Log (n+g+ $\delta$ )	1,17	0,22	0,32
	[0,32]	[0,56]	[0,46]
Ln(School) - Log (n+g+ $\delta$ )	1,01	0,17	0,45
	[0,32]	[0,54]	[0,41]
R <sup>2</sup>	0,64	0,63	0,19
s.e.e.	0,55	0,39	0,25
$\alpha$ Implicado	0,30	0,28	0,13
	[0,04]	[0,05]	[0,15]
$\beta$ Implicado	0,27	0,29	0,36
	[0,03]	[0,04]	[0,12]
Valor crítico de F	0,05	0,05	0,05
Nota: Los errores estándar están en paréntesis. Las tasas de inversión y crecimiento poblacional son promedios del periodo 1970 a 2016. (g+ $\delta$ ) se asume como 0.05. SCHOOL es el porcentaje promedio de la población en edad de trabajar en la escuela secundaria para el período 1970-2016. Fuente: Mankiw, Romer y Weil (1992)			

La tabla 3 muestra que las variables explican en casi el 70 por ciento de la variación del ingreso per cápita entre países y la medida de capital humano es significativa en dos de las tres muestras. La muestra de los países Latinoamericanos no es lo suficientemente grande ni estadísticamente significativa en ninguno de los modelos anteriores. Es importante resaltar que también se reduce considerablemente el tamaño del coeficiente de inversión en capital físico y mejora el ajuste de la regresión en comparación con la tabla 2.

Los resultados de la tabla 3 apoyan el modelo de Solow. La ecuación con (School) muestra que el modelo predice un aumento de los coeficientes de Ln(L/PIB). De igual manera, en esta misma tabla, se observa que para las dos primeras muestras, esta restricción no se rechaza. Como se puede observar en las últimas líneas de la tabla 3 dan valores de  $\alpha$  y  $\beta$  implicados por los coeficientes de la restricción. Para las dos primeras muestras  $\alpha$  y  $\beta$  son de alrededor de un tercio y muy significativos; mientras que las estimaciones de los países latinoamericanos son menos precisas, debido a que el signo de la ecuación no restringida para (n+g+ $\delta$ ) no es el esperado y no es estadísticamente significativo.

Este apartado llega a la conclusión que al agregar capital humano al modelo de Solow, este mejora su rendimiento, al eliminar anomalías, altos coeficientes de inversión y crecimiento poblacional en las regresiones de la tabla 2 que surgen cuando el modelo se enfrenta a los

datos. Los parámetros parecen ser razonables, incluso usando una proxy imprecisa para capital humano.

## **6. CONCLUSIÓN**

De acuerdo a los datos encontrados en la metodología y modelo desarrollado, se encuentra que las variables analizadas se comportan de acuerdo a la teoría para las muestras de países del mundo y de la OCDE. Teniendo en cuenta el modelo ampliado, es posible verificar la relación de educación y crecimiento económico, dado que al agregar capital humano al modelo, este mejora su rendimiento, al eliminar anomalías, altos coeficientes de inversión y crecimiento poblacional. Por lo tanto, se puede decir que la teoría recabada en este trabajo que argumenta que países con mayor inversión en educación tienden a tener mayores tasas de crecimiento económico, se demuestra a través del estudio de caso del Modelo de Solow para 91 países en un periodo de 46 años.

A su vez, vale la pena concluir que según los resultados dados por el modelo ampliado para el escenario de los 91 países y el de aquellos que hacen parte de la OCDE, la relación entre educación y crecimiento económico es muy fuerte. Lo anterior, sirve como sustento y herramienta para la elaboración de políticas públicas encaminadas a invertir en educación, lo cual se verá reflejado en un aumento del desarrollo de los países.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Banco Mundial. Bases estadísticas. <http://www.bancomundial.org>
- Baptista, B., (2016). “Los instrumentos de política de ciencia, tecnología e innovación en América Latina”, El Estado de la Ciencia - Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología - Iberoamericanos / Interamericanos, Edición 2016. Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana (RICYT).
- Enríquez, I. (2016). “Las teorías del crecimiento económico: notas críticas para incursionar en un debate inconcluso”, LAJED N° 25, mayo 2016, 73- 125.
- Galindo, M., Ribeiro, D., y Méndez, M. (2012). “Innovación y crecimiento económico: Factores que estimulan la innovación”, Cuadernos de Gestión Vol. 12. Especial Innovación (Año 2012), 51-58.
- Galloso, M. C. (2010). ¿Investigación básica, aplicada o sólo investigación? Revista De La Sociedad Química Del Perú, 76(1), 5-6.
- Giménez, G., López-Pueyo, C., y Sanaú. J. (2014). “Human capital measurement in OECD countries and its relation to GDP growth and innovation”, Revista de Economía Mundial 39, 2015, 77-108.
- Gujarati, D. (2002). “Basic Econometrics”, Ed. McGrawHill. 4ª edition.
- Joseph V, Kennedy, The sources and uses of U.S. Science Funding. The New Atlantis, Summer 2012.
- Kalmanovitz, S. (2010). “Nueva historia económica de Colombia”, Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Taurus. Colombia.
- Kolié, J. (2016). “Financiamiento a actividades de I+D y crecimiento económico: análisis comparado México y los BRIC”, Revista Contribuciones a la Economía (abril-junio 2016).
- Mankiw, G., Romer, D., Weil, D. (1992). “A contribution to the empirics of economic growth”, The Quarterly Journal of Economics (May 1992).
- Maravert, M., Molina J., y Molina R. J. (2016). “El gasto en investigación y desarrollo experimental (Guide) en México, promotor del crecimiento económico”.

- Organización para la cooperación y el desarrollo económicos (OCDE)  
<http://www.oecd.org/centrodemexico/laocde/>
- Oppenheimer, A. (2010). “Basta de historias! La Obsesión Latinoamericana con el Pasado y las Doce Claves del Futuro”. Penguin Random House Grupo Editorial México.
- Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana – RICYT (2016). “El patentamiento internacional de los países iberoamericanos”, El Estado de la Ciencia - Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología - Iberoamericanos / Interamericanos, Edición 2016.
- Sánchez, G. (2015). “Crecimiento económico colombiano, 1950-2010: Una aproximación desde los sistemas sociales de innovación y de producción”, Documentos doctorado FCE- CID N° 02. Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Villalobos Monroy, Guadalupe; Pedroza Flores, René; (2009). Perspectiva de a teoría del capital humano acerca de la relación entre educación y desarrollo económico. *Tiempo de Educar*, Julio-Diciembre, 273-306.

## 8. ANEXOS

### I) Estimación del Modelo Ampliado de Solow:

**Variable Dependiente: Log de PIB por Población en Edad de Trabajar en 2015**

#### Primer escenario:

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0,615
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,378
R <sup>2</sup> ajustado	0,364
Error típico	0,548
Observaciones	91

#### Análisis de Varianza

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	2	16,122	8,061	26,787	8,20245E-10
Residuos	88	26,482	0,3009		
Total	90	42,604			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	1,863	0,553	3,366	0,0011	0,763	2,963	0,763	2,963
Log(L/PIB)	2,253	0,309	7,276	0,00	1,637	2,868	1,637	2,868
Log(n+g+δ)	-0,186	0,072	-2,559	0,012	-0,331	-0,041	-0,331	-0,041

#### Segundo escenario:

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0,619
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,383
R <sup>2</sup> ajustado	0,332
Error típico	0,393
Observaciones	27

### Análisis de Varianza

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	2	2,321	1,1606	7,4794	0,002
Residuos	24	3,724	0,155		
Total	26	6,045			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	6,563	1,285	5,105	3,18253E-05	3,9104	9,217	3,9104	9,2174
Log(L/PIB)	0,216	0,956	0,226	0,822	-1,756	2,189	-1,756	2,189
Log(n+g+δ)	-0,381	0,102	-3,727	0,001	-0,593	-0,1704	-0,593	-0,1704

### Tercer escenario:

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,633
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,401
R <sup>2</sup> ajustado	0,316
Error típico	0,218
Observaciones	17

### Análisis de Varianza

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	2	0,447	0,223	4,698	0,027
Residuos	14	0,666	0,047		
Total	16	1,113			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	1,708	0,638	2,674	0,018	0,338	3,078	0,338	3,078
Log(L/PIB)	1,097	0,504	2,174	0,047	0,015	2,179	0,015	2,179
Log(n+g+δ)	0,059	0,109	0,547	0,592	-0,174	0,294	-0,174	0,294

## II) Estimación del Modelo Ampliado de Solow: Con restricción

Variable Dependiente: Log de PIB por Población en Edad de Trabajar en 2015

### Primer escenario:

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0,459
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,293
R <sup>2</sup> ajustado	0,282
Error típico	0,526
Observaciones	91

### Análisis de Varianza

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	1,862	1,862	4,067	0,0467
Residuos	89	40,742	0,457		
Total	90	42,604			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	4,471	0,497	8,981	4,09699E-14	3,482	5,4609	3,482	5,4609
Ln(L/PIB) - Log (n+g+δ)	0,181	0,09002	2,016	0,046	0,002	0,3604	0,002	0,3604

### Segundo escenario:

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0,617
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,38
R <sup>2</sup> ajustado	0,356
Error típico	0,381
Observaciones	27

### Análisis de Varianza

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	2,321	2,321	15,986	0,0004
Residuos	26	3,775	0,145		
Total	27	6,096			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	6,369	0,557	11,418	1,25123E-11	5,222	7,515	5,222	7,515
Ln(L/PIB) - Log (n+g+δ)	0,3863	0,096	3,998	0,0004	0,187	0,584	0,187	0,584

### Tercer escenario:

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0,347
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,121
R <sup>2</sup> ajustado	0,062
Error típico	0,255
Observaciones	17

### Análisis de Varianza

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	0,134	0,134	2,066	0,171
Residuos	15	0,978	0,065		
Total	16	1,113			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	2,502	0,653	3,826	0,001	1,108	3,896	1,108	3,896
Ln(L/PIB) - Log (n+g+δ)	-0,169	0,117	-1,437	0,171	-0,4207	0,081	-0,4207	0,081

### III) Estimación del Modelo Ampliado de Solow:

Variable Dependiente: Log de PIB por Población en Edad de Trabajar en 2015

#### Primer escenario:

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,681
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,463
R <sup>2</sup> ajustado	0,445
Error típico	0,512
Observaciones	91

#### Análisis de Varianza

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	3	19,7606	6,586	25,085	8,6973E-12
Residuos	87	22,844	0,262		
Total	90	42,604			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	4,238	0,821	5,161	1,532E-06	2,606	5,8707	2,606	5,8707	5,261
Log(L/PIB)	2,117	0,291	7,263	1,51259E-10	1,538	2,697	1,538	2,697	2,521
Log(n+g+ $\delta$ )	-0,224	0,068	-3,259	0,001	-0,361	-0,087	-0,361	-0,087	-1,387
Log(School)	1,676	0,4502	3,722	0,0003	0,7810	2,5709	0,7810	2,5709	

#### Segundo escenario:

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,618
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,383
R <sup>2</sup> ajustado	0,305
Error típico	0,395
Observaciones	27

### Análisis de Varianza

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	3	2,335	0,778	4,968	0,008
Residuos	24	3,7607	0,156		
Total	27	6,096			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	6,768	1,465	4,619	0,0001	3,744	9,792	3,744	9,792
Log(L/PIB)	0,203	0,968	0,209	0,835	-1,796	2,202	-1,796	2,202
Log(n+g+ $\delta$ )	-0,383	0,103	-3,705	0,001	-0,596	-0,169	-0,596	-0,169
Log(School)	0,157	0,78004	0,202	0,841	-1,452	1,767	-1,452	1,767

### Tercer escenario:

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,669
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,448
R <sup>2</sup> ajustado	0,321
Error típico	0,217
Observaciones	17

### Análisis de Varianza

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	3	0,499	0,166	3,522	0,045
Residuos	13	0,614	0,047		
Total	16	1,113			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	2,447	0,948	2,578	0,022	0,397	4,497	0,397	4,497
Log(L/PIB)	1,081	0,502	2,1508	0,0508	-0,004	2,168	-0,004	2,168
Log(n+g+ $\delta$ )	0,054	0,109	0,496	0,627	-0,181	0,289	-0,181	0,289
Log(School)	0,574	0,547	1,049	0,312	-0,607	1,756	-0,607	1,756

#### IV) Estimación del Modelo Ampliado de Solow: Con restricción

Variable Dependiente: Log de PIB por Población en Edad de Trabajar en 2015

##### Primer escenario:

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,872
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,638
R <sup>2</sup> ajustado	0,619
Error típico	0,545
Observaciones	91

##### Análisis de Varianza

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	2	5,915	2,957	7,094	0,001
Residuos	88	36,689	0,416		
Total	90	42,604			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	1,899	0,951	1,995	0,049	0,007	3,791	0,007	3,791
Ln(L/PIB) -								
Log (n+g+δ)	1,1703	0,328	3,562	0,0005	0,517	1,823	0,517	1,823
Ln(School) -								
Log (n+g+δ)	1,009	0,323	3,118	0,002	0,366	1,652	0,366	1,652

##### Segundo escenario:

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,868
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,633
R <sup>2</sup> ajustado	0,583
Error típico	0,387
Observaciones	28

### Análisis de Varianza

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	2	2,335	1,167	7,762	0,002
Residuos	25	3,7607	0,1504		
Total	27	6,096			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	6,762	1,4002	4,829	5,78961E-05	3,879	9,646	3,879	9,646
Ln(L/PIB) -								
Log (n+g+ $\delta$ )	0,216	0,5606	0,386	0,702	-0,938	1,371	-0,938	1,371
Ln(School) -								
Log (n+g+ $\delta$ )	-0,167	0,543	-0,307	0,7608	-1,285	0,951	-1,285	0,951

### Tercer escenario:

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,435
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,189
R <sup>2</sup> ajustado	0,074
Error típico	0,253
Observaciones	17

### Análisis de Varianza

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	2	0,211	0,105	1,641	0,228
Residuos	14	0,902	0,064		
Total	16	1,113			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	1,6207	1,036	1,563	0,1403	-0,603	3,844	-0,603	3,844
Ln(I/PIB) -								
Log (n+g+ $\delta$ )	0,3201	0,463	0,6902	0,501	-0,674	1,314	-0,674	1,314
Ln(School) -								
Log (n+g+ $\delta$ )	0,452	0,414	1,091	0,293	-0,437	1,342	-0,437	1,342