

EFFECTOS DEL CAPITAL HUMANO SOBRE EL CRECIMIENTO ECONÓMICO.
UN ANÁLISIS SECTORIAL PARA COLOMBIA DURANTE EL PERIODO 2008 - 2019

ESTEBAN DAVID DURAN PINZÓN

Informe final presentado como requisito para optar al título de

Economista

Tutor: Humberto Bernal



UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA

FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN Y ECONOMÍA

PROGRAMA DE ECONOMÍA

BOGOTÁ D.C.

2023

Agradecimientos

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca por haber sido mi hogar académico durante todo mi proceso de formación como economista. Desde el primer día, sentí una conexión especial con esta institución educativa, la cual me brindó una educación integral de alta calidad, basada en la excelencia académica y en valores fundamentales como la responsabilidad social y el respeto a la diversidad. Gracias a la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, pude desarrollar mis habilidades y conocimientos en un ambiente académico excelente, lo cual me permitió forjar una sólida carrera profesional.

Además, quiero agradecer al equipo de docentes de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca por su dedicación y compromiso con mi formación académica. Sus enseñanzas y conocimientos fueron fundamentales para mi desarrollo como economista, y estoy profundamente agradecido por su apoyo incondicional a lo largo de mi carrera universitaria. En especial, quiero agradecer al profesor Manolo Chaves y al profesor Humberto Bernal por su valiosa orientación y apoyo en la elaboración de mi trabajo de grado. Su conocimiento y experiencia fueron fundamentales para el éxito de mi proyecto, y su guía me permitió adquirir las habilidades necesarias para llevar a cabo una investigación rigurosa y presentar el presente documento.

En resumen, mi formación como economista y la elaboración de mi trabajo de grado no habrían sido posibles sin el apoyo y dedicación de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca y de mi equipo de docentes. Les estaré eternamente agradecido por todo lo que me han enseñado y por haberme brindado las herramientas necesarias para alcanzar mis metas y convertirme en un profesional de excelencia.

Tabla de contenido

Resumen	4
Abstract.....	5
1. Introducción.....	6
2. Marco teórico.....	7
3. Revisión de literatura.....	14
3.1. Literatura internacional.....	14
3.2. Literatura Nacional.....	17
4. Hechos estilizados	20
4.1. Sector primario.....	20
4.2. Sector secundario	22
4.3. Sector terciario	24
5. Metodología	26
6. Análisis de los modelos.....	28
6.1. Resultados econométricos.....	28
6.2. Robustes del modelo.....	33
7. Conclusiones	34
8. Recomendaciones	36
9. Bibliografía	38

Resumen

Este trabajo tiene como objetivo analizar el efecto del capital humano en el crecimiento económico de Colombia en el período comprendido entre 2008 y 2019, centrándose en los sectores primario, secundario y terciario. Este estudio busca determinar cómo la mano de obra calificada y no calificada contribuye al crecimiento económico de cada sector y cómo esta contribución se refleja en el PIB (Producto interno bruto) del país. La principal conclusión de este estudio es que existe una relación positiva entre el aumento del capital humano en cada sector y el PIB de forma que se cumple con la teoría economía y la importancia de desarrollar políticas orientadas en el aumento del capital humano en el país.

Palabras claves: Capital humano, mano de obra, crecimiento económico, Colombia y producto interno bruto

Abstract

The aim of this work is to analyze the effect of human capital on the economic growth of Colombia during the period between 2008 and 2019, focusing on the primary, secondary, and tertiary sectors. This study seeks to determine how skilled and unskilled labor contributes to the economic growth of each sector and how this contribution reflects on the country's GDP (Gross Domestic Product). The main conclusion of this study is that there is a positive relationship between an increase in human capital in each sector and the GDP, thus fulfilling economic theory and emphasizing the importance of developing policies aimed at increasing human capital in the country.

Keywords: Human capital, labor, economic growth, Colombia, and Gross Domestic Product.

1. Introducción

El presente trabajo tiene como objetivo principal analizar el efecto del capital humano en el crecimiento económico de Colombia en el periodo comprendido entre 2008 y 2019, centrándose en los sectores primario, secundario y terciario. El capital humano es un factor clave en el desarrollo económico de un país, ya que permite que las personas sean más productivas y eficientes en sus trabajos, lo que a su vez se traduce en un mayor crecimiento económico. En Colombia, la desigualdad social y económica es un obstáculo que limita el acceso a la educación y, por lo tanto, a la adquisición de capital humano. En este sentido, es importante determinar cómo la mano de obra calificada y no calificada influye en el crecimiento económico de cada sector de la economía, y cómo su aporte se refleja en el PIB del país.

Por tanto, este trabajo busca responder a la pregunta de ¿Cuál es el efecto del capital humano sobre el crecimiento económico para el sector primario, secundario y terciario en Colombia para el periodo del 2008 al 2019 ?, para tal fin se seguirá los siguientes objetivos general y específicos para dar respuesta. Como objetivo general se tiene analizar el efecto del capital humano sobre el crecimiento económico en cada uno de los sectores en el periodo mencionado anteriormente y como objetivos específicos en primer lugar, caracterizar la relación entre el capital humano y crecimiento económico en cada sector de estudio, posterior establecer el efecto del capital humano sobre el crecimiento económico, a través de estimaciones econométricas, y por ultimo proponer estrategias de política económica que conduzcan a mejorar el aporte de la mano de obra cualificada al crecimiento económico La conclusión principal que se podría derivar de este trabajo es encontrar una relación positiva

entre el aumento del capital humano en cada uno de los sectores lo que permite evidenciar la importancia de diversos factores que ayuden al aumento de esta variable, para de esta forma incentivar el uso de políticas que permitan desarrollar una mano de obra calificada con mayores años de escolaridad.

El documento consta de ocho apartados, introducción, en el que se presenta el trabajo investigativo en términos generales. Marco teórico, que presenta los enfoques teóricos sobre este tema y el modelo de crecimiento económico del capital humano. Marco empírico. El cuarto es la caracterización de los datos a utilizar, metodología. El sexto muestra los resultados de las estimaciones econométricas para cada sector, y finalmente las conclusiones y recomendaciones.

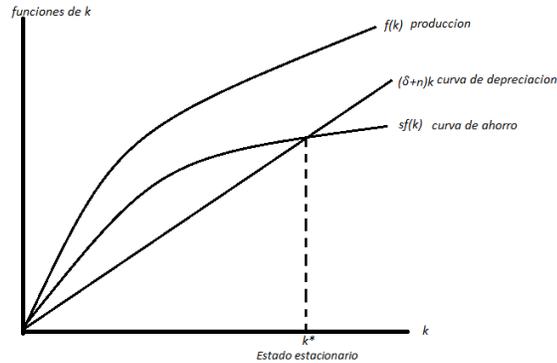
2. Marco teórico

El modelo de Solow (1979) describe el crecimiento económico a partir del ahorro y la depreciación per cápita, siendo estas variables fundamentales para el crecimiento del stock de capital per cápita, el cual es añadido a la producción que, a su vez, crece a medida que aumenta el stock de capital per cápita. Esto se puede ver reflejado en la siguiente ecuación:

$$(1 + n)k(t + 1) = (1 - \delta)k(t) + sy(t) \quad (1)$$

En la ecuación se observa que el stock de capital per cápita depende negativamente de la depreciación de capital ($(1 - \delta)k(t)$) y de manera positiva del ahorro per cápita ($sy(t)$). En este sentido, el modelo toma como supuesto que habrá rendimientos decrecientes a escala; esto es de vital importancia ya que al momento de analizar el modelo en el largo plazo la economía convergerá al estado estacionario.

Figura 1. Modelo de Solow-Swam estado estacionario



Nota. Elaborado por el autor con base en Sala i Martin (2000), en Apuntes de crecimiento económico.

Para dar solución al problema de la tendencia a un estado estacionario en el largo plazo se añade el concepto del progreso técnico haciendo esta referencia a la variación en la cantidad producida sin alterar las cantidades de factores de producción utilizados. Para que un país crezca sin tener en cuenta este progreso técnico el capital debería crecer más rápido que la población, pero si esto ocurre los rendimientos decrecientes implicarían que la contribución marginal del capital a la producción debe disminuir lo que acaba reduciendo la tasa de crecimiento de la producción y por la tanto el capital.

Este argumento expuesto en el párrafo anterior pierde fuerza cuando se incluye el progreso técnico, ya que la función de producción se desplazará en sentido ascendente con el paso del tiempo a medida que aumenta y se aplica el conocimiento, si este desplazamiento es mayor a los rendimientos decrecientes, no habría razón por la que la renta per cápita pueda no pueda crecer indefinidamente.

De aquí se puede analizar el modelo en dos partes. La primera, es el progreso técnico la cual se encarga de desarrollar la tecnología y desarrollar mejores procesos de producción,

y la segunda, que se encarga de la construcción de planta, maquinaria y otros factores que aumenta la capacidad productiva. En ausencia de la primera, la segunda no es suficiente para que la renta per cápita crezca continuamente.

Para formular este progreso técnico en el modelo de forma matemática se establece que la cantidad de trabajo en unidades de suficiencia (L) es igual a la eficiencia o productividad de una persona (E) por la población total (P):

$$L(t) = E(t)P(t) \quad (2)$$

La eficiencia de una persona en el próximo periodo está determinada por la tasa progreso técnico (π)

$$E(t + 1) = (1 + \pi)E(T) \quad (3)$$

Incluyendo (π) a la primera ecuación del modelo se tiene que:

$$(1 + n)(1 + \pi)k(1 + t) = (1 - \delta)k(t) + sy(t) \quad (4)$$

Donde “ k ” y “ y ” son magnitudes por unidad de trabajo eficiente. Ahora bien, el modelo sigue la misma dinámica paralela al modelo donde no hay progreso técnico, la novedad reside en la interpretación que se le da al mismo, aun cuando el capital en unidades de trabajo eficiente converja hacia un estado estacionario la cantidad de capital por miembro de la población trabajadora continúa aumentando, de hecho, el aumento de la renta per cápita se produce exactamente a la tasa de progreso técnico.

Por su parte, Romer (1986) introdujo una función de producción con externalidades del capital, la cual se basa en la intuición de que cuando una empresa aumenta su stock de capital a través de una inversión, no solamente aumenta su producción, sino que también aumenta la producción de las empresas que la rodean. Romer destaca que las empresas al

invertir adquieren conocimientos los cuales también pueden ser usados por las otras empresas. Una función que describe esta externalidad es:

$$Y_t = AK_t^\alpha L_t^{1-\alpha} k_t^n \quad (5)$$

En donde Y_t es la producción agregada en el momento t , K_t es el capital agregado en el momento t y L_t es el trabajo agregado en el momento t . La diferencia que este modelo presenta con la función neoclásica Cobb- Douglas reside en el término k que representa la externalidad, en donde, el parámetro “ n ” indica la relevancia de la externalidad, indicando que cuando este es igual a cero no se presentan externalidades; en este sentido a medida que “ n ” es mayor, mayor será el efecto de la externalidad sobre el producto.

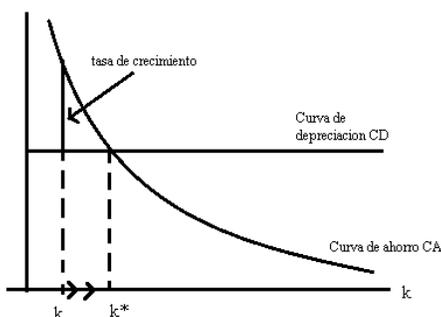
Al introducir este parámetro dentro la ecuación fundamental de Solow, se puede dar evidencia que el comportamiento de la economía depende crucialmente de si la suma de los parámetros “ n ” y “ α ” es inferior, igual o superior a uno.

$$\frac{k}{k} = \gamma k = sAk^{\alpha+n-1} - (\delta + n) \quad (6)$$

Por consiguiente, las implicaciones del modelo serían las siguientes: 1) $\alpha + n < 1$, al presentarse esta situación la curva de ahorro toma valor infinito cuando k se aproxima a cero, como la curva de depreciación sigue siendo una línea horizontal las dos curvas se cruzan únicamente una vez referenciando un stock de capital de estado estacionario generando un escenario estable. 2) $\alpha + n > 1$, en este escenario la curva de ahorro pasa por el origen, es creciente y tiende a infinito, se cruza una vez con la curva de depreciación, por lo que existe un estado estacionario, el problema de este es inestable y el crecimiento de la economía dependerá de si el stock de capital es menor o mayor al stock del estado estacionario, si es

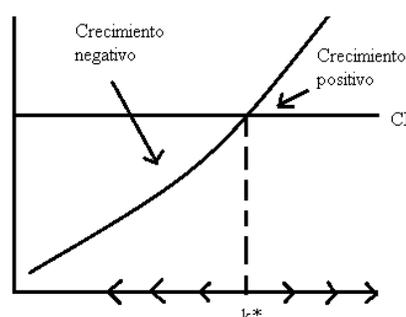
superior el crecimiento es positivo, pero si es menor entonces la tasa de crecimiento es negativa, y la economía se aproximaría a la extinción.

Figura 2. Modelo de Romer externalidades de capital



Nota. Nota. Elaborado por el autor con base en Sala i Martin (2000), en Apuntes de crecimiento económico.

Figura 3. Modelo de Romer externalidades de capital



Nota. Nota. Elaborado por el autor con base en Sala i Martin (2000), en Apuntes de crecimiento económico.

Kenneth J. Arrow (1962) se encarga de evidenciar que el conocimiento crece en el tiempo, ya que el aprendizaje es el resultado de la experiencia el cual solo puede tener lugar mediante el intento de resolver un problema, asignando un papel importante a las experiencias previas en la modificación de la percepción del individuo para afrontar los diferentes problemas que se le presenten. De aquí, que el autor emplea esta acumulación de experiencias como un posible aumento de la productividad de las personas, formulando como hipótesis, que el cambio técnico en general puede atribuirse a la experiencia que es la propia actividad de producción la que da lugar a problemas para los que se seleccionan respuestas favorables a lo largo del tiempo.

Teniendo en cuenta estos aspectos en cuenta Arrow (1962) postula un modelo en el cual, en primera instancia para desarrollarlo, en donde la inversión bruta acumulada (producción acumulada de bienes de capital) representa el índice de experiencia. Cada nueva

máquina producida y puesta en funcionamiento es capaz de cambiar el entorno en el que se desarrolla la producción, de modo que el aprendizaje se produce con estímulos continuamente nuevos. Posterior a escoger la variable económica de la experiencia, el autor incluye el aprendizaje en las condiciones de producción, de aquí que el autor toma como referencia los modelos de Solow y Johansen en el que cambios técnicos se materializan completamente en nuevos bienes de capital. En cualquier momento del tiempo los nuevos bienes de capital incorporan todo el conocimiento disponible en ese momento, pero una vez construidos su eficiencia productiva no puede ser alterada por el aprendizaje posterior, a su vez, los nuevos bienes de capital son mejores que los antiguos.

Otros referentes dentro de los modelos de crecimiento económico en los que se ve presenten el capital humano son Uzawa (1965) y Lucas (1988), los cuales bajo la idea de que el capital humano y el capital físico son bienes distintos producidos con tecnologías distintas, construyeron un modelo de dos sectores con crecimiento endógeno. En uno de los sectores la producción final se obtiene mediante la combinación de capital físico y humano. Este producto final puede ser consumido o transformado en capital físico de forma que,

$$\dot{K} = AK_Y^\alpha H_Y^{1-\alpha} - C - \delta K \quad (7)$$

Donde K_Y y H_Y son las cantidades de capital físico y humano utilizadas en la producción del bien final Y. Por otro lado, en el segundo sector, la producción y acumulación de capital humano se hace, a partir, de capital físico y humano. Se considera además que la tecnología para la obtención del capital humano es diferente de la que se usa para la obtención de la producción final:

$$\dot{H} = BK_H^n H_H^{1-n} - \delta h \quad (8)$$

Donde K_H y H_H , son los stocks de capital físico y humano utilizados en la producción de capital humano, señalando que a diferencia de la tecnología que puede ser utilizada en más de un sitio al mismo tiempo, el capital humano es un bien rival, por lo que, no puede ser utilizado simultáneamente en el sector de bienes finales y en el sector de educación. Bajo esta primera caracterización de las variables, en el modelo se hace el desarrollo matemático por medio del Hamiltoniano, para determinar las variables de las cuales dependen principalmente el crecimiento de la economía, llegando a:

$$\frac{\dot{c}}{c} = Y_c = \frac{1}{\theta} (A\alpha k^{\alpha-1} (uh)^{1-\alpha} - (\delta + p)) \quad (9)$$

Este resultado manifiesta que la tasa de crecimiento del consumo depende del producto marginal del capital físico, sin embargo, este producto marginal del capital físico no depende solamente del stock de capital físico, sino que depende también del capital humano y de la fracción de este que se utiliza en el sector final. Lucas (1988) soluciona la complejidad del modelo aludiendo al estado estacionario, ya que las variables crecen a un ritmo constante, concluyendo que la tasa de crecimiento a largo plazo es:

$$\frac{1}{\theta} = (B - \delta - P) \quad (10)$$

Donde el parámetro de productividad que afecta el crecimiento económico a largo plazo es el sector educativo (B) que es la variable dentro del modelo, dado que δ es la tasa de depreciación del capital que se presenta como una constante al igual que P la tasa subjetiva de descuento del consumo (valor que los hogares le dan al consumo futuro en el presente).

De acuerdo con los modelos expuestos anteriormente los cuales tratan de describir la importancia del capital humano para el crecimiento económico, se considera que el modelo de Uzawa-Lucas presenta el modelo más óptimo para estimar, con base a la relevancia que

estos autores atribuyen al sector educativo como parámetro que afecta el crecimiento económico a largo plazo ya que al suponer que este sector no utiliza capital físico, llegan al supuesto de que la función de producción de educación es lineal en capital humano supuesto relacionado a los modelos AK, de forma que la ecuación 10 será nuestra base para realizar nuestra debida estimación econométrica.

$$\frac{1}{\theta} = (B - \delta - P) \quad (10)$$

3. Revisión de literatura

3.1. Literatura internacional

En su investigación, Terrones y Calderón (1993) tienen como objetivo explicar la relación entre capital humano y crecimiento económico tomando como eje, el desarrollo del capital humano por medio de los diferentes niveles de habilidad y recursos productivos incorporados a través de la educación, proponiendo que la educación permite el desarrollo de una mano de obra mejor calificada y con mejores niveles de producción. Bajo este objetivo parten de una consideración teórica adoptando el modelo ampliado de Solow como guía y consideración de variables de estudio tales como; tasa de ahorro, tasa de crecimiento de la fuerza laboral, ingreso per cápita y nivel de capital humano per cápita, utilizando para este último tres niveles de aproximación para esta variable, indicadores de nivel, calidad y composición de talento (cobertura del sistema educativo, calidad del servicio brindado y distribución del capital humano en carreras). Los datos usados por los autores abarcan una muestra de corte de transversal de 24 países de América latina con información de largo plazo para el periodo de 1960-1985. Posterior a esto se presentan pautas para el desarrollo de

políticas educativas donde inicialmente se debe evaluar la expansión de calidad y cobertura en la educación primaria, posterior se debe estimular la matrícula en educación secundaria y superior para reducir los problemas de distribución. como punto final la política debe ir orientada al aumento de la calidad reduciendo las ratios alumno/profesor en los distintos niveles educativos y consolidando el proceso de crecimiento económico.

Otros autores como Benhabib y Mark M. Spiegel (1994) se encargan de exponer cómo afecta el capital humano a la producción y al crecimiento de una economía para un grupo de 116 países tomando dos enfoques propuestos por distintos autores, siendo el primero de estos, el ver al capital humano como un insumo ordinario de la función de producción y el segundo ver el progreso tecnológico en función del nivel de educación o capital humano, para crear implementar y adoptar nuevas tecnologías. Bajo el primer enfoque se concluye como este presenta dudas en el papel del capital humano ya que los resultados presentan un aspecto insignificante y generalmente negativo para explicar el crecimiento del ingreso per cápita. Por otro lado, el segundo enfoque donde se argumenta que la educación facilita la adopción e implementación de nuevas tecnologías que se inventan continuamente a un ritmo exógeno, se infiere que el nivel educativo no solo mejora la capacidad de un país para desarrollar sus propias innovaciones tecnológicas, sino también su capacidad para adaptar e implementar tecnologías desarrolladas en otros lugares. De esta manera, los autores consideran que el capital humano tiene un papel positivo en la contabilidad del crecimiento.

En su texto, Pritchett (2001) argumenta que el impacto de la educación en el crecimiento económico depende de varios factores en países de Latinoamérica, el Caribe y África subsahariana. Entre estos factores, se encuentra la calidad de la educación, la demanda de mano de obra calificada y la evolución tecnológica. El autor explica que la demanda de

mano de obra calificada puede surgir de actividades socialmente contraproducentes, lo que limita los beneficios económicos de la educación. Asimismo, la oferta de capital educativo puede superar la demanda, lo que hace que los retornos a la educación disminuyan. Sin embargo, la tecnología puede equilibrar esto al generar nuevas oportunidades de empleo que requieran habilidades específicas. Por último, el autor señala que la calidad de la educación es fundamental para el crecimiento económico, ya que, si es baja, no se desarrollan habilidades cognitivas y productivas necesarias para el mercado laboral. En conclusión, es necesario promover una educación de calidad que prepare a las personas para las demandas del mercado laboral.

Por su parte Rogers (2008) presenta diferentes estudios. realizados en el área del capital humano que han fallado al demostrar cómo éste se encuentra relacionado con el crecimiento económico, ya que, en particular no existe una relación directa entre la escolarización (viéndose esta como una forma para medir el capital humano) y un aumento de las habilidades o del capital humano usadas en la economía que ayuden al crecimiento económico, a partir de allí, el autor propone una modificación en el proceso de estimación de las regresiones usando datos sobre la corrupción, el mercado negro y la fuga de cerebros que permita hacer evidente que el impacto de la escolaridad en el crecimiento de la economía varía de acuerdo a éstas y de aquí demostrar que se necesitan aplicar modificaciones para el proceso de estimación para verificar el impacto del capital humano sobre la economía tomando como referencia un grupo de 84 países. el cual al final aplicando regresiones de tiempo el autor infiere, que la inversión en la educación crea un recurso potencialmente poderoso que puede llegar a aumentar el crecimiento, pero que, a su vez, es posible

desperdiciar este recurso en aquellos enfoques que llevan a la educación a una senda que no genera productividad.

En este sentido Miyazawa Kensuke (2011) se encarga de identificar el capital humano a modo de ser una variable importante para tener en cuenta en el crecimiento económico de Japón, haciendo especial énfasis en la relevancia que este tomó después de la segunda guerra mundial. Ya que al finalizar esta, el sistema educativo de Japón presentó un cambio relevante que generó un aumento en los años de escolaridad de los trabajadores entre los años 50s y 60s; a su vez, generando un desplazamiento hacia el sector no agrícola. El método usado por este autor para identificar la relación del capital humano con el crecimiento económico se basó en utilizar una serie de datos (número anual de graduados por género, edad y educación) como proxy para medir el capital humano y usarlo en una función no lineal tipo Mincer. De acuerdo con los resultados obtenidos el autor afirma que el crecimiento del capital humano durante 1950s y 1960s explica significativamente el crecimiento económico de estos periodos y la movilización de trabajadores al sector no agrícola, a su vez, el autor menciona que la expansión de la educación superior en Japón no promete contribuir en gran medida al crecimiento económico futuro.

3.2. Literatura Nacional

Para hablar sobre la relación entre la acumulación de capital humano y el crecimiento económico en Colombia, se han realizado diversos estudios que han permitido comprender cómo influyen estas variables en el largo plazo.

En este sentido, Gaviria (2005) estima la contribución de la acumulación de capital humano al crecimiento económico colombiano en la última mitad del siglo XX, para ello

toma como referente el enfoque de externalidades a partir de la acumulación de capital humano, las cuales refuerzan la productividad del capital físico. Este modelo propuesto relaciona el progreso tecnológico con la acumulación de capital humano y variables de comercio exterior. Para ello, se transforman las variables mediante una función logarítmica, representando el logaritmo de las series originales de variables como el PIB, exportaciones menores, la suma de exportaciones e importaciones como proporción del PIB, el stock de capital físico medido por la formación bruta de capital fijo, el capital humano medido por años promedio de educación de la población y la población económicamente activa. A largo plazo, el modelo propuesto se comporta de manera similar al modelo originalmente propuesto por Lucas. En el estado estacionario, las variables per cápita crecen a una tasa constante, aunque diferente de cero. La solución competitiva no es un óptimo de Pareto, ya que las personas no consideran las externalidades del capital humano y terminan invirtiendo menos de lo óptimo en educación, lo que resulta en tasas de crecimiento per cápita más bajas para todas las variables. Además, las externalidades del capital humano y las interacciones con las variables de comercio exterior generan endogeneidad en el cambio técnico, lo que significa que en el estado estacionario, la tasa de crecimiento del capital físico es mayor que la tasa de acumulación del capital humano.

Por otro lado, Poveda y Cotrino (2006), presenta un análisis de la importancia del capital humano y, de la distribución del ingreso con base en el nivel de calificación de la mano de obra y cómo estas variables se encuentran relacionadas con el nivel de crecimiento económico para el caso de Colombia. Manifestando la importancia de la mano de obra calificada por el impacto positivo que tiene sobre el crecimiento económico, y a su vez, demuestran que al haber más individuos que presentan una mano de obra calificada la

distribución del ingreso puede ser más equitativa. Dentro de su modelo los autores añaden las variables que son relevantes para que las personas decidan educarse. Bajo estos parámetros se desarrolla el modelo en donde se evidencia que a pesar de las limitaciones que puede presentar la construcción del modelo, este arroja resultados que pueden ser acertados en cuanto a la realidad que presenta Colombia en lo referente a la distribución del ingreso. En referencia a los resultados obtenidos señalan como el coeficiente de correlación indica como las variables usadas dentro del modelo explican en un 51% el comportamiento de la producción a su vez resalta como la mano de obra no calificada presente una pendiente negativa no significativa con una beta de 0,002087. Los autores argumentan que el capital humano, el empleo y la distribución se encuentran presentes dentro del crecimiento económico, haciendo de vital importancia el planteamiento de políticas que estén destinadas al desarrollo de la mano de obra calificada.

Posterior, Perdomo (2014) analizó la relación del capital humano medido a través de años de escolaridad en el crecimiento económico en Colombia para el periodo 1970-2014, el cual destacó una relación positiva entre el capital humano y el crecimiento económico basándose en el modelo de capital humano de Lucas. Partiendo de este punto y al tener la caracterización de las variables se realizó pruebas para verificar si cumple los supuestos clásicos de que los errores no estén correlacionados, son homocedásticos y se distribuyen de forma normal. Posterior con el desarrollo del modelo se encuentra una relación en el largo plazo positiva entre las variables de interés y el PIB con una velocidad de ajuste del largo plazo de 0,17%. Siendo estos resultados consistentes con la literatura económica. Por último, se analizan las betas y se encuentra que el capital humano tiene un efecto positivo sobre el PIB per cápita igual al 0,22% por cada unidad porcentual que aumente, de igual forma el

capital humano presenta un efecto del 0.23% sobre el crecimiento económico, lo que permite concluir como un factor relevante para el crecimiento económico la creación de capital humano por medio de políticas que permitan el desarrollo de condiciones y niveles de educación óptimas que aceleren los retornos de capital humano sobre el crecimiento económico.

Gracias a la bibliografía encontrada sobre la relación del capital humano y crecimiento económico, se evidencian tres aspectos relevantes frente a los resultados que obtuvieron los autores. En primer lugar, se hace un énfasis importante en la educación como mecanismo que permite la adaptación y creación de nuevas tecnologías que desarrollan una mejora en el desempeño de los procesos productivos; en segundo lugar, se menciona los fallos que pueden presentarse en el proceso de creación de capital humano y, por último, la educación como un factor que permite la redistribución del ingreso. Por tanto, este documento contribuye en la literatura del crecimiento económico en Colombia en presentar un desagregado de la relación que presenta el capital humano dividido en mano de obra calificada y no calificada en cada uno de los sectores de estudio y ver la relación que cada uno de estos presenta con el crecimiento de su respectivo sector.

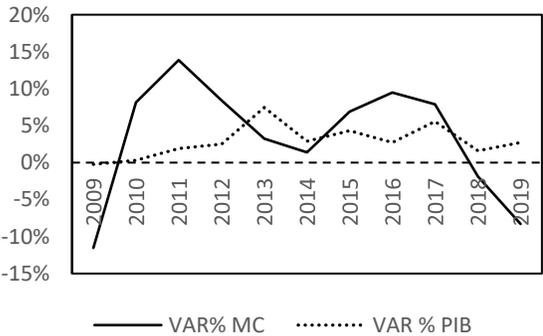
4. Hechos estilizados

En esta sección se presenta un análisis esencial de la relación que se encuentra entre las variables de estudio en cada uno de los sectores, identificando los ciclos económicos sobre el PIB que han presentado y a su vez como estos se pueden ver explicados por las variaciones presentadas en la mano de obra calificada y no calificada, haciendo énfasis a su vez en las políticas usadas en Colombia sobre estas variables y su reflejo en el PIB del sector.

4.1. Sector primario

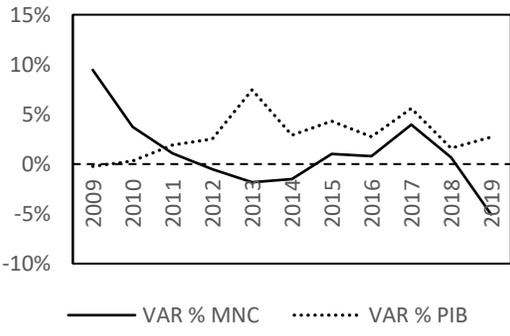
Para el análisis del comportamiento de las variables de estudio para el sector primario se evidencia que el PIB entre 2009 al 2013 comienza con variación porcentual negativa del 0,23% pasando de \$9.978 miles de millones de pesos a \$9.955, esto explicado en gran parte por la crisis económica mundial que redujo el nivel de importaciones agrícolas, no obstante a pesar de las problemáticas a nivel de exportaciones, para el año 2009 y 2010 se presentó una balanza comercial positiva lo que ayudó a la recuperación del sector primario, con lo que posterior cambiaria con la firma del TLC con Estados Unidos que permitiría la exportación de alimentos transgénicos a bajo precio (DNP, 2018) .

Figura 4. Comportamiento mano de obra calificado frente a PIB sector primario.



Nota. Elaborado por el autor, con base en DANE.

Figura 5. Comportamiento mano de obra no calificada frente a PIB sector primario.



Nota. Elaborado por el autor, con base en DANE.

Por otro lado, en el periodo del 2014 al 2019 se presentó un crecimiento general del sector promedio del 3,31%, que se vio impulsado principalmente por las políticas de investigación dentro del sector, donde se buscaba como principal objetivo la renovación del agro en tecnología para las cadenas de producción de manera sostenible, aplicando proyectos como Colombia bio apoyado por Colciencias donde se buscaba la para convertir al país en una bioeconomía para el año 2025, donde el 2% de su PIB esté representado en productos y

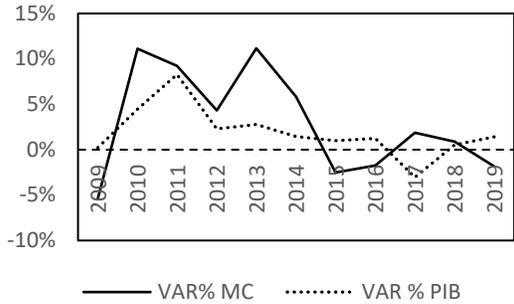
servicios de base biotecnológica (DNP, 2018) Con base en esto se puede ver como desde el 2014 al 2017 se presentó un aumento considerado de la mano de obra calificado promedio del 6,40%, pero que para el 2018 y 2019 presentó una variación porcentual negativa del 1,9% y 8,3% respectivamente, esta variable al igual que el PIB manifiesta un aumento considerable entre 2009-2011 en donde el sector tuvo una importante recuperación, en donde en el 2011 la mano de obra Calificada presentó un crecimiento del 13,87% pasando de 83185 a 94719 personas calificadas trabajando en el sector. Para ejemplificar la relación entre las variables del sector primario comenzando por la mano de obra calificada se obtuvo un coeficiente de correlación del 0,26 que evidencia una relación directa débil al encontrarse cercana a 0 , siguiendo con la mano de obra no calificada está a diferencia de la mano de obra no calificada presenta una relación inversa débil, pero más significativa que la de la mano de obra calificada siendo este coeficiente del 0,4378.

4.2. Sector Secundario

Para el sector secundario se evidencia que para el inicio de la serie en 2009 el sector presentó una variación porcentual positiva del 0,23% marcando el inicio de una tendencia de crecimiento del sector manufacturero del 4,46% y 8,28 % para el 2010 y 2011 respectivamente, este comportamiento se explica en parte por el crecimiento heterogéneo que había presentado los demás sectores anexos al industrial, un ejemplo de esto es la industria del plástico que para el año 2010 y 2011 presentó un crecimiento promedio del 6,3 % y así mismo ningún otro sector presentaba caídas sostenibles que superaran los dos periodos. (DNP, 2013) adicional a esto también ver reflejado en este intervalo de tiempo como la mano de obra calificada dentro del sector presentó un crecimiento importante pasando de -5,37% en el 2009 a un 11,10% en 2010 gracias a la implementación de políticas que buscaban

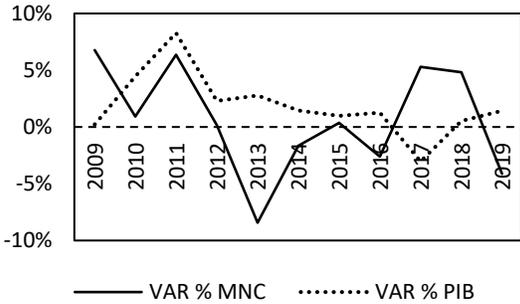
motivación de las empresas para generar empleo como la ley 1429 del 2010 (ley de formalización y generación de empleo).

Figura 6. Comportamiento mano de obra calificado frente a PIB sector secundario.



Nota. Elaborado por el autor, con base en DANE.

Figura 7. Comportamiento mano de obra no calificado frente a PIB sector secundario.



Nota. Elaborado por el autor, con base en DANE.

Posterior al 2011, entre los años 2012 y 2017 el sector empezó a decrecer hasta alcanzar en 2017 una variación porcentual negativa del 3,04%, para el caso del 2012 se encuentran dos factores importantes que explican el comportamiento de esto, el primero se basa en el comportamiento negativo que representaron los sectores anexos al secundario como la producción de plástico, refinación de petróleo y sustancias químicas que presentaron una variación negativa promedio en -5,6%, -5,0% y -3,5. Conjunto con la caída de exportaciones a países desarrollados donde se Comportamiento similar se presentó hasta el 2017 donde se presentó el agravamiento del sector textil que presentó caídas del 9,7 % que jalonó la tendencia negativa del sector secundario para este año, adicional a esto, durante este periodo de tiempo al igual que el sector se ve como la mano de obra calificada y no calificada presentaron descensos importantes como la caída del 2015 de la mano de obra calificada en -2,52% y en 2016 para la mano de obra no calificada en -2,60% a pesar de las implantaciones de política que se presentaron durante estos periodos para aumentar el empleo como la ley 1780 del 2016 (ley Projoven).

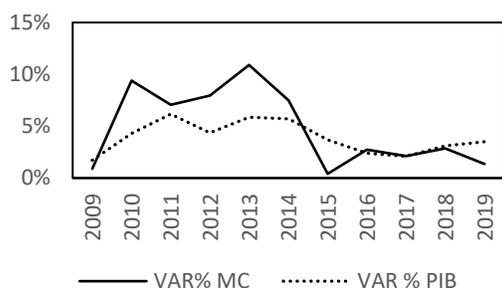
Ya por último tenemos la etapa de recuperación que va del 2018 al 2019 donde se presentó una recuperación porcentual por parte del sector, para el 2018 del 0,53% pasando de un PIB del sector de 36181 miles de millones de pesos a 36373 y del 1,42% para el 2019 con un valor 36889. Por último, para ver la relación de las variables del sector secundario para la mano de obra no calificada se encuentra una relación inversa y débil con un valor del -0.30 y por último encontramos la mano de obra calificada que presenta una relación directa y fuerte pero no tan significativa del 0,61%.

4.3. Sector Terciario

Para el sector terciario encontramos dos intervalos de tiempo importantes de estudio, el primero es el que se encuentra entre el 2009 al 2014 en donde se ve una tendencia de crecimiento estable comenzando en 2009 con una crecimiento del sector del 1,71% , a partir de esto que el sector hasta al 2014 ha presentado un crecimiento promedio del 4,69% alcanzando su valor más alto en el 2011 con una variación del 6,17%. Partiendo de la gran participación de mano de obra en Colombia en este sector por la gran demanda laboral que este tiene sobre todo en actividades de aseo y seguridad, comercio al por menor y otras actividades empresariales, se evidencia que el comportamiento de la mano de obra calificada para este periodo también se comporta de una manera positiva al presentar altos puntos de crecimiento en el 2010 y 2014 siendo estos 9,38% y 10,90% respectivamente cabe resaltar que como se mencionó anteriormente la implementación de la ley 1429 del 2010 incentivó la entrada de mano de obra para las pymes del país, no obstante también cabe resaltar que la mano de obra no calificada durante este período presentó un crecimiento promedio bajo del 3,0% ,sin embargo, se resalta que dentro el sector terciario la mano de obra no calificada se encuentra principalmente concentrada en las actividades que no presentan mayor

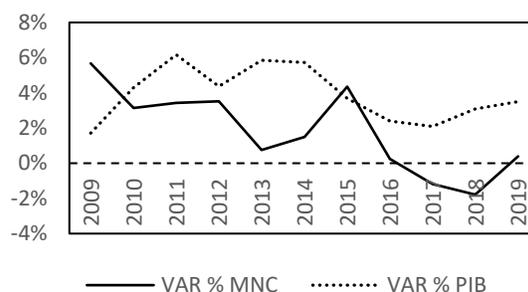
participación dentro del PIB como aseo, seguridad y comercio al por menor, de aquí que como se puede evidenciar en el gráfico 9, no se manifestó un gran impacto (Salazar. D, 2014).

Figura 8. Comportamiento mano de obra calificado frente a PIB sector secundario



Nota. Elaborado por el autor, con base en datos del DANE.

Figura 9. Comportamiento mano de obra no calificado frente a PIB sector secundario



Nota. Elaborado por el autor, con base en DANE.

En el caso del segundo periodo de estudio, que va de 2015 al 2019, podemos ver reflejado como el sector terciario empezó a decrecer en su nivel de crecimiento dado que pasó de un 4,69% promedio del 2009 al 2014 a un promedio del 2,95 en el periodo del 2015 al 2019, frente a la mano de obra calificada del sector se evidencia que esta al igual que el PIB bajó su crecimiento pasando de un promedio del 7,24% en el primer intervalo a un promedio de crecimiento del 1,89% en el segundo llegando a su punto más bajo en el 2015 donde presentó una variación porcentual del 0,41% donde pasó de tener 4.971.144 personas laborando en el sector a 4.991.491. Por otro lado, frente a la mano de obra no calificada se evidencia como esta al igual que la calificada ha decrecido llegando a valores de -1,18 en el 2017 y -1,79 en el 2018.

Por último, al igual que en el sector primario y secundario sacamos los coeficientes de correlación para ver cómo se relacionan las variables, algo interesante de este sector es que a diferencia de los otros la relación de la mano de obra no calificado es directa, aunque es débil con un valor de 0,124. Para la mano de obra no calificada se puede ver como lo

manifiesta el gráfico 6 que tiene una relación directa fuerte con un valor del 0,785 y la formación bruta de capital presenta una relación directa débil con un valor del 0,4.

En forma de conclusión que las variaciones del capital humano en cada uno de los sectores fomentados en parte por políticas de investigación y especialización de la mano de obra han llegado a tener repercusiones en la producción para cada uno de los sectores de la economía en el periodo de estudio evaluado, de forma que se tiene el primer acercamiento a lo propuesto por la teoría economía al ver que en su mayoría estos impactos vienen relacionados de forma directa.

5. Metodología

Para el desarrollo del presente trabajo el cual tiene como objetivo analizar el efecto del capital humano sobre el crecimiento económico para el sector primario, secundario y terciario en Colombia, se parte del modelo teórico señalado en la ecuación 10 en la cual Lucas (1988) resalta que el factor que afecta el crecimiento económico es el parámetro B (sector educativo), para esto se utilizaron los datos que se presentaron en la sección de hechos estilizados para cada sector los cuales fueron sacados de fuentes primarias como el DANE y el Banco de la república en los cuales se tiene: mano de obra no calificada (menor o igual a 11 años de escolaridad), mano de obra calificada (superior a 11 años de escolaridad) siendo estas las variables de capital humano, PIB a precios constantes del 2015 y formación bruta de capital como variable Proxy de la inversión. Estos datos son trimestrales en el periodo comprendido desde el 3 trimestre del 2008 al cuarto trimestre del 2019 por la disponibilidad de los datos

Tabla 1. descripción de las variables

Datos	Descripción	Fuente
PIB por sector	Se refiere a lo que producción que tiene cada sector económico. Medido a precios constantes del 2015	Banco de la República (2022)
Mano de obra calificada	Es la mano obra que se encuentra trabajando en el sector con más de 11 años de escolaridad. Medido en número de personas	DANE (2022)
Mano de obra no calificada	Es la mano obra que se encuentra trabajando en el sector con menos o igual a 11 años de escolaridad. Medido en número de personas	DANE (2022)
Formación bruta de capital	Se utiliza como proxi para medir el factor de inversión en cada uno de los sectores. Medido a precios constantes del 2015	Banco de la República (2022)

Nota. Elaborada por el autor

$$\frac{1}{\theta} = (B - \delta - P) \quad (10)$$

Para analizar el efecto de la mano de obra calificada y no calificada (variables de interés) de cada uno de los sectores sobre el crecimiento económico de los mismo, se hace uso de una regresión lineal por mínimos cuadrado-ordinarios generalizaos donde el PIB sea nuestra variable dependiente de la siguiente forma.

$$\ln PIB_{i,t} = \ln B_0 + \ln B_1 fbk + B_2 M_{i,t}^C + B_3 M_{i,t}^{NC} + e_t \quad (11)$$

En donde a cada una de las variables se les aplica logaritmo natural, B_0 es el factor tecnológico nuestra constante del modelo, fbk es la formación bruta de capital, M_C la mano de obra calificada, M_N la mano de obra no calificada y e_t es el residuo de la regresión lineal por mínimos cuadrados ordinarios.

Partiendo de esto se procede a realizar pruebas cronométricas para verificar que las regresiones lineales para cada sector nos presentan resultados robustos, se parte con el test

de Dickey-Fuller que nos muestra si los datos son estacionarias, después se procede a verificar que el modelo no presente heteroscedasticidad y correlación de covarianzas, haciendo uso de la prueba de Breusch Pagan donde analiza si la varianza estimada de los residuos de nuestras regresiones depende de los valores de las variables independientes y la prueba Breusch Godfrey con el objetivo de detectar la presencia de dependencia serial que no ha sido considerada dentro del modelo. Y de esta forma verificar si efectivamente el modelo no presenta estos errores que nos pueden dar resultados espurios. Por último, presentar los resultados de cada uno de los modelos realizados y las respectivas conclusiones.

6. Análisis de los modelos

En esta sección se presentan los resultados de los modelos econométricos desarrollados para cada uno de los sectores mencionados anteriormente, donde se tiene como objetivo analizar la relación entre la formación bruta de capital, la mano de obra calificada y la mano de obra no calificada, y su impacto en el PIB. Para ello, se utilizó la técnica de regresión lineal de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), donde se estimó la ecuación logarítmica del PIB en función de las variables explicativas antes mencionadas. Adicional, el modelo econométrico permite identificar cuáles son las variables que tienen un mayor impacto en el PIB, lo que puede servir como una guía para la asignación de recursos y la toma de decisiones en los diferentes sectores de la economía.

6.1.Resultados econométricos

De acuerdo con los resultados obtenidos mediante la estimación econométrica se puede evidenciar que de acuerdo como se planteó en la teoría económica revisada anteriormente, los modelos presentan resultados que van en línea con lo expuesto por los

diferentes autores. En primer lugar, para el caso del sector primario los resultados de la regresión indican como se observa en la tabla 2, que el logaritmo de la mano de obra calificada presenta una elasticidad de 0,037 lo que nos indica que un aumento de 1,0% en la mano de obra calificada se traduce en un aumento del 0.037% en el PIB, no obstante, el *P-valor* nos da como resultado 0,074 lo cual, aunque es mayor del nivel de significancia típico presenta una tendencia cercana a este. Continuando con otros resultados expuestos por el modelo se puede ver que este nos arrojó un coeficiente de determinación (R^2) del 0.983 lo que indica que el modelo explica el 98.31% de la variación del PIB para el sector primario. A su vez el estadístico *F* tiene un valor de 813.9 y un *P – valor* cercano a cero lo que indica que el modelo en su conjunto es altamente significativo.

Tabla 2. *Impacto de la mano de obra en el PIB en el sector primario 2008-2019*

Variable	Log (PIB sector primario)	Desviación estándar	P-valor
Intercepto	4,280	0,69389	0,000***
Ln (formación bruta de capital)	0,657	0,02484	0,000 ***
Ln (mano de obra calificada)	0,0374	0,02044	0,074.
Ln (mano de obra no calificada)	-0,0161	0,04763	0,737

Signif. codes: P-value ≤ 0 ‘*’ P-value ≤ 0.001 ‘**’ P-value ≤0.01 ‘*’ P-value ≤ 0.05 ‘.’ P-value ≤0.1**

Nota: Cálculos elaborados por el autor

Al aplicar el mismo ejercicio para el sector secundario los resultados proporcionados indican que bajo los parámetros obtenidos del modelo se puede resaltar que la formación bruta de capital y la mano de obra calificada son las variables más importantes dentro del modelo ya que para el caso de la formación bruta de capital presenta un coeficiente de 0,32

lo que sugiere que un aumento del 1% en la formación bruta de capital se traduciría en un aumento del 0.32% en el PIB. De manera similar el coeficiente estimado para la mano de obra calificada es de 0,24 lo cual bajo el mismo Análisis de la formación bruta de capital un aumento del 1% en la mano de obra calificada se traduciría en un aumento del 0,24% en el PIB, adicional si se observa el *P-valor* de las estas variables se observa que este se encuentra cercano a 0 con $1,49e^{-05}$ para el caso de la formación bruta de capital y de $7,76e^{-05}$ para la mano de obra calificada. Por otro lado, la variable de la mano de obra no calificada no muestra un impacto significativo en la variable dependiente ya que en comparación con las variables mencionadas anteriormente presenta un coeficiente estimado de solo 0,04 lo que nos sugiere que a un aumento en la mano de obra no calificado en el sector la producción de este se verá afectada en 0,041%.

Como se mencionó en el párrafo anterior las tres variables independientes tienen un impacto positivo sobre el PIB, con un coeficiente de determinación ajustado del 0,915 lo que nos indica que el modelo explica aproximadamente el 91.47% de la varianza en la variable dependiente. Además, el estadístico F es significativo a un nivel de significancia del 0,05, lo que sugiere que el modelo es estadísticamente significativo en su conjunto.

Tabla 3. Impacto de la mano de obra en el PIB sector secundario 2008-2019

Variable	Log (PIB sector secundario)	Desviación estándar	P-valor
Intercepto	3,876	0,921	0,000***
Ln (formación bruta de capital)	0,324	0,066	0,000 ***
Ln (mano de obra calificada)	0,243	0,055	0,000 ***
Ln (mano de obra no calificada)	0,042	0,057	0,463

Signif. codes: P-value ≤ 0 '****' P-value ≤ 0.001 '***' P-value ≤ 0.01 '**' P-value ≤ 0.05 '.' P-value ≤ 0.1

Explicando los resultados obtenidos para el sector terciario como observamos en la tabla 4 nos encontramos que para cambios en las variables en un 1% para el caso de la formación bruta de capital esta tendrá un crecimiento del 0,48% en la producción del sector, la mano de obra calificada generaría un crecimiento del 0,21% y por último la mano de obra no calificada generaría un aumento del 0,13% en el PIB del sector terciario. Cabe resaltar que estos resultados son congruentes con la teoría económica expuesta anteriormente ya que como lo plantearon los diferentes autores los choques en las variables de capital humano generan un impacto positivo en el crecimiento económico.

A su vez el coeficiente de determinación es 0,9935, lo que indica que el modelo explica el 99,35% de la variabilidad del PIB, junto con un estadístico F de 2132 y su p-valor es menor que $2,2e^{-16}$, lo que indica la significancia de las variables explicativas dentro del modelo.

Por último, para el sector terciario los resultados de la regresión nos revelan que los coeficientes de las variables explicativas son significativos a un nivel de confianza del 95%. El coeficiente de la formación bruta de capital es de 0,48852, el de la mano de obra calificada es de 0,021501 un resultado cercano al obtenido en el sector secundario y el coeficiente para la mano de obra no califica es de un 0,13126. Lo que en comparación con los dos primeros dos sectores diferencia presenta un coeficiente más elevado con un nivel de significancia importante junto un p-valor de 0,0379 lo cual nos permite rechazar la hipótesis nula de que el coeficiente de regresión estimado para la mano de obra no calificada es igual a cero, por lo cual tiene una relación lineal significativa con el PIB.

Tabla 4. Impacto de la mano de obra en el PIB sector terciario 2008-2019

Variable	Log (PIB sector terciario)	Desviación estándar	P-valor
Intercepto	1,523	0,689	0,000 *
Ln (formación bruta de capital)	0,488	0,032	0,000****
Ln (mano de obra calificada)	0,215	0,042	0,000 ***
Ln (mano de obra no calificada)	0,131	0,061	0,0379 *

Signif. codes: P-value ≤ 0 ‘**’ P-value ≤ 0.001 ‘***’ P-value ≤0.01 ‘**’ P-value ≤ 0.05 ‘.’ P-value ≤0.1**

Nota: Cálculos elaborados por el autor

Recopilando los resultados obtenidos en cada uno de los modelos se demuestra que, en conjunto con la teoría económica, existe una relación entre la mano de obra y el PIB la cual se ve liderada con mayor fuerza estadística de acuerdo con las estimaciones econométricas por la mano de obra calificada, la cual para los tres sectores presentó una relación positiva significativa, que cumple con las expectativas iniciales y con la teoría económica relacionada con el capital humano. De la misma forma evaluando la mano de obra no calificada podemos soportar que tal como fue expuesto por autores como Benhabib y Mark M. Spiegel (1994) los aportes de la mano de obra no calificada son menores en comparación a los de la mano de obra calificada, ya que este tipo de capital humano no presenta la habilidad de adaptación de nuevas tecnologías como la mano de obra calificada de forma que no presenta procesos de innovación en la producción. Sin embargo, vemos que aun así la mano de obra no calificada presenta efectos positivos en el PIB.

Estos resultados también nos sirven como un indicio de la importancia que tiene la mano de obra en Colombia y la posibilidad de apuntar a políticas enfocadas en el desarrollo de esta para el crecimiento económico del país, siendo especialmente enfocadas en la mano

de obra calificada ya que como se expuso con anterioridad esta genera un impacto mas significativo en la producción de cada uno de los sectores estudiados.

6.2. Robustes del modelo econométrico

Posterior a la realización de cada uno de los modelos correspondientes al sector primario, secundario y terciario. Se procedió a realizar diferentes pruebas estadísticas para comprobar los diferentes supuestos, los cuales el modelo debería cumplir para tener mayor veracidad. Entre estas se realizó test de raíces unitarias de Dickey – Fuller, test de Breush - Pagan y Test de Breush-Godfrey.

En general, los resultados de los modelos son satisfactorios, ya que explica una gran parte de la variabilidad del PIB y los coeficientes de las variables explicativas son significativos. Sin embargo, se recomienda para mejorar la robustez del modelo incluir otras variables de control con el fin contrastar estos resultados con un modelo que incluya estas variables y ver la pertinencia de este modelo, en este estudio no se incluyeron debido a el no acceso público a estas variables o ausencia de estas como desagregado por carreras de la mano de obra calificada, demanda de mano de obra de cada uno de los sectores o años de experiencia de la mano de obra. Variables adicionales que podrían ayudarnos con la robustez del modelo y adicional identificar cual es la mano de obra que mas se esta demandando para el sector.

En resumen, los resultados obtenidos a través de la estimación econométrica de los modelos son consistentes con la teoría económica revisada previamente. En los tres sectores analizados, la formación bruta de capital y la mano de obra calificada tienen un impacto positivo y significativo en el PIB. Los coeficientes de determinación ajustados del modelo

indican que los modelos son capaces de explicar una alta proporción de la variabilidad del PIB en cada sector. Estos resultados pueden ser utilizados como base para la toma de decisiones y asignación de recursos en los diferentes sectores de la economía. Sin embargo, es importante tener en cuenta las limitaciones y supuestos del análisis econométrico, así como la necesidad de seguir actualizando y validando los modelos con datos y técnicas apropiadas en el futuro.

7. Conclusiones

En el desarrollo del presente trabajo se puede evidenciar que, en el estudio del capital humano como factor importante para el crecimiento económico, se pueden resaltar distintos puntos importantes que nos ayudan a entender la relación de esta variable desde distintos enfoques con el crecimiento económico. Partiendo desde el enfoque teórico y el aporte que han realizado diferentes autores en el tema se evidencia que el capital humano nace como una variable que nos ayuda a salir del estado estacionario por medio de la inyección de progreso técnico que permite la adquisición de conocimientos, traducido en una producción más eficiente. Adicional a esto revisando los estudios realizados sobre el tema se evidencian tres aspectos relevantes frente a los resultados que obtuvieron los autores. En primer lugar, se hace un énfasis importante en la educación como mecanismo que permite la adaptación y creación de nuevas tecnologías que desarrollan una mejora en el desempeño de los procesos productivos; en segundo lugar, se menciona los fallos que pueden presentarse en el proceso de creación de capital humano y, por último, la educación como un factor que permite la redistribución del ingreso.

Prosiguiendo con un acercamiento inicial a las variables de estudio y su comportamiento se encontró que para cada uno de los sectores fomentados en parte por

políticas enfocadas en temas de investigación y especialización de la mano de obra han llegado a tener repercusiones en la producción para cada sector estudiado dentro de la economía del país dentro del periodo revisado. Ya entrando con el análisis econométrico de las variables de mano de obra calificada, mano de obra no calificada, formación bruta de capital y el impacto que estas tienen en el PIB , se evidencio que como bien lo planteaba la teoría económica existe una relación de las variables de estudio con el producto interno bruto de cada sector la cual estadísticamente se ve liderada por la mano de obra calificada ya que esta al encontrarse con unos parámetros de escolaridad más elevados que la mano de obra no calificada presenta una mayor adaptación y creación a nuevas tecnologías lo que permite con mayor eficiencia la creación de procesos productivos más eficientes que se ven reflejados en el crecimiento de cada uno de los sectores. No obstante, cabe resaltar que la mano de obra no calificada a su vez presenta una relación positiva, pero con un impacto no tan significativo como la calificada.

Por último, recolectando la información obtenida en la realización del presente trabajo se evidencia la relevancia que tiene el sector educativo en Colombia ya que este es el encargado del desarrollo de la mano de obra en el país, de manera que se hace de vital importancia el desarrollo de políticas públicas que estén orientadas en el fomento y acceso a la población, para generar la posibilidad de crear un capital humano con un nivel de escolaridad superior a los 11 de años de educación. Ya que como se mencionó anteriormente este permite una optimización y creación de tecnología necesaria para generar procesos de producción más eficientes que se ven reflejados en mayor producción para la economía del país.

8. Recomendaciones

En base a los resultados obtenidos en el estudio sobre el capital humano y su relación con el crecimiento económico en Colombia, se sugiere implementar políticas públicas enfocadas en fomentar la educación como herramienta clave para la creación y desarrollo del capital humano. Para lograr este objetivo, se puede considerar la implementación de medidas como la mejora de la infraestructura educativa, el fortalecimiento de los programas de formación técnica y profesional, la expansión de la oferta educativa en zonas rurales y de bajos recursos, y el acceso a la educación para personas de todas las edades.

Además de las medidas mencionadas anteriormente, se pueden considerar otras acciones concretas para fomentar la educación y el desarrollo del capital humano en Colombia. Algunas sugerencias adicionales podrían incluir:

Aumentar la inversión en investigación y desarrollo (I+D) para fomentar la innovación en diferentes sectores de la economía. Esto podría incluir incentivos fiscales y financieros para empresas que invierten en I+D, así como la creación de fondos de inversión en innovación.

Promover la educación en habilidades digitales y tecnológicas, para asegurar que la fuerza laboral esté preparada para los desafíos de la economía digital. Esto podría incluir la implementación de programas de capacitación en tecnología y el fomento de carreras en áreas relacionadas con la tecnología.

Mejorar la calidad de la educación, asegurando que los programas educativos estén diseñados para desarrollar habilidades prácticas y pertinentes para el mundo laboral. Además,

es importante garantizar que la educación sea accesible para todos los sectores de la población, incluyendo aquellos en zonas rurales o de bajos recursos.

Fomentar la colaboración entre empresas y universidades, para asegurar que la formación académica esté alineada con las necesidades del mercado laboral y que los graduados estén preparados para trabajar en los sectores de mayor demanda.

Establecer un sistema de evaluación y seguimiento de la calidad de la educación, con el fin de identificar áreas de mejora y asegurar que los recursos invertidos en educación estén siendo utilizados de manera efectiva.

En general, el fomento de la educación y el desarrollo del capital humano son fundamentales para el crecimiento económico sostenible y la reducción de las desigualdades sociales y económicas en Colombia. La implementación de políticas públicas concretas en esta área puede tener un impacto significativo en el futuro del país.

9. Bibliografía

- Alexander, P, A. y Anthony C, S, J. (2001) crecimiento económico y distribución del ingreso en Colombia: evidencia sobre el capital humano y el nivel de educación.
www.scielo.org.co/pdf/cadm/v19n32/v19n32a14.pdf
- Benhabib, J. y Spiegel, M. (1994) The role of human capital in economic development: Evidence from aggregate cross-country and regional US data.
<https://www.researchgate.net/publication/222466804>
- Banco de la republica (2022) Datos abiertos Banco de la Republica.
<https://www.banrep.gov.co/es/transparencia/datos-abiertos-del-banco-0>
- Departamento nacional de estadísticas (2023) PIB a precios constantes - IV trimestre 2022
<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-trimestrales/pib-informacion-tecnica>
- Departamento nacional de estadísticas (2023) Gran encuesta integrada de hogares.
<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/mercado-laboral/empleo-y-desempleo/geih-historicos>
- Junquito, R. Perfetti, J. y Becerra, A. (2014) Desarrollo de la agricultura colombiana . Cuadernos de Fedesarrollo Número cuarenta y ocho
https://repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/151/CDF_No_48_Marzo_2014.pdf?sequence=3&isAllowed=y

- Kenneth J. Arrow (1962) The Economic Implications of Learning by Doing; The Review of Economic Studies, Vol. 29, No. 3 (Jun., 1962), pp. 155-173
- Kenzuke M. (2011) Measuring Human Capital in Japan , RIETI Discussion Paper Series 11-E-037 [Measuring Human Capital in Japan \(rieti.go.jp\)](http://rieti.go.jp)
- Lucas, R. (1988). On the mechanics of economic development. Journal of monetary economics, 22, pp. 3-42.
- Perdomo,G. (2014) Impacto del capital humano en el crecimiento económico de Colombia: evidencia para el periodo 1970-2014
- Pritchett, L. (2001) Where Has All the Education Gone . the world bank economic review, vol. 15, no. 3 367–391
- Rogers, M. (2008) Directly unproductive schooling: How country characteristics affect the impact of schooling on growth
- Romer, P. (1986). Increasing returns and long – run growth. Journal of political economy, 94, pp. 1002-1037.
- Sala-i-Martin, X. (2000). *Apuntes de crecimiento económico* (2nd ed.). Antoni Bosch.
- Santa,M. Perfetti, M. Piraquive,G. Nieto, V. Timote, J. y Cespedes, E. (2013) Evolución de la industria en Colombia ([PDF](https://www.researchgate.net)) [Evolución de la industria en Colombia \(researchgate.net\)](https://www.researchgate.net)
- Solow, R. M. 1979. "Un modelo de Crecimiento". In: Sen, A. (Ed.): Economía del Crecimiento. Fondo de Cultura Económica. México. México, D. F., México, 525 p.

Sotelo,L y Vallejo,L.(2021) La generación de empleo en el sector industrial en Colombia,2010-2018 [2248-6046-fype-13-01-115.pdf \(scielo.org.co\)](https://doi.org/10.2248-6046-fype-13-01-115)

Terrones, M. y Calderón, C. (1993) Educación, capital humano y crecimiento económico: El caso de América Latina. [View of Educación, capital humano y crecimiento económico: El caso de América Latina \(pucp.edu.pe\)](https://doi.org/10.1177/0013164493021001001)

Uzawa,H. (1965). "Optimum Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth" . International Economic Review. 6 (1): 18–31