N°21

DOCUMENTO DE TRABAJO

Impacto de la educación sobre el crecimiento económico departamental en Colombia

Diciembre 2024

Universidad del Tolima

Una nueva historia
ACREDITADA DE ALTA CALIDAD

¡Construimos la universidad que soñamos!

CERE
Centro de Estudios Regionales
20 AÑOS

Hernández Buitrago, Daniela Alejandra
Impacto de la educación sobre el crecimiento económico departamental en Colombia / Daniela Alejandra Hernández Buitrago. -- 1ª. Ed. -- Ibagué: Sello Editorial Universidad del Tolima, 2024.
25 p. : figuras, tablas -- (Documento de trabajo – diciembre 2024 ; 21).
Contenido: Introducción -- Marco teórico -- Metodología -- Resultados -- Conclusiones -- Referencias.

ISNN 2711-4058 (Edición electrónica)

1. Capital humano 2. Calidad educativa 3. Crecimiento económico 4. Cobertura educativa I. Título

370.193
H557i

© Universidad del Tolima
© Daniela Alejandra Hernández Buitrago

Impacto de la educación sobre el crecimiento económico departamental en Colombia

EDITORIAL
Universidad del Tolima

Sello Editorial Universidad del Tolima

Edificio Los Ocobos,
cra 5 con calle 10 esquina, piso 4

editorial@ut.edu.co

Primera edición: Ibagué - Tolima, 2024

ISSN 2711-4058 (Edición electrónica)

Coordinación Editorial:
Andrés Tafur Villarreal
Director CERE

Comité Editorial:
María Alejandra Acosta
Marcela Valencia Toro
Santiago Giraldo Luque
Beatriz Jaime Pérez
Oscar Ayala Serrano
Andrés Tafur Villarreal
Greis Cifuentes Tarquino
María Rosa Helena del Pilar López Silva

Diseño de portada:
María Alejandra Aldana Fernández

Corrección de estilo:
Mariana Moscoso

Diagramación
María Alejandra Aldana Fernández

Hecho en Colombia

Todos los derechos reservados. Prohibida su reproducción total o parcial por cualquier medio, sin autorización expresa del titular del derecho de autor.

Resumen

Este trabajo analiza el impacto de la educación sobre el crecimiento económico a nivel departamental en Colombia. Su propósito es determinar el efecto de la cobertura y la calidad educativa sobre dicho crecimiento. Parte del reconocimiento de que, aunque la teoría del capital humano sustenta la educación como motor del desarrollo, la evidencia empírica en Colombia ha mostrado resultados ambiguos, posiblemente asociados a factores institucionales, deficiencias en los datos y limitaciones estructurales del país. La tesis central sostiene que el aumento en la cobertura educativa tiene un efecto positivo y significativo sobre el crecimiento económico, mientras que el impacto de la calidad es menos claro y parece condicionado por las características del aparato productivo, que limita la absorción de capacidades más complejas. El estudio emplea una metodología econométrica basada en modelos de datos panel y estimaciones dinámicas, integrando variables como puntajes en pruebas estandarizadas, tasas de cobertura educativa y consumo de energía como aproximación al capital físico. Los resultados evidencian que ampliar la cobertura educativa contribuye de manera efectiva al crecimiento económico, en tanto que el efecto de la calidad educativa requiere un análisis más contextualizado, dada su baja significancia estadística en entornos con baja sofisticación productiva. El texto desarrolla los principales enfoques teóricos, expone el modelo empírico utilizado y presenta una discusión sobre las implicaciones estructurales, así como recomendaciones de política pública orientadas al desarrollo territorial.

Palabras clave: Capital humano, crecimiento económico, educación, cobertura educativa, calidad educativa, datos panel.

Abstract

This study analyzes the impact of education on economic growth at the departmental level in Colombia. Its aim is to determine how educational coverage and quality influence economic performance. It starts from the understanding that, although human capital theory supports education as a key driver of development, empirical evidence in Colombia has shown mixed results, possibly due to institutional weaknesses, data limitations, and structural constraints. The central thesis argues that expanding educational coverage has a positive and significant effect on economic growth, while the impact of quality appears less clear and seems to be influenced by the productive structure, which limits the absorption of more complex skills. The study applies an econometric methodology based on panel data models and dynamic estimations, incorporating variables such as standardized test scores, coverage rates, and energy consumption as a proxy for physical capital. The findings show that increasing coverage contributes effectively to economic growth, while the effect of education quality requires a more contextualized analysis, given its low statistical significance in low-complexity productive environments. The text outlines the main theoretical approaches, details the empirical model used, and presents a discussion on structural implications and public policy recommendations aimed at territorial development.

Keywords: Human capital, economic growth, education, educational coverage, educational quality, panel data.

Resumo:

Este estudo analisa o impacto da educação sobre o crescimento econômico em nível departamental na Colômbia. Seu objetivo é determinar como a cobertura e a qualidade educacional influenciam esse crescimento. Parte-se da compreensão de que, embora a teoria do capital humano sustente a educação como motor do desenvolvimento, as evidências empíricas na Colômbia têm apresentado resultados ambíguos, possivelmente devido a fragilidades institucionais, limitações nos dados e restrições estruturais. A tese central sustenta que a ampliação da cobertura educacional tem um efeito positivo e significativo sobre o crescimento econômico, enquanto o impacto da qualidade se mostra menos evidente e parece estar condicionado pela estrutura produtiva, que limita a absorção de competências mais complexas. O estudo utiliza uma metodologia econométrica baseada em modelos de dados em painel e estimativas dinâmicas, incorporando variáveis como notas em testes padronizados, taxas de cobertura educacional e consumo de energia como proxy de capital físico. Os resultados indicam que expandir a cobertura educacional contribui de forma eficaz para o crescimento econômico, enquanto o efeito da qualidade da educação exige uma análise mais contextualizada, dada sua baixa significância estatística em contextos produtivos de baixa complexidade. O texto apresenta os principais referenciais teóricos, descreve o modelo empírico utilizado e discute as implicações estruturais, além de oferecer recomendações de política pública com foco no desenvolvimento territorial.

Palavras-chave: Capital humano, crescimento econômico, educação, cobertura educacional, qualidade educacional, dados em painel.

Sobre autora

Daniela Alejandra Hernández Buitrago
danielahbuitrago7@gmail.com

Economista con experiencia en análisis de datos aplicados a la educación y el desarrollo social. Ha trabajado en proyectos de investigación, sistematización de información y fortalecimiento institucional, contribuyendo a la mejora de procesos y a la generación de conocimiento para la toma de decisiones. Su interés principal es aportar al desarrollo educativo y social mediante enfoques de análisis, innovación y transformación.

Contenido

Introducción 7

Marco teórico 10

Metodología 12

Resultados 19

Conclusiones 23

Referencias 24

Introducción

La educación es un factor determinante en el crecimiento económico dado que moldea las estructuras económicas y sociales de una sociedad. Trabajos como los de Barro (1996) y Barro y Lee (1997) han mostrado que la educación es una de las variables determinantes del crecimiento económico, puesto que permite a los individuos de una sociedad potenciar sus habilidades cognitivas por medio de la adquisición de conocimientos que propician el dominio de nuevas tecnologías, capacidad de accionar determinados procesos de producción bien sea tecnificados o básicos, así como incentivar la innovación o creación de ideas que conducen a incrementos en la productividad, mejores empleos o, a una mayor actividad económica.

Sin embargo, una serie de estudios para América Latina sobre el papel de la educación en el crecimiento económico han mostrado que hay baja asociación entre estas dos variables, limitando el impacto de la educación en el crecimiento, lo anterior se explica por la existencia de instituciones débiles, poca compatibilidad entre la demanda y oferta laboral, calidad y disponibilidad de información, entre otros. Si bien estos factores afectan el impacto de la educación en el crecimiento, algunos autores como Barro (1996) y Hanushek y Woessmann (2007) le atribuyen un mayor peso a la baja calidad de la educación. Para el caso de Colombia, Alvis y Castrillón (2013) mencionan que un bajo crecimiento económico no solo se debe al factor educativo, sino que también puede estar asociado a un gobierno débil y corrupto. Por consiguiente, los diversos estudios realizados hasta el momento permiten entrever la relación entre las variables de interés. De ahí, se opta por detallar la naturaleza del sector educativo colombiano y el comportamiento de su economía, con la intención de comprender el vínculo existente entre las variables de educación y crecimiento económico.

En el caso colombiano, el sector educativo se estructura mediante niveles, el primero comprendido por la educación preescolar y la básica primaria (cinco grados); el segundo por la secundaria (cuatro grados), y la media (dos grados y culmina con título de bachiller), y el tercero por la educación superior. El sistema educativo tiene un rol preponderante, por ejemplo, para 2016 de 10,047,618 de personas matriculadas en el sistema, 7,784,426 estaban en el sector oficial, esto ha sido posible gracias a la expansión de la cobertura educativa (ver gráfico 2).

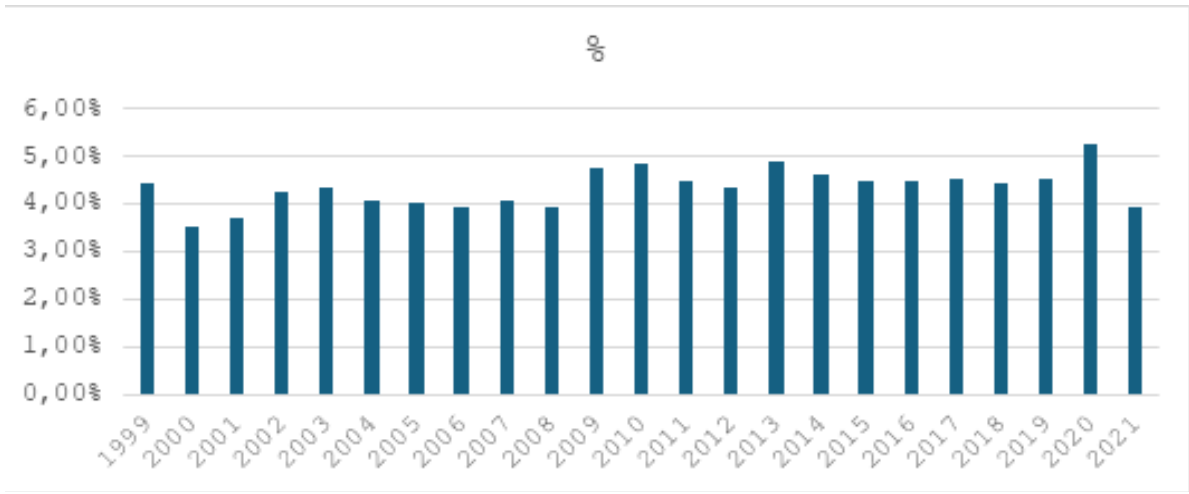
En cuanto al gasto público de Colombia en educación como porcentaje del producto interno bruto (PIB) mostró una tendencia cambiante desde la década de 1980, a saber alcanzó un 3.7% en 1984, sin embargo, decreció a partir del ajuste económico de 1985, hasta llegar a 3.13% en 1991. Como efecto del impulso dado por la Constitución Política de 1991, el gasto público en educación se incrementó de forma constante hasta 2004 (ver gráfico 1), y entre 2005 y 2008 desciende debido a la recesión internacional que deterioró los términos de intercambios e incentivó la fuga de capitales, lo que afectó a la economía colombiana a principios del siglo XXI. Posteriormente el gasto público tuvo una tendencia creciente hasta el 2014, alcanzó el 4,66% del PIB, para 2015 tuvo una caída de 0,17 puntos, con un gasto de 4,49% del PIB. Sin embargo, en términos generales el país concilió esfuerzos desde 2007 al 2014 en expandir la cobertura de la educación básica, al igual que la mayoría de los países de América Latina, el gasto público por estudiante (como porcentaje del PIB per cápita) casi se duplicó para la educación primaria entre 1998 al 2016 y se mantuvo proporcional en secundaria.

Desde 2016 hasta 2019, el gasto se mantuvo estable en torno al 4,5%, reflejando un esfuerzo por consolidar los avances en cobertura educativa mientras se enfrentaban desafíos económicos. En 2020, con la crisis de la pandemia de COVID-19, se registra un aumento significativo al 5,27%,

lo que podría estar asociado con medidas para mitigar el impacto de la pandemia en el sector educativo. Sin embargo, en 2021, el gasto público volvió a disminuir al 3,92%, marcando una de las caídas más pronunciadas de los últimos años, probablemente debido a las presiones fiscales postpandemia.

En términos generales, el gasto público en educación en Colombia ha mostrado una tendencia fluctuante, influenciada por factores económicos, fiscales y políticos. Si bien hubo avances significativos en cobertura y acceso, las variaciones en el porcentaje del PIB destinado a educación resaltan la necesidad de una política de financiamiento más estable y sostenible que garantice la calidad y equidad educativa en el largo plazo.

Gráfico 1. Gasto en Educación en Colombia como porcentaje del PIB.



Fuente: Banco Mundial. Elaboración propia.

Gráfico 2. Gasto en Colombia por Alumno en primaria y secundaria.

Fuente: Banco Mundial. Elaboración propia.

En cuanto al comportamiento de la economía colombiana, el crecimiento del PIB entre 1980 y 2015 refleja una serie de fluctuaciones impulsadas por factores tanto internos como externos. Durante la década de 1980, el crecimiento del PIB estuvo marcado por la desaceleración económica provocada por la crisis latinoamericana de deuda, lo que llevó a tasas de crecimiento moderadas y un contexto de restricciones fiscales y monetarias.

La década de 1990 fue una de las más difíciles para la economía colombiana, con un crecimiento promedio de solo 2,7%. Este período estuvo influenciado por reformas de mercado y políticas monetarias y fiscales estrictas que buscaban controlar la inflación, pero que al mismo tiempo limitaron el dinamismo económico. La crisis de 1999 fue el punto más crítico, con una caída

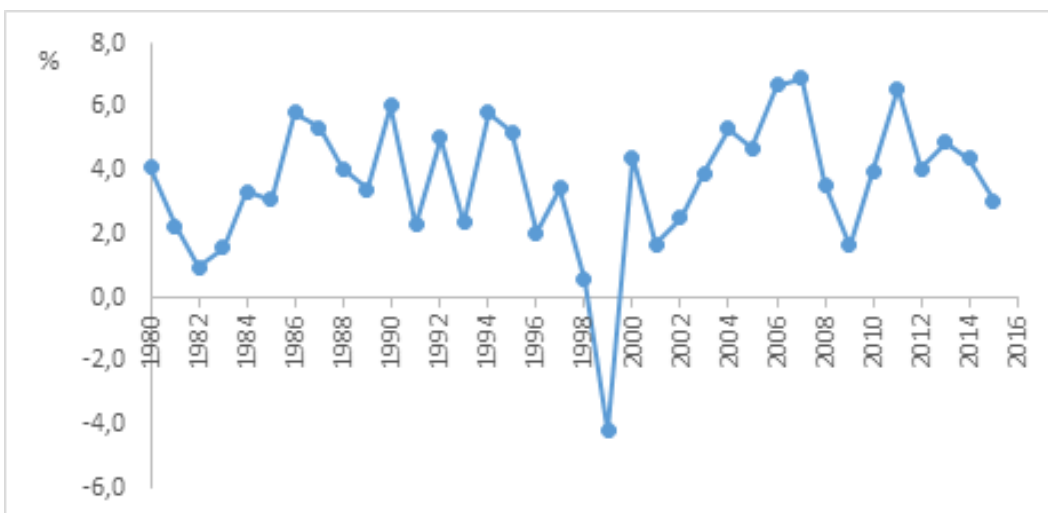
pronunciada del PIB, la cual estuvo acompañada de una tasa de desempleo que alcanzó un 20,5%. Este retroceso evidenció las vulnerabilidades estructurales de la economía ante choques externos y la falta de diversificación productiva.

A partir de 2004, la economía colombiana mostró una recuperación sostenida, apoyada en gran medida por el incremento de los precios internacionales de los bienes primarios y secundarios. Este auge permitió que el crecimiento del PIB alcanzara su punto máximo en 2010. Según Ocampo (2014), este período de crecimiento sostenido se debió en parte a la bonanza de los precios internacionales de productos minero-energéticos, que actuaron como motor principal del desempeño económico. Sin embargo, esta tendencia se desaceleró hacia finales de la década debido a la caída en los precios internacionales de estos bienes.

Entre 2011 y 2014, Colombia experimentó un nuevo período de crecimiento, aunque más moderado, impulsado por los altos precios de los productos minero-energéticos, como destacó Ocampo (2014). Este "boom" permitió cierta estabilidad en el corto plazo, pero también expuso la dependencia de la economía colombiana en el sector extractivo.

En términos generales, el período 1980-2015 evidencia las vulnerabilidades de la economía colombiana ante cambios en los precios internacionales, así como la necesidad de diversificación económica para mitigar los efectos de crisis externas y asegurar un crecimiento sostenible.

Gráfico 3. Crecimiento del PIB real de Colombia



Fuente: Banco Mundial. Elaboración propia.

Con la finalidad de esbozar de manera más detallada las condiciones económicas y educativas del país, se observa a nivel departamental, que el gasto en educación con relación al PIB ha crecido desde la década de 1980, sin embargo, los resultados alcanzados en materia de calidad y cobertura difieren entre departamentos, influenciados por factores sociales y económicos, lo que se refleja en una cobertura baja en educación media para el 2016, que oscila entre el 22% y el 30% (Ministerio de educación nacional [MEN], 2019), para los departamentos de Córdoba, Cundinamarca, Magdalena, Nariño, Sucre. Los que a su vez tienen el PIB per cápita más bajo del país para 2016, entre U$ 2.721 y U$ 5.700[1], en contraste con departamentos como Antioquia, Boyacá, Caldas, Norte de Santander, Quindío, Risaralda, Santander, con un PIB per cápita entre U$ 9.000 y U$ 15.500 (PPA), los cuales a su vez cuentan con los mejores índices de cobertura en educación media, oscilando las tasas entre el 50% y 63%.

1 [1] Estas cifras están en dólares de poder de paridad de compra –PPA.

Referente a la calidad de la educación en Colombia a partir de las pruebas PISA 2006, se evidencia un bajo nivel en calidad educativa puesto que el rendimiento promedio de los estudiantes del país en las pruebas de matemática, ciencia y lectura crítica, alcanzó un poco más de los 400 puntos (en una escala entre 100 y 600 puntos), hecho que tiene explicación en las políticas que se han adoptado desde el 2002 en materia de educación, donde se hizo hincapié en aumentar los niveles de escolaridad por medio de la cobertura, la cual se sitúa para el 2017 en 97% en lo respectivo a primaria y secundaria, sin embargo esto coincidió con el rezago de la calidad de la educación respecto a los avances en cobertura, que se vio afectada por factores como el aumento de la razón entre el número de alumnos por profesor, infraestructura, requisitos para ejercer la docencia, entre otros. Lo que permite inferir que el simple hecho de aumentar la tasa de matrículas no garantiza la absorción adecuada de los conocimientos impartidos.

A partir de lo anterior y teniendo en cuenta que no se han hallado trabajos que permitan estimar el efecto de la calidad y cobertura en educación de los departamentos de Colombia sobre el crecimiento económico para un periodo de 15 años, el presente trabajo busca aportar al acervo de la literatura existente para el caso colombiano en específico. Hecho que estimula a analizar los impactos que ha tenido la educación en el país, donde surge la pregunta ¿Cuáles son los efectos de la educación en el crecimiento económico departamental en Colombia para el periodo[2], 2001 - 2016? Así como también ¿Cuál es el efecto que tiene la cobertura y la calidad de la educación en el crecimiento económico a nivel departamental?

Este documento se organiza en seis secciones, incluida la presente. La segunda sección presenta el marco teórico. La tercera sección describe la metodología, detallando la estructura de los datos, la relación entre educación y crecimiento, así como la regresión que se estimará utilizando datos panel. En la cuarta sección se exponen los resultados estadísticos y econométricos, mientras que la quinta sección ofrece las conclusiones.

Marco teórico

El capital humano medido a través de la educación se considera como un determinante del crecimiento económico, dado que afecta la productividad laboral de los individuos y en consecuencia en la eficiencia y competitividad de las empresas. No obstante, esta perspectiva sobre los efectos del capital humano cobró mayor relevancia a partir de la década de los ochenta, con el desarrollo de los modelos de crecimiento endógeno, que destacan la importancia de la inversión en educación y conocimiento como motores del progreso económico sostenido.

Solow (1956) presenta un modelo macroeconómico en el cual analiza la interacción entre el crecimiento económico del *stock* de capital, el crecimiento de la población y los avances de la tecnología, a la vez que estudia la influencia de aquellos sobre el nivel de producción desde la perspectiva neoclásica, en el cual los factores determinantes son el capital y el trabajo, donde se establece que la función de producción tiene rendimientos constantes a escala, cumple la ley de rendimientos marginales decrecientes en ambos factores y las condiciones de Inada. La economía está compuesta por familias dueñas de capital, las cuales tienen capacidad de consumo y ahorro, el cual se convierte en capital físico, de modo que el stock de capital aumenta cuando invierten las familias y disminuye por cuestiones de depreciación, por lo que el crecimiento económico se ve ligado a las tasas de ahorro que disponen las familias y los países, sin embargo por sí solo el ahorro no logra explicar el crecimiento económico por lo que se le atribuye a factores exógenos como el crecimiento demográfico y el progreso técnico la parte no explicada.

---

2 [1] El periodo referenciado es debido a la disponibilidad de información para los departamentos de la muestra.

De forma similar y complementando los resultados a los que llega Solow (1956), Schultz (1962) y Denison (1962) mostraron que la parte del crecimiento no explicada por los factores tradicionales era significativa, debiendo explorarse la contribución de factores hasta entonces omitidos, como las economías de escala, el progreso tecnológico y el mejoramiento en la calidad de la fuerza laboral.

Becker (1964) define el capital humano como el conjunto de capacidades productivas que un individuo adquiere mediante la acumulación de conocimientos, ya sean generales o específicos, desempeñando un papel fundamental en la distribución de la renta, la rotación laboral y el crecimiento económico. Según Becker, la educación implica costos de oportunidad para los individuos, quienes, al permanecer temporalmente fuera de la población económicamente activa, sacrifican ingresos inmediatos. Sin embargo, estos costos son compensados a largo plazo, ya que la formación adquirida aumenta la productividad y, por ende, las posibilidades de obtener ingresos más altos. Becker identifica al sector educativo como el principal motor en la generación de capital humano, al proporcionar conocimientos esenciales para mejorar la productividad. Además, enfatiza que el desarrollo del capital humano en los niños no depende exclusivamente de la educación formal, sino también del tiempo y atención que los padres dediquen a su formación integral.

> *"Cuando el capital humano aumenta, gracias a la alta inversión en los sectores educativos, el retorno en la inversión de capital humano aumenta hasta que éste crece lo suficiente y encuentra un equilibrio, es decir, se eleva el ingreso per cápita de la sociedad debido a la relación directa con el crecimiento económico y el stock de capital humano" (Becker et. al, 1990:2).*

Posteriormente Mankiw, Romer y Weil (1992) incluyen el capital humano como variable explicativa del crecimiento. Encontrando que, sobre la senda de crecimiento económico, el nivel de la productividad depende negativamente de las tasas de crecimiento de la población, del progreso técnico y de la depreciación del capital físico y humano, y por el contrario está relacionado positivamente con las tasas de inversión del capital humano, capital físico y del stock de conocimientos científicos básicos que existen.

Barro y Lee (2012) desarrollaron la actualización sobre logros educativos para 146 países, 24 países avanzados y 122 países en desarrollo, desde 1950 hasta 2010, donde se desglosaron los datos por sexo y edad en intervalos de 5 años, junto con nuevas estimaciones de tasas de mortalidad y tasas de finalización por edad y nivel educativo. Destacan la importancia del capital humano en el crecimiento económico a través de la educación. Para la variable de educación utilizan como *proxy* las tasas de matrículas escolares o alfabetización, complementadas con medidas del promedio de años de escolaridad en todos los niveles (primaria, secundaria y terciaria), así como también con la construcción de nuevas estimaciones como tasas de supervivencia/mortalidad por edad y educación y por ratios de finalización por nivel educativo y grupo de edad.

Los autores encuentran que la población mundial de 15 años en adelante tiene un promedio de 7.9 años de escolaridad. Además, que la población general de más de 15 años en las economías de altos ingresos tiene 11,3 años de escolaridad, en comparación con 7,2 años en los países en desarrollo. Si bien los índices de finalización e inscripción de secundaria superior y terciaria representan la mayoría de las mejoras en los años de escolaridad en los países avanzados, la mayoría de las mejoras en los países en desarrollo se explican por los índices de finalización e

inscripción más elevados de primaria y secundaria. La brecha entre los países en desarrollo y países desarrollados sigue siendo alta (4,1 años de más en promedio para el 2010), donde solo se ha reducido un año en los últimos 45 años, un factor que puede explicar que la lenta reducción de la brecha es el aumento progresivo de la población de países desarrollados que alcanzan niveles más altos de educación.

A modo de resumen, los primeros estudios sobre el crecimiento económico encontraron que los factores tradicionales; tierra y trabajo, no explicaban las tasas de crecimiento económicas experimentadas durante el siglo XX, debiendo explorarse la contribución de factores omitidos como el crecimiento poblacional, progreso tecnológico y el refinamiento de la mano de obra.

A mediados de 1960 aparece el concepto de capital humano que se definió como el conjunto de capacidades productivas que puede adquirir una persona por medio de la acumulación de conocimiento lo que contribuía a un mayor progreso tecnológico y por ende un mayor crecimiento productivo. Posteriormente Mankiw, Romer y Weil (1992) incluyen el capital humano como variable explicativa del crecimiento, encontrando que la senda de crecimiento económico está relacionada positivamente con las tasas de inversión del capital humano, capital físico y del stock de conocimientos científicos básicos. Y para la década del 2000 distintos autores enfatizaron la importancia del capital humano en el crecimiento económico a través de la educación generando un mayor números de estudios e investigaciones en este campo.

Metodología

Para analizar el impacto de la educación en el crecimiento económico, es fundamental estructurar la metodología en cuatro etapas clave. Primero, se realiza una descripción detallada de los datos, identificando el signo esperado de cada variable (ver Tabla 1). En segundo lugar, se examinan las variables de interés que contribuyen a explicar el crecimiento económico. En tercer lugar, se define y justifica el método de regresión que será empleado para el análisis. Finalmente, se detallan las variables incluidas en el modelo y se presenta la ecuación econométrica a estimar, proporcionando un marco claro para la interpretación de los resultados.

3.1. Datos

Los datos son tomados del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE), del ICFES y del Ministerio de Educación Nacional. Del DANE se obtienen el PIB a nivel departamental; la demanda de energía eléctrica como *proxie* del capital físico, a partir de la encuesta anual manufacturera (EAM); y el crecimiento demográfico a partir de los datos censales. Para las variables que explican la educación como cobertura y calidad se utilizaron las tasas de cobertura anuales reportadas al Ministerio de Educación. Y para los datos de calidad educativa se usan los resultados estandarizados de las Pruebas Saber 11 del ICFES.

Para estudiar el efecto de la educación sobre el crecimiento económico se toma como muestra 20 departamentos de Colombia para el año 2001 a 2016 ya que no hay información disponible para el total de los 32 departamentos en el periodo de estudio, particularmente asociadas a las variables de consumo de energía eléctrica por parte de las industrias manufactureras y la tasa media de cobertura. Dado el tamaño de la muestra y el periodo tiempo se configura un panel de datos.

3.2 La educación y crecimiento económico

El análisis de la relación entre la educación y el crecimiento económico se realizará en dos pasos. Primero, se presentará la descripción de las variables utilizadas en el modelo (ver Tabla 1). Segundo, se realiza una breve descripción de las variables independientes y dependiente del modelo de forma separada.

Como variable dependiente se toma el crecimiento económico representado por el incremento porcentual del PIB per cápita para 20 departamentos[3] del estudio para el periodo 2001-2016, no fue posible conciliar el estudio para los 32 departamentos debido a la falta de información. La variable de capital humano está compuesta por la cobertura y la calidad educativa, donde el efecto de la cobertura es captado por la tasa de cobertura neta media[4], y la calidad de la educación por medio de los resultados de las pruebas ICFES para grado undecimo[5] en términos de lenguaje, matemática y ciencias naturales, debido a que es una medida *proxy* de las habilidades cognitivas de los individuos. Dado que la base del ICFES para los años 2001 a 2006 mostraba los resultados individuales de todos los departamentos, se calculó el promedio del puntaje para cada prueba y para cada departamento, presentada en el periodo 2 (solo presentan el examen estudiantes de grado undécimo en el mes determinado por el MEN del segundo semestre del año), además los datos fueron estandarizados por medio de la página del ICFES, esto último debido a que entre el 2001 y 2016 hubo tres reformas en la estructura de la prueba y forma de calificación.

Tabla 1. Variables del modelo

Nombre	Descripción	Tipo	Fuente	Rango	Signo esperado
Variable dependiente					
Pib	Crecimiento del PIB per cápita de cada uno de los departamentos.	Cuantitativa	DANE	-9.80 - 20.39	
Variables explicativas de la educación					
dcob	Cambio en la cobertura neta media	Cuantitativa	MEN	-4,0 - 9,0	Positivo
Len	Resultado en prueba de Lenguaje en ICFES.	Cuantitativa	ICFES	41,1 – 55,75	Positivo
Mat	Resultado en prueba de Matemáticas en ICFES.	Cuantitativa	ICFES	38,82 – 53,73	Positivo

3 Los departamentos que hacen parte del estudio son: Antioquia, Atlántico, Bolívar, Boyacá, Caldas, Cauca, Cesar, Cundinamarca, Córdoba, Huila, Magdalena, Meta, Nariño, Norte Santander, Quindío, Risaralda, Santander, Sucre, Tolima y Valle del Cauca.

4 La cobertura neta media en educación se mide como el porcentaje de estudiantes que cursan los grados décimo y undécimo, que además están en el rango de edad 15-18 años para dicho nivel en relación con la población en este mismo rango de edad.

5 El grado undécimo es el último grado cursado en la educación media para Colombia.

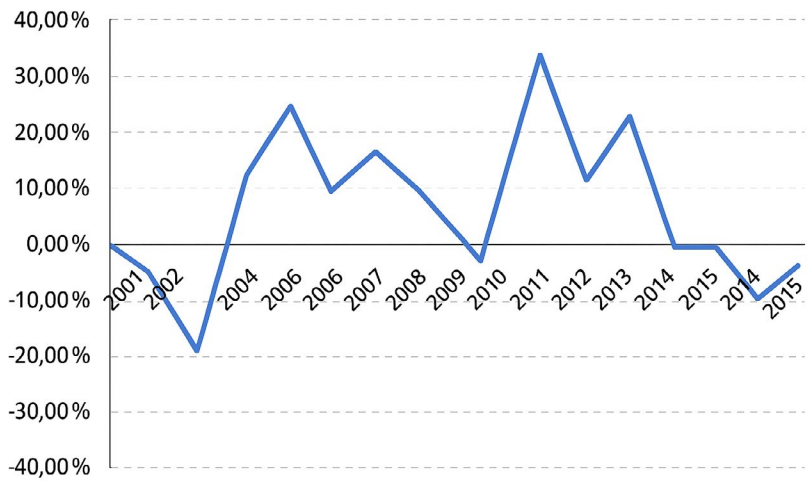
Crec_ep	Crecimiento de la demanda de Energía	Cuantita-tiva	DANE	57.24 - 45.75	Positivo

Fuente: Elaboración propia.

Como variables control se consideraron las variables; energía consumida por el capital de las empresas manufactureras; calculado a partir de la sumatoria de kilovatios comprados y generados menos los kilovatios vendidos, y crecimiento poblacional; calculado a partir del número de habitantes por departamentos en donde transformó la variable convirtiéndola en una tasa de crecimiento porcentual para los 15 años comprendidos.

3.2.1. El Crecimiento económico. PIB per cápita para el periodo de 2001 a 2016, muestra en Colombia dos periodos de crecimiento entre 2003 y 2007, en el que alcanzó una tasa de crecimiento per cápita del 15,4% y el segundo en el período 2010-2012, en el que disfrutó de condiciones excepcionales que le permitieron alcanzar una tasa de crecimiento per cápita del 18,6% (ver gráfico 4). Para un descenso significativo en los años siguientes, que también se puede evidenciar a nivel departamental (ver gráfico 5)

Gráfico 4. Crecimiento del PIB per cápita de Colombia

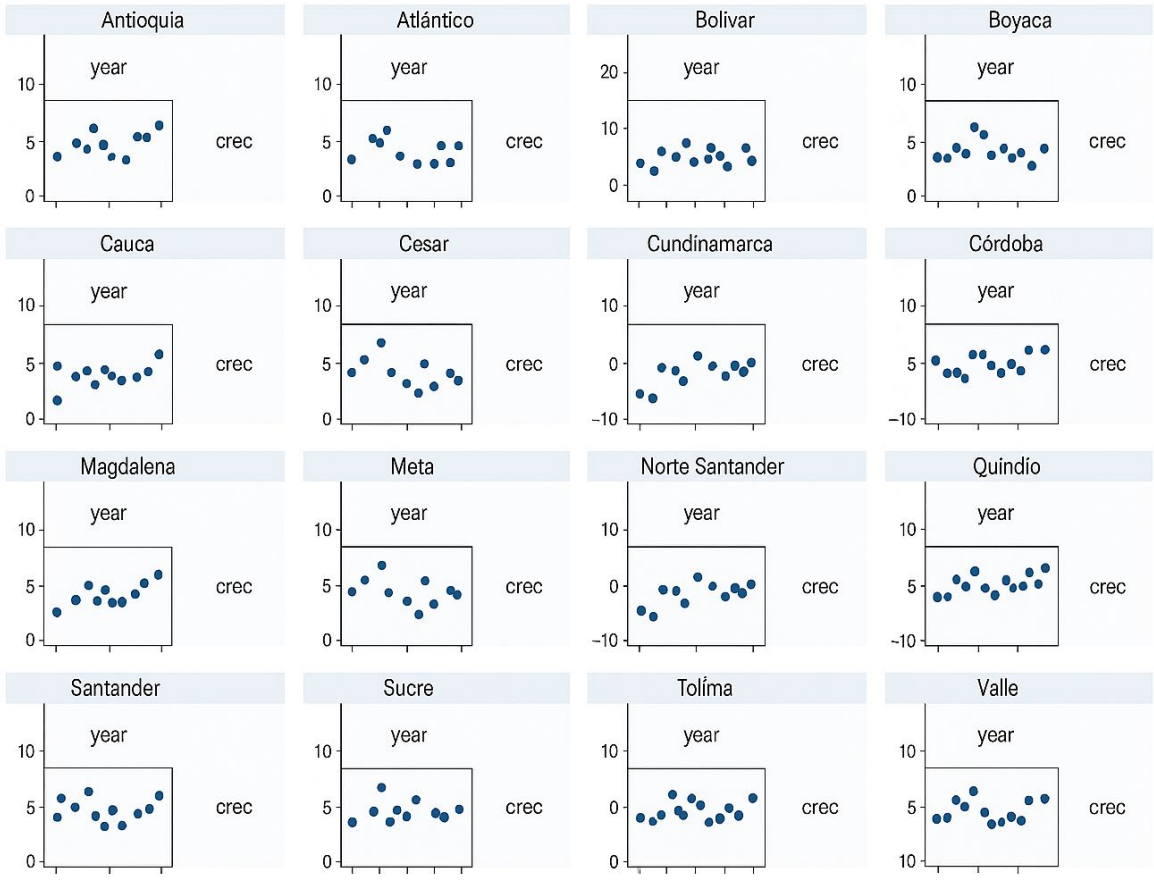


Fuente: Banco Mundial. Elaboración propia.

3.2.2. Cobertura. La educación medida a través de cobertura muestra que a partir del 2001 a 2016 se ha presentado un continuo crecimiento en Colombia que se puede observar en el gráfico 6. Desde el año 2002 las políticas educativas de Colombia estuvieron encaminadas al aumento de la oferta de matrículas en todo el país. Entre 2001 y 2016 la oferta en educación media aumento 0,12% puntos porcentuales en promedio, esto a través de mejoras en la infraestructura de los colegios, creación de nuevas sedes e instituciones y una fuerte publicidad mediática fomentando la demanda por matriculas, OCDE (2016).

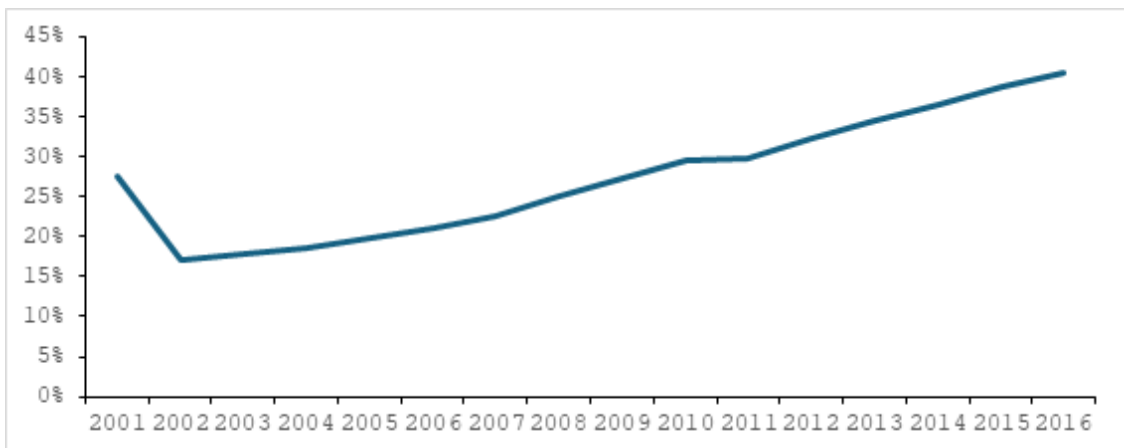
Para el último año estudiado, se pudo evidenciar además que la cobertura en educación media cerró por debajo del 70% en el país. Por encima del 50% se encuentran los departamentos de Santander, Atlántico, Quindío, Risaralda, Caldas, Antioquia y Boyacá. Sin embargo, algunos departamentos como Magdalena, Sucre, Nariño y Córdoba presentan tasas de cobertura media inferiores al 30%, como se puede evidenciar en el gráfico 7.

Gráfico 5. Crecimiento del PIB per cápita departamental



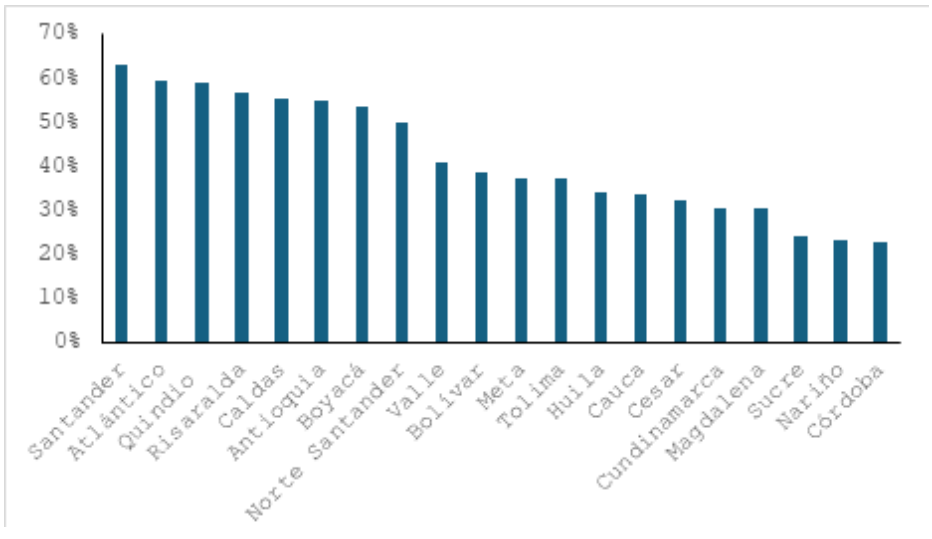
Fuente: Banco de la república. Elaboración propia

Gráfico 6. Promedio de cobertura en educación media en Colombia.



Fuente: Ministerio de educación. Elaboración propia.

Gráfico 7. Cobertura en educación media año 2016.



Fuente: Ministerio de educación. Elaboración propia.

3.2.3. Calidad. La educación medida a través de calidad por medio de la prueba ICFES[6] para grado undécimo, en lo referente a la prueba de lenguaje se pudo observar un buen rendimiento entre el año 2001 y finales de 2004 donde se logró obtener a nivel general un desempeño en promedio de 55 puntos, resultado que se vio opacado en los años siguientes hasta el 2009 donde también se presentó una caída en el rendimiento académico de más de 10 puntos. Sin embargo, la prueba de matemáticas mostró una tendencia positiva desde 2001 al 2016 para los departamentos de la muestra.

3.2.4. Energía. La demanda de energía es relevante dentro de las actividades que aportan valor agregado al PIB. Un sector destacado, tanto por su consumo de energía como por su aporte al PIB, es el sector industrial (industria manufacturera). El comportamiento de la demanda de electricidad por parte de las industrias manufactureras para la muestra de los 20 departamentos desde 2001 a 2016, ha estado ligada directamente a la dinámica económica del país. La aguda crisis económica de 2008, la sustitución de energéticos y los factores climáticos adversos, como el fenómeno del Niño, contribuyeron directamente a la tendencia decreciente en la demanda de energía.

3.2.5. Demografía. En Colombia se dieron grandes cambios demográficos y socioeconómicos producto del proceso de urbanización paralelo a la industrialización, el crecimiento del sector terciario, el ingreso de la mujer al sector educativo y laboral. En este contexto el proceso de transición demográfica evidenciado en el país se caracteriza por el descenso de los grupos de niños y adolescentes menores de 15, la tasa de crecimiento de los menores de 15 años viene disminuyendo desde 1985. Desde el año 2000 los menores de 10 años presentan tasas de crecimiento negativo Ministerio de Salud (2009). Entre los años 2000 y 2015, el impacto en las estructuras de población evidenció un proceso de transición avanzada, explicado en gran parte por el envejecimiento de la población en Colombia. La población de 60 años o más creció a una tasa superior al 3% anual, reflejando una tendencia sostenida de envejecimiento. Según el DANE, para 2015, este grupo representaba aproximadamente el 12% de la población total y se estima que alcanzará el 21% para 2050.

La notable reducción de las tasas de fecundidad, junto con los avances en salud, saneamiento básico y la disminución de la mortalidad, especialmente la infantil, han contribuido al mejoramiento de las condiciones de vida a lo largo del siglo XX. Además, factores como la incorporación masiva de la mujer al sistema educativo y al mercado laboral, el acceso a anticonceptivos modernos y el desarrollo científico y tecnológico han generado un entorno favorable para el envejecimiento de la población (Uribe, 2016).

3.3. Método de estimación.

Los datos utilizados son de tipo panel, puesto que se analiza el comportamiento del PIB per cápita a nivel departamental por un periodo de 15 años. Los paneles de datos se caracterizan por ser una mezcla entre las series de tiempo y los datos de corte transversal. Los datos de panel proporcionan una mayor cantidad de datos informativos, más variabilidad, menos colinealidad entre variables, más grados de libertad y una mayor eficiencia, Gujarati (2010). Como los datos de panel se refieren a individuos, familias, departamentos, países, etc., a lo largo del tiempo, lo

6 Prueba saber 11 es un examen de carácter oficial y obligatorio que comprueba las competencias de los estudiantes que cursan el último año de educación media que tiene como uno de sus objetivos comprobar el grado de desarrollo de las competencias de los estudiantes, además de servir como fuente de información para la construcción de indicadores de calidad de la educación (véase Decreto del Ministerio de Educación Nacional No. 869 de 2010)

más seguro es la presencia de heterogeneidad en estas unidades. Las técnicas de estimación de datos de panel toman en cuenta de manera explícita tal heterogeneidad, al permitir la existencia de variables específicas por sujeto, Gujarati (2010).

Tradicionalmente, los métodos estadísticos que intentan explicar un fenómeno observado a través de una serie de variables han sido tratado mediante regresiones lineales, usando el método de MCO. Si una muestra presenta efectos individuales, y las variaciones en el tiempo también explican el comportamiento de las variables, entonces debemos aplicar la metodología de datos de panel. Los efectos individuales (αi) pueden ser tratados como aleatorios o fijos. Para poder llevar a cabo esta estimación, se asume que los αi son constantes a lo largo del tiempo.

Los modelos de regresión de datos panel, realizan distintas hipótesis sobre el comportamiento de los residuos, el más elemental y el más consistente es el de Efectos Fijos, Montero (2011). Este modelo es el que implica menos suposiciones sobre el comportamiento de los residuos. Asume que el efecto individual está correlacionado con las variables explicativas, tratando el efecto individual separadamente del término de error, es decir, $\mathrm{corr}(\alpha_i, X) \neq 0$. El modelo a estimar queda representado como sigue:

$$y_{it} = \alpha_i + \beta X_{it} + u_{it}. \qquad (2)$$

Donde $\alpha i_i = \alpha + \nu_i$, luego reemplazando en (2) queda:

$$y_{it} = \alpha + \beta X_{it} + \nu_i + u_{it} \qquad (3)$$

Es decir, supone que el error (ε_{it}) puede descomponerse en dos, una parte fija, constante para cada individuo (ν_i) y otra aleatoria (u_{it}.) que cumple los requisitos del método de mínimos cuadrados ordinarios –MCO- ($\varepsilon_{it} = \nu_i + u_{it}$.), Montero (2011), lo que es equivalente a obtener una tendencia general por regresión dando a cada individuo un punto de origen (ordenadas) distinto. Donde reemplazando en la ecuación (3) el termino $\nu_i + u_{it}$. por ε_{it}, obtenemos la ecuación (4).

$$y_{it} = \alpha + \beta X_{it} + \varepsilon_{it} \qquad (4)$$

Este estimador tiene la ventaja de que permite conocer los αi separadamente, lo que contribuye a entender de mejor forma el modelo. Además, evita una sobrestimación del parámetro β, lo que ocurre cuando se aplica el estimador de efectos aleatorios.

El estimador de efectos aleatorios tiene la misma especificación que el de efectos fijos con la salvedad de que ni, en lugar de ser un valor fijo para cada individuo y constante a lo largo del tiempo para cada individuo, es una variable aleatoria con un valor medio v_i y una varianza Var(ν_i) ≠ 0. Para tratar los efectos aleatorios se emplea el Método Generalizado de Momentos (MGM), que es una extensión más eficiente de MCO. Este estimador asume la condición de que los efectos individuales no están correlacionados con las variables explicativas del modelo, es decir: $\mathrm{co}(\alpha_i, X) = 0$ Siendo, αi=Efectos individuales X= Variables explicativas. Por ello, los efectos individuales se suman al término de error, quedando el modelo definido como:

$$y_{it} = \alpha + \beta X_{it} + (\alpha_i + \mu) \qquad (5)$$

Este modelo resulta ser más eficiente dado que la varianza de estimación es menor, sin embargo, es menos consistente que el de efectos fijos puesto que este relaja la condición impuesta por el estimador de efectos aleatorios, tratando el efecto individual separadamente del término de error. Por lo que el modelo a estimar queda representado como sigue:

$$y_{it} = \alpha + \beta X_{it} + u_{it}. \qquad (6)$$

El modelo por lo tanto debe reproducir adecuadamente el comportamiento de los datos, de manera que las innovaciones del modelo no deberían presentar autocorrelación y heterocedasticidad, deben ser ruido blanco, tal que, el termino de error tenga media cero E (u_i |X) = 0 para *i*: 1, 2,…n. Presente varianza constante [E(uu'|X) = $\sigma^2 I_{XN}$] y no exista covarianza E($u_i u_j$ |X) = 0 para todo $i \neq j$.

Para decidir estadísticamente cuál es el estimador estático (fijo o variable) más adecuado para la realización del modelo, es necesario emplear el test propuesto por Hausman (1978) que es un test chi-cuadrado que determina si las diferencias son sistemáticas y significativas entre dos estimaciones, es decir compara los β obtenidos por medio del estimador de efectos fijos y efectos aleatorios, identificando si las diferencias entre ellos son o no significativas.

Por tanto, primero se debe estimar por el método menos eficiente pero consistente (efectos fijos) y posteriormente por el estimador eficiente y menos consistente (efectos aleatorios). En ambos casos la matriz de pesos debe ser homocedástica como menciona Montero (2005). Si no existen diferencias o sesgo significativo (p-valor mayor al nivel de significancia por lo que no se rechazaría la hipótesis nula –Ho: no diferencia sistemática entre los coeficientes -) nos quedamos con el modelo de efectos aleatorios, más eficiente, pero si se detectan diferencias sistemáticas (si el p-valor es menor al nivel de significancia, rechazando Ho) debemos quedarnos con el de efectos fijos, que hemos supuesto siempre consistente. Esta prueba calcula su estadístico a partir de las diferencias entre los β ponderados por la varianza.

Hasta el momento el panel de datos es tratado de forma estática por efectos fijos, sin embargo, si al realizar las pruebas de Hausman y Sargan se hallan problemas de heterogeneidad, autocorrelación y endogeneidad es necesario tratar el panel por análisis dinámico, que como mencionan Teixeira, y Queirós (2016) por la naturaleza de la relación entre capital humano y el crecimiento económico se puede esperar endogeneidad dado que el capital humano puede estimular el crecimiento económico y éste, a su vez, influye en el cambio del capital humano. Aparte de eso, la variable dependiente retrasada del modelo empírico conduce a la interacción entre las variables explicativas y las perturbaciones aleatorias (lo que significa que la variable explicativa es endógena), lo que hace que los estimadores del panel tradicional de "efectos fijos" y "efectos aleatorios" sean inconsistentes por tal motivo hacen uso del método generalizado de los momentos (MGM) del sistema para el modelo de datos de panel dinámico con el fin de corregir problemas de heterogeneidad de los sujetos no observados, sesgo de variables omitidas, errores de medición y problemas de endogeneidad potencial que frecuentemente afecta.

Los modelos dinámicos incorporan la relación entre la variable dependiente y las independientes de manera bidireccional y a su vez la relación de dependencia entre las variables independientes. Es decir, tratan el problema de endogeneidad definido como la existencia de correlación entre la variable dependiente y el termino de error. Para tratar este problema se hace uso de la metodología de Arellano y Bond que consiste en el uso de retardos como instrumentos de la variable endógena. En este caso el regresor corresponde al valor (*t-n*) niveles de la variable endógena o la diferencia de estos valores $X_{t-n} - X_{t-(n-1)}$. Para estimar este tipo de modelo se emplea el método generalizado de los momentos. A partir de lo anterior, la forma general del modelo a estimar estaría dada por:

$$Pib_{it} = \beta_0 + \beta_1\, dcob_{it} + \beta_2 Len_{it} + \beta_3\, Mat_{it} + \beta_4\, Crec_ep_{it} + v_{it} + u_{it} \quad (7)$$

Donde Pib_{it} representa el crecimiento económico del departamento *i* en el instante *t*, el cual está a en función del cambio en la cobertura educativa, el rendimiento en las pruebas saber 11 en las áreas lenguaje y matemáticas y el crecimiento de la demanda de energía.

4. Resultados

Los resultados de la relación entre la educación y el crecimiento económico se presentan en dos etapas. En primer lugar, se muestran las estadísticas descriptivas de la cobertura y calidad, en aras de brindar una mayor contribución a los estudios realizados sobre educación. En segundo lugar, se presentan los resultados econométricos que permiten evaluar el efecto de la educación sobre el crecimiento económico.

4.1. Estadísticas descriptivas

Al analizar la cobertura en educación media en los departamentos de Colombia entre el periodo 2001 – 2016 en la tabla 2, se encuentra, la tasa mínima y máxima de cobertura entre los departamentos de la muestra, así como también su desviación y media, como se puede evidenciar para el año 2001 la tasa mínima de cobertura en conjunción con el gráfico 7, fue del 7% en donde el departamento Magdalena obtuvo dicha tasa.

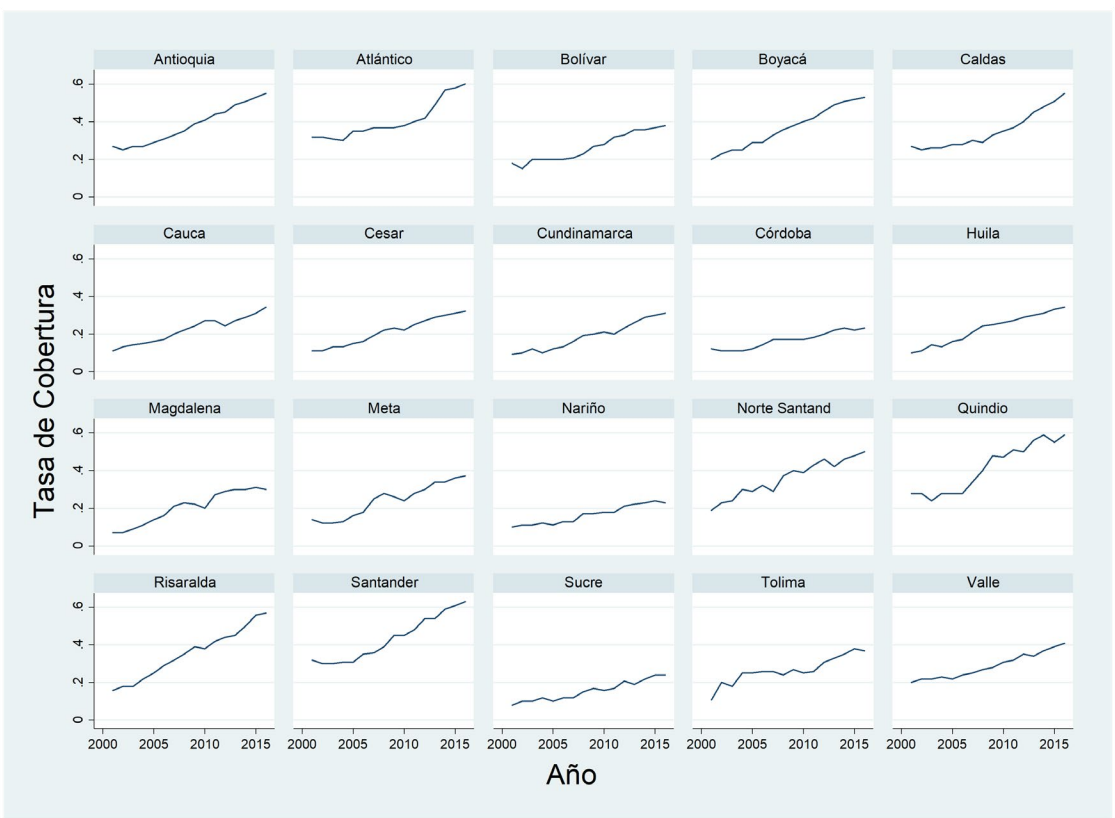
Tabla 2. Descripción de variables de educación

Variable	Obs	Media	Dsv. Est.	Min	Max
Cobertura	320	0.2835312	0.1252998	0.07	0.63
Lenguaje	320	47.48731	2.684861	41.1	55.75
Matemática	320	46.01887	3.30499	38.82	53.73

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, se muestra que la mayor cobertura la obtuvo Santander con un 63% para el año 2016. Además, se puede observar que la tasa media de cobertura en el país en los 15 años de estudio es de 28%, como también se observa que la desviación entre las tasas de cobertura alrededor de la media de los departamentos es de 12,52% (ver gráfico 8).

Gráfico 8. Cobertura educativa departamental.



Fuente: Elaboración propia.

En lo respectivo a la calidad de la educación, medida a través de las pruebas Saber 11 del ICFES, los estudiantes que presentaron la prueba de lenguaje obtuvieron un puntaje mínimo de 41 puntos y máximo de 55 puntos, en el lapso de 15 años de estudio. En donde el puntaje mínimo obtenido se dio en el año 2011 para el departamento de Magdalena, y el puntaje máximo en 2014 en el departamento de Antioquia. Con respecto a la prueba de matemática el puntaje mínimo fue de 38,82 para el Magdalena en el año 2004 y el puntaje máximo fue 53,73 para el departamento de Boyacá en 2016. Para la prueba de química el puntaje mínimo fue de 40,33 para el departamento de Córdoba en 2013 y máximo de 54.64 en 2016 de nuevo para el departamento de Boyacá (véase tabla 2 y gráfico 9). Se observa que en promedio el resultado obtenido en estas tres áreas es de 47, 44 y 46 puntos respectivamente. Así mismo, los estudiantes parecen tener habilidades heterogéneas dado el nivel de dispersión de los puntajes, puesto que la desviación de estos puntajes alrededor de la media está entre 2,6 y 3,3 puntos.

Gráfico 9. Prueba de lenguaje.

Fuente: Elaboración propia

4.2 Resultados Econométricos

En la tabla 3 se presentan los resultados de estimar ecuación (7) tanto por el modelo de efectos fijos como aleatorios. Para determinar cuál es el estimador más eficiente se realiza la prueba de Hausman cuyo p-valor asociado es 0.5677, por lo tanto, no se rechaza Ho, es decir, no hay correlación entre los efectos individuales y las variables explicativas, lo que indica que el estimador aleatorio debe ser utilizado. Sin embargo, como se detectaron problemas de heterocedasticidad, y autocorrelación, lo que viola algunos de los supuestos de la prueba de Haussman, por lo que se procede a realizar la prueba de Sargan de la que se tiene un p-valor de 0.4872, es decir se deberá optar por el modelo de efectos aleatorios. Con el fin de tratar los problemas de autocorrelación detectados se realizan estimaciones de panel de datos dinámicos.

Tabla 3. Resultados de la estimación por Efectos Fijos y Aleatorios.

	Efectos fijos	Afectos Aleatorios
crec_ep	0.0445** (0.0198)	0.0396** (0.0195)
dcob	0.0897 (0.1047)	0.0980 (0.1025)
len	-0.0829 (0.0934)	-0.0663 (0.0883)
mat	-0.0915 (0.0751)	-0.0773 (0.0733)
_cons	11.0439** (4.6672)	9.6058** (4.3067)
N	300	300
N_g	20	20
F	2.0644	
chi2		6.9268

Nota: errores estándar en paréntesis ** significativo al 5%.

Fuente: Elaboración propia.

Una de las formas en que el panel dinámico trata estos problemas de endogeneidad es por medio del uso de variables instrumentales, expresados como retardos de la variable endógena, para lo cual se realizó la prueba de sobre identificación de restricciones de Hansen, la cual permite contrastar estadísticamente si los instrumentos utilizados en la estimación hayan sido los adecuados. De modo que se espera que los residuales de la regresión no se encuentren correlacionados con el conjunto de variables exógenas empleadas. Al aplicar la prueba de sobre identificación de Hansen en la estimación correspondiente (ver Tabla 4), se obtuvo que el p-valor es igual a 0.7475, por lo tanto, no se rechaza Ho, es decir que los instrumentos utilizados en la regresión son válidos.

De tal forma que los resultados de la estimación por la metodología de Arellano y Bond (1991), presentados en la tabla 4 arrojan que el rezago de la variable dependiente es significativo al 1%, por lo que se espera que ante un incremento de uno por ciento el crecimiento del periodo anterior, el crecimiento presente aumente en 0.52%, lo que implica que existe un grado de inercia en el crecimiento departamental. También se halló, que el coeficiente del crecimiento del consumo de energía eléctrica es estadísticamente significativo al 5%; además, ante un aumento de 1% en la demanda de energía por parte de las empresas en Colombia se espera que el crecimiento aumente en 0.042% en el corto plazo y 0.089% en el largo plazo.

Respecto a las variables de interés, se encuentra que el coeficiente del cambio en la tasa de cobertura, es significativo al 1%, un aumento en la cobertura impacta positivamente el crecimiento del PIB per cápita, esto es, por un 1% que aumente la tasa de cobertura en educación se espera que el crecimiento económico se incremente en 0,46% en el corto plazo y en el largo plazo en 0,97%, es decir ampliar la oferta académica en el nivel básico y medio en los departamentos estudiados, permite acumular capital humano en sus niveles más básicos de conocimiento,

elevar la productividad y su crecimiento, como se evidencia en Barro (2002), donde el papel de la escolarización es crucial en el crecimiento de una economía, en la misma línea de Glomm y Ravikuma (1992), Barro y Lee (2001).

En lo respectivo al papel de la calidad en la educación, el coeficiente de los resultados en la prueba de lenguaje es negativo y estadísticamente significativo al 5%, aunque en otras pruebas realizadas este resultado no es robusto, no obstante este efecto va en la misma línea de Barro (2002) y como menciona Trabelsi (2017) el fenómeno del papel de la calidad es explicado en gran parte por el grado de desarrollo de las economías, es decir, la calidad presenta un efecto negativo o no significativo dependiendo del nivel promedio de educación, PIB per cápita, e inversión en capital humano que presente el país. Esto resalta el hecho que el nivel de desarrollo de un país puede afectar la intensidad del impacto de la calidad educativa Dowrick y Nguyen (1989) y Mankiw (1992).

A modo de resumen, la evidencia muestra que aumentar la tasa de cobertura en educación permite generar mayor crecimiento económico, en la misma línea que Calderón y Terrones (1993), donde hallaron en un estudio para América Latina, que invertir únicamente en cobertura resultaba ser significativo, los resultados mostraron que aumentar el nivel de matrícula en educación primaria tiene una relación directa, robusta y estadísticamente significativa con el crecimiento económico. Así como también en un estudio para Guatemala, Bhaskara y Singh (2010) hallaron que invertir en cobertura en educación básica y media, genera mayor crecimiento económico, puesto que un país en desarrollo es necesario potencializar las habilidades técnicas básicas. Del mismo modo en un estudio para Colombia, Gaviria (2005) encontró que para elevar la productividad de los trabajadores y generar mayor difusión de conocimiento es necesario invertir en educación a través del aumento de oferta de matrículas.

Tabla 4. Resultados de la estimación por Mínimos Cuadrados Generalizados y el método de Arellano Bond.

	Arellano – Bond
L.crec	0.5195*** (0.1789)
crec_ep	0.0427** (0.0163)
Dcob	0.4672*** (0.1155)
Len	-0.3321** (0.1577)
Mat	-0.1676 (0.1687)
N	260
N_g	20
F	111.7860
F (p-valor)	0.0000
Hansen	17.2836
Hansen (p-valor)	0.7475
ar1	-2.7305
ar1 (p-valor)	0.0063
ar2	-0.0409
ar2 (p-valor)	0.9674

Nota: errores estándar en paréntesis ** significativo al 5%, *** significativo al 1%.

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

Desde 1950, se empezó a postular teóricamente la importancia del capital humano en el crecimiento económico. Distintos aportes teóricos demostraban que la inversión en capital humano en específico en educación servía para explicar el rápido crecimiento de muchas economías del mundo, puesto que el nivel de conocimientos de una sociedad determinaría su capacidad de generar avances técnicos y tecnológicos, yendo en una senda de crecimiento sostenido. Sin embargo, a nivel empírico la relación entre educación y crecimiento no ha sido posible demostrarla claramente, puesto que se han vislumbrado efectos ambiguos en diversos estudios. Se argumenta que esta ambigüedad tiene explicación en la calidad de los datos utilizados, el uso de instrumentos inadecuados y el grado de desarrollo de la economía.

El presente trabajo utilizó una muestra de 20 departamentos para el país de Colombia por un periodo de 15 años, con el propósito de estudiar el efecto de la educación sobre el crecimiento económico. Las variables empleadas para captar el efecto de la educación son la cobertura y la calidad, y se empleó la variable del consumo de energía eléctrica como medida de productividad y desarrollo estructural. Tomando en consideración la dificultad de disponibilidad de información a nivel departamental de otras variables que la literatura sugiere que pueden explicar el crecimiento económico. Para tratar, problemas de endogeneidad y autocorrelación se empleó la metodología de panel dinámico de Arellano y Bond, que es una implementación específica del Método Generalizado de Momentos (MGM) diseñada para abordar los problemas descritos.

Los resultados de la estimación están en favor de la teoría del capital humano, según la cual la educación es de vital importancia para explicar la tasa de crecimiento de una economía. Se halló que la educación medida por cantidad o cobertura es importante en la determinación de la tasa de crecimiento económico. No obstante, la calidad educativa resulto difícilmente significativa para explicar el crecimiento, esto posiblemente a raíz del nivel de desarrollo del país en términos de riqueza, promedio de años educativos de la población y la tasa de inversión en educación por debajo del 4,6%, con respecto al PIB, entre otros factores. Este hallazgo revela el carácter endógeno de esta relación donde el nivel de desarrollo de un país puede afectar la intensidad del impacto de la calidad educativa. De igual modo, se comprobó la idea estructuralista de que es trascendental la capacidad productiva de un país, para sacar provecho del conocimiento de su población, con el objeto de generar mayor crecimiento económico.

Referencias

Arellano, M. y Bond, S. (1991). Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations. The Review of Economic Studies, 58(2), 277–297.

Barro, R. (1996). Determinants of Economic Growth: A Cross-Country Empirical Study. The MIT Press.

Barro R. (2002). Quantity and Quality of Economic Growth. of Economic Growth., Working Papers No. 168. Banco Central de Chile. Recuperado de: https://www.bcentral.cl/documents/33528/133326/bcch_archivo_167977_es%2B%25282%2529. pdf/7af6bfbf-b137-ee1c-c0b9-041137b7bdeb?t=1573288638060

Barro, R Y Lee, J. (2001). Schooling Quality In A Cross-Section Of Countries, 68(271), 465-488.

Becker, G. (1964). Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis with Special Reference to Education. Nueva York. National Bureau of Economic Research. http://www.nber.org/chapters/c3730.pdf.

Bhaskara, B y Singh, R. (2010). Do we need time series econometrics?. Applied Economics Letters. 17 (7), 695-697.

Calderón, C. y Terrones, M. (1993). Educación, capital humano y crecimiento económico: El caso de América Latina. Economía, 16(31), 23-69. recuperado de: http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/economia/article/view/449

Castrillón, C. y Alvis, C. (2013). Tamaño óptimo del gasto público Colombiano una aproximación desde la teoría del crecimiento endógeno. Cuadernos de Economía 32(60), 599-634.

Denison, E. (1962). Education, Economic Growth, and Gaps in Information. Journal of Political Economy. University of Chicago Press, 70 (5), 124-124.

Dowrick, S. y Nguyen, D. (1989). OECD Comparative Economic Growth 1950-85: Catch-Up and Convergence. The American Economic Review, 79 (5). 1010-1030.

Gaviria, M. (2005). Capital humano, externalidades y crecimiento económico en Colombia. Ensayos de Economía. Universidad Nacional de Colombia, 15(27) 25- 74.

Glomm, G y Ravikumar, B. (1992). Public versus Private Investment in Human Capital Endogenous Growth and Income Inequality. Journal of Political Economy, 100, (4), 818-34.

Hanushek, E. (2016). The Role of Education Quality in Economic Growth. Oxford Review of Economic Policy, 32 (4), 538–552.

Hanushek, E y Woessmann, L. (2007). Education Quality and Economic Growth. Washington, DC: World Bank, 27.

Labra, R. y Torrecillas, C. (2014). Guía cero para datos de panel. Un enfoque práctico. Cátedra UAM-Accenture en Economía y Gestión de la Innovación.

Mankiw, N , Romer, D, y Weil D. (1992). A Contribution to the Empirics of Economic Growth. The Quarterly Journal of Economics, 107(2), 407-437.

Montero, R. (2011). Efectos fijos o aleatorios: test de especificación. Documentos de Trabajo en Economía Aplicada. Universidad de Granada. España. Recuperado de: https://www.ugr.es/~montero/matematicas/especificacion.pdf.

Ocampo, J. (2014). Historia económica de Colombia. Fondo de Cultura Económica.

Ocegueda, J. Fregoso, J. y García, C. (2013). Impacto de la educación en el crecimiento económico en México, 1990 – 2008. Revista Internacional Administración y Finanzas, 6 (1), 75- 88. Recuperado de: https://ssrn.com/abstract=2156352

Runge, A. y Muñoz, D. (2005). El evolucionismo social, los problemas de la raza y la educación en Colombia, primera mitad del siglo xx: el cuerpo en las estrategias eugenésicas de línea dura y de línea blanda. Revista Iberoamericana de Educación. (39), 127-168.

Sala – I – Martin, X. (2002). The World Distribution of Income (estimated from Individual Country Distributions). NBER Working paper No. 8933. DOI: 10.3386/w8933.

Saini, S. y Keswani, S. (2017). Quality of Schooling: Child Quantity-Quality Tradeoff, Technological Progress and Economic Growth. MPRA Paper 84181. Recuperado de: https://mpra.ub.uni-muenchen.de/84181/1/MPRA_paper_84181.pdf

Solow, R. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. The Quarterly Journal of Economics, 70 (1), 65–94.

Schultz, T. (1962). Reflections on Investment in Man. Journal of Political Economy,70 (5), 1-8.

Sylwester, K. (2000). Income Inequality, Education Expenditures, and Growth. Journal of Development Economics. 63(2), 379-398.

Tabar, J. y Najafi, Z. (2017). El impacto de los gastos educativos del gobierno en el crecimiento económico de Irán. Ministro AD, (30), 217-235.

Teixeira, A., y Queiros, A. (2016). Economic Growth, Human Capital and Structural Change: A Dynamic Panel Data Analysis. Research Policy. 45(8), 1636-1648.

Tokman, M. (2004). Educación y Crecimiento en Chile. Documentos de Trabajo Banco Central de Chile, 289. Recuperado de: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1064732

Trabelsi, S. (2017). Public Education Expenditure and Economic Growth: The Educational Quality Threshold Effect. Région et Développement 45-2017, DEFI, University of Tunis-Tunisia. Recuperado de: https://regionetdeveloppement.univ-tln.fr/wp-content/uploads/5_Trabelsi.pdf

Wilson, R y Briscoe, G. (2004). The Impact of Human Capital on Economic Growt: A Review. Cedefop Reference series, 54. Recuperado de: https://www.cedefop.europa.eu/files/BgR3_Wilson.pd