

**LOS EFECTOS DEL NIVEL EDUCATIVO SOBRE EL CRECIMIENTO ECONÓMICO:
CASO COLOMBIANO EN EL PERIODO 2005-2019**

Autora:

Manuela Eusse Beltrán

Director

Humberto Bernal

Título profesional

Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca

Facultad de Administración y Economía

Programa de Economía

Bogotá, mayo de 2022

"El gran economista debe poseer una rara combinación de dotes. Debe ser matemático, historiador, estadista y filósofo.

Debe comprender los símbolos y hablar con palabras corrientes. Debe contemplar lo particular en términos de lo general y tocar lo abstracto y lo concreto con el mismo vuelo del pensamiento.

Debe estudiar el presente a la luz del pasado y con vistas al futuro. Ninguna parte de la naturaleza del hombre o de sus instituciones debe quedar por completo fuera de su consideración. Debe estar tan fuera de la realidad como un artista y tan cerca de la tierra como un político".

(John Maynard Keynes)

Agradecimientos

Hace cinco años que comencé este viaje, con pleno conocimiento de la inmensidad de reto que me esperaba. Lo asumí con toda la entereza y valor que tenía en ese momento de mi vida sin imaginar si quiera un poco los múltiples retos y aprendizajes que estaba por asumir y que me convertirían en la persona que soy hoy en día, a punto de terminar mi primer sueño de vida: mi carrera.

La universidad Colegio Mayor de Cundinamarca fue mi refugio durante los tres primeros años de carrera, le agradezco profundamente a los profesores que día tras día se esforzaban por hacer de sus clases comprensibles y plenas de contenido pero que, a su vez, el objetivo principal fue formarnos como personas, más allá de cálculos y teorías. Al programa de Economía y todos los directores que pasaron durante estos años por darnos la oportunidad a los estudiantes de construir un programa más participativo y visible a nivel local.

Terminar la carrera de manera virtual ha sido un reto complejo en todos los sentidos, pero agradezco que durante estos casi dos años de virtualidad la calidad académica y humanística de los profesores haya hecho este proceso más llevadero para nosotros. Este reto, en particular para mí, ha sido de los más difíciles de la carrera.

Para concluir, este logro les pertenece a mis padres que me han dado la fortaleza, el apoyo y su aliento. Gracias a Dios por permitirme forjar este camino y llenarme de perseverancia para llegar a este punto de mi vida.

Tabla de contenido

Resumen.....	5
Abstract	6
Introducción	7
Objetivos	9
Objetivo General:	9
Objetivos Específicos:.....	9
1. Marco Teórico	9
2. Revisión De La Literatura.....	14
3. Datos y Hechos Estilizados	18
3.1 Datos.....	18
3.2 Hechos estilizados.....	20
4. Modelo Económico.....	¡Error! Marcador no definido.
4.1 Resultados Económicos:	¡Error! Marcador no definido.
5. Conclusiones.....	¡Error! Marcador no definido.
6. Recomendaciones	¡Error! Marcador no definido.
7. Anexos	¡Error! Marcador no definido.
8. Bibliografía.....	34

Resumen

Los estándares educativos en el mundo, y principalmente en países desarrollados, procuran obtener los más altos niveles de aprendizaje y tasas de matriculación dada la importancia implícita que tiene el desarrollo en los primeros años de vida de un individuo. En este contexto, el objetivo de este estudio es aterrizar la problemática en los departamentos colombianos con el fin de analizar si la capacitación y formación de capital humano puede ser una variable que afecte el incremento del producto interno del país durante un periodo determinado. Para lograrlo se ha realizado una recolección de datos estadísticos y cuantificables de todas las regiones de Colombia y se ha planteado la siguiente pregunta *¿Es posible que el nivel educativo sea una variable que incidió sobre el crecimiento económico colombiano durante el periodo comprendido entre 2005- 2019?* Los resultados obtenidos mediante un modelo de regresión lineal múltiple evidencian que la variable de tasa de matriculación puede ser tomada como explicativa en este escenario y, en conjunto con otras variables relacionadas se evidencia un efecto positivo sobre el aumento del producto interno bruto.

Palabras clave: Educación, Departamentos, Colombia, Producto Interno Bruto, Crecimiento económico.

Clasificación JEL: B2, C3, C51, C52, I2, I21

Abstract

Educational standards in the world, and mainly in developed countries, seek to obtain the highest levels of learning and enrollment rates given the implicit importance that development has in the first years of an individual's life. In this context, the objective of this study is to land the problem in Colombian departments in order to analyze whether the training and formation of human capital can be a variable that affects the increase in the country's domestic product during a given period. To achieve this, a statistical and quantifiable data collection has been carried out from all the regions of Colombia and the following question has been raised: *Is it possible that educational level is a variable that influenced Colombian economic growth during the period between 2005-2019?* The results obtained through a multiple linear regression model show that the enrollment rate variable can be taken as explanatory in this scenario and, together with other related variables, a positive effect on the increase in gross domestic product is evidenced.

Keywords: Education, Departments, Colombia, Gross Domestic Product, Economic growth.

Introducción

En el mundo moderno las ofertas educativas han incrementado a nivel nacional e internacional, la población desde una corta edad está sometida a cursar un modelo educativo que, por lo general, busca incrementar el intelecto de los niños y adolescentes. En nuestro país, dicha oferta educativa se ve permeada con la situación socio económica del municipio en donde se encuentre, es decir, en los cascos urbanos o ciudades capitales el cubrimiento educativo vs la calidad de educación es óptimo y, al menos en los primeros años de vida, cubren la necesidad educativa de los ciudadanos; sin embargo, para casos de ciudades pequeñas o rurales no se presenta el mismo caso y la calidad educativa se ve afectada. Este fenómeno de inequidad puede ser un factor determinante en la vida adulta de los individuos y sus ofertas laborales dependerá, en gran medida, de las capacidades adquiridas a través de la educación en los primeros años de vida.

La calidad de vida y el mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de los individuos puede relacionarse directamente con el nivel de ingresos que se obtengan, pero este indicador puede relacionarse a su vez con el impacto que tiene dentro de la economía de un país. Según la OCDE, en nuestro país la educación está fragmentada y no cuenta con la calidad suficiente debido a que en sitios rurales la situación es precaria y no permite un buen desarrollo de la comunidad en edad de educarse. La entidad realiza un estudio en la que determina que el 54% de la población colombiana entre los 15 y 64 años han terminado la educación secundaria lo que nos evidencia la carencia que existe en la capacitación del factor humano lo que puede ser un factor relevante en la economía del país.

Con base en lo anterior, esta investigación tiene como objetivo analizar la relación existente entre el nivel educativo y el crecimiento económico y como la carente capacitación del factor humano es un factor determinante de afectación para el desarrollo económico en toda su capacidad. En concreto, la pregunta que orienta el trabajo es la siguiente: ***¿Es posible que el nivel educativo sea una variable que incidió sobre el crecimiento económico colombiano durante el periodo comprendido entre 2005- 2019?***

Para el análisis de este planteamiento es necesario recolectar los datos del país divididos en departamentos con el fin de individualizar los casos y hacer comparativas a cerca de la situación puntual de cada región. El efecto de la educación es directo sobre las mejoras en el

factor de capital humano y, para comprobarlo, se utilizará el modelo propuesto por Mankiw, Romer y Wail en el que se analiza el modelo de crecimiento de Solow. Se toma este modelo debido a que las variables: educación o capacitación, crecimiento económico y tecnología son las que nos darán cuenta acerca de la correlación existente. Adicionalmente, con la creación de una base de datos, con estadísticas proporcionados por entidades como el Departamento de Planeación Nacional (DNP) y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (Dane), que contienen datos como: cobertura educativa en los tres ciclos vigentes: primaria, secundaria, media; crecimiento por municipio y población económicamente activa, PIB departamental, entre otros, con el fin de crear un modelo econométrico que nos dé una respuesta certera acerca de lo que se está planteando.

En consecuencia, con lo anterior, este trabajo está dividido en tres partes: la primera parte corresponde a esta introducción donde se da una idea general del tema a tratar, la segunda estará enfocada al análisis de los principales modelos económicos de crecimiento que relacionen esta variable con la de capacitación de capital humano o tecnología, se tendrán en cuenta sus principales resultados y conclusiones con el fin de entender cuál es la implicación existente entre las variables estudiadas. La tercera parte estará dedicada a revisar los modelos que ya se han realizado con este tipo de variables para la comprensión del fenómeno y así poder identificar las relaciones que pueden ser explicadas en este tema. En la parte final se analizarán los datos recaudados y se planteará el modelo econométrico propuesto por esta investigación y con los hechos estilizados se buscará darle respuesta a la hipótesis planteada. Posteriormente se realizarán las conclusiones y recomendaciones.

Objetivos

Objetivo general:

Determinar si el nivel educativo obtenido por los individuos de los 32 departamentos de Colombia es un factor relevante en el crecimiento económico del país durante el periodo comprendido del 2005 al 2019.

Objetivos específicos:

- Realizar una revisión de la literatura con respecto a la incidencia que tiene el factor educativo en la senda de crecimiento de un país que permita explicar la relación que existe entre las variables de estudio.
- Recrear el modelo ampliado de Solow propuesto por los autores Mankiw, Romer y Weil con las variables y bases de datos propias de esta investigación con el fin de validar la hipótesis planteada.
- Estimar mediante un modelo econométrico de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) la correlación que se da entre: nivel educativo, crecimiento económico, pib departamental per cápita y desarrollo económico con el fin de aportar los resultados específicos de esta investigación.

1. Marco teórico

Teniendo en cuenta los objetivos planteados en este documento, esta sección tiene por objetivo reunir algunas de las teorías más relevantes e influyentes acerca de cómo la educación es un factor de relevancia mayor dentro del crecimiento económico de un país. Tomando como base el modelo de crecimiento de Solow-Swan y Lucas, las investigaciones como “A Contribution to the Empirics of Economic Growth” de los autores Mankiw, Romer y Weil (1992), el modelo de crecimiento de Barro (1994) y el modelo empírico de capital humano y crecimiento económico de Neria y Guisán (2002) se realizará un marco teórico

que permita enriquecer el modelo que busca plantearse. El crecimiento económico puede considerarse un fenómeno con un profundo estudio y al relacionarlo con la educación el análisis tiene que contemplar variables de fondo como la calidad de vida, el acceso a la educación y las oportunidades laborales de su lugar de residencia, por lo anterior los autores escogidos tienen un amplio bagaje en este asunto.

El principal exponente de los modelos de crecimiento económico es el autor Robert Solow, sus supuestos han trascendido a lo largo de los años y hoy en día aún prevalece en los estudios que contemplan las variables influyentes sobre el crecimiento. Su teoría neoclásica fue publicada en el año 1956 y analiza la relación existente entre el crecimiento del capital, el crecimiento de la población y el avance de la tecnología. La ecuación fundamental de este modelo contiene variables endógenas como el producto y el capital por trabajador y variables exógenas como el ahorro. Con este modelo se pretende encontrar el estado estacionario de largo plazo que ocurre cuando la inversión y la depreciación del capital se igualan y la producción permanece constante. Este modelo resulta relevante dado que tiene las bases para estimar el crecimiento y, como se verá más adelante en el análisis de Mankiw, Romer y Weil, la capacitación del factor humano será de gran relevancia para el crecimiento económico de los países.

Benhabid y Spiegel (1994) realizan una investigación que demuestra como la pobreza y la desigualdad pueden afectar la acumulación de capital humano puesto que, para las familias pobres, la inversión en educación puede ser poco atractiva, sobre todo, por el costo de oportunidad de los niños y jóvenes que pueden trabajar en el hogar o recibir remuneraciones en el mercado de trabajo, además determina que el crecimiento del producto interno se puede asociar con el de su capital humano. En este modelo, el capital humano tiene una relevancia importante dentro de los efectos de la economía.

El crecimiento, en este caso, se ve estimulado gracias a la formación del capital humano y su interacción con el desarrollo tecnológico. Los autores plantean la dificultad de subsanar las diferencias en el stock de capital físico entre países en el corto plazo, por lo que podrían existir divergencias en las productividades marginales que no se corrigen con una inmediata inyección de capital exterior.

La ratio de acumulación de capital se asume como correlacionado positivamente con el producto marginal del capital que a su vez depende del stock de trabajo, capital físico y

humano. En este modelo las variables estudiadas son: Stock de capital físico, el empleo, el Stock de capital humano, y propone variables ficticias como (*OIL*) que es para los países exportadores de petróleo, (*AFRICA Y LAA*) como variables ficticias para el continente africano y Latinoamérica, (*MID*) que representa el tamaño de la clase media de cada país y por último (*PIQ*) que representa la inestabilidad política. Los autores encontraron que la estimación presenta un efecto negativo del capital físico y el empleo aparece con signo positivo, aunque no siempre significativo. El capital humano tiene un efecto positivo y significativo sobre el capital físico en todas las estimaciones, con lo que se confirmaría la hipótesis inicial planteada.

Las variables ficticias incluidas presentan en la mayor parte de los casos problemas con los signos esperados y la significatividad de las mismas sin embargo los autores justifican este resultado por la posible existencia de multicolinealidad entre éstas y el capital humano.

Este artículo demuestra a través de los modelos planteados el efecto que existe entre la variable de capital humano y el crecimiento económico; aunque esta relación es analizada desde diferentes perspectivas se logra evidenciar y determinar.

La Teoría de crecimiento de Robert Barro (1997) se contempla dado que en este modelo el capital humano se incluye como factor productivo y presenta la interacción entre capital físico y humano. El autor plantea un efecto positivo del stock de capital inicial sobre el incremento de la inversión y a través de regresiones de las tasas de fertilidad evidencia como esta variable se mueve de manera inversa a lo que sucede con el capital humano. Este doble efecto descubierto por el autor se estima a través de un modelo.

En el modelo las variables se dividen en capital privado, capital total de la economía e incluye variables dependientes como explicativas del crecimiento económico; según el autor, la inversión está determinada por diversos factores económicos como el capital humano.

El análisis del modelo se basa en la ratio de inversión y las variables que contempla Barro están determinadas por: PIB per cápita para el año de estudio, el consumo de gobierno como porcentaje del PIB, la tasa de escolarización en primaria y secundaria, el número de revoluciones y/o guerras por año, el deflactor de la inversión y las variables proxy de los países de estudio.

Este modelo evidencia un efecto positivo y significativo del capital humano sobre la inversión. El autor en trabajos anteriores analiza la ratio de inversión y su relación con el

capital humano y plantea su análisis dentro del modelo neoclásico en la que la ratio de ahorro crece a una tasa exógena igual a la ratio de inversión en el output. Según esto, el crecimiento económico será mayor dado el aumento de la ratio de ahorro que aumenta el output por trabajar y por ende el crecimiento de las economías.

Barro concluye y logra determinar que las expectativas de vida que hacen referencia a una mayor calidad educativa, contribuyen al aumento de la inversión ya que el efecto de la escolarización secundaria varía según el tipo de estimación analizada.

El modelo que se utilizará y reproducirá en esta investigación esta propuesto por los autores Mankiw, Romer y Weil (1992) que, a través del estudio de la teoría de Solow, descubrieron una manera de encontrar a relación existente entre educación y crecimiento de la manera que se quiere abordar en este trabajo investigativo. Los autores estudiaron la teoría de crecimiento de Solow y analizaron como este modelo ampliado es consistente con la variación internacional de los estándares de vida. Está enfocado principalmente en determinar si existe un crecimiento mayor en los países pobres que en los ricos y como esto se ve influenciado por el capital humano y físico, lo que puede entenderse como educación. La investigación titulada: “A Contribution to the Empirics of Economic Growth”, es relevante para esta investigación dado que habla acerca de que cuando los ingresos se incrementan se puede relacionar directamente con que el nivel de capital humano es alto, lo que incide en el crecimiento del país. A pesar de que se fundamenta en un modelo neoclásico, este modelo nos da la ventaja de encontrar una relación directa entre la capacitación del factor humano y el impacto que puede tener en el crecimiento económico de un país o región. Además, nos da brinda la manera de introducir en el modelo variables proxy que permitan un estudio más específico de cada caso.

Este modelo económico cuenta con una función de producción determinada por:

$$Y(t) = K(t)^\alpha H(t)^\beta (A(t)L(t))^{1-\alpha-\beta}$$

en la que la letra H representa el Stock de capital humano y la A el nivel de tecnología. Luego del análisis del modelo y tras un proceso matemático determinan que la función de

producción per cápita que determina la dependencia existente entre el ingreso con el crecimiento de la población y la acumulación de capital físico y humano, se expresó así:

$$\ln \left[\frac{Y(t)}{L(t)} \right] = \ln A(0) + gt - \frac{\alpha + \beta}{1 - \alpha - \beta} + \ln(n + g + \delta) + \frac{\alpha}{1 - \alpha - \beta} \ln(S_k) + \frac{\beta}{1 - \alpha - \beta} \ln(S_h)$$

Para comprobar el supuesto, los autores reducen el análisis a la educación, ignorando la inversión en salud entre otros, sin embargo, se encuentran con dificultades prácticas como la forma en que se determina la inversión en educación dado que, en gran parte, esto se lleva a cabo en forma de ingresos laborales que no perciben los estudiantes. También encuentran que no todos los gastos en educación tienen como objetivo generar capital humano productivo, hay disciplinas de estudio que tiene como fin entrenar la mente como forma de consumo. La educación enfocada a la gestión del talento de los individuos en la que el resultado será una obtención mayor de capacidades y aptitudes que logran incrementar el ingreso dado que se convierte en mano de obra calificada.

El modelo que elaboran para comprobar el supuesto contiene un proxy que representa la tasa de acumulación de capital humano (S_h) que mide aproximadamente el porcentaje de la edad de trabajar de la población que cursa la escuela secundaria. Comenzaron con datos sobre la fracción de población elegible (12 a 17 años) inscrita en secundaria y luego multiplicaron esa tasa de matrícula por la fracción de la población en edad de trabajar que está en edad escolar (15 a 19 años). Esto indica que la inversión en capital físico y el crecimiento de la población puede representar la acumulación de capital humano. En el ejemplo, la correlación entre ESCUELA y (I/PIB) es 0.59 para la muestra intermedia y la correlación entre ESCUELA y tasa de crecimiento de la población es de -0.38, por lo tanto, determinan que la acumulación de capital humano podría alterar sustancialmente el impacto estimado de la acumulación de capital físico y el crecimiento de la renta per cápita del país.

Los autores concluyen que al agregar capital humano el modelo de Solow mejora su rendimiento, sin embargo, determinan que la elasticidad del ingreso con respecto al stock de capital físico no es sustancialmente diferente a la participación del capital en los ingresos es decir que no hay externalidades sustanciales en la acumulación del capital físico.

Por lo anterior, y al no existir externalidades, la acumulación del capital físico tiene un impacto mayor en la renta per cápita que el modelo de Solow original. También se encuentra que el crecimiento de la población también tiene un gran impacto sobre los ingresos.

2. Revisión de la literatura

Este apartado se dedicará a hacer una revisión de investigaciones que tienen como fundamento el crecimiento económico y su relación con el nivel educativo de los individuos. El análisis de los documentos encontrados se dará con el enfoque del objetivo de este trabajo y se dará a través de un resumen que contenga la información más relevante para esta investigación. La fecha de las publicaciones será relevante dado que se busca tener el mayor contexto posible en cuanto a rango de tiempo, pero a su vez, contar con un escenario vigente. Los investigadores de Colciencias Alexander Cotte y Jin Anthony Cotrino (2006) realizaron un trabajo titulado: *“El crecimiento económico y la distribución del ingreso en Colombia: evidencia sobre el capital humano y el nivel de educación”* que trató acerca de la relación que existe entre el capital humano, el nivel de empleo, la calificación de los trabajadores y su contribución al crecimiento económico del país, los autores parten de la idea de que la educación puede ser un determinante fundamental del crecimiento que origina mejores dinámicas distribucionales. El modelo econométrico que construyen para evidenciar estas correlaciones está fundamentado en autores como Owen (1998) y Gaviria y Posada (1995). Lo más relevante del documento es la estimación individualizada de la mano de obra calificada y no calificada lo que representa una novedad dado que, por lo regular, el capital humano es medido por el promedio de la educación de la población. Parten de una función de crecimiento AK determinada por una función Cobb-Douglas $Y_t = AK_t^\alpha H_t^{1-\alpha}$ y busca explicar los efectos distribucionales del capital humano.

El acervo de capital humano del período t se define bajo una función Cobb-Douglas de dos factores: la oferta laboral no calificada y la calificada. A través del estudio matemático logran determinar que los salarios individuales de individuos educados y no educados son diferentes y están condicionadas de acuerdo con el nivel de ingreso que genera la situación de cada individuo.

Otra de las suposiciones fuertes del modelo es que supone una variable M que representa los individuos que nacen en el periodo inicial, lo único que los diferencia es el monto de la herencia que reciben de sus padres y, por ende, se supondrá que los individuos viven dos periodos, en el primero es donde reciben la herencia y es invertida en educación. El segundo periodo los individuos trabajan, consumen y dejan herencia a sus hijos.

Del análisis que realizan los autores se puede determinar que cada individuo dividirá su riqueza por partes iguales entre él y cada uno de sus hijos. Siguiendo los supuestos planteados, los individuos comprarán educación en el primer periodo de su vida si: i) que el beneficio de la educación (la diferencia de salarios entre educados y no educados) sea superior a su costo capitalizado. ii) que, debido a la presencia de restricciones de liquidez, la herencia recibida sea superior al costo de educación.

Otra variable que añadieron los autores al modelo fue la de la diferenciación de los casos en que los padres son educados y los que no, se supone que la evolución de la distribución de la riqueza dependerá, por supuesto, de lo que suceda con las transferencias de padres a hijos. La dinámica obedece a una relación planteada por los autores y determina que, la distribución inicial de la riqueza deberá permitir que un número suficiente de individuos reciba una transferencia mayor o igual de forma tal que se alcance el mínimo nivel para el estado estacionario.

Aplicado al caso colombiano y asumiendo el modelo planteado anteriormente, los autores pudieron concluir que tanto la cantidad y la calidad del capital humano influyen en el producto agregado de la economía. Demostraron que la mano de obra no calificada es complementaria con la mano de obra calificada y, en adición, se distinguen dos efectos muy relevantes del capital humano sobre el crecimiento económico; el primero el incremento de educación refleja directamente un incremento en la productividad, en segundo lugar, los mayores niveles de escolaridad reflejan mayores innovaciones tecnológicas y mayor beneficio para la sociedad.

En síntesis, se tiene que, tanto desde lo teórico como desde lo empírico, la evidencia presentada apunta a que en Colombia se configuran una serie de interrelaciones donde los procesos productivos requieren proporciones crecientes de capital humano y tecnológico.

En este sentido, el capital humano es otra perspectiva del avance tecnológico y se basa fundamentalmente en la escolaridad, que depende de las instituciones y en la capacitación,

entendida como el entrenamiento y el aprendizaje. Las inversiones en capital humano y físico tienden a ser complementarios y la dificultad más importante en esta complementación es la de lograr que el capital humano crezca al mismo ritmo que la estructura de capital físico.

Los autores Neira y Guisán (1999) plantean una investigación denominada “*Modelo de efecto directo de la educación en la función de producción por habitante*”, comienzan el análisis relacionando el capital humano con el crecimiento económico a través del estudio de la función Cobb-Douglas, en la ecuación planteada por ellos se contempla la población inicialmente, sin embargo se genera una problemática de multicolinealidad por lo que los autores deciden omitir la variable y reescribir la ecuación contemplando las siguientes variables: PIB per cápita, stock de capital y nivel educativo de la población. El panel de datos quinquenal utilizado en las estimaciones de la relación estuvo compuesto por el PIB per cápita y población en la OCDE en el rango de años de 1965 a 1990, así mismo los autores analizaron el stock de capital per cápita y el nivel educativo de la misma fuente. Con fines comparativos se muestran los datos de países como Suiza y España y se encuentra que en el caso del primer país tanto el nivel educativo con relación al PS2 y el gasto educativo por estudiante es bastante alto lo que se traduce en el KAPH sobrevalorado y el alto poder adquisitivo de sus ciudadanos. Por otro lado, en el caso de España que, según la OCDE, su nivel educativo está por debajo de la media en las variables de estudio muestra como esto afecta el ingreso de los individuos. Sin embargo, explican como un país como Irlanda que en el periodo 1980 al 2000 hizo un incremento en la inversión educativa y la capacitación del factor humano puede ver los resultados positivos en su desarrollo económico, por lo que en esta investigación se recomienda generar un incremento de la inversión en educación para que se vea reflejada en el crecimiento económico de los países.

Los resultados de la estimación de la función de producción en términos per cápita, evidencian una elevada elasticidad del PIB respecto al capital físico, siendo la elasticidad del capital humano mucho más baja. Los autores determinan que el capital humano podría tener un doble efecto sobre el PIB per cápita a través del stock de capital físico. Además de estos efectos la educación influye en el aumento de la productividad del trabajo. El hecho de que la educación eleve simultáneamente la productividad media y la productividad marginal,

hace que el enfoque directo minusvalore el verdadero papel que la educación tiene sobre el crecimiento del PIB.

Con relación al apartado anterior, los autores siguen la línea de los trabajos de ROMER y BARRO con una investigación denominada “*Efecto indirecto a través de la relación con el capital físico*”; teniendo en cuenta la correlación existente entre el capital físico y humano, analizaron para los países de la OCDE la complementariedad de ambos factores.

Con este fin los autores explican el capital por habitante en los diecinueve países analizados a través de su relación con el capital humano, ya que, si éste es capaz de explicar una parte importante del capital físico, la inclusión de ambas variables en una función de producción estaría subestimando el papel del capital humano puesto que una parte de su efecto vendría dada a través del propio capital físico. La variable dependiente es el stock de capital físico per cápita, como en el ejemplo anterior, que es una estimación del stock de capital a precios internacionales de 1985.

Volviendo al contexto nacional, la investigación titulada “capital humano, externalidades y crecimiento económico en Colombia” realizada por Gaviria en el año 2005 nos habla también acerca de la relación existente entre la contribución a la educación y la acumulación de capital humano con respecto al crecimiento económico. En esta investigación el autor incluye la variable de comercio exterior dado que, además de las variables propuestas, considera indispensable analizar la influencia que tiene la demanda del mercado. Este análisis es interesante dado que se puede evidenciar la relevancia que puede tener la capacidad del país para exportar con la alta capacitación del factor humano. Para lograr el propósito de la investigación, el autor utiliza un modelo de cointegración de dos etapas y pudo determinar que en un escenario de crecimiento económico es determinando el nivel de interacción que se logre entre la mano de obra calificada y el cambio técnico. En la presente investigación es esto relevante dado que a pesar de que la temática es similar, se puede tener una aproximación al tema desde otra perspectiva y se podría tener en cuenta dadas las condiciones departamentales del país.

Los autores Cuenca y Penagos realizan una investigación denominada “Crecimiento económico en Colombia: una aproximación empírica fundamentada en la perspectiva capital humano” en la que evidencian la relación referente al crecimiento económico con el capital humano, pero añadiendo al estudio variables como la salud. Para lograrlo, cuantificaron los

canales de transmisión y especificaron un modelo que estima la relación planteada. Lo interesante en esta investigación es analizar el engranaje que construyeron sobre la interacción de las variables: la salud puede impactar de forma positiva en la educación y a través de esa productividad se impulsa el crecimiento económico y por ende aumentaría la formación bruta de capital por lo que se devolvía el impulso a la salud como en un efecto de multiplicador.

En esta investigación que analizó el caso específico colombiano para el periodo de 1960 a 2009 se pudo concluir que los resultados obtenidos son influyentes y relevantes dado que la formación de capital humano si incide en el crecimiento económico y concuerda con resultado de autores como Sala-i-Martin y Barro. Sin embargo, especifican que existen múltiples sesgos como la carencia de datos o las dificultades técnicas de los mismo que no permiten dan una respuesta concluyente acerca de los objetivos planeados.

3. Datos y hechos estilizados

3.1 Datos

Los datos que se requirieron para la elaboración del modelo econométrico que se plantea en el objetivo fueron suministrados por el Departamento de Planeación Nacional, el Banco de la República y el Ministerio de Educación Nacional. Los datos acerca de escolaridad nacional fueron tomados del apartado de datos abiertos del Ministerio de Educación y se encuentran procesados en una hoja de cálculo disponible para su revisión y comprende el periodo entre 2005 hasta el 2019.

Esta investigación busca introducir el panorama actual de la situación d escolaridad en el país y su influencia en el crecimiento económico; según datos del DANE para el año 2019 la matrícula nacional se ubicó en 10.036.440 El censo que se realiza para determinar la operación estadística va dirigida a todos los establecimientos educativos legalmente constituidos, del sector oficial y no oficial, que ofrecen los niveles de preescolar, básica primaria, básica secundaria, media, ciclos lectivos especiales integrados (CLEI) y modelos educativos flexibles, localizados en el área urbana, y rural dentro del territorio nacional. El cálculo de las variables de matrícula, docentes, jornadas y tecnologías de la información y

las comunicaciones (TIC), está acotado a las 53.527 sedes educativas que respondieron al censo.

La falta de pertinencia de la educación se expresa en el descalce que existe entre el stock de habilidades de la fuerza laboral y aquellas requeridas por el sector productivo (CPC, 2020). En primer lugar, el aumento en la cobertura educativa de las últimas décadas se refleja a su vez en un mayor nivel de escolaridad de la fuerza laboral.

Las variables utilizadas en la estimación del modelo representan datos departamentales y están divididas en: PIB per cápita, PIB departamental, Total de la población, población entre 5 y 16 años (en edad escolar), tasa de matriculación, cobertura neta, tasa de deserción, personas en edad de trabajar y porcentaje de PEA departamental.

En este caso se determinó la edad escolar entre 5 y 16 años debido a que en este rango se encuentra la mayoría de estudiantes que cursan desde transición hasta grado once, adicionalmente se realizará a continuación una breve explicación de la medición del porcentaje de cobertura neta en Colombia y la interpretación del resultado:

La Tasa de cobertura bruta en Colombia:

“Corresponde a la relación porcentual entre los alumnos matriculados en un nivel de enseñanza específico y la población escolar que tiene la edad apropiada para cursar dicho nivel. La tasa de cobertura bruta se calcula de la siguiente manera:

$$TCB_{preescolar} = (Matriculados\ en\ transición / Población\ con\ edades\ entre\ 5\ y\ 6\ años) \times 100$$

$$TCB_{primaria} = (Matriculados\ en\ primaria / Población\ con\ edades\ entre\ 7\ y\ 11\ años) \times 100$$

$$TCB_{secundaria} = (Matriculados\ en\ secundaria / Población\ con\ edades\ entre\ 12\ y\ 15\ años) \times 100$$

$$TCB_{media} = (Matriculados\ en\ educación\ media / Población\ con\ edades\ entre\ 16\ y\ 17\ años) \times 100$$

Es posible encontrar este indicador por zonas (rural, urbana), por género (hombres y mujeres), y por nivel educativo.

Es factible que en el cálculo de este indicador se obtengan resultados de cobertura mayores a 100%, debido a que toda, o la mayoría de la población en esta edad se encuentra cubierta por el sistema educativo y adicionalmente se encuentran matriculados alumnos en extra edad.” *Información extraída del Ministerio de educación.*

Descripción de las variables:

Datos	Descripción	Fuente
PIB per cápita departamental	Se refiere a lo que produce cada individuo dentro del departamento.	DANE
PIB departamental a precios constantes con base 2015	Las cuentas departamentales se construyen de manera coherente con los agregados macroeconómicos nacionales, a través del uso de indicadores estadísticos asociados a las actividades productivas de cada departamento del país. A partir de ello, se genera una asignación departamental y regional del Producto Interno Bruto (PIB) nacional.	DANE
Tamaño de la población	Nos arroja la cantidad de individuos que pertenecen a la zona departamental que se quiera analizar.	DANE
Población entre 5 y 16 años	Esta variable describe el rango de años donde se concentra la capacitación educativa.	DANE
Tasa de matrícula	Esta variable describe la cantidad (indicada en porcentaje) de individuos que estudian en cierta región geográfica, en este caso, los departamentos.	Ministerio de Educación
Tasa de deserción	Esta variable pretende evidenciar en qué momento del ciclo educativo se concentra la mayor deserción y en que departamentos esta variable es mayor.	Ministerio de Educación
Personas en edad de trabajar	El rango de edad para calcular esta variable se toma con el rango de 14 a 65 años de edad en todos los departamentos.	DANE
PEA (Población económicamente activa)	Presenta los indicadores de mercado laboral para los 23 principales departamentos del país y la ciudad de Bogotá. Presenta resultados anuales para el total y cada uno de los departamentos. Se utiliza para determinar la correlación entre el nivel de estudios y los individuos que tienen un trabajo, y, por ende, el índice salarial.	Datos abiertos del Ministerio de Educación

3.2 Hechos estilizados

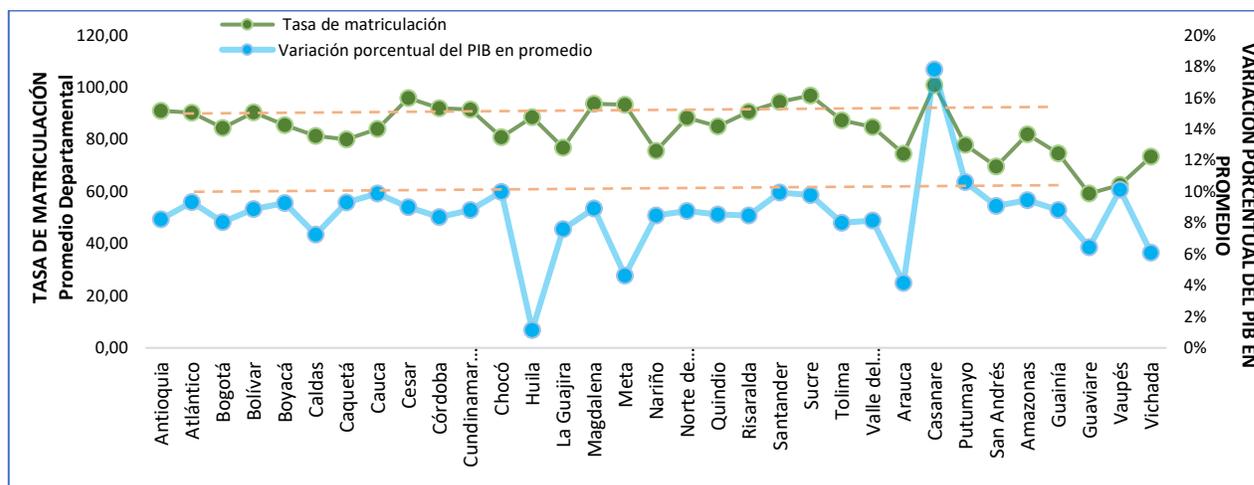
En el año 2014 la OCDE realizó un estudio acerca de la educación en Colombia el nivel educativo y las competencias adquiridas es bajo, sin embargo, y a comparación con América Latina, nuestro país tiene mayor cobertura en cuanto a la obtención de títulos de secundaria y media. Un joven en Colombia, según la unidad administrativa especial del servicio público de empleo tiene un rango salarial entre uno y dos mínimos legales vigentes, dependiendo, claro está, del nivel de escolaridad. Los estudios han evidenciado que, a medida que los niños crecen, la tasa de escolaridad disminuye y esto representa a nivel nacional altos costos de eficiencia y equidad. La afectación de los ingresos en la edad de la juventud puede verse directamente afectada por estos índices altos de deserción y no terminación del ciclo escolar.

Sin embargo, Los avances en cobertura y escolaridad no son suficientes para que la educación sea un determinante de la productividad. Es necesario y urgente que los sistemas educativos garanticen que la oferta en todos los niveles de formación sea pertinente y de calidad (CPC, 2019) y, en estas áreas, Colombia aún enfrenta grandes desafíos.

Los resultados de las pruebas PISA 2018 revelan que el puntaje promedio del país disminuyó respecto al obtenido en 2015 sigue teniendo un bajo desempeño relativo al promedio de la OCDE. La mayor brecha en relación se registra en matemáticas (101 puntos), seguida de ciencias (86 puntos) y lectura (80 puntos). *Estos resultados implican que, en promedio, un estudiante de 15 años en Colombia cuenta con 3,4, 2,7 y 2,6 años de escolaridad menos en cada una de estas áreas respecto al estudiante promedio de la OCDE. (Fuente: Ministerio de Educación Nacional)*

Con base en lo anterior y teniendo en cuenta la recolección de estos datos se ha evidenciado la inequidad y desigualdad presente en el territorio colombiano a lo largo de los años. Esta investigación analiza la tasa de variación del PIB en promedio por departamento y se contrapone con la tasa de matriculación en promedio, como se evidencia en la **figura 1** con el fin de exponer un panorama nacional de los departamentos que crecen por encima del promedio y aun así presentan tasas de matriculación por debajo de la media. Posteriormente, con fines comparativos, se realizará un análisis detallado de las variables PIB per cápita y tasa de escolaridad para dos departamentos: Casanare y Caquetá (**figura 2 y 3**) con el fin de evidenciar las diferencias que pueden presentarse entre los departamentos de estudio cuyas actividades productivas son muy diferentes.

Figura 1: Variación porcentual del PIB promedio departamental y tasa de matrícula promedio departamental (2005-2019)



Fuente: Elaboración propia, datos del DANE

En la **figura 1** se procesó la información del promedio del PIB departamental de tal forma que se evidenciara el porcentaje de crecimiento en cada caso, de esta forma se puede realizar un análisis mas exhaustivo acerca de como las variaciones en el crecimiento del PIB a lo largo de los años de estudio puede ser determinante o tener alguna correlación con la tasa de matriculación o cobertura educativa en cada departamento. Este análisis nos ha evidenciado, por ejemplo, que el departamento del Huila tiene un porcentaje de variación de crecimiento muy bajo con respecto al promedio y le corresponde una tasa de matriculación por debajo del promedio nacional del 88,42%. En el caso del departamento del Cauca se observa una tasa de crecimiento del 10% lo que correspondería al promedio nacional, sin embargo, su tasa de crecimiento es baja y solo cubre el 83,95% de la población en edad escolar.

Figura 2: Depto. de Casanare

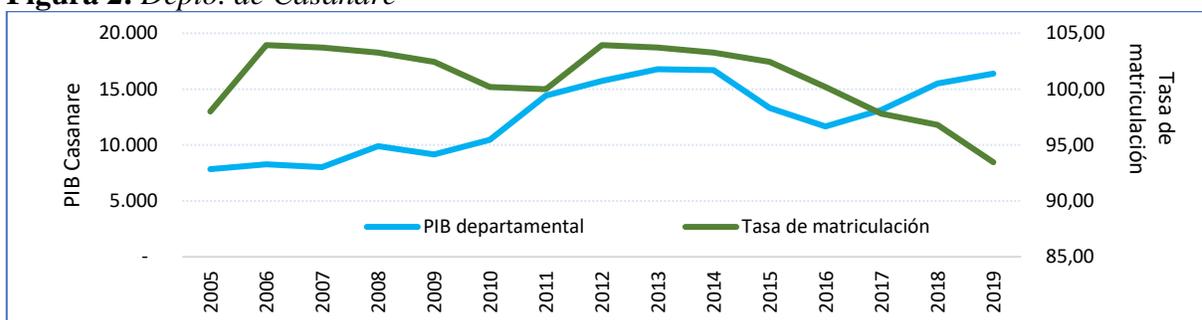
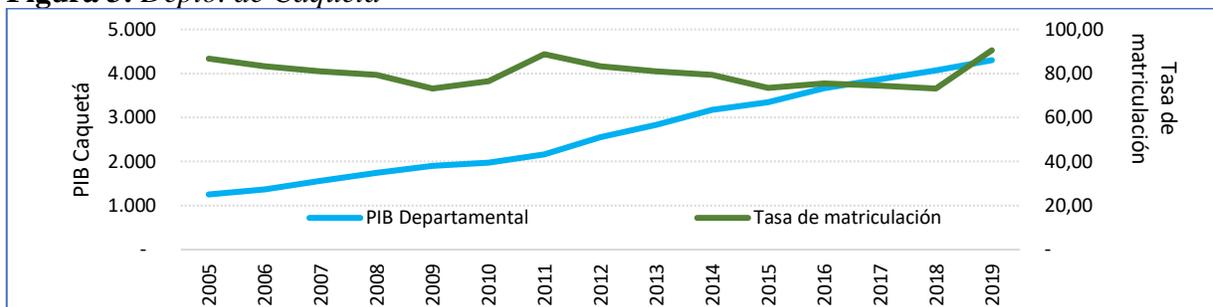


Figura 3: Depto. de Caquetá



Fuente: Elaboración propia, datos del DANE

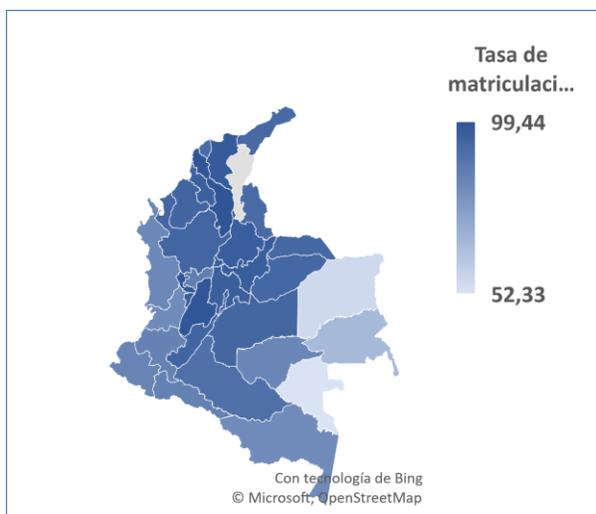
Estos departamentos son escogidos debido a sus diferencias productivas y económicas en el periodo analizado. Para el departamento de Casanare el PIB per cápita es uno de los más altos del país, es decir que mensualmente un individuo que pertenece a esta región ganaría aproximadamente más de dos salarios mínimos legales vigentes; al contrastar esta información con la tasa de población matriculada entre los cinco y dieciséis años es evidente

que este porcentaje tiende a la baja desde el año 2014. El coeficiente de correlación de estas variables es de 0,45 lo que nos indica que, aunque el PIB per cápita incremente o disminuya esto no representa una afectación directa o inmediata sobre la tasa de matriculación. Para el segundo caso se toma el departamento de Caquetá, para el último año de estudio el PIB departamental fue de aproximadamente cinco mil millones de pesos y conllevó un incremento exponencial en la tasa de matriculación a partir del año 2018 acorde con el aumento del PIB per cápita. A pesar de que en estas dos variables la tasa de correlación es baja también, se puede evidenciar un comportamiento esperado en esta investigación dado que frente al aumento de los ingresos se aumenta la tasa de matriculados en la región.

Este análisis permite evidenciar el tipo de relación que se busca analizar entre las variables para todos los departamentos del país. A pesar de que el PIB per cápita no es acertado en términos efectivos de cuánto gana un individuo del departamento si representa un acercamiento a la situación socioeconómica a la que se enfrenta la región. Así mismo la tasa de escolaridad también nos da un resultado de la cantidad de niños y jóvenes que no son escolarizados en la región.

A continuación, el siguiente mapa representa la situación de matriculación en Colombia durante el último año de estudio, 2019.

Figura 4: Mapa de Colombia, indica el promedio nacional de matriculación durante el 2019.
Fuente: Elaboración propia, datos del DANE.



En este gráfico se hace evidente que las regiones en las que la tasa de matriculación es más baja se concentran en el sur este del país en los que los departamentos de Vaupés y Vichada tuvieron los índices más bajos de matriculación para este año en particular. El análisis en un sector como este puede verse desde la óptica de centralización en la que está sumergida

Colombia donde los departamentos más alejados del centro o de las capitales son los que experimentan índices más bajos de escolaridad y calidad de la educación.

4. Modelo Econométrico

En esta sección se ilustran los resultados de las estimaciones de los modelos analizados, identificando cual será el modelo que se aproxime más a las estimaciones que describan el objetivo de esta investigación. Con el fin de lograr determinar si la educación es un factor incidente dentro del crecimiento económico de los departamentos se procederá a hacer un análisis basado en el análisis planteado por los autores Mankiw, Romer y Weil con la base de datos consolidada y utilizando la herramienta de RStudio. Los autores parten del análisis de la siguiente ecuación:

$$\ln \left[\frac{Y(t)}{L(t)} \right] = \ln A(0) + gt - \frac{\alpha + \beta}{1 - \alpha - \beta} + \ln(n + g + \delta) + \frac{\alpha}{1 - \alpha - \beta} \ln(S_k) + \frac{\beta}{1 - \alpha - \beta} \ln(S_h)$$

Cómo se señaló en el apartado del marco teórico los autores reemplazan la variable de inversión por la de educación lo que se acomoda de manera exacta a la base de datos obtenida para este análisis.

Como un primer acercamiento a la correlación que puede darse entre las variables descritas, se plantea un modelo econométrico de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) puesto que lo que se pretende encontrar es una predicción, a través de la regresión lineal, de cómo las variables exógenas del modelo como: el nivel educativo, el índice de matriculación, el total de población, etc., influye en el PIB departamental. Este modelo ya había sido utilizado por los autores Alexander Cotte y Jin Anthony Cotrino. A pesar de que el modelo aplicado en esta investigación fue adaptado a la misma, su base fue estudiada en las investigaciones donde ya se había puesto en marcha. En este caso el modelo resultó aplicable dado que las variables se trataron como aleatorias, como en un estudio observacional y nos arrojó resultados óptimos para los estimadores. En este modelo la variable dependiente será el PIB departamental y las variables independientes están denominadas por: Tasa de matriculación de individuos entre 5 a 16 años, deserción, personas en edad de trabajar y el porcentaje de la población económicamente activa en el departamento. De la manera $y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n$ se buscará generar la ecuación de predicción para este caso, las variables

serán transformadas a través de la función de logaritmo natural con el fin de interpretar las estimaciones como tasas de crecimiento.

De este modelo se puede establecer que:

$$\text{Log}(\text{PIBdep}) = B_0 + B_1 T_{\text{matriculación}} + B_2 \text{Log}(T_{\text{población}}) + B_3 \text{Log}(T_{\text{población5-16}}) + B_4 (\text{Log}) \text{Pedadtrabajar} + B_5 \text{Deserción} + B_6 \text{PEA} + u$$

Donde,

PIBdep: PIB Departamental.

Tmatriculación: Tasa de matriculación en el rango de edad de 5 a 16 años.

Tpoblación: Total de la población departamental

Tpoblación5-16: Total de la población departamental que se encuentra en este rango de edad.

Pedadtrabajar: Población en edad de trabajar

Deserción: Tasa de deserción de los individuos matriculados

PEA: Población económicamente activa del departamento

u: Factores no observados.

4.1 Resultados Econométricos:

Al aplicar el modelo econométrico anteriormente planteado se encuentra que la significancia esperada según la teoría de mínimos cuadrados ordinarios para un modelo de regresión múltiple es la esperada y valida los resultados obtenidos, así mismo la hipótesis de regresión clásica fue comprobada. Al aplicar el test de Hausman y el test de Breusch Pagan los resultados fueron relevantes y se validó la hipótesis para aplicar un modelo de efectos fijos a través del MCO. Este modelo pretende explicar las correlaciones entre las variables por lo que se realiza el test de Watson (ver anexos) donde se evidencia dicha correlación; es por esto que el modelo no se adapta a uno de series de tiempo y no se requiere analizarlo como un modelo estacionario. A partir de las regresiones econométricas donde se tomó como variable dependiente el producto interno departamental, la magnitud de los coeficientes revela que el porcentaje de personas económicamente activas es la variable explicativa que más incide sobre el aumento del PIB, según el resultado, ante una variación de un punto porcentual, el PIB se aumenta en 14% con un nivel de significancia del 100%. La segunda

variable explicativa en el aumento del PIB departamental es la de la Tasa de matriculación en el grupo de 5 a 16 años, un aumento de punto porcentual de esta variable representa una disminución de 1,5 % de la variable dependiente con un nivel de significancia del 100%. Otras variables relevantes de este modelo fueron el total de la población y las personas en edad de trabajar; la primera mostró un incremento del PIB departamental del 2,03% y la segunda del 0,16% aunque esta última solo tiene un nivel de significancia del 5% mientras que la primera es del 100%. Las dos variables explicativas restantes arrojaron un resultado negativo; en primer lugar, ante un aumento de un punto porcentual en la variable de la población de los 5 a 16 años, el PIB departamental disminuirá en 1.09%. La última variable explicativa analizada para este modelo fue la deserción cuya variación representaría una disminución de 1,7% de la variable dependiente, sin embargo, el nivel de significancia de esta variable es de 5% y no se contempla como explicativa en este caso. A fin de determinar si el modelo se caracteriza por efectos fijos o efectos aleatorios se procede a realizar el Test de Hausman que arroja un p-value de 0.25 por lo que se determina utilizar un modelo de efectos aleatorios.

Tabla1 *Impacto de la educación en el PIB departamental 2005-2019.*

Variable	Log (PIBdep)	Desviación estándar
<i>Intercepto</i>	14.28***	0,28
<i>Tasa_matriculacion_5-16</i>	-0,015***	0,002
<i>Log(pobaciónT)</i>	2,038***	0,16
<i>Log(población_5-16)</i>	-1,09***	0,14
<i>Log(personas_edad_trabajar)</i>	0,16*	0,74
<i>Deserción</i>	-0.017*	0.00

Signif. Codes: p-value ≤ '****' 0,001 p-value ≤ '***' 0,01 p-value ≤ '**' 0,05
R²: 0,91
Hausman test: p-value = 0,25
Numero de observaciones: 1066

Fuente: Cálculos propios, RStudio.

La **Tabla 1** presenta los principales resultados obtenidos del modelo. Se encuentra que, como ya se dijo en el análisis anterior, la variable independiente con mayor impacto sobre el PIB es la de población total. Este resultado tiene sentido puesto que tiene una relación directa con el aumento de la producción dentro del departamento; La tasa de personas en edad de trabajar es la segunda variable explicativa que incide sobre el crecimiento económico de la población,

nos da una muestra de que entre más matriculados haya en la región el PIB aumentaría y se logra predecir que esta tasa de crecimiento sería de 1,6% ante un aumento de pp. A pesar de que los resultados anteriores están generalizados y las variables evaluadas logran explicar en gran medida los resultados obtenidos es necesario reconocer que la dinámica económica que cada región es distinta y, por ejemplo, los departamentos que basan su producción en actividades que no tienen valor agregado o, en otras palabras, en actividades de extracción de minerales, el modelo puede no explicarse de la misma manera.

Estos departamentos son: Meta, Casanare, Santander, Arauca, Putumayo y Boyacá y vale la pena resaltar que el PIB per cápita de, por lo menos, las tres primeras regiones mencionadas, es alto con respecto al promedio nacional pero las condiciones socioeconómicas de sus habitantes no comprueban este ingreso. Por lo anterior, se hace un análisis de esta clase de departamentos con las mismas variables del apartado anterior y se procede a analizar sus resultados:

Tabla2 Impacto de la educación en el PIB de los departamentos Meta, Casanare, Santander, Arauca, Putumayo y Boyacá en el periodo 2011-2019.

Variable	Log (PIBdep)	Desviación estándar
<i>Intercepto</i>	17,50***	1,55
<i>Tasa_matriculacion_5-16</i>	-0.03*	0,01
<i>Log(pobaciónT)</i>	-2,70	0,98
<i>Log(población_5-16)</i>	-1,83.	1.08
<i>Log(personas_edad_trabajar)</i>	0,11	0,13
<i>Deserción</i>	-0,13*	0.06
Signif. Codes: p-value ≤ '****' 0,001 p-value ≤ '***' 0,01 p-value ≤ '**' 0,05		
R^2 : 0,69		

Fuente: Cálculos propios, RStudio.

Aplicando el modelo econométrico planteado, el análisis de los resultados fue el siguiente: el intercepto en este caso aumentó en 3,22 puntos porcentuales con respecto al ejemplo anterior, por lo que se puede decir que en estas regiones el PIB per cápita crece más que en el resto del país, la variable explicativa de tasa de matriculación en este escenario es congruente con las actividades económicas que se practican puesto que ante el aumento en un punto porcentual del PIB la tasa de matrícula disminuye en 3% y se puede entender como que la educación del capital humano en estas regiones no es un diferenciador en actividades

que no requieren de personal altamente calificado dado que su labor no genera valor agregado. En esta ocasión se comprueba nuevamente la relación. Se puede decir que en regiones con esta característica hay evidencia de que la tasa de matriculación será menor y podrá considerarse explicativa frente al aumento del PIB departamental.

Hecho el análisis anterior, es de relevancia introducir los departamentos con menor PIB en el análisis para lograr así una conclusión objetiva y cercana a la realidad del país. Para este efecto se tomarán los departamentos del Chocó, La Guajira y Cauca cuyos PIB departamentales estuvieron por debajo del promedio nacional. A continuación, los resultados:

Tabla3 Impacto de la educación en el PIB de los departamentos Chocó, La Guajira y Cauca en el periodo 2011-2019.

Variable	Log (PIBdep)	Desviación estándar
<i>Intercepto</i>	19,86***	2,22
<i>Tasa_matriculacion_5-16</i>	-0,04**	0,01
<i>Log(pobaciónT)</i>	0,54	1,04
<i>Log(población_5-16)</i>	-3,21**	0,95
<i>Log(personas_edad_trabajar)</i>	3,39**	0,96
<i>Deserción</i>	0,01	0,04

Signif. Codes: p-value ≤ '****' 0,001 p-value ≤ '***' 0,01 p-value ≤ '**' 0,05
*R*²: 0,82

Fuente: Cálculos propios, RStudio.

Como era de esperarse para estos casos en particular, las variables analizadas explicativas y relevantes son las que tienen relación directa con el aumento o disminución del PIB departamental. Por ejemplo, como se evidencia en la tabla el valor que más puede servir de referencia es el de la población en edad escolar de 5 a 16 años, esta variable evidencia que ante un aumento porcentual en el PIB del departamento esta variable disminuirá en 32% se puede entender si se tiene en cuenta las condiciones socioeconómicas que presenta la región y la poca oferta educativa a la que se tiene acceso en estos lugares por lo que la variable que si se ve aumentada ante una variación del PIB es la de las personas en edad de trabajar. Se puede concluir que en estas regiones la mano de obra poco calificada está más directamente relacionada que la de personas que culminaron sus estudios y adquirieron mayor conocimiento.

5. Conclusiones

Ante los múltiples aspectos que pueden ser considerados en el análisis del crecimiento del PIB, en este estudio se limitó el análisis a la perspectiva de educación y capital humano por lo que solo se tomó en cuenta la incidencia que tendría la tasa de matriculación sobre el PIB departamental de cada región.

Los resultados de esta investigación nos han demostrado que en Colombia los escenarios de crecimiento económico y productividad del PIB obedece a múltiples factores, encontramos casos en los cuales la principal fuente de producción de los departamentos se basaba en la explotación de minerales o en actividades que no generan valor agregado por lo que la tasa de matriculación no incide de manera directa y contundente sobre estos resultados, por otro lado en los casos en que el PIB departamental y per cápita es un muy bajo esto se puede correlacionar con la baja tasa de matriculación de estos lugares. De acuerdo con lo anterior y los objetivos planteados de este trabajo se ha logrado evidenciar que la variable exógena del nivel educativo afecta de formas diferentes al PIB departamental. Estos resultados son similares a los estudios referenciados en este documento y puede evidenciarse que en Colombia las variables explicativas del PIB son diversas y si el análisis se aterriza a cada departamento el análisis es aún más diverso y las variaciones se pueden dar por multiplicidad de razones, como por ejemplo, las principales actividades económicas de cada región.

Se recomienda los hacedores de política pública del país la implementación de un plan de estudios a nivel nacional que le permita a sus integrantes una óptima formación y adquisición de habilidades con el fin de mejorar sus propias condiciones de vida y la de su entorno inmediato. Para lo anterior es necesario que se garantice una cobertura educativa que esté presente, sobre todo, en las regiones más apartadas y menos educadas del país como lo son el Chocó, La Guajira o Cauca. La importancia del crecimiento económico para el país debe ser de vital importancia, sin embargo, este crecimiento debe estar acompañado de la capacitación del factor humano con el fin de que ese crecimiento garantice el desarrollo de los departamentos y mejore la calidad de vida de manera general.

Tomando en cuenta el análisis de los resultados junto con la hipótesis y los objetivos planteados se puede concluir que, dependiendo del departamento, sus dinámicas socioeconómicas y la capacidad educativa que tengan el impacto de la tasa de matriculación

puede ser relevante. Para comprobar la veracidad de esta información solo es necesario remitirse a los análisis econométricos expuestos en donde los resultados obtenidos lo demuestran. En términos generales los resultados demuestran que, ante una variación de un punto porcentual de la tasa de matriculación, el PIB per cápita disminuirá en 1,5% lo que evidencia de forma rotunda que en Colombia la inversión en el sector educativo no afecta positivamente el PIB dado que las actividades que jalonan la economía no son las que generan valor agregado o son actividades que no requieren de un alto estándar académico. En este caso las variables explicativas tuvieron un nivel de significancia entre 5% y 100% lo que nos indica que los resultados obtenidos son aceptados como explicaciones frente a las variaciones que pueda tener el PIB del departamento, sin embargo, cuando se lleva el análisis a un estadio más particular las variables presentan amplias variaciones y sus comportamientos distan de la explicación inicial. Por ejemplo, para el caso de los departamentos que tienen el PIB más elevado gracias a actividades que no poseen valor agregado se logró demostrar que ante un aumento de la variable de matriculación el efecto sobre el PIB será de -3,1%, este cálculo se puede interpretar en que al obtener mayores recursos debido a actividades de explotación, por ejemplo, cada departamento no invierte más en una infraestructura educativa debido a que esto no representa una diferencia significativa en el aumento de la producción departamental.

En el análisis de las regiones cuyos PIB estuvieron por debajo del promedio nacional se encontró que la incidencia de la tasa de matriculación sobre el crecimiento económico tenía un efecto negativo, se logró evidenciar que la variable explicativa que contiene los datos de personas en edad de trabajar fue la única que tiene un impacto del 3,3% se puede analizar desde la perspectiva de que un departamento con condiciones de PIB bajo puede ver un aumento de su producción ante un aumento de la mano de obra, sin importar si es calificada o no.

En esta investigación se realizaron estimaciones del impacto que genera por departamento variables como el total de la población total y población en edad de escolarización (5 a 16 años), la tasa de deserción, las personas que están en edad de trabajar (14 a 65 años) y el PEA departamental sobre el PIB de los departamentos durante 2005 a 2019. Con este objetivo fueron consultadas los registros demográficos y estadísticos del DANE y el ministerio de

educación con el fin de elaborar una base de datos y hacer uso de la metodología lógica para elaborar un modelo de regresión lineal múltiple y MCO.

La cuantificación del aporte de la tasa de matriculación es de un 1,5% sobre el PIB departamental ante una variación porcentual de la variable explicativa siendo significativa al 100%, sin embargo, un análisis más detallado entre regiones socioeconómicamente parecidas arrojó resultados en los cuales las variables explicativas carecen de significancia y pueden interpretarse de maneras diferentes.

6. Recomendaciones de política monetaria

Teniendo en cuenta que se analizó un escenario macroeconómico se considera que las recomendaciones deben ser dirigidas al apartado de política monetaria puesto que las políticas planteadas desde esta disciplina pueden generar el crecimiento económico de la mano de la reducción del desempleo, si este último punto se enfoca en dar empleo al capital humano calificado se podría obtener el resultado positivo que se buscaba encontrar en esta investigación. El modelo econométrico utilizado en este documento proporciona un acercamiento a los factores incidentes del PIB de cada departamento, sin embargo, es necesario poner de manifiesto que al realizar un modelo que abarque todos los departamentos sin evidenciar sus diferencias socioeconómicas, los resultados pueden verse carentes de sentido y no explican las variables que se tomaron en cuenta para este estudio.

En este caso particular se tuvo en cuenta el modelo planteado por los autores Mankiw, Romer y Weil donde el papel de la educación es muy relevante y reemplaza a la variable de la inversión, sin embargo se encuentra que no se tiene en cuenta el periodo de tiempo analizado y el modelo propuesto contiene un efecto directo de las variables en las que no se podría calcular un efecto futuro del impacto de la educación sobre el PIB departamental; para este caso se recomienda utilizar un modelo de series temporales que permita evaluar el impacto en ese sentido.

Por último, se recomienda abarcar un periodo de tiempo más extenso que evidencie el comportamiento de las variables en un largo plazo para poder, de esta manera, interpretar más acertadamente los resultados obtenidos.

7. Anexos

7.1 Resultados econométricos del modelo:

```
Call:
lm(formula = log(PIBdepartamental) ~ `Tasa_matricula_5-16` +
    log(PoblacionTotal) + log(Poblacion_escolar) + log(Poblacion_edad_trabajar) +
    Tasa_Desercion, data = Base_de_datos_ampliada)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.22978 -0.29004  0.01043  0.31179  2.59747

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)      14.283303   0.282271  50.601 < 2e-16
`Tasa_matricula_5-16`
   -0.015028    0.002811  -5.345 1.39e-07
log(PoblacionTotal)
   2.038918    0.160183  12.729 < 2e-16
log(Poblacion_escolar)
  -1.092207    0.140656  -7.765 4.82e-14
log(Poblacion_edad_trabajar)
   0.169385    0.074042   2.288  0.0226
Tasa_Desercion
  -0.017076    0.007195  -2.373  0.0180

(Intercept)      ***
`Tasa_matricula_5-16`
   ***
log(PoblacionTotal)
   ***
log(Poblacion_escolar)
   ***
log(Poblacion_edad_trabajar)
   *
Tasa_Desercion
   *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.494 on 489 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9159,    Adjusted R-squared:  0.9151
F-statistic: 1066 on 5 and 489 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

7.2 Prueba Breusch - Pagan

```
studentized Breusch-Pagan test

data: log(PIBdepartamental) ~ `Tasa_matricula_5-16` + log(PoblacionTotal) +
og(Poblacion_escolar) + log(Poblacion_edad_trabajar) + Tasa_Desercion
BP = 6.5386, df = 5, p-value = 0.2573
```

7.3 Prueba de autocorrelación

```
lag Autocorrelation D-W Statistic p-value
1      0.194261      1.611145      0
Alternative hypothesis: rho != 0
```

7.4 Modelo con efectos fijos

```
Coefficients:
              Estimate Std. Error t-value Pr(>|t|)
`Tasa_matricula_5-16` 0.00069357 0.00154331 0.4494 0.653353
log(PoblacionTotal)   4.05633090 0.22880029 17.7287 < 2.2e-16 ***
log(Poblacion_escolar) -0.68184930 0.13856551 -4.9208 1.205e-06 ***
log(Poblacion_edad_trabajar) 0.16514122 0.05953407 2.7739 0.005766 **
Tasa_Desercion        -0.00485938 0.00532755 -0.9121 0.362185
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Total sum of Squares: 88.974
Residual sum of Squares: 48.858
R-Squared: 0.45087
Adj. R-Squared: 0.40641
F-statistic: 75.0439 on 5 and 457 DF, p-value: < 2.22e-16
```

7.5 Modelo con efectos aleatorios

```
Coefficients:
              Estimate Std. Error z-value Pr(>|z|)
(Intercept)    1.2193e+01 7.5454e-01 16.1589 < 2.2e-16 ***
`Tasa_matricula_5-16` -3.4407e-05 1.7216e-03 -0.0200 0.98406
log(PoblacionTotal)   2.0690e+00 1.6133e-01 12.8250 < 2.2e-16 ***
log(Poblacion_escolar) -1.0080e+00 1.4814e-01 -6.8042 1.016e-11 ***
log(Poblacion_edad_trabajar) 1.2258e-01 6.5788e-02 1.8633 0.06242 .
Tasa_Desercion        -9.9593e-03 5.9101e-03 -1.6851 0.09196 .
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Total sum of Squares: 150.92
Residual sum of Squares: 65.59
R-Squared: 0.56541
Adj. R-Squared: 0.56096
chisq: 636.19 on 5 DF, p-value: < 2.22e-16
```

7.6 Test de Hausman

Hausman Test

```
data: log(PIBdepartamental) ~ `Tasa_matricula_5-16` + log(PoblacionTotal) + ...
chisq = 130.65, df = 5, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: one model is inconsistent
```

7.7 Modelo aplicado a departamentos con PIB alto a causa de actividades económicas que no generan valor agregado

```

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    17.50259    1.55442   11.260 < 2e-16 ***
`Tasa_matricula_5-16P`
-0.03600      0.01602   -2.247  0.02785 *
log(PoblacionTotalP)
 2.70463      0.98569    2.744  0.00773 **
log(Poblacion_escolarP)
-1.83317      1.08261   -1.693  0.09491 .
log(Poblacion_edad_trabajarP)
 0.11113      0.13560    0.820  0.41530
Tasa_DesercionP
-0.13295      0.06290   -2.114  0.03814 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.5798 on 69 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.7169,    Adjusted R-squared:  0.6964
F-statistic: 34.95 on 5 and 69 DF,  p-value: < 2.2e-16

```

7.8 Modelo aplicado a departamentos con PIB bajo

```

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    19.86069    2.22321   8.933 5.64e-11 ***
`Tasa_matricula_5-16B`
-0.04681      0.01539   -3.042  0.00419 **
log(PoblacionTotalB)
 0.54916      1.04387    0.526  0.60181
log(Poblacion_escolarB)
-3.21309      0.95228   -3.374  0.00169 **
log(Poblacion_edad_trabajarB)
 3.39100      0.96714    3.506  0.00116 **
Tasa_DesercionB
 0.01395      0.04037    0.346  0.73156
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.2915 on 39 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.8452,    Adjusted R-squared:  0.8254
F-statistic: 42.6 on 5 and 39 DF,  p-value: 8.848e-15

```

8. Bibliografía

Mankiw, Romer y Weil (1992). A CONTRIBUTION TO THE EMPIRICS OF ECONOMIC GROWTH – Oxford Journals.

Neira, Guisán (2002). MODELOS DE CAPITAL HUMANO Y CRECIMIENTO ECONÓMICO: EFECTO INVERSIÓN Y OTROS EFECTOS INDIRECTOS - University of Santiago de Compostela

Cotte Poveda, Cotrino Sossa (2008). CRECIMIENTO ECONÓMICO Y DISTRIBUCIÓN DEL INGRESO EN COLOMBIA: EVIDENCIA SOBRE EL CAPITAL HUMANO Y EL NIVEL DE EDUCACIÓN - Cuadernos de Administración, vol. 19, Pontificia Universidad Javeriana.

Gaviria, (2005). CAPITAL HUMANO, EXTERNALIDADES Y CRECIMIENTO ECONÓMICO EN COLOMBIA

Cuenca, Penagos, (1960-2009) CRECIMIENTO ECONÓMICO EN COLOMBIA: UNA APROXIMACIÓN EMPÍRICA FUNDAMENTADA EN LA PERSPECTIVA CAPITAL HUMANO

Solow, Robert (1956). “A CONTRIBUTION TO THE EMPIRICS OF ECONOMIC GROWTH “

Barro, Robert (1989). ECONOMIC GROWTH IN A CROSS SECTION OF COUNTRIES – NBER Working paper.

Solow, Robert (1956). A CONTRIBUTION TO THE THEORY OF ECONOMIC GROWTH – Journal of economics.

-LEE, D.W (1995). HUMAN CAPITAL AND ECONOMIC GROWTH. TEST BASED ON THE INTERNATIONAL EVALUATION OF EDUCATIONAL ACHIEVEMENT - Economic Letters.

NEIRA (1998). EDUCACIÓN Y CRECIMIENTO MUNDIAL: ESTUDIO ECONOMÉTRICO DEL IMPACTO DEL CAPITAL HUMANO - Tesis Doctoral. Servicio de Publicaciones. Universidad de Santiago de Compostela.

SERRANO, L. (1998). CAPITAL HUMANO, ESTRUCTURA SECTORIAL Y CRECIMIENTO EN LAS REGIONES ESPAÑOLAS - Documentos de Trabajo.

Arrow, K. (1962). THE ECONOMICS IMPLICATIONS OF LEARNING BY DOING - Review of Economic Studies.

Banco Mundial (2002). POBREZA Y RED DE APOYO SOCIAL EN COLOMBIA, de <http://inweb18.worldbank.org/external/lac/lac.nsf/Countries/Colombia/76076FCA503EA55285256BA0007779B2?>

Cárdenas, M. (2001). ECONOMIC GROWTH IN COLOMBIA: ¿A REVERSAL OF “FORTUNE”? - Working paper 83 Center for International Development at Harvard University.

Cass, D. (1965). OPTIMUM GROWTH IN AN AGGREGATIVE MODEL OF CAPITAL ACCUMULATION - Review of Economic Studies, 32 (3), 233-240.

Isaza, J y Meza, C. (2005). CAMBIOS ESTRUCTURALES DE LA DEMANDA DE TRABAJO EN COLOMBIA: UN ANÁLISIS ECONOMÉTRICO ENTRE 1984 Y 2002 - Revista de Investigación, 4, 99-116.