

EL IMPACTO DEL GASTO EN EDUCACIÓN EN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO: UN ANÁLISIS PARA MÉXICO EN EL PERIODO 1990-2014

Faustino Vega Miranda*

(Recibido: 18 - mayo - 2017 – Aceptado: 17 - julio - 2017)

33

Resumen

El objetivo del artículo es determinar el tipo de relación que existe entre el gasto en educación y el crecimiento económico para la economía mexicana en el periodo 1990-2014 ya que los países en vías de desarrollo muestran ciertas características que hacen inferir que la correlación es negativa. Para ello, se determinó, en primera instancia, una regresión donde el gasto en educación funge como variable dependiente para explicar el crecimiento económico. En segundo lugar, se calcula un enfoque econométrico a posteriori por medio de la prueba de causalidad en el sentido de Granger

Palabras clave: Educación, crecimiento económico, capital humano, Mínimos Cuadrados Ordinarios, Prueba de causalidad en el sentido de Granger

Clasificación JEL: I20, F43, J2, B23

The impact of expenditure on education in Economic Growth: An analysis for México in the period 1990-2014

Abstract

The objective of the article is to determine the type of relationship that exists between spending on education and economic growth for the Mexican economy in the period 1990-2014 since the

* Profesor adscrito a la Licenciatura en Economía en la Facultad de Estudios Superiores Acatlán. Correo electrónico: fvega@comunidad.unam.mx

developing countries show certain characteristics that make infer that the negative correlation. For this, a regression was determined in the first instance, where spending on education serves as a dependent variable to explain economic growth. Second, *a posteriori* econometric approach is calculated by means of the causality test in the Granger sense

Keywords: Education, economic growth, human capital, Ordinary Least Squares, Granger Causality test

JEL Classification: I20, F43, J2, B23

Introducción

34 La discusión para entender las cuestiones de crecimiento económico es relativamente reciente en la literatura convencional y es auspiciada por Solow con la publicación de su célebre artículo a mediados de la década de 1950. A partir de ello se ha establecido un programa de investigación neoclásico y ha derivado en recomendaciones de política económica desde los principales organismos internacionales. Por ejemplo, el economista Sala-I-Martín especializado en la teoría del capital humano ha estado trabajando como consultor en el Banco Mundial y en el FMI; también resalta su colaboración en el Foro Económico Global.

Sin embargo, dichos estudios se basan en modelos con supuestos que no encajan con las características de la realidad en los países en vías de desarrollo como la asignación discrecional del presupuesto en educación, la corrupción y el desempleo de los profesionistas.

Por lo tanto, este documento busca contribuir al debate determinando el tipo de relación que existe entre el gasto en educación y el crecimiento económico en México para el periodo 1990-2014.

El artículo se compone de cuatro secciones. En la primera sección se plantean los fundamentos teóricos en la posición neoclásica con el modelo de Solow y con su versión ampliada de Mankiw, Romer y Weil. En segundo lugar, se analizan los estudios sobre la relación educación-crecimiento económico, para poder establecer la propuesta metodológica y, finalmente, mostrar la evidencia empírica y los resultados econométricos.

1. Fundamentos teóricos

Snowdon (2006) propone una clasificación en las orientaciones de la teoría del crecimiento: el modelo de Harrod-Domar, el modelo de Solow-Swan, los modelos neokeynesianos y los modelos modernos de economía política.

La propuesta heterodoxa se basa en los planteamientos de Harrod (1939) y Dormar (1946), donde existe una tasa de crecimiento de la inversión que asegura el pleno empleo del ingreso

y de la ocupación. La novedad de los modelos fue la incorporación del análisis dinámico, pero se asumía una tasa de ahorro exógena.

Las posiciones ortodoxas respondieron con la contribución de Solow (1956), su modelo apareció en respuesta al modelo de Domar bajo cinco supuestos para el desarrollo de la ecuación fundamental (Aghion y Howitt, 2009). Primero se supone que la economía es cerrada y sin gobierno, ya que el ingreso se distribuye en consumo e inversión. En segundo lugar, la tasa de ahorro es constante, exógena y es una fracción del ingreso; su valor se encuentra entre cero y la unidad. En tercer lugar, la inversión esta conformada por la inversión neta y por la depreciación. El cuarto supuesto plantea que la función de producción es neoclásica, donde es el progreso técnico exógeno y L-K son las dotaciones de trabajo y capital respectivamente. La función de producción presenta rendimientos constantes a escala lo que posibilita la unión del enfoque microeconómico y macroeconómico. La expresión neoclásica cumple las condiciones de Inada (cuando existe poco capital, el producto marginal es infinito y viceversa).

De esta forma se deduce la ecuación fundamental de Solow que plantea que en el estado estacionario el crecimiento del capital depende de las tasas de crecimiento de la población (n), de la tecnología (g) y de la depreciación del capital (δ). En otras palabras, si la autoridad quiere aumentar el crecimiento económico de largo plazo debe invertir en progreso técnico por medio de la tasa de ahorro (s).

$$1) \quad sf(k^*) = k^*(n+g+\delta)$$

En la lógica del modelo de Solow, el crecimiento económico mantiene una relación directa con la acumulación del capital. Sin embargo, el modelo no explica cómo la tasa de ahorro exógena va a incidir en el crecimiento económico, es decir, el crecimiento económico es exógeno.

Posteriormente, Deninson continúa indagando la línea de investigación de Solow y descubre que el crecimiento económico proviene de un aumento de la fuerza de trabajo, de más educación y del avance de los conocimientos (Cardona, et. al., 2007). Otros autores que dieron forma a la teoría del crecimiento son T. Schultz, G. Becker y J. Mincer.

Los neokeynesianos, la concepción teórica dominante en la ciencia económica, concibieron un modelo que consiste en dos argumentos: la ecuación fundamental de Solow y la ecuación fundamental del capital humano, pues la solución al problema del modelo de Solow fue incorporar la variable capital humano (Lassibille y Navarro, 2012) y el crecimiento económico dependería de una variable endógena. El capital humano como una inversión en el futuro (Leyva y Cárdenas, 2002).

Desde una perspectiva matemática, el modelo neokeynesiano retoma los supuestos de la propuesta de Solow, pero la principal diferencia consiste en la función de producción porque

ahora está determinada por tres factores: trabajo (L), capital físico (K) y capital humano (H) (Mankiw *et al.*, 1992). Los autores siguen la propuesta microeconómica, definen las variables en términos per cápita y la solución del modelo implica dos igualdades, entre ahorro e inversión física y el ahorro con la ecuación en capital humano. Por lo tanto, se deducen dos ecuaciones para resolver el sistema con el método de igualación

$$2) \quad k^* = \left(\frac{(s^1)^{1-\theta} (s^2)^\theta}{n+g+\delta} \right)^{\left(\frac{1}{1-\alpha-\theta} \right)} \quad h^* = \left(\frac{(s^1)^\alpha (s^2)^{1-\alpha}}{n+g+\delta} \right)^{\left(\frac{1}{1-\alpha-\theta} \right)}$$

Al sustituir los valores k^* y h^* en la función de producción, se determina el ingreso del modelo que tiene como argumentos una proporción fija de trabajo y una proporción variable de las tasas de crecimiento del ahorro, de la población, del progreso técnico y de la depreciación del capital físico.

36

$$3) \quad y^* = AL \left(\frac{s^1}{n+g+\delta} \right)^{\left(\frac{\alpha}{1-\alpha-\theta} \right)} \left(\frac{s^2}{n+g+\delta} \right)^{\left(\frac{\theta}{1-\alpha-\theta} \right)}$$

Bajo la lógica del modelo neokeynésiano, si un país quiere experimentar un rápido crecimiento en su nivel de renta del estado estacionario debe incrementar su gasto en educación (Weil, 2006), porque la inversión en capital humano genera efectos indirectos que constituyen un beneficio para todo el sistema social en su conjunto (Rajimon, 2010).

Esta posición teórica dominante se ha complementado con los modelos de segunda generación de crecimiento endógeno (Jiménez, 2012), los cuales introducen nuevos supuestos desde el enfoque neoclásico (De Mattos, 1999).

Destaca el modelo matemático de Romer (1990) de tres sectores económicos que por medio de sus interrelaciones endogeneiza el proceso de innovación y se exhibe la ruta de crecimiento para un país que lanza al mercado bienes nuevos (Tirado, 1995). La recomendación de política económica busca una mayor inversión en capital humano porque este ayuda a un país a experimentar crecimiento económico de forma más acelerada.

En la misma tónica, Tavani y Zamparelli (2017) investigan un modelo de tres sectores con características similares a la idea de Romer, los autores deducen la ecuación fundamental del sector de investigación y desarrollo:

$$4) \quad Y=f(H)$$

Donde la tasa de crecimiento es una función creciente de la inversión en capital humano en los trabajadores. De esta forma los autores apuntan que las acciones gubernamentales deben encaminarse a aumentar el número de científicos ya que la investigación tiene efectos permanentes en el crecimiento económico.

Por lo tanto, la importancia principal de la incorporación del capital humano en los modelos de crecimiento se relaciona con la política económica, las autoridades deben promover un amplio acceso a las habilidades y competencias (Morduhowicz, 2004). Desde una perspectiva económica existe una relación directa entre el gasto en educación y la tasa de crecimiento económico pues el conocimiento y la Economía son procesos interdependientes que se complementan (Trejo *et al.*, 1992).

2. Estudios sobre la relación educación-crecimiento económico

Desde una perspectiva empírica y cercana a la Pedagogía, la realidad de los países en vías en desarrollo es diferente a lo que se plantea en los modelos teóricos. Por ejemplo, en México durante el periodo reciente el gasto en educación muestra una clara y sostenida tendencia al crecimiento (López *et al.*, 2005). De acuerdo con los datos del Banco Mundial, en 2011 México destinó casi la quinta parte (19.0%) de su presupuesto público al rubro educación con un crecimiento del PIB de 2.2%, pero no hay reglas de asignación de recursos ya que las decisiones son discrecionales e implica una asignación del presupuesto federal inequitativa entre los diferentes sectores educativos, lo que ha ocasionado un ambiente de competencia y restricciones financieras adicionales (Mungaray y Torres, 2010).

Otro problema es la calidad y la cantidad de información, los datos son parciales (Márquez, 2012) y no permiten hacer una radiografía del problema desde los distintos sectores (federal, estatal y municipal). Cómo elaborar la evaluación y planeación de las políticas públicas en educación si no existe información confiable y actualizada (Rojas, 2011) y ello desencadena en la elaboración de un diagnóstico impreciso del problema educativo (Flores, 2011).

Asimismo, las tasas de desempleo en México han aumentado durante el periodo reciente, afectando a toda la población y en especial a los profesionistas (Márquez, 2011). La inversión en educación no es sinónimo de porvenir.

En ese sentido, Barceinas (2003) demuestra que la educación es una variable endógena, aunque confirma una relación negativa entre los rendimientos educativos y el ingreso (Barceinas y Raymond, 2005).

En suma, hay razones para suponer que la relación educación-crecimiento económico en países en vías de desarrollo no es positiva (Didriksson, 2015), la educación no puede influir en los procesos económicos, se requiere de acciones complementarias para alcanzar un mayor nivel de calidad de vida (Flores, 2004).

3. Propuesta metodológica

Cabe aclarar que el objetivo del texto no es estimar un modelo de crecimiento neoclásico, como insinuaría una primera lectura. Esto es así porque la educación no es la única variable que explica el crecimiento (Howitt, 2004), el crecimiento y el progreso técnico depende de muchos factores (Xavier Sala-i-Martin, 2002) y reducirlo a una función uniecuacional sería un error.

38

Lo que este documento busca es estimar el tipo de relación que existe entre el gasto de educación y el crecimiento económico, por lo que se determinó una regresión con base en la propuesta de Lugo (2012) y Tavani y Zamparelli (2017); donde el PIB esta explicado por el gasto destinado a educación en México para el periodo 1990-2014.

Para obtener la serie de datos se consultaron cuatro fuentes de información: Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), Banco Mundial (BM), Fondo Monetario Internacional (FMI) y Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). En las estadísticas de la OCDE existen datos del gasto público y privado en capital educativo en el periodo 1994-2011, pero esta información sobrestima la proporción de gasto y no funciona para el propósito de esta investigación. En los portales del BM, del FMI y de la UNESCO existen datos sobre el gasto en educación como proporción del PIB desde 1989 hasta 2014, pero no son series de tiempo consistentes pues para los años de 1993, 1996 y 1997 no existe información publicada; por lo que se procedió a trabajar con el informe del FMI y se tomó el valor inmediato anterior como mejor aproximación para los años faltantes.

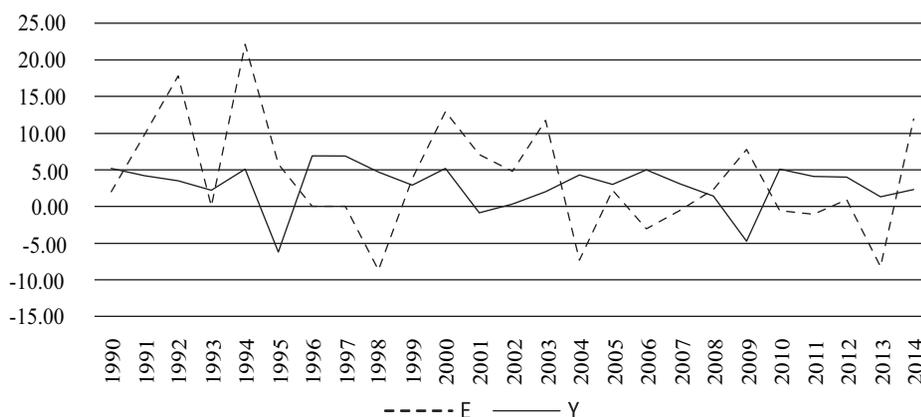
Para modelar los datos se escogió el método Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) por su simplicidad y la versión ponderada (MCP) para ajustar el modelo si existiese algún problema con las pruebas de diagnóstico básicas: normalidad, correlación serial y heterocedasticidad en los residuales.

Conjuntamente, se propone un análisis de series de tiempo con la prueba de raíz unitaria; así como el *test* de Granger para determinar la causalidad entre las variables desde un enfoque *a posteriori*.

4. Evidencia empírica

En la Gráfica 1 se muestra el comportamiento del gasto en educación, el cual mantiene un crecimiento promedio de 3.73% en todo el periodo de estudio. También se observa que la mayor caída se presentó en 1998 con un valor de -8.68 y el mayor crecimiento se registró en 1994 con 22.12%. El crecimiento económico promedio es irregular y ronda el 2.84%, resaltando los años de crisis en 1995 y 2009; con declives de -6.22 y -4.70 respectivamente.

Gráfica 1
México: Tasas de crecimiento del gasto en educación y del PIB, 1990-2014



Fuente: Elaboración propia con base en el FMI.

En los periodos de crisis, el gasto en educación no registra descensos como en otros rubros de la economía como la salud (FMI, 2014); al contrario, esta variable tiene un comportamiento contracíclico.

En el Cuadro 1 se muestran los resultados de la regresión vía MCO, aunque el coeficiente de la educación no es significativo y la *R* cuadrada es muy baja (2%). Asimismo, existen problemas de normalidad en los residuales.

Cuadro 1**Modelo de educación***[Método MCO con datos del periodo 1990 a 2014]*

$$Y = 3.05401 - 0.05779E$$

$$(0.70600) (0.08431)$$

Significado de las variables:

Y: Variación porcentual del PIB

E: Variación porcentual del gasto en educación

Cifras en paréntesis debajo de los coeficientes significan errores estándar

Pruebas estadísticas y de diagnóstico:

R2 ajustada = 0.02002

Prueba JB de normalidad (Probabilidad) = 0.013

Durbin-Watson (Probabilidad) = 0.8293

Prueba Breusch-Godfrey (LM) de correlación serial (Probabilidad de F) = 0.3235

Prueba Breusch-Pagan heteroscedasticidad (Probabilidad de F) = 0.4543

Fuente: Elaboración propia.

Para resolver los problemas detectados en la primera regresión, se procedió a ajustar la estimación con MCP. En el Cuadro 2 se presentan los resultados de la segunda propuesta, ahora los dos coeficientes son significativos y la bondad de ajuste es 0.7604, aunque prevalece el problema de normalidad en los residuos.

Cuadro 2**Modelo de educación***[Método MCP con datos del periodo 1990 a 2014]*

$$Y = 3.148576 - 0.072027E$$

$$(0.048827) (0.008431)$$

Significado de las variables:

Y: Variación porcentual del PIB

E: Variación porcentual del gasto en educación

Cifras en paréntesis debajo de los coeficientes significan errores estándar

Pruebas estadísticas y de diagnóstico:

R2 ajustada = 0.7604

Prueba JB de normalidad (Probabilidad) = 0.0085

Prueba Breusch-Godfrey (LM) de correlación serial (Probabilidad de F) = 0.3235

Prueba Breusch-Pagan heteroscedasticidad (Probabilidad de F) = 0.4543

Fuente: Elaboración propia.

¿Qué implica que no exista normalidad en el modelo? Gujarati y Porter (2010) explican que sin el supuesto de normalidad los estimadores de MCO son MELI (Mejores Estimadores Linealmente Insegados), es decir, el supuesto implica una propiedad de eficiencia (Wooldridge, 2010).

Aun así, el signo negativo revela una relación inversa entre la educación y el crecimiento económico, un incremento de 1% en el gasto en educación reduce el crecimiento del PIB en 0.07%; argumento que contradice la conclusión de Barro (1999), un año adicional de escolaridad aumenta la tasa de crecimiento en un 0.7%.

Ante los problemas que suscita el enfoque de regresión, se procedió a hacer una evaluación con series de tiempo. En el Cuadro 3 se presentan los resultados de las pruebas de raíz unitaria para las dos series, se concluye que las variables son estacionarias, o sea, cuentan con una media y varianza constante.

Cuadro 3
Pruebas de raíces unitarias

<i>Prueba ADF</i>					
<i>Variable</i>	<i>Término</i>	<i>Valor</i>	<i>Valor critico</i>		
			<i>1%</i>	<i>5%</i>	<i>10%</i>
<i>E</i>	A	-3.7642	-2.66	-1.95	-1.61
	B	-4.5517	-3.75	-3.00	-2.63
	C	-5.2162	-4.38	-3.60	-3.24
<i>Y</i>	A	-3.367	-2.66	-1.95	-1.6
	B	-5.4168	-3.75	-3.00	-2.63
	C	-5.3634	-4.38	-3.60	-3.24

<i>Prueba Phillips Perron</i>		
<i>Variable</i>	<i>Valor</i>	<i>Probabilidad</i>
<i>E</i>	-5.2154	0.01
<i>Y</i>	-5.4442	0.01

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 4 se muestra la prueba de causalidad, en donde la hipótesis nula indica la no existencia de causalidad entre el gasto en educación y el crecimiento económico. Esta prueba se calculó después de siete rezagos.

Cuadro 4
Prueba de causalidad de Granger

<i>Ho: E no causa a Y</i>		
<i>Rezago</i>	<i>Valor F</i>	<i>Probabilidad</i>
1	4.1534	0.05434
2	2.1927	0.1405
3	1.5307	0.2475
4	1.7104	0.2121
5	1.18	0.3897
6	1.693	0.2692
7	4.1003	0.1368

Fuente: Elaboración propia.

42

Entonces, el análisis de causalidad, en el sentido de Granger, permite corroborar la nula relación entre las dos variables consideradas en la investigación en México durante el periodo 1990-2014.

5. Conclusiones

Desde la teoría económica nekeynesiana, que ha retomado la línea de investigación que planteó Solow, existe una relación directa entre el gasto en educación y la tasa de crecimiento económico. Entonces, la recomendación de política económica es promover un amplio acceso a las habilidades y competencias.

No obstante, dicho argumento está basado en modelos con supuestos que endeble y que no ajustan a la realidad en los países en vías de desarrollo. Los modelos de crecimiento económico han generado mitos en la teoría económica y todo desciframiento de un mito es otro mito.

Desde la evidencia empírica, el enfoque de regresión mostró que existe una relación indirecta entre el gasto en educación y el crecimiento económico. Aunque dicho calculo no fue consistente con las pruebas básicas de diagnóstico, en particular, los errores no siguen una distribución normal.

Entonces se empleó el enfoque de series de tiempo con la estimación de la prueba de causalidad, en el sentido de Granger, y la evidencia apunta a que no existe relación entre las dos variables después de siete rezagos.

En otras palabras, la evidencia empírica sugiere que la política educativa que ha seguido el gobierno no es la adecuada; al contrario, dicha senda ha perpetuado la situación precaria en la sociedad mexicana porque no basta con aumentar la cantidad de gasto público en educación (BM, 2017).

En el caso mexicano el presupuesto público en educación se establece discrecionalmente y ello implica una asignación inequitativa entre los diferentes sectores educativos. Asimismo, no existe información consistente lo que dificulta el diagnóstico de los problemas educativos, así como la evaluación y planeación de las políticas públicas.

Los esfuerzos deben encaminarse a una política de financiamiento donde el Estado incremente la inversión en educación hasta igualar los niveles de gasto como en los países desarrollados, pero canalizando esos recursos eficientemente para compensar las diferencias entre los estados.

6. Referencias bibliográficas

- Aghion, P. y P. Howitt (2009). *The economics of growth*. Massachusetts: The MIT press.
- Barceinas, F. (2003). “Endogeneidad y rendimientos de la educación”. *Revista Estudios Económicos*, vol. 18, núm. 1, pp. 79-131.
- Barceinas, F. y J. Raymond (2005). “Convergencia regional y capital humano en México, de los años 80 al 2002”. *Revista Estudios Económicos*, vol. 20, núm. 2, pp. 263-293.
- Barro, R. (1999). “Determinants of economic growth: implications of the global evidence for Chile”. *Revista Cuadernos de Economía*, vol. 36, núm. 107, pp. 443-478.
- BM (2017). “Hacia un gasto público social más eficiente y efectivo en América Central”. Disponible en línea: <http://www.bancomundial.org/es/region/lac/publication/toward-more-efficient-and-effective-public-social-spending-in-central-america> [Revisado el 01 de mayo de 2018].
- Cardona, M. et al. (2007). “Capital humano: una mirada desde la educación y la experiencia laboral”. *Revista Cuadernos de Investigación*, vol. NA, núm. 56, pp. 1-36.
- De Mattos, C. (1999). “Teorías del crecimiento endógeno: lectura desde los territorios de la periferia”. *Revista Estudios Avanzados*, vol. 13, núm. 36, pp. 183-208.
- Didriksson, A. (2015). “Economía política del conocimiento: contrapuntos”. *Revista Perfiles Educativos*, vol. 38, núm. 150, pp. 190-207.
- Domar, E. (1946). “Capital Expansion, Rate of Growth, and Employment”. *Revista Econometrica*, vol. 14, núm. 2, pp. 137-147.
- Flores, P. (2004). “¿Puede la educación generar desarrollo?”. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, vol. 6, núm. 2, pp. 1-6.
- Flores, P. (2011). “Análisis de política educativa. Un nuevo impulso”. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, vol. 16, núm. 50, pp. 687-698.
- FMI (2014). “El gasto en salud”. Disponible en línea: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/spa/2014/12/pdf/clements.pdf> [Revisado el 7 de enero de 2018].
- Gujarati, D. y D. Porter (2010). *Econometría*. México: McGraw Hill.
- Harrod, R. (1939). “An Essay in Dynamic Theory”. *The Economic Journal*, vol. 49, núm. 193, pp. 14-33.
- Howitt, P. (2004). “Endogenous Growth, Productivity and Economic Policy: A Progress Report”. *International Productivity Monitor*, vol. NE, núm. 8, pp. 3-15.
- Jiménez, F. (2012). *Elementos de Teoría y Políticas macroeconómica para una economía abierta*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Lassibille, G y L. Navarro (2012). “Un compendio de investigaciones en economía de la educación”. *Revista Presupuesto y Gasto Público*, vol. 9, núm. 28, pp. 9-28.

- Leyva, S. y A. Cárdenas (2002), “Economía de la educación: capital humano y rendimiento educativo”. *Revista Análisis Económico*, vol. 42, núm. 36, pp. 79-106.
- López, A. *et al.*, (2005). “El sostenimiento de la educación en México”. *Revista Papeles de Educación*, vol. 11, núm. 44, pp. 239-254.
- Lugo, B. (2012). “El gasto en educación y su impacto en la economía 2009: un análisis comparado entre México y países de la OCDE y América Latina”. Disponible en línea: https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/5085/2012_ponencia_congreso_ciencias_sociales.pdf [Revisado el 30 de noviembre de 2017].
- Mankiw, G. *et al.* (1992). “A Contribution to the Empirics of Economic Growth”. *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 107, núm. 2, pp. 407-437.
- Márquez, A. (2012). “El financiamiento de la educación en México. Problemas y alternativas”. *Revista Perfiles Educativos*, vol. 34, núm. especial, pp. 107-117.
- Morduchowicz, A. (2004). *Discusiones de economía de la educación*. Buenos Aires: Editorial Losada.
- Mungaray, A y V. Torres. “Actividad económica y educación superior en México”, *Revista de la Educación Superior*, 156, México, 2010, pp. 7-18.
- Rajimon, J. (2010). “La economía y la función de producción en educación”. *Revista Visión de Futuro*, vol. 13, núm. 1, pp. 201-215.
- Rojas, J. (2011). *Financiamiento de la educación superior en México. Fuentes de información y cifras del período 2000 a 2011*. México: DGEI-UNAM.
- Romer, D. (1990). “Endogenous Technological Change”. *The Journal of Political Economy*, vol. 98, núm. 5, pp. 71-102.
- Sala-I-Martin, X. (2002). “15 years of new growth economics: what have we learnt?”, Banco Central de Chile, Documento de Trabajo núm 172.
- Snowdon, B. (2006). “The enduring elixir of economic growth. Xavier Sala-I-Martin on the wealth and poverty of nations”. *Revista World Economics*, vol.7, núm 1, pp. 73-130.
- Solow, R. (1956). “A Contribution to the Theory of Economic Growth”. *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 70, núm. 1, pp. 65-94.
- Tavani, D. L. Zamparelli (2017). “Endogenous technical change in alternative theories of growth and distribution”. *Journal of Economic Surveys*, vol. 31, núm. 5, pp. 1-42.
- Tirado, R. (1995). “Un modelo de crecimiento endógeno e imitación tecnológica”. *Revista Estudios Económicos*, vol. 10, núm. 2, pp. 195-219.
- Trejo, G. *et al.* (1992). *Educación para una economía competitiva: hacia una estrategia de reforma*. México: Editorial Diana.
- Weil, D. (2006). *Crecimiento económico*. Madrid: Pearson Educación.
- Wooldridge, J. (2010). *Introducción a la econometría. Un enfoque moderno*. México: McGraw Hill.

7. Apéndice estadístico

Tasas de crecimiento del gasto en educación (E) y del PIB (Y) en México

Año	E	Y
1990	2.051380661	5.176
1991	9.776062249	4.215
1992	17.77623244	3.541
1993	0	2.194
1994	22.11891965	5.065
1995	5.810410857	-6.223
1996	0	6.895
1997	0	6.856
1998	-8.684441961	4.725
1999	3.837602948	2.931
2000	12.96661214	5.195
2001	7.051723311	-0.855
2002	4.74667574	0.291
2003	11.74875476	1.967
2004	-7.365656916	4.296
2005	2.22158648	3.033
2006	-3.058270276	5.001
2007	-0.529372572	3.148
2008	2.278096491	1.4
2009	7.718797885	-4.7
2010	-0.572979992	5.11
2011	-1.087562893	4.045
2012	0.892062526	4.018
2013	-8.244554114	1.36
2014	11.91622414	2.27

Fuente: Elaboración propia con base en el FMI

1. Pruebas de raíz unitaria para la variable E		
Value of test-statistic is: -3.7642	Value of test-statistic is: -4.5517 10.3909	Value of test-statistic is: -5.2162 9.1277 13.6555
Critical values for test statistics: 1pct 5pct 10pct tau1 -2.66 -1.95 -1.6	Critical values for test statistics: 1pct 5pct 10pct tau2 -3.75 -3.00 -2.63 phi1 7.88 5.18 4.12	Critical values for test statistics: 1pct 5pct 10pct tau3 -4.38 -3.60 -3.24 phi2 8.21 5.68 4.67 phi3 10.61 7.24 5.91
Phillips-Perron Unit Root Test data: te Dickey-Fuller = -5.2154, Truncation lag parameter = 2, p-value = 0.01		

2. Pruebas de raíz unitaria para la variable Y

Value of test-statistic is: -3.367	Value of test-statistic is: -5.4168 14.6881	Value of test-statistic is: -5.3634 9.6132 14.4031
Critical values for test statistics: 1pct 5pct 10pct tau1 -2.66 -1.95 -1.6	Critical values for test statistics: 1pct 5pct 10pct tau2 -3.75 -3.00 -2.63 phi1 7.88 5.18 4.12	Critical values for test statistics: 1pct 5pct 10pct tau3 -4.38 -3.60 -3.24 phi2 8.21 5.68 4.67 phi3 10.61 7.24 5.91
Phillips-Perron Unit Root Test data: ty Dickey-Fuller = -5.4442, Truncation lag parameter = 2, p-value = 0.01		

3. Regresión MCO

Call: lm(formula = ty ~ te)
Residuals: Min 1Q Median 3Q Max -8.9412 -0.8600 0.8163 1.7702 3.8410
Coefficients: Estimate Std. Error t value Pr(> t)
(Intercept) 3.05401 0.70600 4.326 0.00025 ***
te -0.05779 0.08431 -0.686 0.49986

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
Residual standard error: 3.16 on 23 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.02002, Adjusted R-squared: -0.02258
F-statistic: 0.47 on 1 and 23 DF, p-value: 0.4999

4. Pruebas de diagnóstico

Jarque-Bera test for normality data: e JB = 11.493, p-value = 0.013
Durbin-Watson test data: reg DW = 2.372, p-value = 0.8293 alternative hypothesis: true autocorrelation is greater than 0
Breusch-Godfrey test for serial correlation of order up to 1 data: reg LM test = 0.97462, df = 1, p-value = 0.3235
Studentized Breusch-Pagan test data: reg BP = 0.55999, df = 1, p-value = 0.4543

5. Regresión MCP
<p>Call: lm(formula = ty ~ te, weights = pond) Weighted Residuals: Min 1Q Median 3Q Max -1.1100 -0.9979 0.7557 0.9708 1.1046 Coefficients: Estimate Std. Error t value Pr(> t) (Intercept) 3.148576 0.048827 64.484 < 2e-16 *** te -0.072027 0.008431 -8.543 1.36e-08 *** --- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 Residual standard error: 0.9574 on 23 degrees of freedom Multiple R-squared: 0.7604, Adjusted R-squared: 0.75 F-statistic: 72.99 on 1 and 23 DF, p-value: 1.364e-08</p>

6. Pruebas de diagnóstico
<p>Jarque-Bera test for normality data: e2 JB = 10.803, p-value = 0.0085</p>
<p>Breusch-Godfrey test for serial correlation of order up to 1 data: regp LM test = 0.97462, df = 1, p-value = 0.3235</p>

7. Prueba de causalidad de Granger (Ho: e no causa a y)	
Rezago 1	<p>Model 1: ty ~ Lags(ty, 1:1) + Lags(te, 1:1) Model 2: ty ~ Lags(ty, 1:1) Res.Df Df F Pr(>F) 1 21 2 22 -1 4.1534 0.05434 .</p>
Rezago 2	<p>Model 1: ty ~ Lags(ty, 1:2) + Lags(te, 1:2) Model 2: ty ~ Lags(ty, 1:2) Res.Df Df F Pr(>F) 1 18 2 20 -2 2.1927 0.1405</p>
Rezago 3	<p>Model 1: ty ~ Lags(ty, 1:3) + Lags(te, 1:3) Model 2: ty ~ Lags(ty, 1:3) Res.Df Df F Pr(>F) 1 15 2 18 -3 1.5307 0.2475</p>

Rezago 4	<p>Model 1: $ty \sim \text{Lags}(ty, 1:4) + \text{Lags}(te, 1:4)$ Model 2: $ty \sim \text{Lags}(ty, 1:4)$ Res.Df Df F Pr(>F) 1 12 2 16 -4 1.7104 0.2121</p>
Rezago 5	<p>Model 1: $ty \sim \text{Lags}(ty, 1:5) + \text{Lags}(te, 1:5)$ Model 2: $ty \sim \text{Lags}(ty, 1:5)$ Res.Df Df F Pr(>F) 1 9 2 14 -5 1.18 0.3897</p>
Rezago 6	<p>Model 1: $ty \sim \text{Lags}(ty, 1:6) + \text{Lags}(te, 1:6)$ Model 2: $ty \sim \text{Lags}(ty, 1:6)$ Res.Df Df F Pr(>F) 1 6 2 12 -6 1.693 0.2692</p>
Rezago 7	<p>Model 1: $ty \sim \text{Lags}(ty, 1:7) + \text{Lags}(te, 1:7)$ Model 2: $ty \sim \text{Lags}(ty, 1:7)$ Res.Df Df F Pr(>F) 1 3 2 10 -7 4.1003 0.1368</p>