

**EDUCACIÓN Y CRECIMIENTO REGIONAL EN COLOMBIA
2002-2005: UN ANALISIS DE DATOS PANEL**

DIANEY YAMILE SANDOVAL VILLAMIZAR

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ECONOMIA
MAESTRÍA EN CIENCIAS ECONÓMICAS
Bogotá, 2010**

**EDUCACIÓN Y CRECIMIENTO REGIONAL EN COLOMBIA
2002-2005: UN ANALISIS DE DATOS PANEL**

DIANEY YAMILE SANDOVAL VILLAMIZAR
Trabajo Final para optar el Título de Magíster en Ciencias Económicas

**DIRIGIDO POR:
GUSTAVO ADOLFO JUNCA RODRÍGUEZ**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ECONOMÍA
MAESTRÍA EN CIENCIAS ECONÓMICAS
Bogotá, 2010**

DEDICATORIA

Al culminar este logro profesional, quiero dedicar este trabajo:

A Dios, por ser mi guía y mi fuerza.

A mis Padres Luis y Rosa por su apoyo en todas las circunstancias.

A mis hermanos: Idriss José Luis y Edher por ser los seres maravillosos que agradan mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Durante esta maestría expreso mis agradecimientos a:

A Dios por haberme permitido alcanzar este logro académico.

A mi director Dr. Gustavo Junca Rodríguez, por su apoyo y su asesoría para la elaboración de este trabajo. A los miembros del jurado Doctores: Álvaro Zerda Sarmiento y Jalil Andrés Munir Barney, por sus valiosas contribuciones que hicieron al trabajo final.

A los docentes de la Universidad Nacional, por su calidad académica que impartieron en esta maestría, a mis compañeros de clase que permitieron compartir momentos académicos y personales que enriquecieron una parte de mi vida.

A los docentes de la Universidad Industrial de Santander UIS: Doctores: Rafael Viana Barceló y Dr. José Joaquín Álzate Marín, por sus aportes econométricos y a Marítza Ruiz, por su calidad humana y profesional.

A mis padres Luis Isidro Sandoval V. y Rosa Villamizar Higuera, a mis hermanos Idriss, José Luis y Edher por brindarme el apoyo cuando lo necesitaba.

A Diego F. Gómez C. por su apoyo, consejos durante este proceso.

Y a todas las personas que de una u otra forman me apoyaron en este logro académico.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION	11
CAPITULO 1	12
1.1 MARCO TEORICO	12
CAPÍTULO 2 METODOLOGIA	20
2.1 MÉTODO DE ESTIMACIÓN	20
2.2 ESPECIFICACIÓN ECONOMÉTRICA	22
2.2.1 Metodología de Mankiw, Romer y Weil (1992):	22
2.2.2 Hipótesis	24
2.2.3 Críticas al modelo MRW	27
2.3 RESULTADOS EMPÍRICOS	28
2.3.1 Análisis Descriptivo	28
2.3.2 Resultados del panel de datos con efectos fijos	31
2.3.3 Comparación resultados con estudios realizados	32
CONCLUSIONES	33
BIBLIOGRAFÍA	34
ANEXOS	37

LISTA DE TABLAS

pág.

Tabla 1	Teorías del Capital Humano	13
Tabla 2	Test de Breusch Pagan.....	26
Tabla 3	Prueba de Hausman	26
Tabla 4	Comparación de resultados MRW	32

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1 Promedio del Ingreso Per cápita a Nivel Departamental 2.002-2005	29
Figura 2 Tasa Promedio de Inversión en capital físico 2.002-2005	29
Figura 3 Tasa Promedio de Cobertura de Educación básica y media 2.002-2005	30
Figura 4 Tasa Promedio de crecimiento poblacional 2.002-2005	30

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A Definición de Variables.....	37
Anexo B Estadísticas Descriptivas.....	38
Anexo C Resultados de la estimación del Modelo MRW Datos Panel con efectos fijos	39
Anexo D Fundamentos Econométricos.....	40

**TITULO: EDUCACION Y CRECIMIENTO REGIONAL EN COLOMBIA
2002-2005: UN ANALISIS DE DATOS PANEL**

AUTORA: DIANEY YAMILE SANDOVAL VILLAMIZAR

RESUMEN

El capital humano es un aspecto que cobra vital importancia en el crecimiento económico de un país, en la medida que es un potencial que se encuentra en las capacidades de las personas para realizar diferentes actividades que repercuten en el nivel de vida, el crecimiento y desarrollo económico.

El presente trabajo analizó el impacto del capital humano desde su fundamento teórico a partir de los trabajos empíricos sobre el crecimiento económico para 24 regiones (departamentos) de Colombia durante el periodo de 2002-2005; utilizando la metodología de Mankiw, Romer y Weil (1992) con un modelo de datos panel con efectos fijos.

El estudio se realizó a partir de las variables educación (Tasas de cobertura básica y media departamental) e inversión (formación bruta de capital) y crecimiento poblacional las cuales lograron evidenciar que la educación e inversión pueden contribuir al crecimiento económico, por el contrario el crecimiento poblacional por sí misma no es una variable generadora de crecimiento.

PALABRAS CLAVES: Crecimiento, capital humano, datos panel.

**TITLE: EDUCATION AND REGIONAL GROWTH IN COLOMBIA 2002-2005:
AN ANALYSIS OF PANEL DATA**

AUTHOR: DIANEY YAMILE SANDOVAL VILLAMIZAR

ABSTRACT

The human capital is an aspect of vital importance in the economic growth of a country, to the extent of being a potential found in the capacities of the people to do different activities that reverberate in the standard of living, the growth and economic development.

The present work analyzed the impact of the human capital from its theoretical foundation from the empirical works on the economic growth for 24 regions (departments) of Colombia during the period 2002-2005; using the methodology of Mankiw, Romer and Weil (1992) with a model of information panel with fixed effects.

The study was done from the variables education (Rates of basic coverage and departmental average) and investment (gross capital formation) and population growth which managed to demonstrate that the education and investment can contribute to the economic growth. On the contrary, the population growth by itself is not a generating variable of growth.

Key Words: growth, human capital, data panel.

INTRODUCCION

El capital humano es un aspecto que cobra vital importancia en crecimiento económico de un país, en la medida que es un potencial que se encuentra depositado en las capacidades de las personas para realizar actos económicos, que permiten mejorar condiciones de vida, generar desarrollo y crecimiento.

A través del tiempo, en la ciencia económica se ha estudiado variables que inciden en el crecimiento económico como: inversión, crecimiento poblacional, capital humano entre otros, que permiten dar una estimación aproximada de la realidad para estudiar la dinámica económica de una región o país.

El presente trabajo pretende analizar el impacto del capital humano sobre el crecimiento económico utilizando la metodología de Mankiw, Romer y Weil (1992) con la técnica datos panel para efectos fijos, para 24 departamentos de Colombia durante el periodo de 2002-2005.

El primer capítulo, presenta una revisión bibliográfica tanto de modelos de crecimiento económico, como de algunos trabajos empíricos que introducen el capital humano en forma específica como un factor que incrementa la productividad.

El segundo capítulo presenta la Metodología de Mankiw, Romer y Weil (1992), y la estimación de modelo datos panel con efectos fijos que permite evaluar empíricamente el impacto del capital humano, tomado como proxy las tasas de cobertura de educación básica y media departamental para 24 departamentos de Colombia durante el periodo de 2.002 - 2.005.

CAPITULO 1

1.1 MARCO TEORICO

Durante las últimas décadas se ha generado en la literatura económica un interés hacia el tema de la educación y el progreso técnico, se han evidenciado aportes relevantes donde se analiza la influencia sobre el crecimiento de factores de naturaleza económica como la inversión en capital humano, el grado de apertura económica, la participación del sector público en la economía, entre otros y de naturaleza social y política como tasas de fertilidad, regímenes políticos, indicadores de inestabilidad socio-política, desigualdad del ingreso, guerras civiles, etc.

La teoría del desarrollo humano inicia en la década de los sesenta con la introducción de este concepto por parte de Fisher, son numerosos los trabajos que se desarrollaron bajo su favor, pero serán los aportes de Schultz (1961) y Becker (1964), las que constituirán los pilares básicos en los que se sostiene esta teoría.

Esta teoría, considera la educación del individuo como una forma de inversión, que le supondrá una renta que no obtendría si no dispusiese de dicho capital, se trata de una inversión en el propio individuo y de ahí procede su calificación como “capital humano”. Se contemplan las inversiones educativas como una forma de mejorar las capacidades de las personas, produciendo un incremento en su productividad. Este aumento del rendimiento de los trabajadores repercute en aumento de sus salarios.

Por otra lado el modelo de Solow (1956), aunque no incluye de forma implícita a la educación en su formulación, si plantea la posibilidad de que una parte del crecimiento económico se deba a algún factor no conocido o “factor residual” que dio lugar a los primeros trabajos empíricos de crecimiento económico y educación; este modelo es la base para un gran número de estudios que se desarrollan en la década de los noventa, ampliando el modelo con la inclusión del capital humano.

El modelo neoclásico presentaba problemas en la aplicación empírica y esto debido a la imposibilidad de explicar el fenómeno de convergencia a nivel real. Es por esto que en esta línea además del desarrollo de los modelos de crecimiento endógeno, algunos autores como Mankiw, Romer y Weil (1992); y Barro y Sala-i-Martin (1995), plantean la solución al problema del modelo neoclásico ampliándolo

a través de la inclusión del capital humano, siendo un factor de gran importancia para las economías y se ha estudiado a lo largo de la historia.

A finales de la década de los ochenta surgen nuevas líneas de investigación del crecimiento, presentando avances en los temas relativos al capital humano, considerándose e como un elemento más de la función de producción. En esta línea de investigación es posible distinguir los nuevos modelos de crecimiento endógeno, que incluyen el capital humano como uno de los factores que ahora se introducen en la función de producción sin exigir el cumplimiento de las hipótesis neoclásicas, y a este modelo se le ha denominado el modelo de Solow-ampliado, en el que Mankiw, Romer y Weil (1992) partiendo del modelo de Solow, amplían el modelo considerando un nuevo factor productivo constituido por el capital humano.

En la Tabla 1, se presenta algunos aportes a la teoría sobre el capital humano.

Tabla 1. Teorías del Capital Humano

Corriente	Economistas	Aporte a la teoría del Capital Humano
Clásicos Siglo XVIII	Smith Mill	<p>Smith considera a la educación como un bien económico de carácter "superior", que permite obtener una ganancia mayor que los gastos necesarios para su obtención a aquel individuo que la adquiere.</p> <p>Así mismo, el desarrollo constante de la división del trabajo (fuente de crecimiento económico) está fuertemente conectado con el proceso de especialización, que precisa de mayores cualificaciones. La habilidad incorporada por la educación del trabajador es un capital que puede ser considerado como una máquina, que facilita y reduce el tiempo de trabajo.</p> <p>Stuart Mill sigue las teorías de Smith al afirmar que la educación de los individuos provocará un aumento de productividad en el trabajo y una compensación por el esfuerzo que para ellos supone la inversión en educación.</p>

Tabla 1. (Continuación)

Neoclásicos	Marshall	Alfred Marshall excluirá del análisis económico el concepto de capital asociado al ser humano, al considerar que no existe un mercado de capital humano en el que se pueda cambiar derechos que garanticen unas rentas futuras. No obstante, Marshall indica que la educación (general y técnica), así como el aprendizaje en el puesto de trabajo, permite aumentar la eficiencia industrial y asimismo, valora muy positivamente que se dediquen fondos públicos a la educación.
	Fisher Schultz Becker	El desarrollo de la teoría del capital humano se produjo a raíz de la introducción de este concepto por parte de Fisher, dado el gran arraigo de esta teoría durante los años sesenta, son numerosos los trabajos que se desarrollaron bajo su amparo, pero serán las aportaciones de Schultz, y Becker, En esta teoría, se considera la educación del individuo como una forma de inversión, que le supondrá una renta que no obtendría si no dispusiese de dicho capital, se trata de una inversión en el propio individuo y de ahí procede su calificación como “capital humano”. Se consideran las inversiones educativas como una forma de mejorar las capacidades de las personas, produciendo un incremento en su productividad. Este aumento del rendimiento de los trabajadores se ve acompañado por un aumento en sus salarios.
	Solow	El modelo de Solow (1956), que está basado en una función de producción continua, con dos factores, capital y trabajo y rendimientos constantes a escala, indica que las economías establecen una trayectoria de crecimiento hasta llegar a un estado estacionario, eterminado por una relación capital-trabajo de equilibrio, donde ya no se dará crecimiento a largo plazo a no ser en virtud de factores exógenos (el crecimiento de la población y el progreso técnico –que será incorporado al modelo posteriormente–).
	Nelson y Phelps Lucas Mankiw, Romer y Weil; Barro y Sala-i- Martin	Estos autores plantean un doble papel para el capital humano en la función de producción, que denomina efectos “tasa” y efectos “nivel”, ya que consideran que la simple inclusión del capital humano sólo como un factor más es un error, al ignorarse de este modo el efecto que produce también sobre la tasa de crecimiento de la tecnología (efecto tasa). Constituye el pilar fundamental en el que se basa a partir de ese momento y durante el nuevo desarrollo de las teorías del crecimiento la contribución del capital humano al crecimiento económico, de acuerdo con las nuevas teorías de crecimiento endógeno. basándose en el trabajo de Solow realizan una nueva aproximación de este modelo incluyendo el capital humano como factor fundamental en la función de producción, este modelo de Solow ampliado, constituirá la base para muchos de los desarrollos llevados a cabo .

Fuente: Elaboración propia con base en algunos documentos referenciados en la Bibliografía.

Por otra parte, se han encontrado trabajos empíricos que introducen el capital humano en forma específica como un factor que incrementa la productividad. La mayoría de estos modelos presentan elementos comunes que son la maximización del bienestar socio-económico como objetivo principal, dada una función de producción, sujeta a una restricción presupuestaria y la acumulación de capital humano. La acumulación de capital humano es una característica esencial del crecimiento y desarrollo económico, por lo cual ha sido objeto de numerosos trabajos empíricos, de los que se realizara una breve síntesis, como lo señala Garay y Torres (2005):

“En primera medida se tienen en cuenta una serie de trabajos de corte transversal que incluyen como variable explicativa del crecimiento económico, la acumulación de Capital Humano. Una fuente teórica importante en la literatura empírica ha sido la desarrollada por Barro (1991) “Economic Growth in a Cross Section of Countries”, en el cual se usan regresiones de corte transversal para encontrar los determinantes de la tasa de crecimiento de la economía; en este estudio Barro incluye una muestra de datos de 98 países desarrollados y no desarrollados correspondientes al período de 1960-1985, en donde el objeto es medir el crecimiento económico con la tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) por habitante y el capital humano. Para la estimación del capital humano usa la tasa de matrícula de los niveles de primaria y secundaria, encontrando correlaciones positivas significativas. En el estudio también se incluyen otras variables de capital humano que involucran la calidad de la escolarización; como las relaciones alumno-docente y las tasas de analfabetismo. Del mismo modo toma otras variables como las tasas de fertilidad e inversión, variables institucionales, de estabilidad política y de distorsión de los mercados, con el fin de estimar la importancia de estas variables sobre el crecimiento.

La evidencia empírica encontrada por Barro (1991), indica que las tasas de crecimiento per cápita de los países no se encuentra relacionada con los niveles iniciales de producto per cápita, lo que es inconsistente con la hipótesis de convergencia de los modelos neoclásicos con rendimientos decrecientes de capital, en la cual, en ausencia de shocks, los países ricos y pobres van a converger en términos de niveles de ingreso, y las tasas de crecimiento per cápita de los países tiende a estar inversamente relacionada con el nivel inicial de ingreso por persona.

Al contrario del anterior estudio, Barro (1991), el concepto de capital humano usado por Barro y Lee (1993) en “International Comparisons of Educational Attainment”, ya no se basa en la tasa de matrículas, ahora el concepto para el capital humano se refiere a los años de asistencia escolar para personas de 25 años en adelante (que se refiere a la edad de la fuerza laboral, que difiere entre

países) y en algunos casos es utilizada la tasa de analfabetismo para los adultos¹. La principal diferencia, es que en éste se discuten las deficiencias de estas medidas del capital humano usadas en numerosos estudios empíricos, variables que se encuentran disponibles para un gran número de años y países, pero que no miden con precisión el stock de capital humano que está disponible para la producción corriente. El problema de este estudio es que no tiene en cuenta la calidad de la educación.

Los datos usados corresponden a seis niveles de logro educativo, clasificándolos de acuerdo a la competencia de los niveles básicos: primaria, secundaria y educación superior. Por otro lado se involucran en el estudio, variables como: el gasto público en educación, la relación alumno-docente, la tasa de fertilidad y la inversión en capital físico y humano.”

Recientemente Barro y Lee (2000) en su estudio “International Data on Educational Attainment Updates and Implications”, presentan datos de la educación alcanzada para la población entre 15 y 25 años, en períodos de cinco años desde 1960 hasta el 2000 para una muestra de países. Los datos proveen la distribución de los logros educativos para la población en siete niveles de escolaridad clasificándolos según sexo. Los datos son usados para investigar los efectos de la educación alcanzada (medida por años de escolaridad en los niveles educativos) sobre el crecimiento económico.

Por su parte, Becker, Murphy y Tamura (1990) en “Human Capital, Fertility and Economic Growth” corroboran los resultados encontrados por Barro (1991), encuentran una relación inversa de las tasas de fertilidad con el capital humano y las tasas de crecimiento del ingreso per cápita. En su modelo toman la fertilidad como un factor endógeno. Encuentran que altas tasas de fertilidad desalientan la inversión en capital físico y humano, recíprocamente, altos stocks de capital reducen la demanda por niños, porque incrementan el costo del tiempo que los padres dedican al cuidado de sus hijos. Generalizando, cualquier cambio que incremente el costo de crianza de los niños reduce la fertilidad e incrementa el ahorro por persona, los individuos dejan de invertir más en hijos a favor de invertir en capital físico y humano.

Sin embargo no se deben dejar de lado, los primeros trabajos de crecimiento endógeno, Romer (1986 y 1990), Lucas (1988) y Rebelo (1991), en los cuales se retoma el interés en el estudio del crecimiento económico y del modelo neoclásico de crecimiento de Ramsey (1928), Solow (1956), Swan (1956), Cass (1965) y Koopmans (1965), en donde la tasa de crecimiento del producto per cápita era

¹ Las tasas de alfabetismo para adultos miden un componente del stock de capital humano corriente, pero no reflejan las habilidades que son obtenidas más allá de los niveles elementales de educación.

explicada por la tasa de crecimiento del progreso técnico exógeno. Estos estudios se basan en la endogenización del progreso tecnológico.

Romer (1990), "Endogenous Technological Change", en este trabajo de crecimiento endógeno, que reconsidera el trabajo hecho por Solow, la tasa de crecimiento del producto per cápita es explicada por la tasa de crecimiento del progreso tecnológico exógeno. El cambio tecnológico provee un incentivo para continuar con la acumulación de capital humano, el capital físico y el cambio tecnológico tienen mucho que ver en el incremento de la producción por hora trabajada.

Romer² trata de endogenizar el progreso tecnológico al modelo, planteando una hipótesis acerca de la relación que tendría con la tasa de crecimiento del producto per cápita. En el modelo, el supuesto fundamental de competencia perfecta pasa a un segundo plano, sugiere que los mercados donde las empresas interactúan se caracterizan por una estructura monopolística, en los cuales se destaca la importancia del sector de la investigación en la estructura productiva a partir del papel que juega la creación de nuevos conocimientos o diseños en el proceso de crecimiento.

El estudio supone que la tecnología no se transforma del todo en un bien público, la define como un factor no rival (los descubrimientos pueden ser utilizados por muchas personas al mismo tiempo) y parcialmente excluyente (por ejemplo por medio de un sistema legal). Por otra parte, el conocimiento humano no siempre es no rival; si el conocimiento está incorporado al ser humano (capital humano), entonces se entiende como un bien rival y excluible.

La empresa innovadora puede apropiarse, aunque sea parcialmente, de los beneficios derivados del cambio técnico, sin lo cual no existirían incentivos para dedicarle múltiples esfuerzos a la investigación; esto implica que los insumos no rivales no pueden ser remunerados por su productividad marginal. Es decir, la firma innovadora no puede ser tomadora de precios sino que necesita un precio por encima de sus costos marginales para compensar los esfuerzos realizados en la innovación. Por lo tanto se hace necesaria alguna imperfección en los mercados de bienes para que las empresas realicen inversiones en nuevas tecnologías; o se puede decir que se hace necesario que la firma que realiza la innovación tenga algún poder de mercado.

En general encuentra que el stock de capital humano determina la tasa de crecimiento, que la integración de los mercados mundiales puede incrementar las tasas de crecimiento y tener una gran población no es suficiente para generar crecimiento.

² Ibíd.

En segundo lugar se encuentra el trabajo realizado por Lucas (1988) "On the mechanics of economic development", quien considera los prospectos para construir una teoría de crecimiento neoclásica y de comercio internacional que sea consistente con las principales características del crecimiento económico. Describe tres modelos: un modelo que enfatiza la acumulación de capital físico y cambio tecnológico, otro un modelo que enfatiza en la acumulación de capital humano a través de la escolarización y el último un modelo de acumulación de capital humano especializado a través del aprendizaje por la práctica.

Toma dos adaptaciones del modelo estándar para incluir los efectos de la acumulación de capital humano, la primera mantiene el carácter de un modelo de dos sectores y se concentra en la interacción de la acumulación del capital físico y humano, y la segunda examina un sistema de dos bienes que admite la especialización de capital humano de diferentes tipos y ofrece posibilidades atractivas para la interacción entre el comercio y el desarrollo. Supone una economía con mercados competitivos, con agentes racionales idénticos y rendimientos constantes de la tecnología.

La teoría del capital humano se centra en el hecho de que cada individuo distribuye su tiempo entre varias actividades, en el período corriente afecta su productividad en futuros períodos. Introduciendo la variable del capital humano en el modelo, se hace referencia a la forma en la cual los niveles de capital humano afectan la producción corriente y como la asignación del tiempo corriente afecta la acumulación de capital humano.

Respecto a los efectos que el capital humano de un individuo tiene sobre su productividad, Lucas lo considera como un efecto externo; específicamente el nivel promedio de capital humano o la habilidad que contribuye a la productividad de todos los factores de producción.

Por otro lado está el modelo de crecimiento con implicaciones de convergencia del modelo de crecimiento neoclásico, planteado por Barro y Sala-i-Martin (1994) en "Technological Difusión, Convergence and Growth", en el cual se involucran la imitación y la innovación como rasgos de endogeneidad, ya que la tasa de crecimiento del mundo está dirigida por los descubrimientos tecnológicos. Los países seguidores tienden a converger hacia los países líderes, porque la imitación es más barata que la innovación. Con el tiempo las ideas que no se pueden imitar disminuyen, y el costo de la imitación tiende a incrementarse, y las tasas de crecimiento de los seguidores tienden a caer. Así que la evidencia empírica permite mostrar una convergencia condicional en el crecimiento económico.

Este resultado se desvía del óptimo de Pareto por razones que involucran la publicidad de los descubrimientos, la competencia imperfecta, y la limitada especificación de los derechos de propiedad. Así mismo se encuentra que en este

modelo el premio privado a la innovación depende de su complementariedad con las posibilidades de producción doméstica (no es posible inventar cosas y mantener el control sobre su uso en otros lugares).

Al final se encuentra una generalización realizada por Uwaza y Lucas (1965) en "Optimal Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth", Uwaza y Lucas plantean un modelo de dos sectores con crecimiento endógeno, en el cual se incorpora la acumulación del stock de capital humano, que permite a los trabajadores adquirir habilidades productivas, sacrificando consumo presente para aumentar su productividad en el futuro y contar con un mayor nivel de ingreso per cápita. Consideran que la tecnología para la obtención de capital humano es diferente a la empleada para la obtención de la producción final.

En la literatura actual se encuentran una serie de comparaciones en términos de crecimiento económico y desigualdad (crecimiento del PIB y desigualdades en el Ingreso) de países de América latina con países Asiáticos. La idea de compararlo con estos países se basa en que en éstas economías más avanzadas el crecimiento refleja la adopción de nuevas y mejores tecnologías, y en consecuencia una mayor organización. Tomando como centro la acumulación de capital humano y su uso en el mercado de trabajo como factores que contribuyen a la marcada diferencia interregional en el desarrollo económico.

Un trabajo que se acerca a estos resultados es el realizado por Birdsall, Ross y Sabot (1997) "Education, Growth and Inequality", en este se centra la atención en la acumulación de capital humano y en su utilización en el mercado de trabajo como un factor que contribuye a la marcada diferencia interregional en el desempeño económico. El estudio desarrollado, hace una análisis cross country para encontrar la relación existente entre la educación alcanzada y el producto per cápita, tomando una muestra de más de 90 países desarrollados en el período de 1965 al 1987, siguiendo la metodología de las regresiones de crecimiento desarrollada por Barro (1991).

CAPÍTULO 2 METODOLOGIA

El siguiente capítulo presenta un análisis descriptivo y econométrico de la estimación del modelo de datos panel con efectos fijos aplicando la Metodología de Mankiw, Romer y Weil (1992), que permite evaluar empíricamente el impacto del capital humano, tomado como proxy las tasas de cobertura de educación básica y media departamental para 24 departamentos de Colombia durante el periodo de 2.002 - 2.005.

2.1 MÉTODO DE ESTIMACIÓN

Para analizar el impacto del capital humano sobre el crecimiento se utilizó el método de estimación de datos panel con efectos fijos porque se tiene una base de datos mixta de una serie temporal y de corte transversal, analizando 24 departamentos de Colombia.³

En Baltagi (2005) señala varias “ventajas de utilizar modelos con datos panel. Estos modelos no solamente ofrecen la posibilidad de controlar la heterogeneidad individual (en este caso departamentos) evitando incurrir en sesgos de estimación importantes sino también mayor variabilidad, menor colinealidad entre las variables, más grados de libertad y mayor eficiencia.

Entre sus limitaciones están los supuestos de homogeneidad de las funciones de comportamiento individuales incluyendo las dinámicas autorregresivas idénticas, como lo señalan Lee, Pasaran y Smith (1998), y Maddala y Wu (1999). Por otra parte, Temple (1999) señala potenciales problemas de especificación que, de no ser corregidos, darían como resultados estimadores sesgados hacia arriba, que podrían ser el caso de Islam (1995)”.

2.1.1 Modelo de datos panel con efectos fijos⁴: “El modelo de efectos fijos parte del supuesto de que los coeficientes (en concreto la constante o el término

³ Los departamentos seleccionados son: Antioquia, Atlántico, Bogotá D. C., Bolívar, Boyacá, Caldas, Caquetá, Cauca, Cesar, Córdoba, Cundinamarca, Chocó, Huila, La Guajira, Magdalena, Meta, Nariño, Norte Santander, Quindío, Risaralda, Santander, Sucre, Tolima y Valle.

⁴ PEREZ, César. Problemas resueltos de econometría. Madrid. Thomson editores España. Pág. 225-226.

independiente del modelo de regresión) varían dependiendo del agente social o del momento en el tiempo. De manera que el modelo de efectos fijos permite investigar la variación intertemporal y/o transversal por medio de distintos términos independientes.

Partiendo del modelo de datos panel

$$y_{it} = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{kit} + u_{it} \dots\dots\dots(1)$$

Donde y_{it} es una función lineal de K variables explicativas (i= 1...N Departamentos y t=1..T (2002-2005), pero el termino error tiene la siguiente estructura:

$$u_{it} = \alpha_i + \phi_t + \varepsilon_{it}$$

Donde:

$$\alpha_i = \sum_{i=1}^{N-1} \alpha_i d_i \quad \text{y} \quad \phi_t = \sum_{t=1}^{T-1} \phi_t t_t \quad (2)$$

De manera que con α_i se incorporan una serie de N-1 variables dicotómicas en el modelo de regresión con el fin de controlar por el efecto de cada uno de los agentes sociales en la variable dependiente. Con ϕ_t se introduce una serie de T-1 variables dicotómicas para controlar por el efecto del tiempo.

El error u_{it} ya no es aleatorio. Tiene un componente individual fijo que es invariable a través del tiempo α_i pero varia de unas agentes sociales a otros. También tiene un componente temporal fijo que es invariable a través de los individuos ϕ_t (pero que varia a través del tiempo, u_{it} tiene un componente ε_{it} que es aleatorio. ε_{it} es el residuo con las propiedades de proceso ruido blanco que se asumen en la estimación por MCO (sigue una distribución normal con media cero, no correlacionado consigo mismo, homocedastico, esto es, varianza constante, y no correlacionado con las variables x, y ahora también, no correlacionado con los efectos temporales o transversales).

De manera que el modelo de regresión a estimar es el siguiente en forma matricial:

$$y_{it} = \alpha_i + \phi_t + \beta_i X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

$$i = 1 \dots N \text{ y } t = 1 \dots T$$

donde se captan las diferencias sociales entre unidades muestrales por medio de las N-1 términos independientes adicionales (desde α_i hasta α_N con un término de α_i por cada agente social en la muestra) y las diferencias en el instante del tiempo de los T-1 términos independientes adicionales (desde ϕ_1 hasta ϕ_T con un término de ϕ_t diferente para cada momento en el tiempo para el que se tiene observaciones).

En el modelo de efectos fijos se permite que los efectos individuales α_i y ϕ_t puedan estar correlacionados con las variables explicativas X_{it} pero para que los estimadores por MCO sean consistentes se requiere la exogeneidad estricta X_{it} y ε_{it} .

2.2 ESPECIFICACIÓN ECONOMÉTRICA

2.2.1 Metodología de Mankiw, Romer y Weil (1992): Teóricamente son varios los modelos de crecimiento que involucran al capital humano como un factor más en la función de producción, estos son los denominados modelos de capital humano endógeno. El modelo teórico que se usó es el de Mankiw, Romer y Weil (1992)⁵ o modelo de crecimiento de Solow Ampliado por capital humano, con datos tipo panel con periodicidad anual para el período de 2002-2005, con la muestra de los 24 departamentos de Colombia⁶.

El modelo de Solow ampliado es una adaptación del modelo original de Solow (1956) que trata de recoger o considerar otras variables que puedan tener una influencia importante en el crecimiento económico, como es el caso del capital humano.

⁵ Ibíd. De ahora en adelante abreviado como MRW (Mankiw, Romer y Weil).

⁶ Los departamentos seleccionados son: Antioquia, Atlántico, Bogotá D. C., Bolívar, Boyacá, Caldas, Caquetá, Cauca, Cesar, Córdoba, Cundinamarca, Chocó, Huila, La Guajira, Magdalena, Meta, Nariño, Norte Santander, Quindío, Risaralda, Santander, Sucre, Tolima y Valle.

MRW (1992) encuentran que el modelo de Solow predice de manera correcta que variables y en que sentido influyen en el crecimiento económico y en el estado estacionario, pero no dice nada acerca de las magnitudes con las que influyen en el, justificando este hecho en la posibilidad de la omisión de una variable importante como es el capital humano.

El modelo de Solow aumentado introduce una variable proxy de la acumulación de capital humano como una variable explicativa adicional en las regresiones de comparación entre países, dando origen al modelo de Solow ampliado.

MRW parten de una función de producción, que tiene la forma Cobb-Douglas pero se introduce en ella el capital humano como un factor más para la producción⁷:

$$y(t) = k(t)^\alpha H(t)^\beta (A(t)L(t))^{1-\alpha-\beta} \quad (4)$$

donde H es el stock de capital humano, Y el producto, A el nivel de tecnología, K el capital físico y L el trabajo.

La ecuación a estimar es aquella en la cual los coeficientes son función de la proporción de los factores. Donde α es la proporción del capital físico y β la proporción del capital humano:

$$\ln \left[\frac{Y}{L} \right] = \ln A(0) + gt - \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(n + g + \delta) + \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln s_k + \frac{\beta}{1-\alpha} \ln h \quad (5)$$

Que es la expresión para el estado estacionario del ingreso per cápita. A la ecuación (5) se le realiza una transformación, en la medida que tomarla de esta forma hará que los efectos fijos eliminen la variable $A(0)$, por lo tanto se tomará como variable dependiente la tasa de crecimiento logarítmica PIB per cápita⁸, de tal forma que la ecuación a estimar es la siguiente:

$$\ln \left[\frac{Y_t}{L_0} \right] = gt - \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(n + g + \delta) + \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln s_k + \frac{\beta}{1-\alpha} \ln h \quad (6)$$

Se asumen que los coeficientes que acompañan a las variables son positivos, por lo tanto los signos esperados son los que se observan en la ecuación 6.

⁷ Mankiw, N.G., Romer, D. y Weil, D.N. (1992): "A contribution to the empirics of economic growth", *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 107, N° 2, May, 407-437.

El término g que aparece en la ecuación y que se encuentra en dos términos con diferente signo, posee una interpretación diferente. En el primer caso representa el stock de conocimientos científicos básicos que existe o el progreso tecnológico a través del tiempo, esta variable afecta positivamente al nivel de ingreso de las personas. En el segundo caso, lo que refleja es el monto de ahorro que estamos quitando de la nueva inversión para internalizar ese stock de conocimientos, o para que no se deprecie.

2.2.2 Hipótesis: La mayoría de los estudios coinciden en utilizar como medida el capital humano, la tasa de matrícula y en afirmar que esta incide directamente en el crecimiento económico de un país, arrojando resultados favorables a la tasa de crecimiento de los periodos de estudio.

Sin embargo actualmente se cuestiona la existencia de otros factores determinantes ligados a la educación diferentes a la cantidad, y que en general medidas como la Tasa Bruta de Matricula no tienen en cuenta. Entre estos están, aquellos factores que se encuentran asociados con la calidad de la educación.

El presente trabajo tiene como fin analizar el impacto del capital humano sobre el crecimiento utilizando la metodología de Mankiw, Romer y Weil (1992) con la técnica datos panel para efectos fijos, tomado como proxy las tasas de cobertura de educación básica y media departamental para 24 departamentos de Colombia durante el periodo de 2.002 - 2.005.

A continuación se mencionan las variables a utilizar en la estimación, la definición de estas variables se encuentra en el Anexo A:

Variable Dependiente: Crecimiento del PIB per cápita por departamento para el periodo de 2002 hasta 2.005. "Tasa de crecimiento logarítmica".

Variables Independientes: Tasa de Inversión en capital Físico, tomada como Formación Bruta de Capital (s_k), Capital Humano: Tasas de cobertura de educación básica y media departamental (h^*), Tasa anual de crecimiento de la población con depreciación del capital y el cambio técnico ($n+g+\sigma$).

La estimación para los 24 departamentos se realizó con base al modelo de datos panel con efectos fijos, donde se "asume que la variación a través de los agentes sociales (y/o a través del tiempo) es al azar, y por lo tanto se captura y especifica explícitamente el termino de error de la ecuación"⁹, el modelo estimado es el siguiente:

⁹ PEREZ, Cesar. Problemas resueltos de econometría. Madrid. Thomson editores España. Pág. 222.

$$\ln \left[\frac{\text{Ingre.PercapitaDptal}Y_t}{\text{Ingre.PercapitaDptal}Y_{2002}} \right] = \alpha_i + \beta_1 \ln sk_{it} - \beta_2 \ln ng\delta_{it} + \beta_3 h_{it} + \mu_{it} \quad (7)$$

$i = \text{Dptos.}$

$t = 2002, 2003, 2004, 2005$

Donde $\mu_{it} = \alpha_i + \phi_t + \varepsilon_{it}$

“Cada uno de los tres componentes del término error total $\alpha_i, \phi_t, \varepsilon_{it}$ sigue una distribución normal con media cero, no está correlacionado consigo mismo ($(E(\alpha_i \alpha_j) = 0$ y $(E(\phi_i \phi_j) = 0$ para todo agente $i \neq j$ y para todo instante $t \neq s$), son homocedásticos (esto es, de varianza constante), y no están correlacionados con las variables x (o entre ellos mismos), es decir $Cov(\varepsilon_{it}, \alpha_j) = 0$ para todo agente $i \neq j$ y para todo instante $t \neq s$ ”.¹⁰

Teniendo en cuenta los anteriores supuestos de los errores, donde:

- Sigue una distribución normal con media cero.
- No hay relación entre los errores y los regresores.
- Son homocedásticos como lo evidencia el Test de Breusch Pagan. (Ver Tabla 2). O sea que los errores tienen una varianza constante que depende de la variable explicativa.

Por la transformación de efectos fijos α_i permanece constante a través del tiempo representa los valores no observables en el modelo como la institucionalidad, la calidad de los profesores, currículo, colegios privados y públicos. Se supone que las diferencias entre departamentos pueden ser captadas mediante un parámetro desconocido estimado en el término constante.

¹⁰ Ibíd., Pág. 228.

Tabla 2. Test de Breusch Pagan

```

Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test for random effects

lnytyo2002[var8,t] = Xb + u[var8] + e[var8,t]

Estimated results:
-----+-----
          |          Var      sd = sqrt(Var)
-----+-----
lnyt~2002 |   .0054672      .0739405
          |   .0026667      .0516404
          |   .0008316      .0288376
          |
Test:      Var(u) = 0
          |
          |          chi2(1) =      3.54
          |          Prob > chi2 =      0.0600
    
```

Fuente: Elaboración propia

Para observar si el modelo de efectos fijos es adecuado se empleo el test de Hausman, se utiliza para ello el estadístico Chi-cuadrado con la hipótesis nula de que el modelo de efectos aleatorios es el que mejor explica la relación de la variable dependiente con las explicativas, y en consecuencia la hipótesis alternativa dice que el mejor método que se ajusta es el de efectos fijos, en este caso se observa un p-valor menor que 0,05 (Ver Tabla); lo que permite afirmar que la hipótesis de efectos individuales están incorrelacionados con las variables y debe ser aceptada al 95%. Por lo tanto el modelo de efectos fijos es adecuado.

Tabla 3. Prueba de Hausman

```

hausman fixed random, sigmamore

----- Coefficients -----
          |          (b)          (B)          (b-B)          sqrt(diag(V_b-V_B))
          |          fixed          random          Difference          S.E.
-----+-----
lnsk |   .3759063   .9898329   -.6139266   .1240321
lnh  |   .2478159  -.1924601   .440276   .2285375
lnngd |  -.100922  -.0299663  -.0709557   .1285798
-----+-----

          b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
          B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test:      Ho:      difference in coefficients not systematic

          chi2(3) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B)
          =          22.85
          Prob>chi2 =          0.0000
    
```

Fuente: Elaboración propia

2.2.3 Críticas al modelo MRW: Mattos (1999) en su documento planeta que “los nuevos modelos de crecimiento han recibido diversas críticas y objeciones, donde se ha cuestionado tanto la originalidad de sus contribuciones, como algunos de sus desarrollos sustantivos. Así, por una parte, se ha anotado el hecho de que muchos de sus aportes no significan mucho más que la actualización y formalización de diversos aspectos que habían estado presentes en la literatura sobre crecimiento económico desde bastante tiempo atrás. En particular, se ha señalado que el énfasis en el crecimiento endógeno no constituye una contribución novedosa, por cuanto esta idea ya había sido incorporada en modelos como los de Arrow, Harrod, Kaldor, Robinson y Schumpeter, entre otros.

En esta dirección, Nelson (1997: 2;15) afirma que "estos modelos adoptan en forma estilizada varios aportes sobre avance técnico que por muchos años habían sido bien documentados por investigadores empíricos" y que "los fenómenos incorporados en los nuevos modelos formales, y omitidos en muchos de los viejos, escasamente representan conocimientos o ideas novedosos". Todo ello lleva a Neri & Salvadori (1995) a afirmar que el contenido esencial de estos modelos no sería más que "viejo vino en nuevos odres".

Por otra parte, tanto desde la propia perspectiva neoclásica como desde la de otras vertientes de la teoría económica, se han cuestionado algunos aspectos sustantivos de la nueva formulación. Así, por una parte, Solow (1994) objeta el abandono del supuesto de los rendimientos decrecientes del capital y critica enfáticamente la hipótesis de rendimientos constantes. A su vez, desde un punto de vista diferente - el evolucionista -, se han anotado como importantes limitaciones de estos modelos para una mejor aproximación a la realidad, el que sus desarrollos continúen apegados a los cánones de la teoría del equilibrio y, por otra parte, el que consideren solamente las fuentes o determinantes inmediatos del crecimiento económico, dejando de lado los factores que están por detrás de los mismos. A este respecto, se critica la omisión de aspectos tales como los relativos a la generación, verificación y avance de la tecnología, la naturaleza y el rol de las instituciones que establecen el medio en el cual operan las firmas y, en particular, el tratamiento extremadamente simplificado que los MCE hacen sobre éstas (Nelson, 1997: 19).

Por encima de este conjunto de reparos, es posible reconocer que el cambio de enfoque impulsado por estos modelos resulta más consistente con los hechos estilizados y, por lo tanto, que la explicación que suministran vis-a-vis la realidad observable, resulta más convincente que la ofrecida por los modelos neoclásicos ortodoxos. En particular, al aceptar la existencia de competencia imperfecta y oligopólica y de divergencia económica, los MCE están en condiciones de admitir y explicar la tendencia a la acumulación concentrada de capital físico, capital humano y conocimientos, tanto en el plano económico como en el territorial”.

Según Hollanders (1999), analiza que el capital humano de MRW, ha sido criticado por Cho y y Graham (1996) quien argumenta que la mitad de todos los países converge a su estado estable, p. ej. Mayores niveles de ingreso obtenidos por en estado estacionario. Esto está claramente en desacuerdo con la idea general que los países se acercan a su estado estacionario en una posición baja. Así mismo, se señala que el enfoque de 49 de los 98 países en con petróleo no muestra de MRW el estado estacionario de los niveles de ingreso per cápita que están por encima de las del estado estacionario; este resultado está en contradicción con la historia habitual que países pobres convergen a su estado estacionario.

Respecto a la utilización de la variable capital humano (Elías, 2004) plantea que la crítica que generalmente se le hace a los estudios empíricos es que las variables de educación como las tasas de escolaridad y el promedio de años de educación adquirido son medidas imperfectas del componente educacional del capital humano. Estas miden la *cantidad* pero no la *calidad* de la educación lo que podría debilitar la utilidad de las comparaciones internacionales.

2.3 RESULTADOS EMPÍRICOS

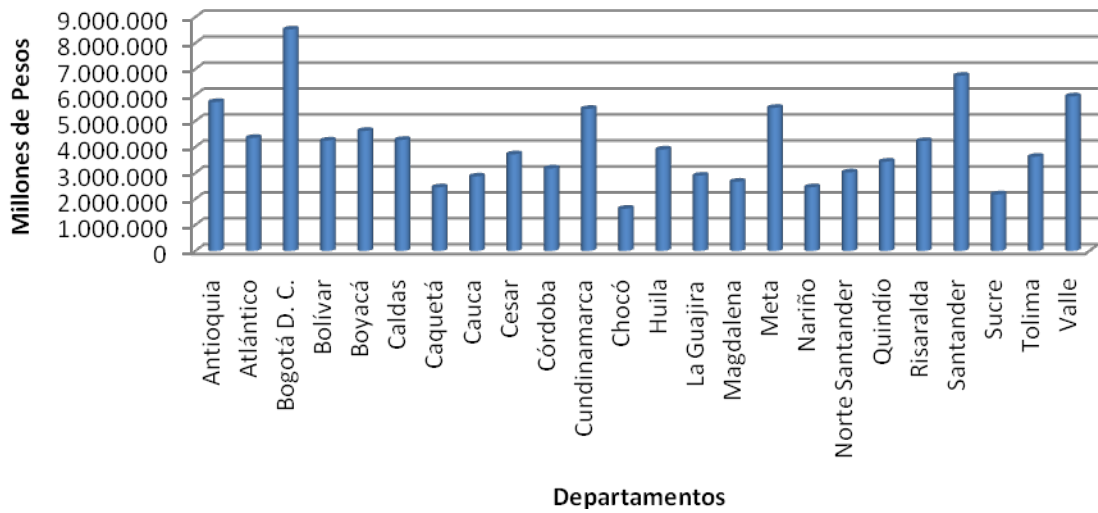
En esta sección inicia con un análisis descriptivo¹¹ de las variables empleadas en el estudio (definidas en el Anexo A), para los 24 departamentos analizados en el modelo y continúa con el análisis de los resultados econométricos a partir de la estimación del modelo de datos panel con efectos fijos.

2.3.1 Análisis Descriptivo: A continuación se presenta un análisis descriptivo de las variables estimadas en el modelo, para los 24 departamentos de Colombia durante el periodo de 2000 a 2005:

PIB per cápita: En el FiguraNo. 2 se presenta el promedio de Ingreso per capita anual para cada uno de los departamentos para el periodo del 2.002 al 2.005, los departamentos que presentan mayor ingreso per capita estan en su orden Bogota D.C (\$8.521.348) Santander (\$6.740.879), Valle (\$5.945.875), Antioquia (\$5.730.554) y Meta (\$5.505.196). y los departamentos que presentan menos ingresos percapita estan: Choco (\$1.622.472), Sucre (\$1.622.472), Caqueta (\$2.446.826), Nariño (\$2.450.184) y Magdalena (\$2.662.470).

¹¹ El análisis estadístico descriptivo, se evidencia en el anexo 2.1.

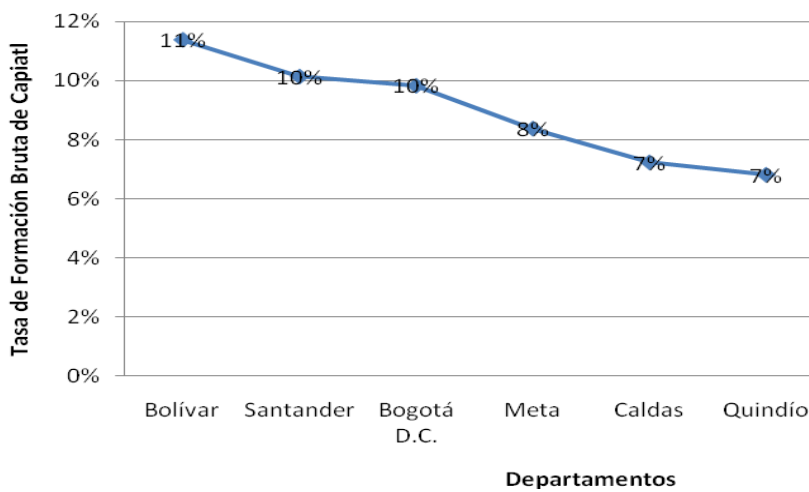
Figura 1. Promedio del Ingreso Per cápita a Nivel Departamental 2.002-2005



Fuente: Elaboración propia con base en información del DANE

Tasa de Inversión en Capital Físico: Los departamentos que presentan mayor inversión en capital físico son Bolívar (11%), Santander (10%) , Bogotá (10%) Meta (8%) y menor inversión Caldas 7% y Quindío 7%, como se evidencia en el grafico No. 2.

Figura 2. Tasa Promedio de Inversión en capital físico 2.002-2005

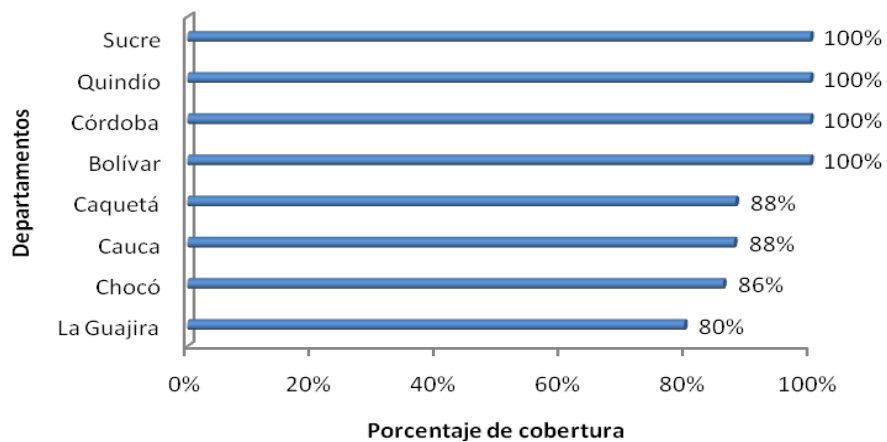


Fuente: Elaboración propia con base en información del DANE

Capital Humano: Los departamentos con la más alta tasa de cobertura de educación básica y media a nivel departamental son Sucre, Quindío, Córdoba y Bolívar con un 100%, los de baja cobertura son la Guajira (80%), Chocó (86%), y Cauca y Caquetá con 88% cada uno, para el periodo 2002 hasta 2005. Como se evidencia en el gráfico No. 3.

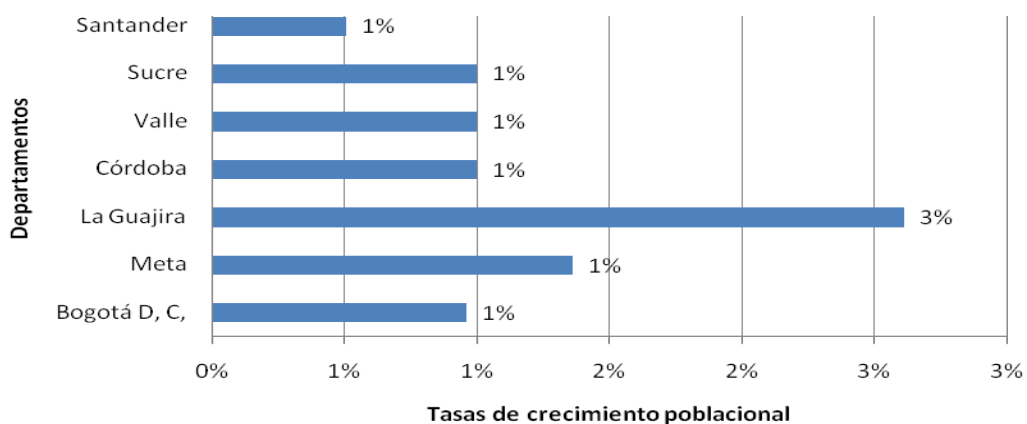
Tasa anual de crecimiento de la población: Las más altas tasas promedio de crecimiento de la población la representa los departamentos de la Guajira (3%), Meta (2.28), Cundinamarca (1.61%), y la menor tasa promedio están los departamentos de Caldas (0.19%), Boyacá (0.29), Tolima (0.41%) y Santander (0.51), como se muestra en el gráfico No. 4.

Figura 3. Tasa Promedio de Cobertura de Educación básica y media 2.002-2005



Fuente: Elaboración propia con base en información del Ministerio de Educación Nacional

Figura 4. Tasa Promedio de crecimiento poblacional 2.002-2005



Fuente: Elaboración propia con base en información del DANE

2.3.2 Resultados del panel de datos con efectos fijos: Según los resultados (Anexo C) arrojados de la estimación del modelo teórico de MRW (1992), empleando el análisis de datos panel con efectos fijos para los 24 departamentos de Colombia en el periodo 2000 a 2005 es el siguiente:

$$\ln(Y_t/Y_{2002}) = -0.52 + 0.18 \ln sk + 0,60h - 0,35 \ln ng\delta + u \quad (8)$$

$$i = \text{Departamentos}^{12} \quad t = 2002, 2003, 2004, 2005$$

El capital humano, medido como las tasas de cobertura de educación básica y media departamental, permaneciendo las demás variables constantes, cuando la cobertura de educación varía en una unidad, aumenta el crecimiento per cápita por departamento en 0,60%, respecto al año 2002.

Por otra parte, en condiciones ceteris paribus, ante un incremento de 1% de la inversión (Formación Bruta de capital fijo), incrementa el PIB per cápita en un 0.18%, respecto al año 2002, comprobando empíricamente que a mayor inversión mayor tasa de crecimiento.

La Tasa anual de crecimiento de la población con depreciación del capital y el cambio técnico, arroja el signo esperado, por lo cual en condición ceteris paribus, un incremento del 1% en el crecimiento de la población, varía el crecimiento per cápita por departamento en un -0.35%, respecto al año 2002. Respecto a la significancia de los coeficientes, con la estimación de efectos fijos, la variable que presenta significancia al 5% es: la educación y la inversión (formación bruta de capital), por el contrario no es significativo el crecimiento poblacional pues su p-valúes son: 0,876 y 0,39 como se evidencia en el Anexo C.

¹² Los departamentos seleccionados son: Antioquia, Atlántico, Bogotá D. C., Bolívar, Boyacá, Caldas, Caquetá, Cauca, Cesar, Córdoba, Cundinamarca, Chocó, Huila, La Guajira, Magdalena, Meta, Nariño, Norte Santander, Quindío, Risaralda, Santander, Sucre, Tolima y Valle.

2.3.3 Comparación resultados con estudios realizados

Tabla 4 Comparación de resultados MRW

	MRW (Países sin petróleo) ¹³	MRW Países de la OECD ¹¹	MRW (modelo dptos. de Colombia)
Constante	6.89 (1.17)	8.63 (2.19)	-0.52 (0.02)
Ln Sk (formación bruta de capital)	0.69 (0.13)	0.28 (0.39)	0.18 (0.008)
Ln ngδ (crecimiento poblacional)	-1.73 (0.41)	-1.07 (0.75)	-0.35 (0.876)
Ln H (Educación)	0.66 (0.07)	0.76 (0.29)	0.60 (0.001)
Número de observaciones	98	22	24
R ²	0.78	0.24	0.00

$$\text{Ecuación: } \ln\left(\frac{Y_t}{Y_{2002}}\right) = \alpha_i + \beta_1 \ln sk_{it} - \beta_2 \ln ng\delta_{it} + \beta_3 h_{it} + \mu_{it}$$

T-valué en paréntesis

Comparando los resultados obtenidos en el modelo de MRW para países sin petróleo los coeficientes estadísticamente no son significativos, para una muestra de 98 países al incrementar la educación en un punto porcentual incrementa el crecimiento en 0.66%, para la estimación de los países de la OECD similarmente estadísticamente las variables no son significativas, en condiciones ceteris paribus un incremento porcentual de la educación incrementa el crecimiento en un 0.76%, para la muestra de los 24 departamentos de Colombia, estadísticamente son significativos la inversión (formación bruta de capital) y educación, esta variable en condiciones ceteris paribus un incremento porcentual aumenta el crecimiento en 0.60%.

¹³ Datos obtenidos del Contribution to the Empirics of Economic Growth. Author(s): N. Gregory Mankiw, David Romer, David N. Weil . Source: The Quarterly Journal of Economics, Vol. 107, No. 2 (May, 1992), pp. 407-437. Published by: The MIT Press. Stable URL: <http://www.jstor.org/stable/2118477>.

¹¹ Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE),

CONCLUSIONES

Teóricamente, la educación es por sí misma un determinante en el crecimiento económico, esto ha sido demostrado en diferentes estudios empíricos como Barro, en algunos de ellos en compañía de Lee, MRM, Sala i Martin; en estos es casi una constante de relación positiva entre el crecimiento y educación.

En este trabajo se logro evidenciar empleando el modelo de Solow ampliado, las variables que pueden contribuir al crecimiento económico desde ese modelo, para el estudio aplicado a 24 departamentos de Colombia, se determino en primer lugar, que la educación calculada como la cobertura de educación secundaria y media, econométricamente es significativa al 5%, y tiene el signo esperado, lo que permite analizar que un aumento porcentual de la educación incrementa el PIB per cápita en 0.60% con respecto al año 2002.

En segundo lugar, la inversión (formación bruta de capital) es otra variable que contribuye al crecimiento en la estimación un incremento porcentual de la inversión incrementa el PIB per cápita en un 0.18%, respecto al año 2002, comprobando empíricamente que a mayor inversión mayor tasa de crecimiento.

Entre tanto, el crecimiento poblacional es un factor que no contribuye al crecimiento dado que a mayor crecimiento de la población, menor tasa de crecimiento de -0.35%.

BIBLIOGRAFÍA

BALTAGI, Badi. *Econometric Analysis of Panel Data*. Third Edition. John Wiley & Sons. 2005.

BARRO, R., and J. Wha Lee. *Internacional Data on Educational Attainment Updates and Implications*. NBER Working Paper Series. No. 7911, September 2000.

-----, and Sala-i-Martin X. *Technological Diffusion, Convergence and Growth*. NBER Working Paper Series. No. 5151, June 1995.

-----, and J. Wha Lee. *International Comparisons of Educational Attainment*. Paper presented at conference on *How do National Policies Affect Long-Run Growth?* World Bank, Washington, D.C, February 1993.

-----, *Economic Growth in a Cross- Section of Countries*. *Quarterly Journal of Economics* May 1991.

BECKER, G., K. Murphy, and R. Tamura. *Human Capital, Fertility, and Economic Growth*. *Journal of Political Economy*, October 1990.

-----, Gary. *Human Capital. A Theoretical and Empirical Analysis*, Princeton, NJ: Princeton University Press 1964.

BIRDSALL Nancy, Ross Davis, Sabot Richard, *Education, Growth and Inequality. Pathways to growth*. Washington, D.C: Inter-American Development Bank, 1997.

CASS, David. *Optimum Growth in an Aggregative Model of Capital Accumulation*, *Review of Economic Studies*, July 1965.

CERMEÑO, Rodolfo y JIMENEZ, Roslyn. *Determinantes del crecimiento económico y convergencia en Centroamérica: Evidencia de modelos dinámicos con datos panel*. CIDE. México. 2006.

ELIAS, Silvina. *Capital humano, calidad educativa y crecimiento económico*. *Estud. Econ.* [online]. ene. 2004, vol.21, no.42 [citado 02 Octubre 2010], p.41-72. Disponible en la World Wide Web: http://www.bibliotecadigital.uns.edu.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0425-368X2004000100002&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0425-368X.

GARAY GUZMÁN, Vanessa y TORRES ORTIZ Lorena. Educación y crecimiento en América Latina y Asia. [Tesis de Maestría]. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Economía. 2005.

HOLLANDERS. Hugo. From Which Side to the Steady State. The Role of Country-Specific Total Factor Productivity Growth Rates. MERIT & Department of Economics, Maastricht University. January 1999.

ISLAM, Nazrul. Growth Empirics: A Panel Data Approach. Quarterly Journal of Economics, Vol 110, No 4, 1127-1170, November 1995.

KOOPMANS, Tjalling C. On the Concept of Optimal Economic Growth, The Econometrics Approach to Development Planning, Amsterdam, North Holland 1965.

LUCAS, Robert; On the Mechanics of Economic Development. Journal of Monetary Economics Vol 22, 1988.

MANKIW, N.G., Romer, D. y WEIL, D.N. A contribution to the empirics of economic growth, Quarterly Journal of Economics, Vol. 107, N° 2, 407-437, May 1992.

MATTOS, Carlos A. Teorías del crecimiento endógeno: lectura desde los territorios de la periferia. Estudos Avançados. Vol.13 no.36 São Paulo May/Aug. 1999.

PEREZ, César. Problemas resueltos de econometría. Madrid. Thomson editores España. Pág. 222, 228.

ROMER Paul. Endogenous Technological Change. Journal of Political Economy, Vol. 98, No. 5. October 1990.

SALA-I-MARTIN, X. Apuntes de Crecimiento Económico. Antoni Bosch editor, Barcelona, 1994.

SHULTZ, T. Paul. Investment in Human Capital. American Economic Review. 1961.

SOLOW, Robert. A Contribution to the Theory of Economic Growth. Quarterly Journal of Economics, February 1956.

STATA LONGITUDINAL DATA. Panel data Reference manual Release 11. StataCorp LP. College Station, Texas. Pág. 446.

SWAN, Trevor W. Economic Growth and Capital Accumulation. Economic Record, November 1956.

UZAWA, Hirofumi, Optimal Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth. International Economic Review. January 1965.

ANEXOS

Anexo A. Definición de Variables

PIB per cápita (I_{gyt}) Es el Producto Nacional Bruto (PIB) de la población residente en el año correspondiente. La información se tomo del Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE. Sin embargo la variable dependiente queda convertida en Y_t / Y_0 , se calcula como el cociente entre el PIB per cápita sobre el PIB per cápita inicial del período de estudio, referido al año 2.002.

Tasa de Inversión en Capital Físico - Formación de capital Físico (SK) Como aproximación a la fracción de ingreso invertida en capital físico se tomo la formación bruta de capital (o formación bruta de capital fijo), se calculo con la participación porcentual del producto interno departamental, a precios constantes del 2.000 y la formación bruta de capital fijo, según los datos del DANE.

Capital Humano (h^*) Indicador del stock de capital humano, como proxy de esta variable se va a utilizar la tasa de cobertura de educación básica y media a nivel departamental, según los datos del Ministerio de Educación Nacional.

Tasa anual de crecimiento de la población (n) Basada en la definición de población, el cual cuenta con todos los residentes que mantienen su estatus legal o ciudadanía, excepto para los refugiados que no están permanentemente establecidos en el país de asilo, quienes son considerados generalmente parte de la población del país de origen. Los datos se obtuvieron del DANE.

Crecimiento de la población con la depreciación del capital y el cambio técnico ($n + g + \sigma$) ($crecngd$). En este trabajo se asume, como lo hicieron MRW, que son constantes a través de los países. En la mayoría de los estudios son tomados $g + \sigma$ como 0.05, más la tasa anual de crecimiento de la población.

Anexo B. Estadísticas Descriptivas

Stats	Ln (Y_t/Y_0)	Ln(h^*)	Ln(s_k)	Ln ($n + g + d$)
Media	0,062	0,94	0,15	0,05
Máximo	0,297	1,16	0,27	0,08
Mínimo	-0,082	0,77	-0,70	-0,21
Número de observaciones	96	96	96	96
Desviación estándar	0,074	0,944	0,12	0,05

Los departamentos seleccionados para la muestra son 24 departamentos de Colombia¹⁴ durante el periodo de 2.002 al 2.005, el logaritmo del cociente del PIB per cápita departamental cuenta con 96 observaciones, su crecimiento mínimo es -0,082 y el máximo 0,297, el valor promedio es 0.062; en las variables independientes primero se observa la tasa de cobertura de educación básica y media con 96 observaciones su valor mínimo se da en 0,77, el máximo en 0,27 con una media de 0,94; La Tasa de Inversión en capital Físico, tomada como Formación Bruta de Capital cuenta con 96 observaciones de las cuales el valor mínimo es -0,70 y máximo 0,27 con una media de 0,15 y Tasa anual de crecimiento de la población con depreciación del capital y el cambio técnico tiene un valor mínimo de -0,21 y máximo de 0,08 con una media de 0,05.

¹⁴ Los departamentos seleccionados son: Antioquia, Atlántico, Bogotá D. C., Bolívar, Boyacá, Caldas, Caquetá, Cauca, Cesar, Córdoba, Cundinamarca, Chocó, Huila, La Guajira, Magdalena, Meta, Nariño, Norte Santander, Quindío, Risaralda, Santander, Sucre, Tolima y Valle.

Anexo C. Resultados de la estimación del Modelo MRW Datos Panel con efectos fijos

	Efectos Fijos
Constante	-0.525 (0.02)*
Ln (s_k)	0.180 (0.008)*
Ln ($n + g + d$)	-0,351 (0.876)
(h)	0.602 (0.001)*
Estadístico F	15.56
P-value	0.0000
Wald chi2(3)	
R² Within	0.4036
R² Between	0.0667
R² Overall	0.0506

Nota. Los estadísticos. Tienen un nivel de significancia al *5%.

Anexo D. Fundamentos Econométricos

Un panel tiene la forma¹⁵:

$$y_{it} = \alpha + X_{it}\beta + v_i + \epsilon_{it} \quad (1)$$

En este modelo, $v_i + \epsilon_{it}$ es un residual. Donde se estimadores son los betas (β), y ϵ_{it} es el residual, entre diferentes unidades, pero para solo una unidad, el value es constante.

ϵ_{it} es el habitual con las propiedades usuales (media 0, variables no correlacionadas con sí mismas ni con X , no correlación con V y homocedasticidad), a pesar, un desarrollo más exhaustivo podemos descomponer $\epsilon_{it} = v_t + w_{it}$ asumiendo que w_{it} es un residual estándar, y que mejor describe a v_t

Las propiedades que debe cumplir el v_i y ϵ_{it} si la ecuación (1) es verdadera son:

$$\bar{y}_i = \alpha + \bar{X}_i\beta + v_i + \bar{\epsilon}_i \quad (2)$$

Donde $\bar{y}_i = \sum_t y_{it} / T_i, \bar{X}_i = \sum_t x_{it} / T_i, y \quad \bar{\epsilon}_i = \sum_t \epsilon_{it} / T_i$. Sustrayendo (2) desde (1) y puede ser igual a

$$(y_{it} - \bar{y}_i) = (X_{it} - \bar{X}_i)\beta + (\epsilon_{it} - \bar{\epsilon}_i) \quad (3)$$

Estas tres ecuaciones provienen básicamente para estimar β , en particular, cuando se estima efectos fijos, (también conocido within (entre) estimadores) y cantidades para usar OLS para estimar la ecuación (3). Xtreg, proporciona conocido comúnmente como entre estimadores y cantidades usando OLS (Ordinary least squares) para funcionar la estimación de (2). xtreg re se estima los efectos fijos y como una matriz donde el peso de cada estimar se produce en el estimador between(entre) y within(dentro) y la estimación es la

siguiente:

$$(y_{it} - \theta \bar{y}_i) = (1 - \theta)\alpha + (X_{it} - \theta \bar{X}_i)\beta + \left[(1 - \theta)v_i + (\epsilon_{it} - \theta \bar{\epsilon}_i) \right] \quad (4)$$

¹⁵ Stata Longitudinal data. Panel data Reference manual Release 11. Pág. 446.

Donde θ es la función de δ_v^2 y δ_ϵ^2 . Si $\delta_v^2 = 0$ significa que v_i es siempre 0, y $\theta = 0$ y (1) puede ser estimado directamente por OLS. Alternativamente, si $\delta_\epsilon^2 = 0$ significa que ϵ_{it} es 0, $\theta = 1$ y el estimador within(dentro) devuelve toda la información disponible (que, de hecho, será una regresión con un R2 de 1).

Para los casos más razonables, los supuestos son necesarios para justificar el estimador de efectos fijos de (3). Sin embargo, las estimaciones son condicionales en la muestra, en que el v_i no se supone que tienen una distribución pero en su lugar se tratan como fijo y estimable. Este punto estadístico puede provocar dificultad al hacer predicciones de fuera-de-ejemplo, pero que por un lado, el estimador de efectos fijos tiene mucho para recomendarlo.

Más es necesario para justificar el entre el estimador de (2), pero la condición en la muestra no se asume porque $v_i + \epsilon_{it}$ se trata como un residual.

Recién se asume que v_i y \bar{X}_i no están correlacionadas. Esto se deriva de los supuestos estimadores OLS pero que son transparentes, donde v_i y \bar{X}_i se correlaciona, el estimador no se puede determinar cuánto es el cambio de \bar{y}_i asociado con un aumento de \bar{X}_i para asignar β versus cuánto atribuir a la correlación desconocida. (Esto, por supuesto, sugiere el uso de un estimador de variable instrumental \bar{Z}_i , que se correlaciona con \bar{X}_i pero no correlacionada con v_i).

El estimador de efectos fijos de (4) requiere el mismo supuesto no correlación. En comparación con el estimador entre, y el estimador de efectos fijos produce resultados más eficientes, aunque otros con las propiedades desconocidas de pequeñas muestras. El estimador entre es menos eficiente porque descarta la información periódica de los datos en favor de una media simple; el estimador de efectos fijos utiliza ambos la dentro de y entre la información.

Heterocedasticidad:

El modelo

$$y_{it} = \alpha + X_{it}\beta + v_{it}$$

es apto vía OLS, y luego la cantidad

$$\lambda_{LM} = (n\bar{T})^2 / 2 * (A_1^2 / (\sum_i T_i^2) - n\bar{T})$$

Es calculado, donde

$$A_1 = 1 - (\sum_{i=1}^n (\sum_{t=1}^{T_i} v_{it})^2 / \sum_i \sum_t v_{it}^2)$$

En el modelo lineal $y = X\beta + u$

Suponemos una serie de hipótesis entre las que se encontraba el término u

(término error) es una variable aleatoria con esperanza nula $E(u) = 0$ y matriz

de covarianzas constantes y diagonal ($\text{var}(u) = \delta^2 I_k$ Matriz escalar)

Es decir, que para todo t , la variable u_t tiene media cero y varianza no dependiente de t , y además $\text{Cov}(u_i, u_j) = 0$ para todo i y para todo j distintos entre sí.

El hecho de que la varianza de u_t sea constante para todo t (que no depende de t), se denomina hipótesis de homocedasticidad. Si se relaja esta hipótesis y la varianza de u_t no es constante estamos en presencia de heteroscedasticidad.