

04.

CAMBIO TÉCNICO

ENDÓGENO MEDIANTE INVESTIGACIÓN Y
DESARROLLO: UNA REVISIÓN DE LITERATURA Y
UN ANÁLISIS ACTUAL DE COLOMBIA

Juan Sebastián Parada¹

Resumen

El propósito de este documento es evaluar el avance que, desde la teoría del crecimiento económico, ha tenido el estudio del cambio técnico endógeno, haciendo un énfasis especial en el papel de la investigación y el desarrollo como fuente de transformación productiva en una economía. Para llevar esto a cabo, se hará el análisis de los principales aportes hechos a la teoría del crecimiento endógeno, realizados en los años ochenta y noventa. Con base en esto, se hace un diagnóstico del caso colombiano, analizando la inversión en investigación y desarrollo en los años recientes. Por último, se concluye que, a pesar de la relevancia que supone el cambio tecnológico para el crecimiento de una economía, en Colombia, la política orientada a explotar el potencial que tiene la inversión en investigación y desarrollo aún está muy rezagada.

Palabras clave

Crecimiento económico; cambio técnico endógeno; investigación; desarrollo; transformación productiva

1. Economista y Magíster en Economía de la Universidad Nacional de Colombia. Economista investigadora de la Oficina de Estudios Económicos del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. email: jsparadapor@gmail.com

Abstract

The purpose of this document is to evaluate the progress that, from the theory of economic growth, has had the study of endogenous technical change, emphasising on the role of research and development as a source of productive transformation in an economy. To do this, the main contributions made to the theory of endogenous growth, carried out in the eighties and nineties, are analyzed. Based on this, a diagnosis of the Colombian case is made, analyzing investment in research and development in recent years. Finally, it is concluded that, despite the relevance of technological change for the growth of an economy, in Colombia, the policy aimed at exploiting the potential of investment in research and development is still far behind.

Keywords

economic growth; productive transformation; endogenous technical change; research; development

Introducción

La historia del crecimiento económico se ha desarrollado en paralelo con la historia de la teoría económica. Desde Smith, Ricardo y Malthus, la economía clásica tuvo como preocupación esencial el mejoramiento de las condiciones generales de la población y el crecimiento de los recursos de las naciones. No obstante, los desarrollos hechos durante el siglo XIX distan mucho de estos planteamientos, ya que los teóricos de la economía dieron mayor relevancia a establecer condiciones para la existencia de equilibrio en la economía.

Para comienzos del siglo XX, los temas de crecimiento y bienestar vuelven a estar en el centro del debate de la teoría económica, hechos como las dos guerras mundiales y la Gran depresión que cambiaron en gran medida los intereses de la disciplina económica. El trabajo de Robert Solow, en 1956, supone el punto de partida de la teoría moderna de crecimiento. Según el modelo que propone, puede existir crecimiento del producto per cápita en el largo plazo, bajo la hipótesis de que no existe cambio tecnológico, en consecuencia, debe asumirse que el progreso tecnológico es exógeno. La tasa de crecimiento de largo plazo es una variable exógena y no se relaciona con la tasa de ahorro. Por su amplia aceptación en términos empíricos y su fortaleza teórica, dominó ampliamente el

panorama económico hasta los setenta y parte de los ochenta.

Para mediados de los ochenta, comienzan a darse los primeros cuestionamientos en torno al modelo planteado por Solow. Entre las críticas más comunes se destaca el hecho de que el proceso de convergencia no se daba, lo que hacía que el modelo perdiera validez en sus predicciones. Esto sugería que algunos de los supuestos teóricos del modelo tenían fallas evidentes (Benavides, 1997). De manera que surgen los modelos de crecimiento endógeno, que permiten superar, en cierta medida, las limitaciones de los modelos de crecimiento con tasas de ahorro exógenas.

El nuevo enfoque de la teoría de crecimiento endógeno tiene como principales aportes los trabajos realizados por Paul Romer (1986; 1990), Robert Lucas (1988), Robert Barro (1990), Sergio Rebelo (1991) y Aghion y Howitt (1992). No obstante, estos autores tienen como referentes trabajos como el de Arrow (1971), Frenkel (1962), Sheshinski (1967) y Uzawa (1965). Según Jimenez (2011), la teoría del crecimiento había fallado en la explicación de tres hechos fundamentales.

En primer lugar, no tenía la capacidad para explicar por qué las economías de países industrializados habían aumentado su producción de un siglo a otro.

En segundo lugar, no daba una explicación clara del crecimiento del capital humano como desarrollo de nuevas herramientas de aprendizaje.

En tercer lugar, no da ningún indicio de por qué hay una divergencia sistemática en las diferentes economías del mundo, tanto desarrolladas como subdesarrolladas.

Ante estas debilidades, las características más notables de los modelos de crecimiento endógeno son las siguientes: (1) las funciones de producción exhiben rendimientos constantes o crecientes a escala; (2) se introducen factores como el nivel educativo y capacitaciones laborales, como formas de acumulación de capital humano, y (3) el desarrollo tecnológico tiene una clara incidencia sobre los niveles de crecimiento. Así las cosas, puede darse el caso en el que el crecimiento del producto sea indefinido; esto debido a que la inversión en capital humano puede tener una retribución cada vez más grande. Un aspecto relevante es que a medida que aumenta la acumulación de capital se dan rendimientos decrecientes a escala. Una de las formas en que se compensa esta situación es por el avance tecnológico y las externalidades que genera.

En este orden de ideas, este artículo pretende exponer los hallazgos más relevantes de la literatura sobre crecimiento endógeno, se exponen los modelos de primera y segunda generación y la especificación del modelo AK. Luego se hace un breve análisis de la incidencia de la investigación y el desarrollo en el crecimiento endógeno. Posterior a esto, se analiza cómo ha sido la inversión en investigación y desarrollo en Colombia. En la sección final se presentan algunas conclusiones.

Teoría del crecimiento endógeno

Modelos de primera generación

La teoría del crecimiento endógeno, dentro de la literatura económica, toma como punto de partida dos publicaciones clave: la investigación de Romer (1986) y el trabajo de Lucas (1988). Sin embargo, los antecedentes más importantes de estas publicaciones son los trabajos de Frenkel y Arrow en los años sesenta, pues se consideran como los primeros intentos por construir una teoría alternativa a la planteada por Robert Solow. Además, son conocidos como la primera generación de modelos de crecimiento endógeno. En la tabla 1 es posible observar la especificación general que poseían estos modelos de acuerdo con Jimenez (2011).

Tabla 1. Descripción un modelo de crecimiento de primera generación

El modelo general de primera generación	
Forma funcional	Definición
1. $Y = aK^\alpha (HL)^{1-\alpha}$	Función de trabajo con progreso técnico a la Harrod
2. $I = \dot{K}$	Inversión sin depreciación

3. $S = sY$	Función de ahorro
4. $S = I$	Condición de equilibrio dinámico
5. $L = L_0 e^{nt}$	Crecimiento de la fuerza laboral
6. $H = H_0 e^{mt}$	Progreso técnico, crecimiento del capital humano

Fuente: elaboración propia a partir de Jiménez (2011).

El modelo propuesto por Frenkel (1962) sugiere que puede establecerse una relación entre la función de producción de Solow (en adelante neoclásica) y la función de producción de coeficientes fijos de Harrod y Domar. Uno de sus postulados más interesantes radica en que ambas funciones tienen características adecuadas para el análisis económico; sin embargo, no tienen gran relevancia empírica. Así las cosas, buena parte de su trabajo consistió en extraer las fortalezas que cada función revelaba y la construcción de una función de producción que predijera mejor los hechos estilizados del crecimiento económico.

Por otro lado, el modelo que desarrolla Arrow (1971) basa su argumento en que los modelos neoclásicos no insertan de manera satisfactoria el papel del progreso técnico para explicar el crecimiento económico. Un aspecto clave es que resalta el valor del aprendizaje en el proceso de acumulación de capital humano, ya que esto es lo que permite considerar rendimientos crecientes, dadas las externalidades positivas que genera el avance tecnológico. En efecto, la propuesta del autor es incluir en el modelo de crecimiento las

externalidades positivas que benefician a las empresas producto de los nuevos conocimientos adquiridos.

Modelos de segunda generación

En esta sección se describen los modelos de crecimiento de segunda generación. Para no extenderla demasiado se hará énfasis en el trabajo de Romer (1986), Lucas (1990) y Romer (1990). Estos modelos parten de los aportes de Arrow y Frenkel y hacen cambios significativos en la función de producción.

Para empezar, hay que analizar una de las obras de mayor relevancia dentro de la teoría de crecimiento endógeno; el artículo de Romer (1986). En él se propone un modelo de crecimiento endógeno en el que el crecimiento de largo plazo está guiado por la acumulación de capital humano o conocimiento, cuyo desarrollo depende de invertir en investigación tecnológica. Realizar una inversión en desarrollo técnico, por parte de una firma, genera externalidades positivas para otras, dada la dificultad que supone para una empresa retener patentes o tratar de ocultarlas en secreto. Basado en estas externalidades, el autor introduce la noción de equilibrio. Por último, la característica esencial del modelo es el supuesto de rendimientos crecientes del capital humano.

Otro aporte que generó grandes controversias en la teoría del crecimiento endógeno fue el desarrollado

por Robert Lucas de 1988, cuya preocupación principal era poder construir una teoría del crecimiento que fuera compatible con los hechos empíricos del desarrollo económico. De esta manera, a pesar de resaltar algunas fortalezas teóricas del modelo de Solow, le cuestiona la incapacidad que posee para explicar los diversos niveles de crecimiento en las economías del mundo. El objetivo de Lucas es determinar las divergencias en los procesos de crecimiento de distintas economías, de manera que altera el modelo neoclásico tradicional con la inclusión del factor capital humano. Para Lucas (1988), la teoría del capital humano se basa en que cuando un individuo asigna tiempo a varias actividades afecta su productividad y su acumulación de capital humano para periodos futuros.

La obra de Paul Romer, en 1990, es crucial en la medida en que solidifica varios conceptos planteados hasta ese momento por los teóricos del crecimiento endógeno, de este trabajo es posible extraer tres premisas fundamentales. Primero, el cambio técnico, entendido como el mejoramiento en el uso de insumos para la producción, es pieza clave para explicar el crecimiento económico. Segundo, el progreso tecnológico es una respuesta de los agentes económicos a los incentivos del mercado, ya sea mejores salarios o mejores condiciones laborales, en efecto, este progreso se da manera endógena al sistema. Tercero, se entiende la tecnología como un bien con características especiales, tiene un costo fijo alto, pero el costo adicional de emplearla es relativamente bajo.

El modelo básico AK con tecnología rendimientos crecientes y externalidades

El modelo básico (modelo AK) usado en esta literatura se especifica de la siguiente manera:

$$1) Y_t = AK_t^{1-\alpha} K_t^\alpha L_t^{1-\alpha}$$

$$2) y_t = \frac{Y_t}{AL_t} = Ak_t$$

donde A es una constante ($g = 0$). Sin embargo, existen externalidades entre empresas, las cuales están sujetas al *stock* de capital agregado por trabajador.

El hecho de que $g = 0$ no interfiere con que el supuesto de rendimientos crecientes a escala permita que el *output* en unidades de trabajo eficiente crezca endógenamente:

$$3) \Delta k_t = k_{t+1} - k_t = sy_t - (n+\delta)k_t$$

$$4) \frac{\Delta Y_t}{Y_t} = f' \frac{\Delta k_t}{y_t} = f' \left[s - (n+\delta) \frac{k_t}{y_t} \right]$$

$$5) \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{\Delta y_t}{y_t} = A s - (n+\delta) \neq 0$$

Uno de los supuestos más importantes de los modelos de crecimiento endógeno es el de la existencia de rendimientos constantes a nivel de la firma, pero rendimientos crecientes a nivel agregado de la economía; lo que se debe a las externalidades positivas

que genera el progreso tecnológico. Esto es lo que se conoce como las hipótesis de *Learning by doing* o *On the job training*, desarrolladas por Rebelo (1991) y Romer (1986) respectivamente. Lo relevante de la especificación AK es que cualquier modelo de crecimiento endógeno, puede reescribirse bajo esta especificación.

En este mismo sentido, Romer (1990), Grossman y Helpman (1991) y Jones (1995) establecen que la utilización de más y mejores recursos, en actividades de investigación y desarrollo, permite la diferenciación de producto y el poder de mercado. En consecuencia, esto constituye un camino preciso para promover el crecimiento económico.

En los modelos caracterizados por el énfasis en el incentivo de actividades de investigación y desarrollo, se tiene lo siguiente:

$$\delta) g = g(A, K_i, L_i)$$

donde K_i y L_i son el stock de capital y el empleo destinado a actividades de innovación y desarrollo.

Cambio técnico

con investigación y desarrollo

Como se ha visto hasta ahora, el progreso tecnológico es un concepto clave de la teoría del crecimiento endógeno. Para autores como Howitt (2004), el avance de la

tecnología se debe al proceso de innovación, es decir, la capacidad de crear nuevos procesos a nivel de una firma o la capacidad de crear nuevos productos que satisfagan mejor las necesidades de la población. No obstante, la innovación no es un hecho aislado surgido en ciertas firmas, se debe a la aplicación de la ciencia y de la acumulación de experiencia en una determinada labor y, en especial, a la inversión hecha en investigación y desarrollo (I y D). De acuerdo con esto, si la política económica está orientada a la inversión en I y D, ésta tendrá un efecto positivo sobre el crecimiento del producto. De esta forma, la política económica se articula con la teoría de crecimiento endógeno.

De acuerdo al nivel de desarrollo de cada país, la promoción del avance tecnológico se da de manera distinta. Por ejemplo, para el caso de una economía desarrollada, una buena medida para fortalecer los incentivos en inversión de I y D puede ser la de fortalecer los derechos de propiedad, mientras que para una economía subdesarrollada, el cambio tecnológico viene dado por lo que le provean las economías desarrolladas, lo que se debe a la incapacidad de las firmas de hacer inversión en I y D. En consecuencia, garantizar la llegada de tecnología sin dificultades de tipo comercial (aranceles) puede ser beneficioso para las economías menos desarrolladas. Al respecto, Ocampo (1991) afirma que el problema central radica en el manejo de tecnologías y su adaptación a las condiciones locales de cada economía, es decir, este proceso no

depende únicamente del aprendizaje por experiencia, sino que depende en gran medida de los esfuerzos de las empresas, así como del contexto económico en el que están involucradas.

En este contexto, resulta útil que los países subdesarrollados promuevan la inversión en I y D. No obstante, más allá de crear incentivos para fortalecer la transferencia tecnológica desde el exterior, debe construirse una política eficaz que genere los incentivos necesarios para la investigación y el desarrollo; un proceso en el que no solamente deben tenerse en cuenta las firmas, sino las universidades y los centros de investigación locales. Uno de los problemas más habituales de la transferencia tecnológica es que tiene una baja capacidad de adaptación a la economía local, ya sea por la baja calificación del capital humano o por las condiciones particulares de cada país. De esta manera, una forma de superar este tipo de obstáculos es mediante la adaptación efectiva de la tecnología exterior, proceso que se garantiza con un capital humano bien calificado, es decir, a través de la inversión en educación básica, secundaria y superior.

Otros trabajos, como los de Romer (1990) y Grossman y Helpman (1991), proponen que la inversión en I y D constituye el origen del incremento de la productividad total, lo que en consecuencia genera efectos positivos para el crecimiento de la economía. Además, como las firmas tienen mayores réditos económicos pueden tener el incentivo de seguir innovando. Este

es un hecho que tiene sustento en evidencia empírica, ya que los países con poca inversión en I y D tienden a exhibir menores niveles de crecimiento (Howitt, 2004).

Aproximaciones teóricas a la medición de las innovaciones

Es de gran importancia poder establecer con rigurosidad la relación entre innovación y crecimiento económico. Para lo que resulta clave llegar a una síntesis que busque el uso de técnicas econométricas junto con un marco teórico adecuado para la comprensión y la medición de los sistemas nacionales de innovación y su inclusión exitosa en los modelos econométricos. En este sentido, el concepto de innovación tiene una perspectiva con una gama amplia y diversa, pues incluye los *outputs* empresariales y los procesos organizacionales. Por otro lado, el concepto de sistema hace un énfasis especial en la relevancia de sus componentes y sus relaciones, así como en sus funciones y la posibilidad de establecer límites que faciliten estudios de carácter empírico.

De manera más precisa, el concepto de sistemas de innovación se enmarca en la literatura económica especializada, principalmente Freeman (1987) y Lundvall (1992). No obstante, cabe señalar que trabajos posteriores como los de Nelson (1993) y Porter (1990)

constituyen grandes aportes y son la base del desarrollo de definiciones conexas como la de competitividad y ventajas comparativas de las naciones.

Así las cosas, en los sistemas de innovación lo relevante no es sólo la cantidad de investigación y desarrollo, sino cómo es su distribución y aplicación en la economía (Mazzucato, 2014). De modo que, para autores como Freeman (1987) es pertinente ampliar la gama de herramientas para medir los procesos de investigación y desarrollo, así como su éxito relativo. Es por esta razón que, en la siguiente sección de este documento, además de la medición del gasto en investigación y desarrollo como proporción del PIB, se analizarán otras variables de éxito relativo de la innovación. Entre ellas están el número de artículos científicos producidos y el número de investigadores, como proporción de un número determinado de habitantes.

Inversión en investigación y desarrollo: **una mirada al caso colombiano**

El marco teórico de la literatura del crecimiento endógeno permite ver claramente que la innovación es eje principal del desarrollo en la economía moderna. Además, es un rasgo común de los países emergentes que se han podido insertar en la senda del crecimiento

sostenido. Colombia ha tenido cambios radicales durante los últimos veinticinco años. Económicamente ha superado crisis de alta inflación y bajo nivel de producto en los años noventa, se ha insertado de manera gradual en el mercado global y, como las demás economías latinoamericanas, está enfrentando los retos que supone adaptarse al nuevo marco de la economía mundial. Uno de ellos es poder competir en mercados abiertos y muy sofisticados al tratar de dejar atrás la característica de producir mercancías de bajo valor agregado (Gómez y Mitchell, 2014).

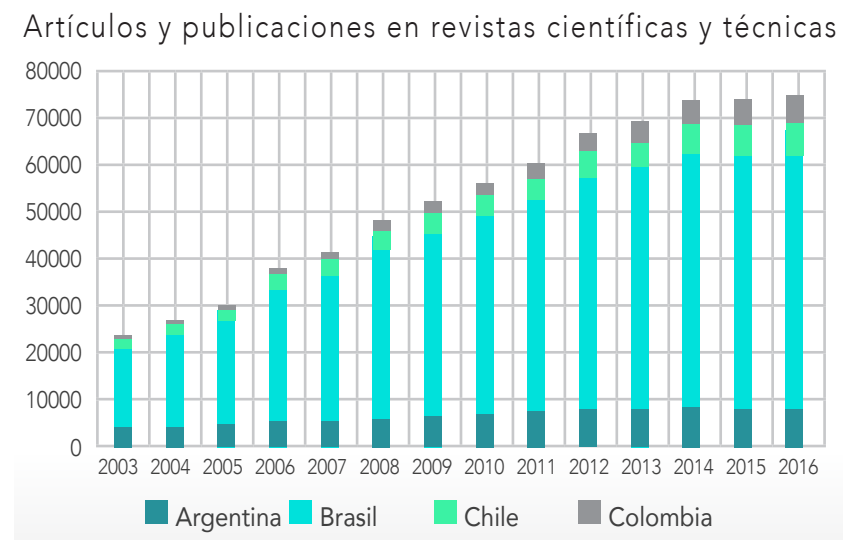
A pesar del *boom* que representaron los altos precios de los *commodities* en los últimos diez años, el país se encuentra actualmente en un escenario preocupante. Esto debido a que la tendencia a la baja de los precios ha supuesto una reducción considerable del ingreso nacional, con lo que ha quedado demostrado una vez más lo inapropiado de concentrar la inversión del país en sectores que sólo tienen buenos réditos económicos cuando hay desequilibrio de precios en el mercado internacional. En efecto, el país necesita un cambio de enfoque, el ideal es sofisticar la producción, concentrarse en fortalecer la industria local para poder crear mercancías de alto valor agregado y aprovechar el contexto de apertura.

Ahora bien, todo lo anterior es posible mediante el proceso de innovación, en específico, mediante la inversión en I y D. Esto se explica porque las empresas mejoran su productividad, lo que aumenta sus ingresos

y, en el agregado, se da un crecimiento mayor de la economía. Estudios como el de Arbeláez y Parra (2011) sobre innovación en Colombia han mostrado que la adaptación tecnológica y la innovación en las empresas generan un aumento de las ventas por trabajador e impulsan el crecimiento de la productividad multifactorial. De igual manera, resaltan la importancia de formar un capital humano calificado, esencial para el proceso de innovación.

No obstante, el caso colombiano va en contravía con la teoría del crecimiento endógeno y las necesidades de inversión en I y D. En el gráfico 1, elaborado con datos del Banco Mundial, se construye un comparativo entre Colombia, Chile, Brasil y Argentina, en el que se expone el número artículos y publicaciones en revistas científicas y técnicas desde el año 2003 hasta el año 2016.

Gráfico 1. Artículos y publicaciones científicas y técnicas en Argentina, Brasil, Chile y Colombia 2003-2016



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Banco Mundial (2017).

La variable “número de artículos científicos” puede dar una aproximación al número de patentes que son registradas en cada país, teniendo en cuenta que un primer paso de una investigación científica es divulgar los hallazgos encontrados y establecer a lo que se puede llegar. Como es posible observar, Colombia tiene un pobre desempeño en cuanto a las publicaciones científicas a pesar de una leve mejora durante los últimos años estudiados; es posible notar que sigue estando rezagada respecto a algunos países de la región, en especial, a Brasil, cuyo caso es destacable. Una lectura que puede hacerse es que el país no proporciona suficientes incentivos para realizar publicaciones de tipo científico; el bajo financiamiento público y privado, así como la falta de incentivos económicos relacionados con mejoras salariales por tener publicaciones, puede generar que los investigadores emigren a países con mayores estímulos para la investigación científica.

Gráfico 2. Número de investigadores por cada millón de habitantes 2011-2016



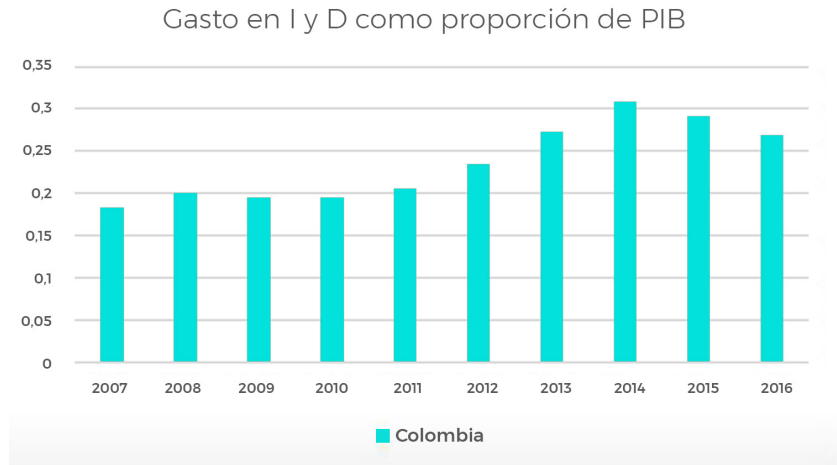
Fuente: elaboración propia a partir de datos del Banco Mundial (2017).

Entre tanto, en el gráfico 2 se muestra el número de investigadores por cada millón de habitantes en el mismo conjunto de países, pero para el periodo de 2011-2016. Como se observa, el rezago de Colombia es igualmente notorio. Un aspecto destacable para el caso de los países analizados es la alta proporción de investigadores de Argentina frente a Brasil, lo que parece dar una idea contraria a la del gráfico 1. No obstante, esto se explica por el hecho de que Brasil maneja fondos de investigación con mayor músculo económico y por ello su producción científica es mayor a la de Argentina, a pesar de tener menor cantidad de investigadores. Por su parte, Colombia parece tener problemas para la formación de científicos lo que puede explicarse por la baja absorción que tienen estas profesiones en el mercado laboral, y que a su vez genera una gran migración de este tipo de profesionales a países con mayores ventajas laborales y económicas. Los datos consignados en los gráficos dan una buena idea de lo que cada país destina como parte de su producto a la inversión en desarrollo y tecnología. A su vez, pueden dar un primer indicio del estado del progreso técnico en cada nación.

Luego de haber analizado variables como la producción científica y el número de investigadores, analizaremos cómo se encuentra el país en cuanto a inversión en I y D. En primer lugar, se compara el caso colombiano con los países de la región; luego, la brecha existente entre Colombia y los países que mayor proporción

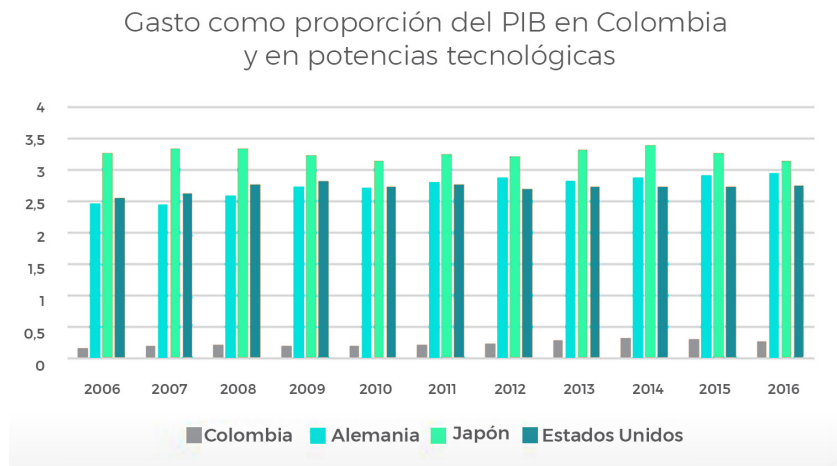
de su producto invierten en I y D. En el gráfico 3, es posible observar con claridad lo que se mencionó anteriormente, con base en los datos del Banco Mundial.

Gráfico 3. Gasto en investigación y desarrollo como proporción del PIB 2007-2016



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Banco Mundial (2017).

Gráfico 4. Gasto como proporción del PIB en Colombia y en potencias tecnológicas



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Banco Mundial (2017).

Como se observa en las dos gráficas, Colombia posee un rezago no sólo respecto a los países más destacados en términos de inversión en I y D, sino también frente a los países de la región. Esto no deja de ser preocupante, pero en cierta medida es predecible ya que la estructura productiva del país no ha sido cuestionada a fondo y sólo en los momentos de crisis se presta importancia a lo que está ocurriendo con los factores internos de la economía.

Así pues, esto ha servido para ilustrar que en Colombia aún no se da la relevancia necesaria a la inversión I y D, ya sea porque se desconoce su potencial o porque simplemente no sirve a los intereses de las clases dirigentes del país. En todo caso, lo claro es que para alcanzar una senda de crecimiento relevante y poder entrar en una fase de desarrollo mayor es necesario que la política nacional considere las externalidades positivas del cambio técnico y, de esta manera, se establezca un camino claro para generar una senda de desarrollo económico sobresaliente.

Conclusiones

Esta revisión de literatura tuvo como propósito explorar la teoría del crecimiento endógeno que estudia el impacto del cambio técnico mediante la investigación

y el desarrollo. Asimismo, analizar algunos hechos recientes de la economía colombiana frente a este tema. De manera general podemos dar las siguientes conclusiones:

1. La literatura del crecimiento endógeno, tanto de la primera generación como de la segunda, coincide en que el progreso tecnológico es el eje principal que genera crecimiento económico. Esto se da mediante las externalidades positivas que genera para las firmas aumentar su productividad y la variedad de productos mediante el cambio técnico.
2. Para el caso colombiano, es claro que la inversión en I y D no ha estado en la agenda política de los últimos gobiernos, al punto que, como proporción del PIB, está por debajo de los principales países de la región. Asimismo, esto se refleja en el número de investigadores del país y en la producción científica.

Bibliografía

Aghion, P., y Howitt, P. (1992). A Model of Growth Through Creative Destruction. *Econometrica* 60(2), 323-351.

Arbeláez, M. y Parra, M. (2011). Innovation, R&D investment and productivity in Colombian

- Firms. *Working paper 251*. Washington: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Arrow, K. J. (1971). The Economic Implications of Learning by Doing. En *Readings in the Theory of Growth*. Londres: Palgrave Macmillan.
- Barro, R. J. (1990). Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth, *Journal of Political Economy*, 98, 103-125.
- Barro, R. J., y I Martin, X. S. (2009). *Crecimiento económico*. Barcelona, España; Editorial Reverté.
- Benavides, O. A. (1997). Teoría del crecimiento endógeno. *Economía política y economía matemática. Cuadernos de Economía*, 16(26), 47-67.
- Frenkel, M. (1962). The Production Function in Allocation and Growth: A Synthesis. *The American Economic Review*, 52(5), 996-1022.
- Freeman, Ch. (1987). *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. Londres: Printer.
- Gómez, H. J. y Mitchell, D. (2014). *Innovación y emprendimiento en Colombia. Balance, perspectivas y recomendaciones de política: 2014-2018*. Bogotá, Colombia: Fedesarrollo.
- González, O. A. B. (1997). Teoría del crecimiento endógeno. *Economía política y economía matemática. Cuadernos de economía (Santafé de Bogotá)*, 16(26), 47-67.

- Grossman, G. M., y Helpman, E. (1991). Trade, knowledge spillovers, and growth. *European Economic Review*, 35(2), 517-526.
- Howitt, P. (2004). Endogenous Growth, Productivity and Economic Policy: A progress report. *International Productivity Monitor*, 8, 3-15.
- Jiménez, F. (2011). *Crecimiento Económico. Enfoques y Modelos*. Perú: Fondo Editorial, Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Jones, C. I. (1995). R & D-based models of economic growth. *Journal of political Economy*, 103(4), 759-784.
- Lucas, R. E. (1988). On The Mechanics of Economic Development. *Journal of monetary economics*, 22(1), 3-42.
- Lucas, R. E. (1990). Why Doesn't Capital Flow from Rich to Poor Countries? *The American Economic Review*, 80(2), 92-96.
- Lundvall, B-A (Ed.). (1992), *National Innovation Systems: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter Publishers.
- Mazzucato, M. (2014). *El estado emprendedor, mitos del sector público frente al privado*. Barcelona, España: Editorial Rba.
- Nelson, R. R. (Ed.) (1993). *National Systems of Innovation: A Comparative Study*. Oxford: Oxford University Press.

- Ocampo, J. A. (1991). Las nuevas teorías del comercio internacional y los países en vías de desarrollo. *Pensamiento Iberoamericano*, 20, 193-214.
- Porter, M. (1990). The Competitive Advantage of Nations. *Harvard Business Review*, 90(2), 73-93.
- Rebelo, S. T. (1991). Long Run Policy Analysis and Long Run Growth. *Journal of Political Economy*, 99(3), 500-521.
- Romer, P. M. (1986). Increasing Returns and Long-Run Growth. *The journal of political economy*, 94(5), 1002-1037.
- Romer, P. M. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 98(5), 71-102.
- Sheshinski, E. (1967). Tests of the "Learning by Doing" Hypothesis. *The Review of Economics and Statistics*, 49(4), 568-578.
- Solow, R. M. (1960). Investment and Technical Progress. *Mathematical Methods in the Social Sciences*, 1, 48-93.
- Uzawa, H. (1965). Optimum Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth. *International Economic Review*, 6(1), 18-31.