

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE ECONOMÍA

Disertación previa a la obtención del título de
Economista

Estimación de la función de producción de la educación para el Ecuador mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios utilizando la base SERCE del 2006

Ana María Grijalva Espinosa
pichibu@hotmail.com

Directora: Priscila Hermida
phermi@gmail.com

Quito, abril de 2015

Resumen

Esta investigación tiene como objetivo encontrar los principales factores involucrados en el proceso de aprendizaje de los niños ecuatorianos para determinar, a través de la función de producción de la educación, cómo estos están correlacionados con el rendimiento académico de los mismos. La función de producción de la educación es una herramienta conceptual clave para conocer qué recursos y en qué combinaciones, estos tendrían un impacto o harían una diferencia en el resultado escolar de los estudiantes. Además, la utilización de la función de producción de la educación permite valorar la eficiencia y efectividad de las diferentes alternativas de política pública educativa. Para el caso del Ecuador, este es el primer estudio en estimar la función de producción de la educación utilizando el Segundo Estudio Comparativo Internacional recopilado por la Oficina Regional de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura en América Latina y el Caribe. La información que se utilizó es un corte transversal de los niños ecuatorianos cursando 7^{mo} de básica en el 2006 a nivel nacional. La función de producción de la educación se estimó a través de la técnica econométrica de Mínimos Cuadrados Ordinarios. Este estudio encontró que los principales factores que influyen el logro educativo son aquellos relacionados al nivel socioeconómico de la familia y a las capacidades innatas del niño, seguidos de los factores relacionados a las características del profesor y su método de enseñanza.

Palabras claves: economía de la educación, función de producción de la educación, rendimiento escolar, Mínimos Cuadrados Ordinarios

Abstract

This paper identifies the principle factors that contribute to the elementary age learning process in Ecuador, and uses the education production function to determine how these factors are correlated with student's academic achievement. The education production function is an important conceptual tool that can be used to understand which resources, and which combinations of resources, have an impact on academic achievement or would make a difference in student's scholar outcome. Additionally, utilization of the education production function made it possible to evaluate efficiency and of effectiveness of different educational public policy alternatives. The education production function has never before been estimated using data from the Second Regional Comparative and Explanatory Study (SERCE), carried out by the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO)'s Regional Bureau for Education in Latin America and the Caribbean. This was a cross-sectional study that drew from a large and random survey of Ecuadorian 6th graders, from the 2005-2006 academic year; the education production function was estimated using the economic tool called Ordinary Least Squares. This research shows that a student's family's socioeconomic background and the student's innate abilities are the principal determinants of academic achievement, followed by factors related to the teacher's characteristics and teaching methods.

Key words: economics of education, education production function, academic achievement, ordinary least squares

*Dedico mi trabajo a las niñas y los niños de la calle y de todo el Ecuador, a mis sobrinas, y a mis
futuros hijas e hijos*

Agradezco igualmente a las raíces de mi vida, Eduardo y Mariana, a mi maestra Priscila, y al sol que me calienta, Diego

Estimación de la función de producción de la educación para el Ecuador mediante mínimos cuadrados ordinarios utilizando la base SERCE del 2006

Resumen.....	2
Abstract	2
Estimación de la función de producción de la educación para el Ecuador mediante mínimos cuadrados ordinarios utilizando la base SERCE del 2006.....	5
Índice de cuadros, gráficos, tablas y anexos	7
Abreviaciones	9
Introducción	10
Metodología de trabajo.....	13
Fundamentos teóricos.....	15
1.1 Marco conceptual.....	15
1.1.1 Economía de la educación.....	15
1.1.2 Función de producción de la educación.....	19
1.2. Análisis de casos de la literatura	25
1.2.1 Hanushek, Kain y Rivkin: Teachers, Schools and Academic Achievement (1998).....	25
1.2.2 Brewer y Ehrenberg: Do school and Teacher Characteristics Matter? Evidence from High School and Beyond (1994).....	29
1.2.3 Abhijeet Singh: Size and sources of the Private School Premium in test scores in India (2013)	33
1.2.4 Joseph Deutsch y Jacques Silbert: Estimating an Educational Production Function for Five Countries of Latin America on the basis of the PISA data (2010)	38
1.2.5 Conclusiones generales de los estudios analizados	41
Análisis de las variables incluidas en la FPE.....	43
2.1 Especificación de las bases de datos empleadas	43
2.1.1 Descripción de las bases de datos.....	43
2.1.2 Especificación de las variables incluidas en la función de producción de la educación	47
2.2. Análisis descriptivo de las variables incluidas en la FPE.....	49
2.2.1 Análisis descriptivo de la variable dependiente.....	50
2.2.2 Análisis descriptivo de las variables explicativas.....	52
2.2.3 Análisis comparativo entre el SERCE y el SINEC	64
2.2.4 Conclusiones del análisis descriptivo	67

Metodología de mínimos cuadrados ordinarios y resultados de la regresión de la función de producción de la educación	69
3.1 Especificaciones del método de Mínimos Cuadrados Ordinarios.....	69
3.1.1 Descripción de la regresión lineal múltiple MCO	69
3.1.2 Supuestos y propiedades de la regresión lineal múltiple MCO.....	71
3.2 Aplicación del método MCO a la función de producción de la educación.....	73
3.2.1 El modelo específico de la FPE	73
3.2.2 Lectura del signo de los estimadores de la FPE.....	78
3.3 Verificación de la calidad de la información	82
3.3.1 Verificación del cumplimiento de los supuestos MCO para la FPE.....	82
3.3.2 Tratamiento del problema de heterocedasticidad	86
3.3.3 Pruebas de significancia y bondad de ajuste.....	88
3.4 Resultados de la función de producción de la educación	89
3.4.1 Interpretación de los factores relacionados al establecimiento educativo y profesores	91
3.4.2 Interpretación de los factores relacionados al estudiante.....	92
3.4.3 Interpretación de los factores relacionados al entorno socio-familiar	93
3.4.4 Interpretación de los factores vinculados a los insumos provistos por la familia	93
Conclusiones.....	95
Recomendaciones	99
Anexos	102
Referencias Bibliográficas	121

Índice de cuadros, gráficos, tablas y anexos

Cuadro 1. Beneficios de la educación	17
Cuadro 2. Externalidades positivas de la educación	18
Cuadro 3. Políticas públicas educativas y su impacto	24
Cuadro 4. Detalles del contexto del estudio Hanushek, Kain y Rivkin (1998).....	27
Cuadro 5. Resumen del estudio Brewer y Ehrenberg (1994).....	31
Cuadro 6. Detalles del estudio Singh (2013)	35
Cuadro 7. Resumen del estudio Deutsch y Silbert (2010).....	39
Cuadro 8. Bases empleadas en esta investigación.....	44
Cuadro 9. Factores asociados con cada actor del proceso educativo.....	45
Cuadro 10. Factores asociados con las escuelas	46
Cuadro 11. Factores asociados con el proceso educativo.....	47
Cuadro 12. Descripción de las variables utilizadas.....	49
Cuadro 13. Variables cualitativas y variables dummies	75
Cuadro 14. El signo de las variables dummies esperado y las categorías de referencia	78
Gráfico 1. Distribución del puntaje estándar de matemáticas de los niños/as de 7 ^{mo} de básica	51
Gráfico 2. Diagrama de caja del puntaje estándar de matemáticas de los niños/as de 7 ^{mo} de básica	51
Gráfico 3. Experiencia laboral de los profesores de matemáticas de 7 ^{mo} de básica.....	52
Gráfico 4. Nivel de formación de los profesores de matemáticas de 7 ^{mo} de básica.....	53
Gráfico 5. Ayuda brindada por los profesores de matemáticas a los alumnos de 7 ^{mo} de básica	53
Gráfico 6. Realización de estudios en gestión de la educación por parte de los directores	54
Gráfico 7. Número de estudiantes que asisten a centros educativos según la ubicación geográfica y tipo de administración de estos.....	55
Gráfico 8. Distribución de la edad de los niños/as de 7 ^{mo} de básica.....	56
Gráfico 9. Sexo de los alumnos de 7 ^{mo} de básica	56
Gráfico 10. Número de veces que un alumno ha repetido el 7 ^{mo} grado de educación básica	57
Gráfico 11. Porcentaje de estudiante de 7 ^{mo} de básica que trabajan además de estudiar	57
Gráfico 12. Los alumnos de 7 ^{mo} de básica comprenden rápidamente lo que explica el profesor de matemáticas	58
Gráfico 13. Material de los pisos de las casas de los alumnos en 7 ^{mo} de básica.....	59
Gráfico 14. Posesión de bienes inmuebles y electrodomésticos en el hogar de los estudiantes de 7 ^{mo} de básica.....	60
Gráfico 15. Nivel de formación de las madres de los estudiantes de 7 ^{mo} de básica	60
Gráfico 16. Número de libros en el hogar de las niñas y niños de 7 ^{mo} de básica.....	61
Gráfico 17. Estudiantes de 7 ^{mo} de básica que tienen cuaderno de apuntes.....	62
Gráfico 18. Padres que leyeron cuentos y libros a sus hijos en su infancia	63
Gráfico 19. Ayuda recibida por los estudiantes de 7 ^{mo} de básica para realizar sus tareas	63
Gráfico 20. Frecuencia de la ayuda dada por la familia en las tareas de los niños.....	64
Gráfico 21. Valores ajustados y residuo	70
Gráfico 22. Normalidad en la distribución del término de error (salida STATA).....	86

Gráfico 23. Distribución homocedástica de la varianza de los errores con una única variable explicativa.....	114
Gráfico 24. Distribución heterocedástica de la varianza de los errores con una única variable explicativa.....	114
Tabla 1. Significancia de las variables explicativas: características de docentes y escuela	28
Tabla 2. Significancia de las variables explicativas: las características de docentes y escuela	32
Tabla 3. Significancia de las variables escolares.....	36
Tabla 4. Significancia de las variables no escolares.....	37
Tabla 5. Significancia de las variables explicativas.....	40
Tabla 6. Instituciones educativas del sistema de educación formal general básica período 2006-2007	65
Tabla 7. Distribución geográfica y tipo de administración de las escuelas según el SINEC y el SERCE .	65
Tabla 8. Número efectivo de estudiantes de 7 ^{mo} de básica del sistema de educación formal general básica período 2006-2007	66
Tabla 9. Número efectivo de estudiantes según la distribución geográfica y tipo de administración de las escuelas de acuerdo al SINEC y SERCE	66
Tabla 10. Resultados del indicador de Factor de Inflación de la Varianza (salida STATA)	84
Tabla 11. Resultados de la prueba Breusch-Pagan (salida STATA).....	85
Tabla 12. Resultados de la regresión FPE con errores robustos	90
Tabla 13. Resultados de la regresión FPE con errores robustos por cluster al nivel de la escuela.....	91
Anexo 1. Descripción del mecanismo del diseño muestral.....	102
Anexo 2. Factores determinantes del rendimiento escolar identificados por el campo de la educación y de la psicología educativa.....	111
Anexo 3. Prueba de error de especificación de la forma funcional del modelo: Ramsey Reset.....	113
Anexo 4. Gráficos de distribuciones de la varianza del error heterocedásticas y homocedásticas....	114
Anexo 5. Salida STATA de la regresión FPE con errores robustos.....	115
Anexo 6. Salida STATA de la regresión FPE con errores robustos por cluster al nivel de la escuela ..	117
Anexo 7. Salida de STATA de la regresión FPE con errores robustos incluyendo el factor de expansión	119

Abreviaciones

AMIE: Archivo Maestro de Instituciones Educativas FPE: Función de producción de la educación

LLECE: Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación

MELI: Mejor estimador lineal insesgado

MINEDUC: Ministerio de Educación del Ecuador (MINEDUC).

MCO: Mínimos Cuadrados Ordinarios

MVA: Modelo de valor agregado

OECD: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos / Organisation for Economic Co-operation and Development

OREALC: Oficina Regional de la UNESCO para América Latina y el Caribe

PERCE: Primer Estudio Regional Comparativo y Explicativo

PISA: Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes / Programme for International Student Assessment

SERCE: Segundo Estudio Internacional Comparativo

SINEC: Sistema Nacional de Estadísticas Educativas

TERCE: Tercer Estudio Regional Comparativo

UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

VIF: Factor de Inflación de la Varianza (siglas en inglés)

WLS: Mínimos Cuadrados Ponderados/ Weighted Least Squares

Introducción¹

Históricamente los hacedores de políticas públicas y los académicos han visto a la educación y a la economía como campos de estudio separados. Sin embargo, la distancia entre los dos campos de conocimiento, economía y educación, se ha acortado. Existen tres fenómenos históricos que han contribuido a dicho acercamiento. El primero, se dio en los países desarrollados que se percataron que una mano de obra calificada era esencial para competir en un mundo económicamente globalizado (Brewer y McEwan, 2010: 4). Por otro lado, los países en vías de desarrollo se han visto influenciados por programas internacionales de promoción de la educación y mejoramiento de la calidad de la misma. Un actor clave en este escenario ha sido la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) que, desde los años 90, ha implementado a nivel mundial varios programas educativos. Finalmente, la universalización de la educación en el mundo ha presionado a los sistemas educativos en cuanto a su calidad y escala. Esto ha dado paso a que los hacedores de políticas públicas educativas busquen que sus sistemas de educación sean más competitivos y mejores, lo cual los ha llevado a replantear la manera en la cual se asignan recursos a la educación. Dicha situación ha permitido, en las últimas dos décadas, que la economía de la educación crezca rápidamente como un campo de estudio.

La economía de la educación estudia la asignación de recursos entre las escuelas, familias, estudiantes y el gobierno, y las decisiones de estos agentes en cuanto a su inversión en educación; esto ha provocado que los economistas ganen espacio en los debates de reforma educativa (Brewer et al, 2010: 1). Un claro ejemplo de esto es el reporte de James Coleman de 1966 intitulado *Igualdad de Oportunidades en la Educación*²; este estudio fue realizado bajo la petición de la Comisión Estadounidense de la Educación. Coleman comprobó principalmente dos cosas. Primero, que la cantidad de dinero gastado en las escuelas no parecía marcar una gran diferencia en el logro educativo de los alumnos que asistían a ellas. Y segundo, que los estudiantes blancos obtenían mejores notas que los alumnos de otros grupos raciales a pesar de que ambos grupos asistían a escuelas con partidas presupuestarias similares. Coleman concluyó que las diferencias en el logro educativo no se deben a diferencias en los recursos pedagógicos y didácticos de las escuelas, sino a las diferencias en los antecedentes familiares de los estudiantes. Este reporte incidió en las tomas de decisiones posteriores de los hacedores de políticas públicas educativas de los Estados Unidos.

Por otro lado, la acumulación de capital humano está fuertemente correlacionada con el crecimiento económico (Barro, 2013: 306). En sí, el capital humano es “*la acumulación de conocimientos generales o específicos*” (Becker, 1983: 24). La educación, o nivel de formación, suele ser utilizada como una variable para medir el capital humano. La literatura neoclásica ha identificado tres mecanismos a través de los cuales la adquisición de capital humano incide en el crecimiento económico. Primero, una mano de obra más educada es más productiva; segundo, una mano de obra calificada potencialmente genera innovación; y por último, una mano de obra con mayor nivel de

¹ Uno de los objetivos del Ministerio de Educación es combatir el sexismo y la discriminación de género en la sociedad ecuatoriana y promover la equidad entre mujeres y hombres, a través del sistema educativo, así lo plantea en el Marco

² Recuperado el 19 de noviembre de 2014, de www.archives.nysed.gov/edpolicy/research/res_essay_jonson_cde.shtml

formación permite implementar procesos innovadores ajenos con mayor facilidad (Brewer et al, 2010: 65). A pesar de la importancia de la educación en el desarrollo económico de un país existe mucho desconocimiento sobre cómo se da el proceso de aprendizaje (Wilson, 2001: 518).

Esta investigación responde a la necesidad de conocer mejor el proceso de aprendizaje que se desarrolló en el Ecuador. Justamente, la función de producción de la educación (FPE) es el resultado de un marco teórico que permite pensar en el proceso de aprendizaje, y conocer qué recursos tendrían un impacto en el resultado escolar de los estudiantes (Brewer et al, 2010: 127). La función de producción de la educación es una herramienta de construcción conceptual que genera información cuantitativa, por lo cual se utilizan esos resultados para generar política pública educativa (Hanushek, 2007: 2). En base a los argumentos expuestos, esta investigación busca estimar la FPE del Ecuador utilizando la base SERCE del 2006 mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios. Se espera que este trabajo establezca un razonamiento de base para la elaboración de las políticas públicas educativas del país.

En primera instancia, se presentaron los fundamentos teóricos que enmarcaron el desarrollo de la investigación empírica, describiendo los conceptos de economía de la educación, capital humano, beneficios y externalidades de la educación; y, finalmente, se expuso la función de producción, detallando sus supuestos y factores. Además, se presentaron cuatro estudios de casos internacionales que estimaron la FPE, dos de estos para países desarrollados, uno para países en vías de desarrollo del Sudeste Asiático y un estudio regional para América Latina. Gracias al análisis de la literatura y al estudio de casos, se identificaron las variables que deben ser incluidas en la FPE del Ecuador.

En el capítulo de "*Análisis de las variables incluidas en la FPE*" se realizó una especificación de las bases de datos utilizadas del SERCE y del modelo de la FPE, seguido por un análisis descriptivo de la variable dependiente y de las variables explicativas del modelo. Se destacaron las especificidades de las bases del SERCE para así realizar un análisis de las variables del mismo. El análisis descriptivo de las variables permitió conocer el comportamiento estadístico de las variables numéricas y la distribución de datos de las variables categóricas.

Finalmente, el último capítulo está compuesto de tres secciones. Primero, se detallaron las propiedades del método econométrico de Mínimos Cuadrados Ordinarios dando una descripción del mismo y mencionando los supuestos detrás del método y las propiedades de los estimadores. Segundo, se especificó la aplicación del método a la función de producción de la educación, describiendo el signo esperado de los coeficientes de las variables; y su interpretación. Tercero, se revisó la calidad de la información verificando que el modelo de la investigación cumpla con los supuestos MCO, y en el caso que no se cumpla con algunos de ellos se expuso las potenciales soluciones; igualmente se mostró los resultados de las principales pruebas de hipótesis. Por último, se describió los resultados de las dos regresiones corridas; la primera regresión corrige el problema de heterocedasticidad con errores robustos y la segunda con errores robustos agrupados por *clusters*.

De esta manera, esta disertación consta de tres puntos principales: revisión y síntesis de la literatura económica de educación focalizada en la función de producción de la educación, análisis de las bases empleadas del SERCE y descripción de la distribución de cada variable incluida en el modelo, y por último especificación del método MCO y los resultados del mismo aplicado a la FPE.

La regresión de la FPE muestra los siguientes resultados. Las variables relacionadas al nivel socioeconómico de la familia y las capacidades innatas del niño son las de mayor significancia estadística y sus coeficientes son los de mayor magnitud. A estas variables le siguen aquellas relacionadas con el profesor y su método de enseñanza. En este sentido, se recomiendan dos tipos de políticas públicas: la primera, que influya indirectamente sobre el primer tipo de variables y la segunda, que afecte directamente la calidad de los profesores.

Metodología de trabajo

Para llevar a cabo esta investigación acerca de la estimación de la función de producción de la educación para el Ecuador se partió de la siguiente pregunta general:

- ¿Cuáles son los principales factores asociados a la función de producción de educación y en qué medida estos influyen en el desempeño escolar del estudiante para el Ecuador en el periodo educativo 2005-2006?

De esta pregunta se derivan las siguientes preguntas específicas que fueron los pilares para la redacción de la disertación:

- 1) ¿En qué medida las características del docente influyen en el desempeño escolar del estudiante?
- 2) ¿En qué medida las características del establecimiento educativo influyen en el desempeño escolar del estudiante?
- 3) ¿En qué medida las características del estudiante influyen en el desempeño escolar del mismo?
- 4) ¿En qué medida las características de los hogares influyen en el desempeño escolar del estudiante?
- 5) ¿En qué medida los insumos provistos por la familia influyen en el desempeño escolar del estudiante?

Estas preguntas son la guía para estructurar la disertación, y al formularlas de manera afirmativa se convierten en los objetivos de la investigación:

- Encontrar los principales factores asociados a la función de producción de educación y su relación con el desempeño del estudiante para el Ecuador en el periodo educativo 2005-2006.

Asimismo, los objetivos específicos son:

- 1) Identificar la relación entre las características del docente y el desempeño escolar del estudiante.
- 2) Encontrar la relación entre las características del establecimiento educativo y el desempeño escolar del estudiante.
- 3) Establecer la relación entre las características del estudiante y el desempeño escolar del mismo.
- 4) Determinar la relación entre las características de los hogares y el desempeño escolar del estudiante.
- 5) Establecer la relación entre los insumos provistos por la familia y el desempeño escolar del estudiante.

Para llevar a cabo la presente disertación se empleó una estrategia de investigación cuantitativa. Este enfoque permite utilizar la recolección de datos de manera numérica y estadística para establecer la relación entre diferentes factores. El estudio utilizó una base de datos ya recolectada, la base SERCE, y buscó medir econométricamente la correlación entre las variables relacionadas con los insumos escolares, las características del niño y la familia, y los insumos provistos por ésta, y el rendimiento escolar del niño.

Para alcanzar este objetivo se usó la base del Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo (SERCE) del 2006 recopilada por la Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe (OREALC) y el Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación (LLECE). Tanto la OREALC como el LLECE son organismos internos de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). La base SERCE posee información sobre: los resultados de los estudiantes en matemáticas y en lenguaje para 4^{to} y 7^{mo} de básica, las características de los estudiantes, de sus familias, de los docentes, de la escuela y del director.

El procedimiento que se siguió para realizar esta investigación es el siguiente. Primero, mediante la técnica documental, se recopiló la información necesaria sobre: economía de la educación y función de producción de la educación; y se definieron los conceptos de manera sintetizada. Igualmente, se analizó la información de cuatro estudios sobre la función de producción de la educación (FPE) a nivel internacional y regional para utilizar sus modelos como referencia. Segundo, empleando la técnica de observación científica se usó las bases del SERCE para efectuar un análisis descriptivo de las variables incorporadas en el modelo de la FPE. Finalmente, a través de la técnica econométrica, se corrió una regresión de mínimos cuadrados ordinarios para conocer la correlación entre los insumos escolares, las características del niño y la familia y los insumos provistos por la misma, y el rendimiento escolar de las y los estudiantes.

Fundamentos teóricos

En este primer capítulo se detallarán los principales conceptos teóricos que permitirán contextualizar la siguiente investigación en la literatura y permitirán al lector tener una mejor comprensión. El trabajo sobre la recopilación y condensación de los fundamentos teóricos se centrará en dos temas principalmente: la economía de la educación y la función de producción de la educación.

1.1 Marco conceptual

1.1.1 Economía de la educación

1.1.1.1 Concepto de economía y aporte a la educación

En esta sección se detallarán los principales conceptos teóricos. El trabajo sobre la recopilación y condensación de los fundamentos teóricos se centrará en dos temas principalmente: la economía de la educación y la función de producción de la educación. El concepto de economía de la educación se abarcará en un primer momento. Para entender la noción de economía de la educación se revisará brevemente qué estudia la economía. La definición más difundida, mas no la única, es la de Gary Becker, la cual define a la economía como “*la asignación de recursos escasos para satisfacer necesidades infinitas*” (citado en Walberg y Bast, 2003: 182). Por ende, los economistas estudian cómo los individuos, las empresas y la sociedad en su conjunto utilizan el tiempo, el dinero y el esfuerzo para alcanzar sus objetivos. Por lo usual los académicos y los hacedores de políticas públicas tienden a ver el campo del conocimiento económico y educativo por separado. Esta disociación se entiende por la visión que se tiene de la economía como una ciencia social que se centra en estudiar el comportamiento de las empresas, de los individuos racionales, la optimización de los recursos y el costo de oportunidad, entre otros, por lo cual no se la considera como una ciencia calificada para asociarse a la educación de los niños (Brewer y McEwan, 2010: 3).

1.1.1.2 Definición de economía de la educación

John Maynard Keynes mencionó que la economía es una *manera de pensar* y es justamente este entendimiento de la economía que permite acortar la brecha entre economía y educación (citado en Brewer y McEwan, 2010: 3). En la década de los sesenta se acentuó el cuestionamiento de la productividad de las instituciones educativas, debido a la correlación entre el nivel de estudio de los trabajadores y sus resultados positivos en el mercado laboral, la participación de los economistas en el tema de educación se consideró relevante; ya que así se obtenían análisis de cómo los actores del sistema educativo respondían a incentivos (Brewer y McEwan, 2010: 3). Una vez definido el concepto de economía y su potencial aporte en temas educativos se definirá qué es la economía de la educación.

La economía de la educación es una rama dentro de las ciencias económicas; por lo tanto aplica los mismos principios y leyes³ que la economía (Woodhall, 1967: 389). De esta manera, la economía de la educación indaga cómo la sociedad organiza y utiliza sus recursos escasos para producir varios tipos de conocimientos y habilidades a través de la educación formal; y cómo estos conocimientos y habilidades se distribuye en los diferentes grupos de la sociedad (Brewer y McEwan, 2010: 3). Las tres grandes preguntas de la economía de la educación⁴ son las siguientes:

³ Los principios fundamentales que rigen el pensamiento económico son: escasez, trade-off, análisis marginal, costo de oportunidad, incentivos, racionalidad de los actores, mercados eficientes entre otros. Por otro lado, las principales leyes son las de la oferta y de la demanda.

⁴ De la bibliografía revisada, la economía de la educación posee un marco teórico más desarrollado bajo el enfoque neoclásico, por lo cual se utilizó dicho marco teórico. Esto no quiere decir que la economía de la educación no pueda entenderse desde otro pensamiento económico.

1. ¿Cuánta educación necesita un individuo adquirir? Esta pregunta hace relación estricta al proceso de adquisición de capital humano;
2. ¿Cómo debe ser la producción de educación y cuál debe ser la asignación presupuestaria asociada a este proceso? Esta pregunta permite examinar las condiciones, características y comportamientos bajo los cuales se inscriben las formas de organización de los mercados educativos; y
3. ¿Cómo se puede realizar el proceso de aprendizaje de manera más eficiente y efectiva? Esta pregunta es respondida a través del concepto de función de producción de la educación, el cual se detallará más adelante (Brewer y McEwan, 2010: 4).

1.1.1.3 Concepto base de la economía de la educación: capital humano

Brewer y McEwan (2013: 31) señalan que la teoría del capital humano es la base del trabajo empírico de la economía de la educación ya que es una herramienta que permite conceptualizar cómo los individuos toman decisiones en cuanto a sus estudios y cómo se mide el alcance de dichas decisiones. Por esta razón se presentará brevemente este concepto y sus principales dimensiones de análisis. Primero, se definirá qué es el capital humano. Para Becker (1983: 24) el capital humano es *“el conjunto de las capacidades productivas que un individuo adquiere a través de la acumulación de conocimientos generales o específicos”*. Asimismo, Becker (1983: 53) plantea que el capital humano es una inversión que le permite al individuo adquirir conocimiento, formarse e informarse con el objetivo de mejorar su productividad. Además, Brewer y McEwan (2010: 27) exponen que el capital humano puede ser percibido como un activo ya que es una inversión que realiza el individuo esperando flujos futuros de renta, medidos por lo usual a través de los ingresos.

Una vez definido el concepto de capital humano, a continuación se revisarán sus dimensiones, siendo éstas: el nivel óptimo de inversión en capital humano, el retorno a la educación, y los beneficios y externalidades. El nivel óptimo de inversión en capital humano se da cuando el costo marginal de un año más de estudio se iguala al beneficio marginal (retorno marginal) obtenido de ese año de estudio en el mercado laboral. El nivel óptimo de inversión se basa en los siguientes supuestos: los individuos son racionales, cada individuo tiene una productividad innata diferente, cada año extra de educación tiene un costo adicional, el costo adicional de la educación varía según la productividad del trabajador, y el mercado laboral logra hacer distinciones salariales según la productividad del individuo (Brewer y McEwan, 2010: 33). Por lo tanto, bajo los supuestos previos se espera que cada individuo maximice su beneficio neto, invirtiendo en educación únicamente, mientras la ganancia de un año de educación supere su costo. Por ende, aquellos trabajadores con menor habilidad innata, les costará más educarse y su nivel óptimo de capital humano será inferior al de los individuos con mayor habilidad innata (Brewer y McEwan, 2010: 34).

En este marco teórico se inscribe la ecuación del retorno a la educación⁵ de Jacob Mincer, quien buscó cuantificar cuál sería la ganancia salarial para un individuo con un año extra de educación. Pablo Carrillo (2013: 54) muestra que el retorno minceriano para el Ecuador en el año 2010 es de 6%;

⁵ La ecuación de retorno a la educación minceriana es la siguiente: $\log(y) = \log(y_0) + rS + \beta_1 X + \beta_2 X^2$, en la cual la variable dependiente es el logaritmo del salario (y) que se explica por el logaritmo del salario inicial (y_0), los años de escolaridad (S) y la experiencia (X). Esta ecuación ha recibido varias críticas conceptuales y econométricas las cuales están resumidas por Thomas Lemieux en su trabajo *The Mincer Equation thirty years after schooling, experience and earnings* (2003).

es decir, que por cada año adicional de educación un ecuatoriano ganaría 6% más en su salario. Finalmente, se resumirán los beneficios y externalidades de la educación y sus principales fuentes de evidencia empírica en los Cuadros 1 y 2.

1.1.1.4 Beneficios y externalidades de la educación

El Cuadro 1 sintetiza los beneficios individuales de la educación. Se diferencian dos tipos de beneficios para el individuo, los monetarios y los no monetarios. Mincer mostró en su investigación *Schooling, Experience and Earnings* que existe una correlación positiva entre la educación y el incremento salarial (citado en Brewer y McEwan, 2010: 37). Asimismo, existen beneficios no monetarios de la educación como: ascenso laboral, mayor longevidad, mejora de la calidad de vida y de la salud. Esta relación positiva entre la educación y los beneficios se encuentra expuesta en los trabajos de Mincer, Lleras-Muney y Muenning, respectivamente (citado en Brewer y McEwan, 2010: 30).

Cuadro 1. Beneficios de la educación

Beneficios individuales		AUTORES QUE INVESTIGARON SOBRE EL TEMA
Monetarios	Incremento salarial	Mincer, J. (1974). <i>Schooling, Experience and Earnings</i>
	Ascenso laboral	
No monetarios	Mayor longevidad	Lleras-Muney, A. (2005). <i>The relationship between education and adult morality in the United States.</i>
	Mejor calidad de vida	
	Mejor salud	Muenning, P. (2007). <i>How education produces health: A hypothetical framework.</i>

Fuente: Brewer, D y McEwan, P (2010). *Economics of education*. San Diego: Elsevier.

Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

El Cuadro 2 expone las externalidades positivas, monetarias y no monetarias, que tiene la educación sobre la sociedad. Las externalidades monetarias de la educación tienen efectos favorables sobre la economía ya que incrementan el producto interno bruto global y per cápita; así lo demostró Barro en su estudio *Education and Economic Growth* (citado en Brewer y McEwan, 2010: 65). Las externalidades no monetarias abarcan diversas dimensiones de la sociedad. En cuanto a género, la educación disminuye la tasa de fecundidad y aumenta la participación de las mujeres en la fuerza laboral; así lo probaron los autores Bae, Choy y Synder en su publicación *Trend in Education Equity of Women and Girls* (citado en Brewer y McEwan, 2010: 37). Por otro lado, la educación impacta positivamente en la ciudadanía de una sociedad, ya que fortalece la democracia, aumenta la participación cívica, genera estabilidad política, mejora la calidad de las instituciones públicas y asegura el involucramiento de los ciudadanos en los procesos políticos. El trabajo de los autores Milligan, Moretti y Oreopoulos y el estudio de McMahon muestran evidencia empírica de este impacto positivo en la ciudadanía (citado en Brewer y McEwan, 2010: 91). También, la educación disminuye la tasa de criminalidad; así lo comprobó la investigación de Lochner y Moretti (citado en Brewer y McEwan, 2010: 97). Asimismo, la educación influencia positivamente la salud de los ciudadanos, al incrementar la tasa de vacunación, disminuir el uso de drogas y de accidentes provocados por conductores bajo el efecto del alcohol. Muenning muestra en su estudio *How education produces health: A hypothetical framework* justamente esta relación entre la educación y la salud (citado en Brewer y McEwan, 2010: 81). Finalmente, la educación tiene un efecto sobre la inequidad social, al reducir la inequidad y la pobreza; Machin y McMahon muestran respectivamente la evidencia empírica sobre este efecto (citado en Brewer y McEwan, 2010:105).

Cuadro 2. Externalidades positivas de la educación

		EXTERNALIDADES POSITIVAS	AUTORES QUE INVESTIGARON SOBRE EL TEMA
MONETARIAS	Económico	Incremento del Producto Interno Bruto	Barro, R. (2013). Education and Economic Growth. Annals of Economics and Finance.
		Incremento del Producto Interno Bruto per cápita	
NO MONETARIAS	Género	Disminución tasa fecundidad	Bae, Y., Choy, S. and Synder, T. (2000). Trends in Education Equity of Women and Girls.
		Aumento de la participación de la mujeres en la fuerza laboral	
	Ciudadanía	Fortalecimiento de la democracia	Milligan, K., Moretti, E. and Oreopoulos, P. (2004). Does education improve citizenship? Evidence from the USA and the United Kingdom.
		Aumento de la participación cívica	
		Estabilidad política	McMahon, W. (2002). Education and Development: Measuring the Social Benefits.
		Mejora la calidad de las instituciones públicas	
	Mayor involucramiento en los procesos políticos		
	Criminalidad	Disminución de la criminalidad	Lochner, L. and Moretti, E. (2004). The effect of education on crime: Evidence from prison inmates, arrests, and self-reports.
	Salud	Incremento de la población vacunada	Muenning, P. (2007). How education produces health: A hypothetical framework.
		Disminución del uso de drogas	
		Disminución de conductores que manejan bajo los efectos del alcohol	
	Inequidad	Reduce la inequidad social	Machin, S. (2008). Education and Inequality.
Reduce la pobreza		McMahon, W. (2002). Education and Development: Measuring the Social Benefits.	

Fuente: Brewer, D y McEwan, P (2010). Economics of education. San Diego: Elsevier.

Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

Como se muestra en los cuadros anteriores, las externalidades de la educación son mayores a los beneficios individuales. Justamente, esta es una de las razones por la cual los gobiernos intervienen en el campo de la educación; debido al impacto que esta tiene en la sociedad (Brewer y McEwan, 2010: 30).

Otro enfoque sobre el estudio del capital humano es entender cómo este explica el crecimiento económico. Existen dos teorías con enfoques diferentes que buscan explicar los factores del crecimiento económico a largo plazo. El modelo neoclásico o modelo exógeno de crecimiento atribuye el crecimiento económico a largo plazo a factores externos no incluidos en el modelo. Por otro lado, el modelo de crecimiento endógeno sostiene que el crecimiento económico a largo plazo se explica por factores internos determinados en el modelo. De hecho, se han desarrollado teorías de crecimiento económico basadas en el principio de que el capital humano es el principal factor que potencia el crecimiento económico a largo plazo (Barro, 2013: 301). Paul Romer y Robert Lucas son autores que desarrollaron este tipo de modelos endógenos.

1.1.1.5 Capital humano y crecimiento económico

A raíz de esto, varios investigadores han buscado medir cuál es la correlación entre adquisición de capital humano y crecimiento económico. Uno de los estudios hito en este tema es el que realizó Robert Barro en 1997, en el cual encontró que si el promedio de años de educación de hombres mayores a 25 años aumenta en un año, la tasa de crecimiento económico per cápita de los países en vías de desarrollo⁶ incrementará en 0,8% (Barro, 2013: 306). Cabe recalcar que cada investigador mide de diferente manera la adquisición de capital humano. De hecho, Eric Hanushek y Ludger Wossman realizaron igualmente un estudio sobre la correlación⁷ entre capital humano y crecimiento

⁶ La muestra del estudio abarcó 84 países en total de los cuales 48 eran países en vías de desarrollo y 36 eran desarrollados. El periodo de estudio fue de 1965 a 1995 (Barro, 2013: 305).

⁷ Los autores Hanushek y Wossman muestran en su estudio que otro tipo de factores como la calidad de las instituciones públicas, el buen funcionamiento del mercado, y el respeto a los derechos constitucionales refuerzan el efecto que tiene el capital humano sobre el crecimiento económico.

económico y decidieron medir el primer factor a través del puntaje promedio obtenido por los estudiantes de cada país en las pruebas PISA⁸ de la OECD (Hanushek y Wossman, 2007: 30). Además, Hanushek y Wossmann demostraron en su estudio que los años de educación no son una buena variable para medir la adquisición de capital humano, más bien la calidad de la educación⁹, medida a través de pruebas estandarizadas, es un variable más acertada (2007: 29). Los autores afirman que una de las razones por las cuales se dejó de utilizar los años de educación como variable de medida es porque no se obtiene “*el mismo retorno minceriano*¹⁰ al estudiar un año más en Ghana o Perú que en Finlandia o Corea” (Hanushek y Wossmann, 2007: 25). Este ejemplo afirma que un año más de educación en cualquier país del mundo no genera las mismas capacidades cognitivas en los niños, ya que la calidad de los sistemas educativos difieren, por lo tanto el potencial beneficio salarial que percibirá el individuo a futuro no será el mismo. Después de haber destacado la relación entre el capital humano y el crecimiento económico seguiremos con el segundo concepto clave de esta investigación: la función de producción de la educación.

1.1.2 Función de producción de la educación

1.1.2.1 El concepto de la función de producción de la educación y su uso

La función de producción de la educación se inscribe dentro del marco teórico de la función de producción de microeconomía¹¹; a pesar de esto tiene particularidades específicas por su aplicación al campo educativo. El significado técnico de una función de producción es que esta maximiza el producto dado un conjunto de insumos. Al aplicar la función de producción a la educación no se busca maximizar el rendimiento académico de los estudiantes, más bien se quiere conocer cómo los diferentes factores relacionados al proceso de aprendizaje se relacionan con el logro académico. Justamente, esta es la mayor diferencia entre una aplicación de la función de producción a la educación y a cualquier otra industria (Hanushek, 1979:354). Por lo tanto, la función de producción de la educación se ha convertido en la principal herramienta cuantitativa disponible para las investigaciones en educación (Brewer y McEwan, 2010: 127).

La función de producción de la educación asemeja el proceso educativo al proceso productivo de cualquier bien¹², por lo cual existe un producto final del proceso educativo e insumos que dieron lugar a dicho resultado. Por lo general el producto final del proceso educativo son las habilidades

⁸ “Las pruebas de PISA son aplicadas cada tres años y tienen por objeto evaluar hasta qué punto los alumnos, cercanos al final de la educación obligatoria, han adquirido algunos de los conocimientos y habilidades necesarios para la participación plena en la sociedad del saber. PISA saca a relucir aquellos países que han alcanzado un buen rendimiento y, al mismo tiempo, un reparto equitativo de oportunidades de aprendizaje. Los resultados educativos abarcan las siguientes áreas: la motivación de los alumnos por aprender, la concepción que éstos tienen sobre sí mismos y sus estrategias de aprendizaje” (Organisation for Economic Cooperation and Development, 2014).

⁹ Hanushek y Kimko (2010: 1187) demostraron en su estudio que las diferencias de calidad en la educación tienen un impacto en en la productividad de las personas lo que afecta las tasas de crecimiento económico de los países (1187).

¹⁰ Se entiende por retorno minceriano la tasa de variación salarial por un año más de educación (Hanushek y Wossmann, 2007:6).

¹¹ Para mayor detalle del marco teórico de la función de producción revisar el capítulo 1 del libro *Microeconomic Analysis* de Hal Varian tercera edición.

¹² El supuesto de asociar el proceso de aprendizaje a cualquier proceso productivo es bastante estricto ya que el proceso de aprendizaje es complejo, multidimensional y no es posible aislarlo del contexto en el cual se inscribe. No obstante, la FPE permite modelizar este proceso para así encontrar los factores que más influyen en el mismo.

cognitivas y no cognitivas¹³ que fueron adquiridas por el estudiante en su formación escolar. Las habilidades no cognitivas pueden ser difíciles de medir, razón por la cual se utilizan casi siempre a las habilidades cognitivas como resultado del proceso educativo. Estas son definidas por VandenBos (2007: 187) como “*la aptitud para la percepción, el aprendizaje, la memoria, la comprensión, la conciencia, el razonamiento, la intuición, el juicio y el lenguaje*”. La literatura recomienda medir las habilidades cognitivas adquiridas por los estudiantes a través de pruebas estandarizadas, en las cuales no se mida el conocimiento sino las capacidades.

Para medir la FPE se utilizan de diversas técnicas econométricas de regresión (Brewer y McEwan, 2010: 6). La fuerza de la FPE como herramienta radica en la generación de política pública educativa basada en estudios sobre cómo los factores relacionados al proceso educativo se relacionan con el rendimiento escolar de forma independiente. (Hanushek, 1979: 376). La información cuantitativa generada por la función de producción de la educación permite crear debate sobre cuánto y cómo debería asignarse el presupuesto para la educación; ya que la FPE establece un marco teórico para pensar qué recursos y en qué combinaciones tendrían un impacto o harían una diferencia en el resultado escolar de los estudiantes (Brewer et al, 2010: 6 y 127). Además, la utilización de la función de producción de la educación permite valorar la eficiencia y efectividad de las diferentes alternativas de política pública educativa (Brewer et al, 2010: 132). Después de haber descrito qué es la función de producción de la educación, qué mide, cómo mide y para qué lo mide; definiremos el modelo estructural de la FPE, sus supuestos y factores.

1.1.2.2 El modelo estructural de la FPE y sus supuestos

El modelo estructural de la FPE se presenta a continuación (Hanushek, 1979: 363):

$$A_{it} = f(Q_{it}, C_{it}, H_{it}, I_{it}) \quad (1)$$

La construcción de la ecuación 1 está basada en algunos supuestos. El primer supuesto establece cuáles son los factores que influyen el rendimiento escolar¹⁴. La descripción de cada factor es la siguiente: A_{it} es el rendimiento escolar (adquisición habilidades cognitivas) del individuo i en el tiempo t ; Q_{it} hace referencia a los insumos escolares; C_{it} es la habilidad innata del individuo, o también llamada contribución del estudiante¹⁵; H_{it} recoge las características de la familia; y finalmente I_{it} corresponde a los insumos familiares. Estos factores han sido identificados claves en el proceso de aprendizaje en base a la teoría educativa y evidencia empírica (Hanushek, 1979:360).

El segundo supuesto menciona que los insumos de la FPE no son eficientes, a pesar de que la teoría sobre la función de producción asume que sí lo son, romper con este supuesto no tiene repercusiones en el análisis y uso de la FPE (Brewer y McEwan, 2010: 127). Justamente, no se puede esperar eficiencia¹⁶ en los insumos del proceso de aprendizaje, ya que la educación es un servicio que

¹³ No existe un consenso para la definición de habilidades no cognitivas. En todo caso estas están relacionadas con los rasgos de la personalidad y permiten entender la reacción socioemocional de una persona ante una situación determinada (Bassi, Busso, Urzúa y Vargas 2012: 83).

¹⁴ El Anexo 2 aclara qué otros factores son determinantes para el logro escolar y no están considerados en el marco de la FPE pero sí por expertos en educación y en psicología educativa.

¹⁵ No existen bases de datos en las cuales se mida las habilidades innatas del niño desde el nacimiento. De hecho, recoger información sobre este factor es el mayor reto para los investigadores que trabajan con la FPE. (Hanushek, 1979: 364).

¹⁶ Para que los insumos del proceso de aprendizaje sean eficientes se necesitaría que la escuela identifique para cada estudiante cómo este sacaría el máximo provecho de los diferentes insumos escolares (Brewer y McEwan, 2010: 127).

logra transformar diversos tipos de insumos en capacidades cognitivas y no cognitivas para individuos muy diferentes. El tercer supuesto indica que la FPE es acumulativa, en otras palabras cualquier insumo adquirido en periodos previos por el estudiante tiene una duración hasta la fecha, pero esta duración decrece mientras más lejano en el tiempo fue adquirido el insumo.

El cuarto supuesto es asumir que el principal logro del aprendizaje es el logro académico del estudiante y que su cuantificación es factible a través de pruebas estandarizadas (A_i). Hanushek (1979: 362) menciona que este supuesto es sustentable si se afirma que los otros resultados del aprendizaje (v.g. conciencia cívica, capacidades de socialización) no tienen una relación directa con el rendimiento académico, por lo cual no se omite información al excluirlos de la FPE.

Otros supuestos de la FPE están señalados en el trabajo de Petra Todd y Kenneth Wolpin (2003: 15) serán mencionados a continuación. El supuesto de la independencia entre años de educación, quinto supuesto, establece que la FPE no varía con la edad del estudiante; es decir que, el efecto de un insumo adquirido en tercero de básica, el cual es utilizado en cuarto de básica, es el mismo que el efecto de un insumo adquirido en cuarto de básica y utilizado en quinto de básica. Este supuesto es considerado pertinente cuando la FPE se corre con una muestra de estudiantes de primero niveles.

El sexto supuesto se refiere a la separabilidad de los insumos bajo el cual los insumos escolares y no escolares no tienen efecto cruzado¹⁷ entre ellos.

Los seis supuestos previos no son los únicos detrás de la construcción conceptual y matemática de la FPE, pero son los más relevantes para la comprensión de la ecuación de la FPE.

1.1.2.3 El modelo funcional de la FPE

Para esta investigación se utilizará la siguiente forma funcional de la función de producción de la educación:

$$A_i = \alpha + \sum \beta_{Q_i} Q_i + \sum \beta_{C_i} C_i + \sum \beta_{H_i} H_i + \sum \beta_{I_i} I_i + u_A \quad (2)$$

Los factores relacionados al rendimiento escolar son los mismos que se expusieron en el primer supuesto del modelo estructural. Y el factor u_A ¹⁸ es un término de error que agrupa todos los factores que influyen en el resultado educativo, pero que no es posible medirlos, observarlos o que corresponden a shocks exógenos o errores de medición (Brewer, 2010: 139).

En la teoría de la FPE existe un debate sobre la forma funcional que debe tener la FPE, si esta deber ser lineal, logarítmica o Cobb-Douglas. La forma funcional lineal es la más usada por dos razones. Primero, otro tipo de forma funcional no tendría una explicación funcional en el campo educativo. Y segundo, desde un punto de vista técnico para variaciones en rangos limitados cualquiera de las funciones daría el mismo resultado (Hanushek, 1979: 372).

La función lineal bajo la cual esta expresada la función de producción de la educación (ecuación 2) permite conocer el grado de asociación de cada factor de manera independiente sobre el

¹⁷ Este supuesto asegura que la regresión no tenga problemas de multicolinealidad (Todd y Wolpin, 2003: 15).

¹⁸ Para utilizar el modelo de mínimos cuadrados ordinarios es necesario que la correlación entre el término de error (u_A) y el resto de las variables explicativas sea nulo con el fin de obtener un estimador (β) insesgado, consistente y eficiente (Brewer, 2010: 139).

rendimiento académico, lo cual evita que exista un problema de multicolinealidad entre las variables explicativas. Otra característica de esta forma funcional es que asegura que los rendimientos a escala de la FPE sean constantes, en otras palabras es una función homogénea de grado 1, y que los rendimientos marginales de los factores igualmente lo sean (Hanushek, 1979: 372).

David Figlio (1998: 242) postula en su trabajo que la función de producción de la educación es homotética; es decir, que la tasa marginal de sustitución entre los insumos depende únicamente de la proporción del insumo y no de la escala de producción. Por lo tanto, el efecto marginal de los insumos escolares (o de los insumos familiares o cualquier otro insumo) será el mismo en el rendimiento académico del estudiante sin importar la escala de producción de la educación.

1.1.2.4 Factores de la función de producción de la educación

El primer supuesto define que la FPE tiene como factores explicativos del logro académico a los insumos escolares, familiares y a la contribución del estudiante. Para entender a cabalidad a estos factores se describirán las variables que los componen y la forma bajo la cual suelen ser usualmente medidas.

- Insumos escolares: Q_{it}
 - Características del docente: se refiere a los años de experiencia en la docencia, nivel de formación educativa, tipo de contrato, dedicación horaria, trabajo en la localidad de residencia (Hanushek, 2007: 3).
 - Características de enseñanza del docente: hacen mención al cumplimiento de las horas de clase asignadas, número de horas utilizadas para la preparación de la clase, conocimiento específico de la materia dictada, etc (OREALC y LLECE, 2006: Cuestionario Docente: 6 y 7).
 - Características de la gestión administrativa del establecimiento: son la experiencia del director, el nivel de formación educativa, la formación pedagógica, la dedicación horaria, los estudios de actualización en gestión de la educación, etc (OREALC y LLECE, 2006: Cuestionario Director: 3).
 - Características de infraestructura de la escuela: esto es el número de aulas, de laboratorios, la conectividad al internet, la disponibilidad y el estado de salas de computación y música, bibliotecas, instalaciones sanitarias, áreas verdes, etc (Maradona, 2004: 15).

- Insumos familiares: H_{it} y I_{it}
 - Características socioeconómicas de la familia: se refiere al nivel de educación de los padres, número de hijos en la familia, nivel de ingreso, materiales de construcción de la vivienda, número de lenguas habladas por los padres, número de libros en el hogar, etc (OREALC y LLECE, 2006: Cuestionario de familia: 3 y 6).
 - Características de la localidad: hace referencia al acceso a servicios básicos en la localidad, tasa de desempleo en el territorio, tasa de criminalidad, nivel de pobreza por ingreso, etc (Wilson, 2001: 522).
 - Aportaciones de la familia para la educación: se refiere a la revisión de los deberes, horas dedicadas al niño, gasto del hogar en tutorías para el niño, participación de los

padres en actividades escolares, número de libros leídos en la noche, compra de materiales escolares, etc (Wilson, 2001: 522).

- Contribución del estudiante: C_i
 - Habilidad innata del estudiante: hace referencia a la capacidad de autoaprendizaje, lectura de temas suplementarios, participación en clase, etc (OREALC y LLECE, 2006: Cuestionario del Estudiante: 11 y 12).
 - Características del estudiantes: se refiere al sexo, lengua materna, trabaja o no, etc (OREALC y LLECE, 2006: Cuestionario del Estudiante: 3).

Las variables previamente citadas suelen ser los principales componentes de los insumos escolares, familiares y de la contribución del estudiante ya que se inscriben en el marco teórico de la función de producción y existe información numérica sobre ellas; sin embargo no son las únicas variables.

1.1.2.5 La FPE y su incidencia en la política pública

Finalmente, se explicará cómo las políticas públicas tienen efecto sobre el logro académico, y cuáles suelen ser estas políticas educativas. La función de producción de la educación revela qué factores¹⁹ están detrás del proceso educativo. Bajo esta premisa, los hacedores de política pública saben qué factores inciden en el rendimiento académico y logran generar medidas efectivas que favorezcan el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Al identificar los factores del proceso educativo como los insumos escolares, familiares y la contribución del estudiante, se desarrollan políticas públicas que ejercen cambios sobre cada uno de estos factores. Cabe recalcar que las políticas tienen un efecto directo²⁰ sobre los insumos escolares, pero no sobre los insumos familiares; sobre estos últimos existe más bien un control indirecto (Brewer y McEwan, 2010: 132). Las políticas públicas sociales (v.g. mejoras en saneamiento, implementación de servicios básicos, transferencias monetarias a los hogares más pobres) tienen un impacto sobre los insumos familiares (F_{it}) y, de manera indirecta, mejoran el rendimiento académico de los estudiantes (Brewer, 2010: 144).

Otro punto a resaltar, es que los insumos de la función de producción de educación S_{it} e F_{it} mantienen una relación de sustitución; es decir que cuando mejora la calidad de la oferta educativa (ΔS_{it}), los insumos provistos por la familia tienden a disminuir o ajustarse (∇H_i) (Brewer, 2010: 138). En este caso las políticas sobre los insumos escolares tienen un efecto indirecto sobre los insumos provistos por la familia.

Por otro lado, la medición del impacto de la política pública educativa a través de la FPE permite romper paradigmas y forjar política pública basada en evidencia empírica. Por ejemplo, algunos países han enfatizado en aumentar el gasto público en educación, sin asegurarse que la calidad de este servicio mejore a la par. A penas 27% de los estudios realizados sobre este tema muestran que existe una correlación positiva entre el gasto por alumno y su logro académico, el resto de estudios revelan que no hay una relación econométrica significativa entre ambas variables (Brewer y McEwan, 2010: 133).

¹⁹ Se entiende por factores aquellos definidos e identificados por la función de producción de la educación.

²⁰ Es por esta razón que existe un mayor énfasis en el análisis de cuál es el impacto de los insumos escolares sobre el logro académico.

Después de haber explicado cómo el análisis de la FPE permite generar política pública que incida en el rendimiento académico de los estudiantes, se detallarán cuáles suelen ser las principales políticas públicas empleadas para mejorar el proceso educativo de los estudiantes.

El Cuadro 3 detalla cuáles son las políticas públicas implementadas para generar un efecto positivo sobre la tasa de matriculación y el logro académico, y los autores quienes investigaron si la política fue efectiva o no.

Cuadro 3. Políticas públicas educativas y su impacto

POLÍTICAS PÚBLICAS EDUCATIVAS	AUTORES	PAÍS	IMPACTO EN LA TASA DE MATRICULACIÓN	IMPACTO EN EL LOGRO ACADÉMICO ¹
Políticas que afectan los insumos familiares (Fit)				
Transferencias monetarias no condicionadas	Edmonds (2006)	Sudáfrica	Sí	No se estimó
Transferencias monetarias condicionadas	Schultz (2004)	México	Sí	No se estimó
Abolición de la matrícula escolar	Iniciativa de abolición de matrículas (2006)	Kenia	Sí	No
Cupones	Angrist et al (2001)	Colombia	Sí	No
	Hsieh y Urquiola (2006)	Chile	No	No
Desparacitación (salud)	Miguel y Kremer (2004)	Kenia	Sí	No
Políticas que afectan los insumos escolares (Sit)				
Construcción de más escuelas	Duflo (2001)	Indonesia	Sí	No se estimó
Profesores con contratos temporales	PASEC ² (2004)	Mali	Sí	No
Tamaño de la clase	Urquiola (2001)	Bolivia	No se estimó	Sí
Incentivos a los profesores	Glewwe, Ilias y Kremer (2003)	Kenia	No	No
Clases de nivelación	Banerjee et al (2005)	India	No se estimó	Sí
Aprovisionamiento de materiales educativos (cuadernos, libros, laboratorios etc)	Glewwe et al (2007)	Kenia	No	No

Nota 1: El logro académico fue medido a través de pruebas estandarizadas.

Nota 2: PASEC Programa de Análisis de los Sistemas Educativos de la CONFEMEN (Programme d'Analyse des Systèmes Éducatifs de la CONFEMEN)

Fuente: Brewer, D. y McEwan, P. (2010). *Economics of Education*. San Diego: Elsevier.

Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

El Cuadro 3 muestra la diversidad de políticas públicas existentes para incidir en los insumos familiares y escolares. Los hacedores de políticas públicas deciden qué política implementar para así mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes; pueden incidir de manera directa cambiando los insumos escolares o de manera indirecta modificando los insumos familiares. Para generar un efecto directo en el aprendizaje, las políticas públicas más comunes que afectan los insumos escolares son: construir escuelas, contratar de manera temporal profesores, disminuir el tamaño de la clase, otorgar incentivos económicos a los profesores, brindar clases de nivelación y entregar materiales escolares.

De acuerdo a la literatura citada en Brewer y McEwan (2010: 49) no todas las políticas mencionadas previamente tienen un efecto sobre la tasa de matriculación o el logro académico. La investigación realizada por Duflo en Indonesia muestra que aumenta la tasa de matriculación con la construcción de escuelas. El programa PASEC presenta en su investigación que contratar profesores temporales incide positivamente sobre la tasa de matriculación más no sobre el logro académico en Mali. Urquiola midió una relación positiva entre la disminución del tamaño de la clase y el logro educativo en Bolivia. En Kenia, los estudios de Glewwe y otros autores muestran que los incentivos económicos a los profesores, al igual que la entrega de material escolar a los alumnos no inciden en la tasa de matriculación, ni en el logro educativo. Finalmente, Banerjee encontró en su estudio, realizado en India, que las clases de nivelación tienen un efecto favorable sobre el logro educativo. Cabe resaltar

que, los países en vías de desarrollo han realizado grandes esfuerzos para asegurar tasas altas de matriculación en primaria y secundaria (Glewwe y Kremer, 2005: 2). Las altas tasas de matriculación, per se, no aseguran el desarrollo de habilidades cognitivas en los alumnos.

Por otro lado, las políticas que inciden indirectamente en el aprendizaje, a través de políticas que afectan los insumos familiares, son principalmente las siguientes: realizar transferencias condicionadas y no condicionadas, abolir el pago de matrícula escolar, entregar cupones (becas) y conducir programas de desparasitación. En Sudáfrica, Edmonds mostró que las transferencias no condicionadas incrementan la tasa de matriculación, el mismo efecto tienen las transferencias no condicionadas en México según el estudio de Schultz. El estudio realizado en Kenia mostró que la abolición del pago de matrícula escolar tuvo un impacto positivo en la tasa de matriculación más no tuvo ningún efecto sobre el logro académico de los estudiantes. Además, la aplicación de una misma política pública en diferente ubicación geográfica tiene efectos diferentes por las particularidades culturales, socioeconómicas y políticas de cada país. De hecho, el Cuadro 3 muestra que en Colombia la política de cupones no surgió efecto en la tasa de matriculación mientras que en Chile sí. Finalmente, Kremer y Miguel mostraron que en Kenia la desparasitación de los niños no favorece su logro educativo pero aumenta la tasa de matriculación.

Se constata que muy pocas políticas educativas son evaluadas después de su aplicación, y aquellas que sí han sido evaluadas no muestran haber sido ni eficientes, ni efectivas (Brewer y McEwan, 2010: 146).

Para concluir, esta sección muestra el aporte de la economía a la educación, a través del desarrollo conceptual de la economía de la educación y sus conceptos claves de capital humano y función de producción de la educación. La FPE es una herramienta útil ya que permite identificar los factores detrás del proceso de aprendizaje y permite evaluar el impacto de las políticas públicas educativas.

1.2. Análisis de casos de la literatura

En esta sección se revisarán algunos de los principales estudios realizados sobre la función de producción de la educación (FPE) con la finalidad de conocer cuáles fueron los antecedentes de estos, las limitaciones que afrontaron a nivel metodológico, las variables explicativas de la FPE que fueron escogidas, y finalmente saber sobre sus conclusiones y recomendaciones.

1.2.1 Hanushek, Kain y Rivkin: Teachers, Schools and Academic Achievement (1998)

Se comenzará analizando la investigación de Hanushek, Kain y Rivkin intitulada *“Teachers, Schools and Academic Achievement”* realizada en 1998. Esta investigación es una de las emblemáticas según los autores Todd y Wolpin (2003: 13).

¿Cuáles son los antecedentes de esta investigación?

La investigación de Hanushek, Kain y Rivkin parte de los antecedentes que se detallan a continuación. A raíz del reporte de Coleman en 1996, el debate principal para los hacedores de políticas públicas educativas fue si las escuelas hacen o no una diferencia en el rendimiento escolar de los alumnos. En otras palabras se busca saber si hay diferencias entre las escuelas y si estas diferencias tienen un efecto en el rendimiento escolar. Asimismo, se analiza si las diferencias radican en las características de los profesores, de la directiva o de la infraestructura escolar. Finalmente, se indaga si las

diferencias entre estos factores tienen un impacto significativo en el rendimiento de los niños para justificar cambios en las políticas educativas. Para aclarar estas dudas, en 1998 Hanushek et al realizan el estudio titulado *“Teachers, Schools and Academic Achievement”*, con el objetivo de esclarecer cuál es el impacto de las escuelas y de los profesores sobre el desempeño escolar de las niñas y niños. En este estudio, Hanushek et al (1998: 1) utilizan variables que detallan las características específicas de los profesores y de las escuelas.

¿Cuáles fueron los limitantes de la investigación?

El principal limitante de la investigación radicó en que las aulas cumplían con una composición no aleatoria. Esto se debe a que los directivos de las escuelas deciden a qué aulas van los estudiantes según su criterio de análisis y las características de los niños. Además, previo a esta selección las familias escogen en qué escuelas quieren inscribir a sus hijos (Hanushek et al, 1998: 7).

Dicho limitante repercute en la investigación ya que es difícil evaluar las diferencias entre las escuelas y los profesores de cada aula debido a que estas diferencias se ven influenciadas por factores externos de decisión de las familias y de las mismas escuelas. En términos econométricos este problema causa sesgo de selección producido por una falta de aleatoriedad en la muestra. La metodología de diferencia en diferencia resuelve esto al analizar el mismo grupo de estudiantes en dos momentos de tiempo diferentes; es decir, por ejemplo, que los niños en 4^{to} de básica en 1994 se encuentran en 5^{to} de básica en 1995. Así, cualquier diferencia en el rendimiento escolar de los niños no puede deberse a un cambio en las características y atributos de los estudiantes, lo cual permite capturar el efecto que tienen los profesores y la escuela sobre los logros educativos de sus alumnos (Hanushek et al, 1998: 2,3).

El Cuadro 4 resume los detalles del contexto del estudio.

Cuadro 4. Detalles del contexto del estudio Hanushek, Kain y Rivkin (1998)

Localización Geográfica del estudio	Texas-Estados Unidos
Año en el cual se realizó el estudio	1998
Fuente de la Base de Datos	Panel de datos de Harvard/UTD Texas School Project
Variable dependiente	Pruebas de lectura y matemáticas
Primer cohorte muestral	4 ^{to} , 5 ^{to} , 6 ^{to} y 7 ^{mo} de básica en 1994
Segundo cohorte muestral	5 ^{to} , 6 ^{to} y 7 ^{mo} de básica en 1995
Tamaño muestral	3000 escuelas = 500 mil estudiantes
Método econométrico de estimación	Estimador de doble diferencia utilizando efectos fijos

Fuente: Hanushek et al (1998). Teachers, Schools and Academic Achievement. Cambridge: National Bureau of Economic Research

Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

¿Cuáles son las variables explicativas escogidas en la FPE de esta investigación?

La Tabla 1 resume las variables utilizadas en la investigación para medir el grado de asociación de las características de los profesores y de la escuela sobre el puntaje de las pruebas de matemáticas y de lectura de los niños. Además, se detalla en esta tabla si las variables son significativas²¹ o no. La significancia está dada por el test estadístico t-student ajustado con la matriz de White²².

Tabla 1. Significancia de las variables explicativas: características de docentes y escuela

²¹ Para saber si la variable es significativa o no, se lee el t de student; si éste es superior al valor crítico de dos (2) se acepta la hipótesis alternativa la cual afirma que el coeficiente (β) es diferente de 0 (Gujarati, 2004: 115).

²² La matriz de varianzas-covarianzas de White (Ω) permite solucionar el incumplimiento del supuesto de errores homocedásticos del método de Mínimos Cuadrados Ordinarios. La homocedasticidad supone que la varianza de los residuos es constante y no varía en los diferentes niveles del factor; por su parte la heterocedasticidad supone lo contrario. Este estudio utiliza el test de student ajustado con la matriz de White (Ω), por lo tanto en el cálculo de la t de student se utiliza una desviación estándar $V(\beta|X)$ en la cual se incluye la matriz Ω en vez de la matriz de identidad (I). Por lo tanto el cálculo del test de student ajustado con la matriz de White se calcula de la siguiente manera $tstudent = \frac{\hat{\beta} - \beta}{\sqrt{V(\beta|X)}}$ con una $V(\beta|X) = (X'X)^{-1}X'\sigma^2\Omega X(X'X)^{-1}$ (Cameron y Trivedi, 2005: 74).

Variables explicativas	Matemáticas		Lectura	
	Grados	Grados	Grados	Grados
	5 ^{to} y 6 ^{to}	6 ^{to} y 7 ^{mo}	5 ^{to} y 6 ^{to}	6 ^{to} y 7 ^{mo}
Tamaño de la clase	Sí	No	Sí	No
% de profesores con título postgrado	No	No	No	No
% profesores con 0 años de experiencia	Sí	Sí	Sí	Sí
% profesroes con 1 años de experiencia	No	No	No	Sí
% profesroes con 2-4 años de experiencia	No	Sí	No	No

Fuente: Hanushek et al (1998). Teachers, Schools and Academic Achievement. Cambridge: National Bureau of Economic Research

Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

De esta manera, a continuación se analizan las variables explicativas. La variable denominada “tamaño de la clase” es una de las principales variables identificadas en la literatura de la estimación de la FPE para caracterizar a las escuelas. En el estudio, esta variable es significativa para los alumnos de grados bajos (5^{to} y 6^{to}), tanto en matemáticas como para lectura; mientras que no lo es para los grados superiores (6^{to} y 7^{mo}). De hecho, para los grados más bajos reducir el tamaño de la clase incrementa la nota promedio en matemáticas y lectura aproximadamente en un punto (Hanushek et al, 1998: 12).

Para evaluar las características de los profesores, se utilizó el nivel de instrucción y la variable años de experiencia segmentada en 3 categorías. Los resultados muestran que el nivel de instrucción del profesor no tiene significancia para explicar el rendimiento de los niños en matemáticas y lectura. Sin embargo, la experiencia, la cual se asume que va ligada a un desarrollo del método de enseñanza, si tiene significancia, sobre todo para los grados superiores 6^{to} y 7^{mo} de básica. A pesar que los años de experiencia no se muestran como una variable significativa para todos los grados altos, los niños que toman matemáticas con un profesor con más de dos años de experiencia tienen en promedio un punto más en su calificación, al igual sucede con los niños que toman lenguaje con un profesor con un año de experiencia (Hanushek et al, 1998: 13).

La regresión arroja para matemáticas un R cuadrado²³ bajo, que en promedio está alrededor del 12,5%; esto quiere decir que las variables explicativas justifican el rendimiento escolar de los niños en un 12,5% en esta materia. El R² es mucho más bajo para lectura, siendo a penas de 5,5%. A pesar de que el estudio no tiene un R² alto, la investigación se considera un hito en la literarutura de regresiones de la función de producción de la educación por la rigurosidad en la metodología utilizada.

²³ El R² es la porción de la variación explicada en comparación con la variación total; es decir que el R² es el porcentaje de la variación muestral de y explicada por x (Wooldridge, 2000: 43).

El principal elemento de rigurosidad en la metodología es el siguiente. Para evitar cualquier problema provocado por características no observables de la escuela, de los profesores o del barrio se procedió a restringir la muestra. Para esto se excluyen a los estudiantes que rindieron pruebas en el año escolar g , pero que no estuvieron en el mismo establecimiento en el año escolar $g - 1$. Esto permite eliminar cualquier alteración en las características de las escuelas y los barrios, lo cual asegura que los resultados no sean sesgados por dicha información. Además el método de efectos fijos, fija al individuo, así se eliminan las diferencias entre grupos de pares, familias, habilidades innatas del estudiante o características de la escuela (Hanushek et al, 1998: 26).

¿Cuáles son las conclusiones y recomendaciones de la investigación?

La investigación de Hanushek et al (1998) tiene varias conclusiones, entre estas las más relevantes son las siguientes. Primero, las diferencias entre las escuelas tiene un impacto en el logro escolar de los estudiantes. Segundo, estas diferencias de rendimiento entre las escuelas no se explican por los diferentes tipos de organización administrativa, o divergencias en las condiciones financieras de las escuelas sino por las características de los profesores. La calidad de enseñanza de cada profesor cambia de uno a otro y es justamente esta variable la que influye en mayor porción en el rendimiento de los niños. De hecho, las variaciones en la calidad de los profesores explica en un 7,5% el total de la variación del desempeño escolar de los estudiantes (1998: 3). Por otro lado, la investigación afirmó que un menor número de niños por clase tiene un efecto positivo significativo en el rendimiento escolar únicamente para los estudiantes de bajos recursos monetarios y que se encuentren cursando los primeros años de educación. Por lo tanto, los autores recomiendan que las políticas públicas se concentren en homogeneizar la calidad de enseñanza de los profesores (Hanushek et al, 1998: 3).

1.2.2 Brewer y Ehrenberg: Do school and Teacher Characteristics Matter? Evidence from High School and Beyond (1994)

La segunda investigación analizada fue la de Brewer y Ehrenberg; esta se intitula *“Do school and Teacher Characteristics Matter? Evidence from High School and Beyond”*. Dicho estudio se realizó en 1994 y se lo consideró para este análisis ya que Dominic Brewer es uno de los fundadores teóricos en la rama de economía de la educación.

¿Cuáles son los antecedentes de esta investigación?

El principal antecedente que incitó a Brewer y Ehrenberg a realizar su investigación fue que varios estudios afirman que no existe un grado de asociación fuerte entre las características de la escuela (usualmente medidas por variables como: gasto por alumno, ratio alumno/profesor, y la duración del periodo de clases) o las características de los profesores (usualmente medidas por: el nivel de instrucción, los años de experiencia, y el puntaje que obtienen en la evaluación de su metodología de enseñanza) y el rendimiento escolar de los alumnos (usualmente medidos como: el puntaje obtenido en pruebas estandarizadas) (1994: 1). Estos resultados son utilizados por algunos hacedores de política pública para criticar el monto del gasto en educación. Ante esto los autores retoman el siguiente criterio de la literatura; altos niveles de educación y la calidad educativa son asociados con altos niveles de ingreso (Brewer y Ehrenberg, 1994: 1).

En base a estos antecedentes el estudio busca probar dos hipótesis. La primera trata de determinar si las características de las escuelas y de los profesores afecta la tasa de abandono de los estudiantes que pasan de educación básica superior a bachillerato; y la segunda busca saber si estas características tienen una correlación con el puntaje de los estudiantes en sus dos últimos años de bachillerato. El análisis que se hará a continuación se centrará en la segunda hipótesis ya que esta está ligada a la FPE.

¿Cuáles fueron los limitantes de la investigación?

La investigación tuvo que afrontar los siguientes limitantes. Primero, las diferencias entre las escuelas y las características de los profesores no son determinadas por azar. Las familias escogen en qué barrios vivir y, por consiguiente, las escuelas a las que sus hijos van a asistir, basadas en sus propias preferencias y en las restricciones presupuestarias que tienen. Además, las características de los profesores dependen de: la oferta salarial del distrito educativo, el número de profesores del área y las características propias a la comunidad (Brewer y Ehrenberg, 1994: 2). Por lo tanto, estas características dejan de ser exógenas. Este estudio es uno de los primeros en corregir el problema de sesgo de selección²⁴ y de controlar la posible endogeneidad de las características de las escuelas y los profesores (Brewer y Ehrenberg, 1994: 14). El problema de sesgo de selección se resolvió con variables de control, mientras que el problema de endogeneidad se trató con variables instrumentales²⁵.

El Cuadro 5 resume el contexto del estudio. Cabe recalcar que se detallará la regresión que busca explicar el rendimiento escolar ya que el estudio corrió más de una regresión.

Cuadro 5. Resumen del estudio Brewer y Ehrenberg (1994)

²⁴ El sesgo de selección existe cuando la regresión, que evalúa los factores que influyen el rendimiento escolar, trabaja únicamente con una muestra de estudiantes en la cual se encuentran aquellos que han pasado su primer año de bachillerato; por lo cual no todos los alumnos tuvieron la misma probabilidad de ser seleccionados ya que solo aquellos que permanecieron en la unidad educativa lo fueron.

²⁵ El método de variables instrumentales “deja la variable no observada en el término de error, y en vez de estimar el modelo por mínimos cuadrados ordinarios (MCO), utiliza un método de estimación que reconoce la presencia de la variable omitida” (Wooldridge, 2000: 543).

Localización Geográfica del estudio	Estados Unidos
Año en el cual se realizó el estudio	1994
Fuente de la Base de Datos	Base longitudinal del Departmentl de educación de los Estados Unidos sobre los colegios (HSB)
Año del levantamiento de la base	1980 y 1982
Variable depediente	Pruebas de lectura, vocabulario y matemáticas
Cohorte muestral	2 últimos años de bachillerato
Tamaño muestral	1.100 colegios= 30.000 estudiantes de 2 ^{do} año de bachillerato y 28.000 de último año de bachillerato
Método econométrico de estimación	Mínimos Cuadrados Ordinarios

Fuente: Brewer y Ehrenberg (1994). Do school and Teacher Characteristics Matter? Evidence from High School and Beyond. Economics of Education Review, Vol. 13, N° 1, 1-17
 Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

¿Cuáles son las variables explicativas escogidas en la FPE de esta investigación?

La Tabla 2 resume las variables utilizadas para medir la correlación de las características de los profesores y de la escuela sobre el puntaje de las pruebas de lectura, vocabulario y matemáticas de los niños. El Cuadro muestra si estas variables fueron significativas o no utilizando el test de student en valores absolutos.

Tabla 2. Significancia de las variables explicativas: las características de docentes y escuela

		Estudiantes blancos	Estudiantes Hispanos	Estudiantes Afroamericanos
Variable	Etiqueta de la variable	Coficiente	Coficiente	Coficiente
HSTUD	% de estudinates hispanos	No	Sí	No
HDIFF	% de profesores hispanos- %estudiantes hispanos	No	No	No
BSTUD	% de estudiantes afroamericanos	Sí	No	No
BDIFF	% de profesores afroamericanos- %estudiantes afroamericanos	No	No	Sí
PCTLOW	estudiantes provenientes de los cuartiles más bajos	No	No	No
TMA	% profesores con un título de grado	No	No	No
TEXTP	% profesores con al menos 10 años de experiencia en la escuela	No	No	No
PPEXP	% gasto distrital por estudiante	No	No	Sí
PPT	% alumnos por profesor	No	No	No
BYTEST	prueba base	Sí	Sí	Sí

Tomado de: Brewer y Ehrenberg (1994). Do school and Teacher Characteristics Matter? Evidence from High School and Beyond. *Economics of Education Review*, Vol. 13, N° 1, 1-17

Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

Las variables que se utilizaron para determinar la influencia de los profesores en el rendimiento escolar de los niños son: el nivel de instrucción de los profesores, los años de experiencia y el origen étnico del profesor. Ninguna de estas variables muestra una significancia estadística fuerte para ninguno de los grupos²⁶. Se midieron las características de la escuela que se espera que tengan correlación con el rendimiento, a través de las siguientes variables: porcentaje de alumnos por profesor, gasto por estudiante y composición cultural de los profesores²⁷. Se constata, por el valor del t de student, que la composición de los profesores si es significativa al menos para los alumnos afroamericanos.

Por otro lado, el R^2 muestra que la regresión de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) explica en promedio 7% de la variación del rendimiento académico de los alumnos blancos, afroamericanos e hispanos. Este coeficiente de determinación es bajo porque la información disponible en la muestra

²⁶ En este estudio Brewer y Ehrenberg (1994) clasificaron la muestra según la proveniencia cultural de los niños categorizandolos en tres grupos: blancos, afroamericanos e hispanos. El principal antecedente para incorporar este elemento en su investigación es que en el reporte de Coleman de 1966 se demostró que no existe igualdad en cuanto a las oportunidades educativas según la proveniencia cultural del niño y que usualmente los niños afroamericanos e hispanos son los menos favorecidos (ICPSR, 2014).

²⁷ Las variables BDIFF (el porcentaje de profesores afroamericanos menos el %estudiantes afroamericanos) y HDIFF (el porcentaje de profesores hispanos menos el porcentaje estudiantes hispanos) miden la diferencia entre el porcentaje de profesores pertenecientes a un grupo cultural menos el porcentaje de alumnos de ese mismo grupo, para aislar el efecto de colinearidad que existe entre el porcentaje de estudiantes de un grupo cultural (porcentaje de estudiantes afroamericanos - BSTUD o porcentaje de estudiantes hispanos - HSTUD) y los profesores del mismo grupo (Brewer y Ehrenberg,1994: 4).

está sujeta a problemas de sesgo de selección, justamente por eso la inversa del ratio de Mills es significativa para los diferentes grupos culturales²⁸. Si bien el estudio resuelve este problema, no lo hace para la regresión MCO utilizada para determinar la función de producción de la educación.

¿Cuáles son las conclusiones y recomendaciones de la investigación?

Las principales conclusiones de este estudio en cuanto a la influencia de las características de los profesores y de las escuelas en el rendimiento de los estudiantes se detallan a continuación. Primero, los resultados indican que si se aumenta el porcentaje de estudiantes hispanos en un 10%, existe un aumento en el rendimiento de los alumnos hispanos en 0,3 puntos, manteniendo el resto de variables *ceteris paribus*. Segundo, si se aumenta el porcentaje de profesores afroamericanos en un 10%, hay un aumento en el puntaje de estudiantes afroamericanos en un rango entre 0,25 y 0,55 puntos, manteniendo el resto de variables *ceteris paribus*. Tercero, parte de la evidencia muestra que el nivel de instrucción de los profesores y su experiencia es relevante para el rendimiento académico de los alumnos. De hecho, ante un mayor porcentaje de profesores con título de postgrado mayor es el rendimiento escolar de los alumnos afroamericanos; esta correlación no es de igual manera para los alumnos hispanos y blancos. Finalmente manteniendo todo *ceteris paribus*, un aumento en el gasto por alumno de \$1.000 dólares es asociado con un aumento en el rendimiento de 0,2 puntos para los alumnos blancos y de 0,5 puntos para los alumnos afroamericanos (Brewer y Ehrenberg, 1994: 10).

El estudio recomienda, en base a los limitantes que tuvo que afrontar y a la baja significancia de las variables analizadas en la regresión de la FPE, temas para futuras investigaciones (v.g. extender en el tiempo los tamaños muestrales) y las metodologías más apropiadas para estas (v.g. Mínimos Cuadrados en dos Etapas) (Brewer y Ehrenberg, 1994: 14).

1.2.3 Abhijeet Singh: Size and sources of the Private School Premium in test scores in India (2013)

En el análisis de los estudios de la función de producción de la educación se buscó incorporar una investigación que haya realizado su publicación sobre un país en vías de desarrollo. Considerando que el proceso educativo está ligado profundamente al contexto en el que se encuentra, es importante reconocer que los factores escolares no inciden de la misma forma según la ubicación geográfica. El trabajo de Abhijeet Singh se seleccionó por dos motivos; primero, porque trabaja con la base de Young Lives²⁹, la cual es una de las bases de datos escolares más completas a nivel internacional; y, segundo, porque incluye variables nuevas y significativas que no habían sido incluidas en periodos de investigación previos. Singh intituló a su investigación *Size and sources of the Private School Premium in test scores in India* y la realizó en el año 2013.

¿Cuáles son los antecedentes de esta investigación?

²⁸ La inversa del ratio de Mills (determinado por λ) muestra la probabilidad, dadas unas características, de que un individuo participe o no en un determinado sector de interés para observar y_i . Si $\lambda = 0$, es decir que se acepta la hipótesis nula, no existe sesgo de selección de lo contrario sí existe (Greene, 2012: 836).

²⁹ Young Lives realiza un estudio internacional único sobre la pobreza infantil y lo hace siguiendo la vida de 12.000 niños en cuatro países diferentes (India, Etiopía, Perú y Vietnam) durante 15 años desde su primer año de vida. La base de datos de cada país contiene encuestas a los padres de familia, a los profesores, a los representantes de la comunidad y a los niños. También contiene los puntajes de diferentes pruebas de los niños y las aspiraciones de estos. (Young Lives).

Singh pretendió verificar, a través de su estudio, la veracidad de la siguiente afirmación, realizada por Muralidharan y Kremer en el 2009: “pareciera que las escuelas privadas obtienen mejores resultados académicos de sus estudiantes con un gasto por estudiante menor que el gasto de las escuelas públicas” (Singh, 2013: 1). Este estudio es relevante ya que sus resultados permitirían guiar a los hacedores de política educativa de la India sobre cómo mejorar el sistema de educación público. Singh planteó los siguientes tres objetivos en su estudio. Primero, realizó un modelo de valor agregado (VAM) para comprobar si el alto rendimiento académico de los alumnos del sistema de educación privado se debe en efecto a las características de la escuela. Segundo, evaluó el impacto del rendimiento escolar de las escuelas públicas en diferentes grupos de edad y en diferentes ubicaciones geográficas (rural o urbano). Finalmente, midió la contribución de diferentes variables escolares y no escolares a la función de producción de la educación. El análisis que se realizará sobre el estudio de Singh se focalizará en los resultados de su tercer objetivo de investigación.

¿Cuáles fueron los limitantes de la investigación?

El estudio no tuvo que afrontar muchas limitaciones econométricas ya que utilizó una base longitudinal y empleó el modelo de valor agregado para realizar la investigación. La principal característica de una base longitudinal es que permite alzar información sobre el mismo individuo en el tiempo. Justamente, sobre los dos cohortes muestrales se alzó información en cuatro periodos diferentes 2002, 2007, 2009 y 2010 y se logró mantener 96% de la muestra para el primer cohorte (niños nacidos entre 1994 y 1995) y 97% para el segundo cohorte (niños nacidos entre 2001 y 2002) (Singh; 2013: 6). Además la base cuenta con información de: las familias (características socioeconómicas e involucramiento en la educación del niño), de las escuelas (infraestructura, evaluación y entrevistas a docentes y rectores) e información psicológica sobre las aspiraciones del niño en su educación (Young Lives). La composición de esta base permite descartar principalmente errores causados por problemas de sesgo de selección o de variables omitidas.

Por otro lado, Brewer y McEwan (2010: 129) afirman que el modelo de valor agregado se caracteriza por añadir en la regresión el puntaje rezagado del alumno en el periodo $t - 1$, lo cual permite medir, de alguna forma, la acumulación de experiencias educativas del niño hasta el momento t . La utilización del puntaje rezagado como variable explicativa permite que en la regresión se incorpore la educación del niño como un evento acumulativo, lo que descarta la posibilidad de omitir variables inobservables pesadas ligadas al entorno familiar o a la motivación del estudiante. Por lo tanto, los coeficientes de la regresión VAM³⁰ no muestran una correlación entre los factores de la FPE y el rendimiento escolar sino que revelan causalidad (Brewer y McEwan; 2010: 128). Puesto que la investigación de Singh se realizó en estos términos econométricos, los resultados gozan de rigurosidad y consistencia.

Los detalles sobre el contexto de la investigación se describen en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Detalles del estudio Singh (2013)

³⁰ El modelo VAM expresa causalidad no solo si se añade como factor explicativo la variable de puntaje rezagado, sino también al cumplir con ciertos supuestos. Estos supuestos se detallan en *Economics of Education* de Brewer y McEwan (2010: 129).

Localización Geográfica del estudio	India (Andhra Pradesh)
Año en el cual se realizó el estudio	2013
Fuente de la Base de Datos	Base longitudinal de Young Lives
Año del levantamiento de la base	Periodo 2002, 2007, 2009 y 2010
Variable dependiente	Pruebas de matemáticas, Telugu (lengua nativa) e Inglés
Cohorte muestral	Primer cohorte niños nacidos 1994-1995 y segundo cohorte niños nacidos 2001-2002
Tamaño muestral	247 escuelas: 1008 niños pertenecen al primer cohorte y 2011 niños al segundo
Método econométrico de estimación	Modelo de Valor Agregado

Fuente: Singh, A (2013). Size and sources of the Private School Premium in test scores in India. Oxford: Young Lives
Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

¿Cuáles son las variables explicativas escogidas en la FPE de esta investigación?

Las Tablas 3 y 4 resumen las variables utilizadas para medir los efectos de las características escolares y no escolares sobre el aprendizaje de telegu³¹, matemáticas e inglés de los estudiantes del área rural. Se muestra si estas variables fueron significativas utilizando el test de student.

Tabla 3. Significancia de las variables escolares

³¹ Según el Departamento de Educación Superior del Ministerio de Desarrollo de Recursos Humanos de la India, indica que, en base al Censo de 1991, en la India se racionalizaron 216 lenguas maternas las cuales se agruparon en 114 familias de idiomas; entre éstas el Dravidian, misma que agrupa a 17 idiomas de los cuales el telugu es uno de aquellos. Recuperado de <http://mhrd.gov.in/leover> el 07 de agosto de 2014.

	Matemáticas	Telugu	Inglés
	Coeficiente	Coeficiente	Coeficiente
Características de la escuela			
Escuela es privada	No	No	Sí
Índice de infraestructura	No	No	No
Ratio profesor estudiantes	No	No	Sí
Características de la clase			
Utilización de libros	No	Sí	No
% de niños en la clase	Sí	Sí	Sí
aulas multigrado	No	Sí	Sí
tamaño efectivo de la clase	No	Sí	No
Características de los profesores			
Título de bachiller	Sí	No	No
Título de postgrado	Sí	No	No
Está calificado en pedagogía	No	No	No
Contrato permanente	No	No	No
Experiencia (años)	No	No	No
Profesor no asiste a clases a menudo	Sí	Sí	Sí
Clases de tutoría con el profesor	No	No	No
% del libro de ejercicio trabajado y revisión	Sí	Sí	Sí
Puntaje profesor en el test de pedagogía	No	—	—

Fuente: Singh, A (2013). Size and sources of the Private School Premium in test scores in India. Oxford: Young Lives
Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

Del total de 16 variables seleccionadas para esta regresión, nueve (9) caracterizan el perfil del profesor. Se deduce que Singh esperaba que sean las características del profesor las que expliquen de forma predominante las diferencias en rendimiento académico entre las escuelas públicas y privadas. Para la evaluación del perfil de los profesores, se considera su formación, experiencia y prácticas pedagógicas. Las características pedagógicas del profesor, ni los años de experiencia son variables significativas.

Por otro lado, al haber realizado este ejercicio econométrico para más de una materia, Singh busca demostrar que no todas las variables explican por igual el aprendizaje de distintas materias. Por ejemplo, el hecho que la escuela sea privada es significativo para el aprendizaje de inglés mientras no lo es para las otras dos materias. Variables que son significativas para todas las materias son: revisión del libro de ejercicios por parte del profesor y porcentaje de niños en la clase. Finalmente, las variables escogidas logran explicar en promedio 46,4% del rendimiento académico de los estudiantes; así lo refleja el R^2 .

Tabla 4. Significancia de las variables no escolares

	Matemáticas	Telugu	Inglés
	Coeficiente	Coeficiente	Coeficiente
Índice de apoyo entre pares	No	No	No
Índice de apoyo de profesores	Sí	Sí	No
Índice organizativo del niño normalizado	No	No	No
Índice de eficiencia del niño normalizado	Sí	Sí	Sí
Índice de las experiencias en la escuela	No	Sí	Sí

Nota: la regresión incluye una variable dummy para las escuelas públicas y variables de control del hogar, escuela, clase, profesor y el puntaje rezagado del alumno.

Fuente: Singh, A (2013). Size and sources of the Private School Premium in test scores in India. Oxford: Young Lives
Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

Singh incluyó variables no tradicionales en la función de producción de la educación con el fin de conocer el impacto de la percepción del alumno en su experiencia educativa sobre el puntaje de este. De esta manera, se midió dicha perspectiva a través de las siguientes cinco variables: apoyo entre pares, apoyo de profesores, la capacidad de organización del niño, eficiencia del niño y la experiencia en la escuela (Singh, 2013: 18).

La eficiencia del niño para realizar su trabajo de clases es una variable significativa. El apoyo de profesores y la experiencia del niño la escuela también se muestran en su mayoría como variables significativas. Estas variables incorporan el componente psicológico del niño de cómo él percibe y vivencia su desempeño escolar.

¿Cuáles son las conclusiones y recomendaciones de la investigación?

Las conclusiones del estudio de Singh sobre la contribución de las variables escolares y no escolares a la función de producción de la educación en Andhra Pradesh se presentan a continuación.

Sobre los factores escolares se concluyó que de las variables que caracterizan la escuela, aquella de infraestructura presenta una correlación positiva con el puntaje de los estudiantes, pero no es significativa. Además, la variable sobre el tamaño de la clase muestra una correlación negativa con el puntaje cognitivo del estudiante; de hecho, un aumento en la clase de 11 alumnos provoca una caída del puntaje en 0,1 desviaciones estándar. Por otro lado, la ausencia de los profesores impacta en los resultados de matemáticas y telugu negativamente. La variable sobre el uso de libros de ejercicio y la revisión de estos por parte del profesor tiene una correlación positiva con el puntaje. Por el contrario, la experiencia y entrenamiento pedagógico de los profesores parecieran no tener ningún efecto en el puntaje (Singh, 2013: 16).

Sobre los factores no escolares se constató lo siguiente. La variable de apoyo entre pares no tiene incidencia en el rendimiento de los niños, pero el apoyo de profesores sí la tiene. El aumento del apoyo de los profesores en 0,1 desviaciones estándar contribuye a un aumento en 0,1 desviaciones estándar en el puntaje de telugu y matemáticas. Se encontró que la percepción que tiene el niño sobre su organización y eficiencia incide en su rendimiento. La variable con mayor incidencia en el puntaje es la que expresa la experiencia escolar del niño. Si el niño percibe un aumento en su experiencia de manera positiva en 0,1 desviaciones estándar el puntaje en las tres materias incrementa en 0,2 desviaciones estándar (Singh, 2013: 18).

Por lo tanto, Singh recomienda a los hacedores de política pública que la inversión en educación pública no debería realizarse apostándole a incentivos económicos para los profesores u otorgando educación pedagógica continua para ellos, sino más bien controlar desde el área administrativa la asistencia de los profesores y el uso y revisión por ellos de los libros de ejercicio de los alumnos (Singh, 2013: 20). Por otro lado, Singh demuestra que la experiencia escolar es percibida diferente por los niños en las escuelas públicas y privadas e incide en su rendimiento escolar. Por ende, sugiere que se profundice el estudio de estos indicadores psicológicos de percepción ya que tienen un claro impacto en el puntaje de los estudiantes (Singh, 2013: 21).

1.2.4 Joseph Deutsch y Jacques Silbert: Estimating an Educational Production Function for Five Countries of Latin America on the basis of the PISA data (2010)

Finalmente, se escogió un estudio que indagó sobre la función de producción en la región latinoamericana. Los autores son Joseph Deutsch y Jacques Silbert y su trabajo se intitula *“Estimating an Educational Production Function for Five Countries of Latin America on the basis of the PISA data”* y se realizó en el año 2010.

Este estudio es relevante ya que es uno de los pocos para la región y utiliza como base de datos las pruebas estandarizadas PISA³² (Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos) tomadas por la Organización Económica de Cooperación y Desarrollo (OECD).

¿Cuáles son los antecedentes de esta investigación?

Varios estudios muestran escepticismo sobre la correlación entre el crecimiento económico y la educación, especialmente para países en vías de desarrollo. Por otro lado, algunos autores como Hanushek y Kimko muestran una fuerte asociación entre educación y crecimiento (2000: 1187). Asumiendo que la educación, cuando esta es medida correctamente, tiene un impacto en el crecimiento, se vuelve importante entender cómo se produce esta educación (Deutsch y Silbert; 2010: 3). En este debate se inscribe el trabajo de Deutsch y Silbert.

Esta investigación le da un giro al análisis de los determinantes del desarrollo de habilidades cognitivas ya que lo abarca desde un enfoque de eficiencia. Utilizando la base de las pruebas PISA en el año 2006 para Brasil, Chile, Colombia, México y Uruguay, los autores se focalizan en el análisis de eficiencia a nivel de cada alumno en lugar de analizar la producción de educación como un todo en las instituciones educativas (Deutsch y Silbert; 2010: 2). No obstante, el análisis de Deutsch y Silbert se centró en Colombia ya que este país era el único que contaba con todas las variables de la prueba PISA disponibles; y son esos resultados los que se abarcarán.

¿Cuáles fueron los limitantes de la investigación?

Esta investigación no se caracteriza por tener limitantes metodológicos; pero a continuación se detallará el proceso de investigación cuantitativo que se realizó en cuatro fases. Primero, se utilizó un

³² *“Las pruebas de PISA son aplicadas cada tres años y tienen por objeto evaluar hasta qué punto los alumnos, cercanos al final de la educación obligatoria, han adquirido algunos de los conocimientos y habilidades necesarios para la participación plena en la sociedad del saber. PISA saca a relucir aquellos países que han alcanzado un buen rendimiento y, al mismo tiempo, un reparto equitativo de oportunidades de aprendizaje. Los resultados educativos abarcan las siguientes áreas: la motivación de los alumnos por aprender, la concepción que éstos tienen sobre sí mismos y sus estrategias de aprendizaje”* (Organisation for Economic Cooperation and Development, 2014).

análisis de correspondencia, el cual permite utilizar toda la información disponible sobre el proceso de educación capturado por la pruebas PISA, lo cual no permite la función de producción de la educación, que se caracteriza por elegir algunas variables únicamente. El análisis de correspondencia permite identificar cómo las variables están relacionadas (Deutsch y Silbert, 2010: 12).

Segundo, para estimar el grado de eficiencia de la producción de la educación se utilizan los resultados del análisis de correspondencia en la frontera de producción estocástica. El análisis de eficiencia asigna a cada estudiante un puntaje que mide su eficiencia de transformar los insumos educativos en logros escolares (Deutsch y Silbert, 2010: 13).

Tercero, los resultados del análisis de eficiencia permiten correr una regresión por mínimos cuadrados ordinarios para determinar los factores de la eficiencia (Deutsch y Silbert, 2010: 15). Finalmente, se utilizó el valor de Shapley para determinar el impacto de las variables no discretas³³ sobre la eficiencia de transformar insumos en resultados escolares por parte de las variables discretas (Deutsch y Silbert, 2010: 16). El Cuadro 7 resume el contexto del estudio.

Cuadro 7. Resumen del estudio Deutsch y Silbert (2010)

Localización Geográfica del estudio	Colombia
Año en el cual se realizó el estudio	2010
Fuente de la Base de Datos	Programa Internacional de Valorización de Estudiantes (PISA)
Año del levantamiento de la base	2006
Variable dependiente	Puntaje de eficiencia estandarizado individual en matemáticas y lecturas
Cohorte muestral	Muestra transversal
Tamaño muestral	4478 estudiantes pertenecientes a 165 institutos de 86 municipios y 26 departamentos
Método econométrico de estimación	Mínimos Cuadrados Ordinarios

Fuente: Deutsch, J y Silbert, J (2010). Estimating an Educational Production Function for Five Countries of Latin America on the basis of the PISA data. Ramat-Gan: Bar-Illian University
Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

³³ Las variables no discretas son definidas por los autores como variables difíciles de observar, y por ende de medir; como por ejemplo, las características pedagógicas del profesor, el capital humano del hogar y de la escuela, etc (Deutsch y Silbert, 2010: 19).

¿Cuáles son las variables explicativas escogidas en la FPE de esta investigación?

La , y si estas tienen significancia estadística o no.

Tabla 5 muestra qué variables explicativas se incluyeron para obtener el valor de Shapley, únicamente para el caso colombiano, y si estas tienen significancia estadística o no.

Tabla 5. Significancia de las variables explicativas

Variables	Coficiente
Género del estudiante	Sí
Capital humano de los padres	Sí
Bagage científico del niño a los 10 años	No
Autonomía de la escuela	Sí
Tranparencia de la información en la escuela	Sí
Homogeneidad de la escuela	Sí
Ubicación de la escuela (rural/ urbana)	No
Escuela está ubicada en un poblado entre 3.000 y 15.000 personas	Sí
Escuela está ubicada en un poblado entre 15.000 y 100.000 personas	No
Escuela está ubicada en un poblado entre 100.000 y 1.000.000 personas	No
Habilidad del estudiante (autoevaluación)	Sí
Importancia de la ciencia en casa	Sí

Fuente: Deutsch, J y Silbert, J (2010). Estimating an Educational Production Function for Five Countries of Latin America on the basis of the PISA data. Ramat-Gan: Bar-Ilian University

Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

La Tabla 5 señala las variables explicativas que no tuvieron coeficientes estadísticamente significativos. Estas variables son: el bagaje científico del niño a los 10 años, la ubicación de la escuela, la escuela está ubicada en un poblado entre 3.000 y 15.000 personas; y, la escuela está ubicada en un poblado entre 100.000 y 1.000.000 personas. De las 12 variables explicativas 4 no tuvieron significancia estadística.

¿Cuáles son las conclusiones y recomendaciones de la investigación?

El análisis cuantitativo y econométrico de las pruebas PISA arroja los siguientes resultados. Cabe recalcar que ya que la investigación aplicó el valor de Shapley se obtiene la contribución marginal de cada variable al R^2 , por lo cual, se identifican cuáles son las variables que más aportan a este proceso. Se analizaron las variables en tres grandes categorías. Primero, los factores relacionados a la genética del estudiante, género y habilidad innata, contribuyen en 26,9% a explicar el R^2 . Segundo, el rol de los padres en la educación de sus hijos (que incluye los siguientes tres factores: capital humano de los padres, la importancia de las ciencias en el hogar y el bagaje científico de los estudiantes) explican el R^2 en 37,4%. En último lugar, la participación de las autoridades públicas afecta la autonomía de la escuela, la transparencia de la información dentro de esta, el grado de homogeneidad y su ubicación. Estos factores colaboran en 35,7% a explicar el R^2 (Deutsch y Silbert, 2010: 18). Por otro lado, si se

excluyen los factores genéticos, el impacto de la participación de las autoridades y el rol jugado por los padres tiene el mismo peso para incidir en el rendimiento escolar de los estudiantes (Deutsch y Silbert, 2010: 19).

A pesar de no haber detallado el análisis cuantitativo y econométrico para Brasil, Uruguay, Chile y México, que fue más limitado por la ausencia de información completa en las pruebas PISA, se mencionarán las principales conclusiones obtenidas del análisis comparativo entre países (Deutsch y Silbert, 2010: 21). El bagaje social del estudiante es más importante en Uruguay (aporta en 49,5% al R^2) y menor para Brasil (14,3%). Por el contrario, la importancia de la participación de las autoridades públicas en la educación es mayor en Brasil (68,6%) y menor en Uruguay (28,5%). Otra constatación es que, los factores genéticos tienen mayor incidencia en Colombia (39,3%) que en Chile (14,5%) (Deutsch y Silbert, 2010: 21). La investigación no propone recomendaciones de política educativa para los diferentes países, pero exalta que el proceso educativo responde a las particularidades culturales, socioeconómicas y políticas de cada país.

1.2.5 Conclusiones generales de los estudios analizados

Del análisis de las cuatro investigaciones previas constatamos lo siguiente. Primero, los factores considerados como explicativos en la función de producción de la educación han ido cambiando con el tiempo. En un primer momento, se evidencia, a través del trabajo de Hanushek, Kain y Rivkin (1996) y de Brewer y Ehrenberg (1994), que los insumos educativos considerados como relevantes para el rendimiento escolar están enfocados al perfil del profesor (años de experiencia, nivel de educación, contrato laboral) y a las características cuantitativas de la escuela (índice de infraestructura, ratio profesor alumno, gasto por estudiante). Por otro lado, las investigaciones de Abhijeet Singh (2013) y Deutsch y Silbert (2010), incorporan variables más cualitativas como la experiencia del niño en la escuela, el apoyo que este recibe en sus estudios, el bagaje cultural de los padres, la transparencia de la información en la escuela, entre otras. La incorporación de este tipo de variables muestra justamente que la educación es un campo de estudio tan complejo por encontrarse en la intersección entre varias ramas del conocimiento; pedagogía, psicología, sociología, antropología, economía, entre otras. Cabe recalcar que al menos en estos estudios las variables cualitativas resultan significativas, mientras que las cuantitativas no.

De igual manera, se constata una complejización en el uso de métodos econométricos y herramientas de análisis cuantitativas. Por ejemplo, Brewer y Ehrenberg (1994) utilizan una regresión MCO que muestra la correlación entre los insumos educativos y el rendimiento académico; mientras que Abhijeet Singh usa un modelo de valor agregado que permite identificar el impacto de los insumos educativos en el rendimiento. Claramente, esto se debe a que las bases de datos con información sobre el proceso educativo son cada vez más completas; al incorporar encuestas a los niños, a los padres y los directores de la escuela.

Además, una de las constataciones más relevantes es que el proceso educativo se inscribe en un contexto cultural, socioeconómico y político único para cada país. Justamente, por esta razón se busca identificar para el caso del Ecuador los factores educativos que son importantes en el aprendizaje de los niños (medido a través de pruebas estandarizadas) mediante una regresión de mínimos cuadrados ordinarios. Además, no existe ninguna investigación previa sobre la función de producción de la educación para el Ecuador utilizando la base SERCE 2006, lo cual convierte a esta disertación en un estudio pionero en este ámbito.

Esta revisión bibliográfica de otros estudios que han empleado la FPE sirve principalmente como insumo para conocer las potenciales limitaciones metodológicas que puede enfrentar este estudio y permite identificar qué variables se utilizaron para medir los factores educativos que componen la FPE. Los limitantes metodológicos que enfrentaron los estudios expuestos se detallan a continuación. Los estudios de Hanushek, Kain y Rivkin, y Brewer y Ehrenberg señalan la importancia de trabajar con una muestra seleccionada aleatoriamente para evitar problemas de sesgo de selección. El Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo cumple con este requisito. Por otro lado, los estudios de Abhijeet Singh, y Joseph Deutsch y Jacques Silbert advierten la importancia de trabajar con bases de datos que contengan suficientes variables relacionadas a los factores educativos, familiares y características del niño para poder obtener la función de producción de la educación. Justamente, la base de datos del SERCE consta con esas características en su base de datos.

Por otro lado, los estudios expuestos anteriormente señalan qué variables utilizar para medir cada uno de los factores educativos de la función de producción de la educación. Los estudios de Hanushek, Kain y Rivkin, y Brewer y Ehrenberg emplean el nivel de instrucción de los profesores y años de experiencia para medir los factores relacionados a los profesores. Asimismo, los estudios de Abhijeet Singh, y Joseph Deutsch y Jacques Silbert incorporan las variables de ubicación y tipo de administración del centro educativo para medir los factores relacionados al establecimiento. El autor Abhijeet Singh propone en su investigación incorporar la variable “ayuda brindada por el profesor en clase a los alumnos” para cuantificar los factores relacionados al método de enseñanza de los profesores. Finalmente, Joseph Deutsch y Jacques Silbert incluyen en su estudio el sexo y habilidad innata del niño para medir los factores relacionados al estudiante. Deutsch y Silbert también incorporan en su estudio, el capital humano de los padres como factor relacionado a las características de la familia. Cabe resaltar que todas las variables detalladas previamente se incluyeron en la FPE de este estudio, además en el acápite de conclusiones se compararán los resultados obtenidos por estos estudios con los resultados de este trabajo.

Análisis de las variables incluidas en la FPE

Después de haber expuesto los fundamentos teóricos de la función de producción de la educación y haber analizado algunas aplicaciones en diferentes países, se detalla en el siguiente capítulo qué variables se utilizan para modelizar la FPE del Ecuador.

2.1 Especificación de las bases de datos empleadas

A continuación se exponen las características de la base de datos de la cual proviene la información, la expresión algebraica de la FPE utilizada en la investigación, y las variables incluidas en la misma.

2.1.1 Descripción de las bases de datos

¿Quién levantó la información y en qué periodo?

El Ministerio de Educación, Cultura, Deportes y Recreación del Ecuador firmó un acuerdo con la Oficina Regional de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura para América Latina y El Caribe (OREALC), con el fin de participar en el Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación (LLECE) en el período 2004-2007. Bajo este marco se realizó el Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo (SERCE) en el periodo educativo 2005-2006. El SERCE se aplicó en las siguientes fechas: en las escuelas con Régimen Sierra-Amazonía del 21-22 de junio del 2006 y en las escuelas con Régimen Costa del 14-22 de noviembre del 2006 (LLECE, 2009: 95).

¿Cómo se seleccionó la muestra?

El Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo seleccionó el universo de escuelas en el Ecuador mediante muestreo aleatorio probabilístico estratificado de conglomerados (OREALC y LLECE, 2010: 17). En primer lugar, las escuelas se clasificaron en 24 estratos utilizando los siguientes tres criterios: ubicación y tipo de administración de la escuela, tamaño del alumnado y relación entre la matrícula de 7^{mo} y 4^{to} de básica (OREALC y LLECE, 2010: 18). Para asegurar tamaños muestrales en cada estrato con el mismo peso se colapsaron algunos de los estratos. Segundo, se seleccionó de cada estrato escuelas mediante muestreo aleatorio simple sin reposición y cada escuela titular de la muestra tiene una escuela suplente seleccionada de la misma manera (OREALC y LLECE, 2010: 22). Finalmente, se ajustó el tamaño de la muestra para asegurar una cantidad mínima de escuelas por estrato. El Anexo 1 describe el mecanismo de selección a detalle.

¿Qué tamaño tiene la muestra y dónde fue levantada?

El SERCE levantó información en 173 escuelas del Ecuador, de las cuales 147 estaban ubicadas en la zona urbana y 97 en la zona rural. El SERCE desagregó las escuelas de la zona urbana según su tipo de administración, público o privado, la muestra consta con 64 escuelas públicas en la zona urbana y con 33 escuelas privadas en la misma zona. La base del SERCE no proporciona información geográfica de las escuelas desagregada por región (sierra, costa y amazonía) o por provincia. Las niñas y los niños encuestados por el SERCE ascienden a 5.376, de los cuales 3.017 asisten a escuelas públicas en la zona urbana, 1.056 a escuelas privadas en la zona urbana, y finalmente, 1.303 asisten a escuelas en la zona rural.

¿Qué bases de datos se emplearon para la investigación?

Según el informe del LLECE intitulado *Documentación Preliminar de las Bases de Datos* (2007: 1), el Ecuador posee 18 bases de datos creadas a través del SERCE. De este total, la investigación se sirvió de 7 únicamente. El Cuadro 8 detalla las bases utilizadas.

Cuadro 8. Bases empleadas en esta investigación

	Nombre de la base	Población que lo responde	Nombre del cuestionario
Fuente de la variable dependiente	M6	Estudiantes de 7 ^{mo} de básica	Pruebas estandarizadas de matemáticas para 7 ^{mo}
Fuentes de las variables explicativas	QA6	Estudiantes de 7 ^{mo} de básica	Cuestionario para el estudiante de 7 ^{mo}
	QM6	Docentes (sobre enseñanza de la matemática en 7 ^{mo} de básica)	Cuestionario sobre la enseñanza de matemáticas de 7 ^{mo}
	QF	Padre de familia o persona encargada del estudiante en 7 ^{mo} de básica	Cuestionario para la familia
	QP	Docente de matemáticas de 7 ^{mo} de básica	Cuestionario para el docente
	QD	Director de la escuela	Cuestionario para el director
	FE	Director de la escuela	Ficha empadronamiento de la escuela

Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

- 1) La base M6 contiene los resultados en matemáticas de los estudiantes de 7^{mo} de básica. El resultado de matemáticas está expresado a través de tres distintas variables:
 - Logit_Puntaje: corresponde al logaritmo del puntaje obtenido por el estudiante.
 - Puntaje_Estandar_Final: corresponde al puntaje asignado a cada estudiante de acuerdo a la escala del SERCE, la cual sigue una distribución con media igual a 500 puntos y una desviación estándar de 100.
 - Nivel: corresponde al nivel de desempeño de los estudiantes, identificado por letras y una leyenda respectiva.

Para esta investigación se empleará el puntaje estándar de los estudiantes de 7^{mo} de básica como variable dependiente.

- 2) La base QA6 recoge información sobre las características de los estudiantes de 7^{mo} de básica que rindieron la prueba de matemáticas.
- 3) La base QF recoge información sobre las características de las familias de los estudiantes de 7^{mo} de básica.
- 4) La base QP recoge información sobre las características de los profesores que dictan la clase de matemáticas a los alumnos de 7^{mo} de básica.
- 5) La base QM6 recoge información sobre el método pedagógico que utilizan los profesores para dictar la clase de matemáticas a los alumnos de 7^{mo} de básica.
- 6) La base QD levanta información sobre las características de los directores que dirigen las escuelas incorporadas en la muestra.

- 7) La base QF detalla información sobre la infraestructura y financiamiento de las escuelas incorporadas en la muestra.

¿Qué tipo de variables proporcionan las bases empleadas?

Para conocer en general las variables obtenidas de cada cuestionario se presentan los Cuadros 9, 10 y 11 tomados del *Reporte Técnico SERCE* (2009: 41). La información de los cuestionarios es completa ya que explora las características propias de cada actor partícipe del proceso educativo. De hecho, las bases proporcionan información sobre: el contexto de la escuela, la autonomía del docente y de la escuela, el uso de materiales educativos, el clima del aula y la participación de los padres en la educación de sus hijos (LLECE, 2009: 40).

Cuadro 9. Factores asociados con cada actor del proceso educativo

Factor	Variables	Cuestionario donde se refiere
Características de los estudiantes.	Sexo, edad, lengua materna, educación preescolar, edad de ingreso a la escuela, repetición, trabajo infantil, hábitos de lectura, actitudes hacia las áreas evaluadas y la escuela, y turno al que asisten ¹⁹ .	Cuestionarios a estudiantes, padres de familia y docentes.
Características de la familia.	Nivel educativo del padre y de la madre, si ambos padres viven (en el hogar), hacinamiento en el hogar, servicios en casa (luz, agua, desagüe, teléfono, cable e internet), índice de posesión de activos, material del piso de la vivienda, materiales educativos y número de libros en el hogar.	Cuestionarios a estudiantes y padres de familia.
Características del director y/o docente.	Sexo, edad, años de experiencia, ubicación del domicilio respecto de la escuela, formación profesional y capacitación en servicio, estabilidad en el trabajo, área que enseña, forma de acceso al puesto, manejo de la lengua nativa de los estudiantes, percepción del propio salario, incentivos para desarrollo profesional, satisfacción con la escuela y deseo de ser reubicado, otros trabajos simultáneos a docencia, número de libros en el hogar, distribución del tiempo en la escuela y manejo de computadoras.	Cuestionarios a docentes y directores.

Fuente: Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación. (2009). *Reporte Técnico SERCE*. Santiago de Chile: OREALC.

Cuadro 10. Factores asociados con las escuelas

Factor	Variables	Cuestionario donde se refiere
Tiempo de aprendizaje.	Número de semanas y días previstos en el año escolar y en los que ha habido clases, duración del día escolar, duración de cada período escolar y número de horas por área evaluada a la semana.	Cuestionario a directores.
Oportunidades de aprendizaje.	Lengua(s) en que ocurre parte o todo el aprendizaje, cobertura curricular, demanda cognoscitiva, tipo de textos y ejercicios que los estudiantes suelen resolver, formas de evaluación y tareas para la casa.	Cuestionario a docentes ²⁰ .
Políticas respecto de estudiantes.	Asignación de estudiantes a grupos homogéneos o heterogéneos y redes o programas de apoyo a estudiantes con necesidades especiales (sobre todo repetidores o potenciales desertores).	Cuestionarios a estudiantes, docentes y directores.
Clima escolar²¹.	Conflictos y disciplina en el aula, relaciones entre estudiantes, entre docentes, entre docentes y estudiantes, entre docentes y padres de familia, episodios de violencia, comunicación entre el personal de la escuela, trabajo en equipo de docentes, colaboración entre docentes y dirección y motivación de los docentes.	Cuestionarios a estudiantes, docentes y directores.
Participación de los padres de familia en la educación de sus hijos.	Participación en reuniones escolares, de aula o en consejo escolar, conocimiento de los profesores, dedicación al hijo en términos de lectura y ayuda con las tareas, sentido de pertenencia con la escuela, evaluación del director y de la educación que reciben los estudiantes.	Cuestionarios a padres de familia, docentes y directores.

Fuente: Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación. (2009). *Reporte Técnico SERCE*. Santiago de Chile: OREALC.

Cuadro 11. Factores asociados con el proceso educativo

Factor	Variables	Cuestionario donde se refiere
Características de la escuela.	Contexto (urbano o rural) en que se encuentra, número de docentes y estudiantes, número de repitentes y desertores, carácter multigrado o polidocente completo, grados que ofrece la escuela, bilingüe (en lengua indígena o extranjera), servicios disponibles (luz, agua, desagüe y teléfono) y condición de la infraestructura, recursos pedagógicos de la escuela (computadoras, laboratorios y otros), servicio médico o nutricional, lengua de la comunidad, biblioteca escolar y problemas en la escuela.	Ficha de empadronamiento y cuestionarios a estudiantes y directores.
Autonomía de la escuela y del docente.	Gestión pública, privada o mixta, fuentes de financiamiento, nivel de autonomía para decisiones financieras, curriculares, de contratación de personal, desarrollo profesional y políticas sobre los estudiantes, comunicación entre el centro e instancia educativa superior (teniendo en cuenta visitas de supervisores) y presencia de consejo escolar que incluya al director, docentes, padres de familia y estudiantes.	Cuestionarios a docentes, padres de familia y directores.
Existencia y uso de materiales educativos.	Materiales educativos disponibles para cada estudiante, frecuencia con la que utiliza los textos y recursos de la biblioteca escolar y del aula.	Cuestionarios a estudiantes, docentes y directores.

Fuente: Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación. (2009). *Reporte Técnico SERCE*. Santiago de Chile: OREALC.

2.1.2 Especificación de las variables incluidas en la función de producción de la educación

Se recuerda rápidamente la forma funcional de la FPE (ecuación 2) con la cual se trabaja en esta investigación:

$$A_i = \alpha + \sum \beta_{Q_i} Q_i + \sum \beta_{C_i} C_i + \sum \beta_{H_i} H_i + \sum \beta_{I_i} I_i + u_A \quad (2)$$

A continuación se detalla cada una de las variables incluidas en cada término de la FPE. El objetivo de la investigación es conocer el grado de asociación entre factores claves del proceso educativo y el rendimiento escolar de los alumnos. Para encontrar dicho grado de asociación se utilizó la información disponible únicamente para los estudiantes de 7^{mo} de básica que rindieron el examen de matemáticas. En los fundamentos teóricos, se expuso la razón por la cual el rendimiento escolar se mide a través de notas obtenidas por los alumnos en pruebas estándar. Por lo tanto, la variable

dependiente que se busca explicar es el puntaje obtenido por las y los estudiantes de 7^{mo} de básica en matemáticas (A_i).

Se detallarán las especificaciones de la prueba de matemáticas ya que esta será la variable dependiente que se busca explicar en el modelo. Se escogieron las notas de matemáticas de los niños de 7^{mo} de básica en matemáticas como variable dependiente en esta investigación ya que el estudio de *Factores Asociados al Logro Cognitivo de los Estudiantes de América Latina y el Caribe* de la OREALC y el LLECE demuestra que el aprendizaje del niño en matemáticas se explica principalmente por el aporte de la escuela como fuente primaria de conocimiento (2010:32).

Por otro lado, la prueba de matemáticas evaluó los siguientes conceptos: números, geometría, medición y estadística. Los procesos que se utilizaron para evaluar dichos conceptos son los siguientes: reconocimiento de objetos y elementos, solución de problemas simples y solución de problemas complejos. Las pruebas de matemáticas para los alumnos de 7^{mo} de básica tienen 87 ítems cerrados y 9 abiertos³⁴. Cabe resaltar que el SERCE no busca evaluar conocimientos sino competencias, entendiendo estas como “*articulaciones entre la apropiación consciente del saber y del desarrollo, para poder aplicarlo en situaciones que aparecen por primera vez y producir nuevos conocimientos*” (LLECE, 2006: 16).

La base proporcionada por el SERCE permite medir los factores explicativos de la FPE a través de distintas variables; sin embargo, se han escogido las siguientes de acuerdo a la literatura revisada y expuesta anteriormente en los fundamentos teóricos.

- a) Para capturar la influencia entre los factores relacionados al establecimiento educativo y profesores (Q_i), y el desempeño de los estudiantes, se incorporarán en la FPE las siguientes variables:

Características del profesor:

- Experiencia del profesor en el centro educativo
- Nivel de formación del profesor

Características de enseñanza del profesor:

- Ayuda brindada a los alumnos por el profesor

Características de la gestión administrativa del centro educativo:

- Estudios en gestión de la educación tomados por el director

Características del centro educativo:

- Ubicación geográfica del centro educativo y tipo de administración

- b) Para conocer la relación entre los factores relacionados al estudiante (C_i), y el desempeño escolar del mismo, se incluirán las siguientes variables:

Características del alumnado:

- Edad
- Sexo

³⁴ Los ítems cerrados proponen una alternativa de soluciones ante un enunciado en la cual solo una alternativa es correcta. Por el contrario en los ítems abiertos el alumno produce su propia respuesta (LLECE, 2006:20).

- Número de veces que ha repetido de grado
- El estudiante trabaja o no aparte de estudiar

Motivación del estudiantado:

- El estudiante tiene una comprensión rápida de lo que explica el profesor en clase

- c) Para medir la correlación entre los factores relacionados al entorno socio-familiar (H_i), y el logro escolar del alumnado, se trabajará con las siguientes variables:

Características socioeconómicas de la familia:

- Material del piso de la casa
- Posesión de bienes en el hogar

Características del nivel de formación de la familia:

- Nivel de formación de la madre
- Número de libros en el hogar

- d) Finalmente, para evaluar la relación entre los factores vinculados a los insumos provistos por la familia (I_i), y, el rendimiento escolar, se incluirán las siguientes variables:

Materiales escolares entregados por los padres al niño o niña:

- El niño o niña tiene cuaderno de apuntes

Dedicación de tiempo de los padres a la educación de los hijos:

- Padres que leyeron a sus hijos en su infancia
- Ayuda recibida por el niño o niña de algún miembro de su familia para hacer sus tareas
- Frecuencia de la ayuda brindada por la familia para las tareas del niño o niña

A continuación el Cuadro 12 presenta el nombre, la descripción y el tipo de cada una de las variables incorporadas en la función de producción de la educación para el Ecuador.

Cuadro 12. Descripción de las variables utilizadas

Fuente: Cuestionarios SERCE 2006
Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

2.2. Análisis descriptivo de las variables incluidas en la FPE

Bajo este eje se mostrará el análisis descriptivo tanto de la variable dependiente como de las variables explicativas, incluidas en la función de producción de la educación. El análisis descriptivo permitirá identificar los aspectos característicos del comportamiento de los datos.

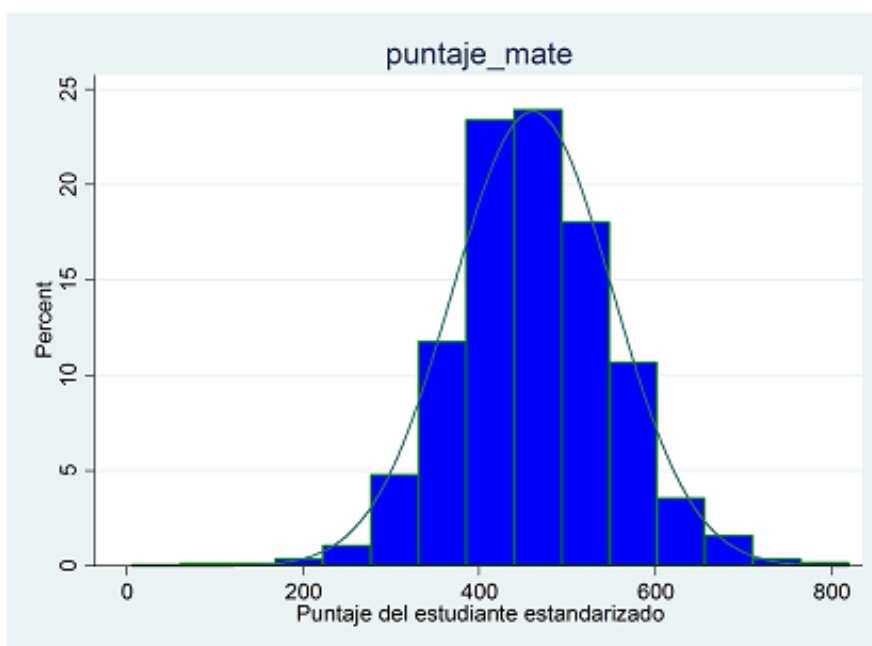
Función Producción de la Educación	Variable	Nombre de la Variable	Tipo de variable	Descripción
Factores relacionados al establecimiento educativo y profesores (Qi)	Experiencia del profesor en el centro educativo	exp.profe	Númérica	El tiempo en años durante el cual los profesores de matemáticas han trabajado en el centro educativo considerado en la muestra.
	Nivel de formación del profesor	edu.profe	Cualitativa	Se refiere al nivel más alto de instrucción que alcanzaron los profesores de matemáticas dentro del sistema formal de educación. El nivel de instrucción refleja el grado más elevado de estudios realizados o en curso, sin tener en cuenta si se han terminado o están provisional o definitivamente incompletos.
	Ayuda brindada a los alumnos por el profesor	ayuda.profe	Cualitativa	Se refiere si los profesores de matemáticas brindan ayuda extra durante las clases al alumnado de 7 ^{mo} de básica.
	Estudios en gestión de la educación tomados por el director	gestion.dir	Cualitativa	Se refiere si el director de la escuela ha realizado estudios de actualización, especialización o postgrado en administración o gestión de la educación y a duración en horas de estos estudios.
	Ubicación geográfica del centro educativo y tipo de administración	ubicación	Cualitativa	Se refiere al número de niñas y niños que asisten a escuelas públicas o privadas (tipo de administración), y la ubicación geográfica de éstas (zona rural o urbana).
Factores relacionados al estudiante (Ci)	Edad	edad	Númérica	Se refiere a la edad en años que tienen las niñas y los niños en 7 ^{mo} de básica.
	Sexo	sexo	Cualitativa	Se refiere al sexo masculino o femenino de las niñas y los niños en 7 ^{mo} de básica.
	Número de veces que ha repetido de grado	rep.grado	Cualitativa	Se refiere al número de veces que el estudiante de 7 ^{mo} de básica ha repetido algún grado.
	El estudiante trabaja o no aparte de estudiar	tab.nino	Cualitativa	Se refiere si el estudiante de 7 ^{mo} de básica estudia únicamente o trabaja también en casa o fuera.
	Frecuencia de comprensión del estudiante en clases de matemáticas	comprend	Cualitativa	Se refiere a la frecuencia con la cual el estudiante de 7 ^{mo} de básica comprende las explicaciones del profesor de matemáticas en clase.
Factores relacionados al entorno socio-familiar (Hi)	Material del piso de la casa	mat.pisos	Cualitativa	Se refiere al material del piso de la casa del estudiante de 7 ^{mo} de básica.
	Posesión de bienes en el hogar	bienes	Númérico	Se refiere al número de bienes que posee la familia del estudiante de 7 ^{mo} de básica.
	Nivel de formación de la madre	edu.madre	Cualitativa	Se refiere al nivel más alto de instrucción que alcanzaron las madres de los estudiantes de 7 ^{mo} de básica dentro del sistema formal de educación. El nivel de instrucción refleja el grado más elevado de estudios realizados o en curso, teniendo en cuenta si se han terminado o están incompletos.
	Número de libros en el hogar	libro.casa	Cualitativa	Se refiere al número de libros de cualquier tipo (poesías, novelas, diccionarios, etc) que hay en el hogar del estudiante de 7 ^{mo} de básica.
Factores vinculados a los insumos provistos por la familia (Ii)	El niño tiene cuaderno de apuntes	cuaderno	Cualitativa	Se refiere si el niño tiene cuaderno para tomar notas en las clases de matemáticas.
	Padres que leyeron a sus hijos en su infancia	leer.hijo	Cualitativa	Se refiere si los padres del niño de 7 ^{mo} de básica acostumbraban a leerle cuando el niño era pequeño.
	Ayuda recibida por el niño de algún miembro de su familia para hacer sus tareas	ayuda.familia	Cualitativa	Se refiere al miembro de la familia que ayuda al estudiante de 7 ^{mo} de básica a realizar sus tareas cuando éste necesita ayuda.
	Frecuencia de la ayuda brindada por la familia para las tareas del niño	frec.ayuda	Cualitativa	Se refiere a la frecuencia con la cual algún miembro de la familia ayuda al estudiante con sus tareas cuando éste lo necesita.

2.2.1 Análisis descriptivo de la variable dependiente

El puntaje estándar en matemáticas del alumnado de 7^{mo} de básica se encuentra en una escala entre 0 y 1000. Esta variable numérica muestra la tendencia que se observa en el Gráfico 1. El mínimo puntaje es 6, mientras el máximo es 819. El puntaje promedio es 460 y la desviación estándar es de 90³⁵.

³⁵ La desviación estándar en América Latina es de 100 puntos (LLECE, 2007: 2).

Gráfico 1. Distribución del puntaje estándar de matemáticas de los niños/as de 7^{mo} de básica

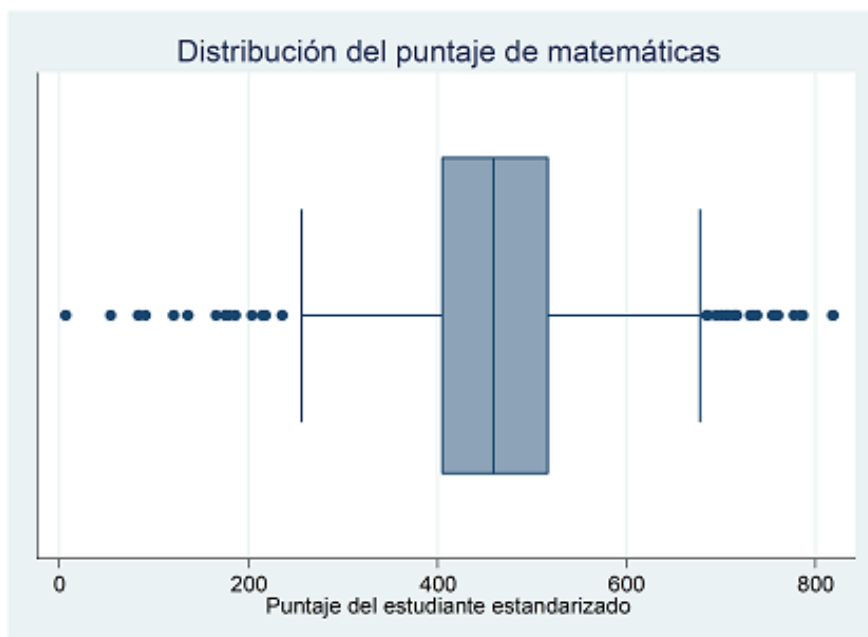


Fuente: SERCE 2006

Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

El Gráfico 2 muestra, a través del diagrama de caja, qué distribución sigue el puntaje obtenido por los estudiantes en matemáticas. Así, 50% de los alumnos de 7^{mo} de básica obtuvieron un puntaje entre 405 y 517 puntos (percentil 25 y 75); mientras que 80% de la muestra de alumnos obtuvieron un puntaje entre 356 y 582 (desde el percentil 10 al 90).

Gráfico 2. Diagrama de caja del puntaje estándar de matemáticas de los niños/as de 7^{mo} de básica



Fuente: SERCE 2006

Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

2.2.2 Análisis descriptivo de las variables explicativas

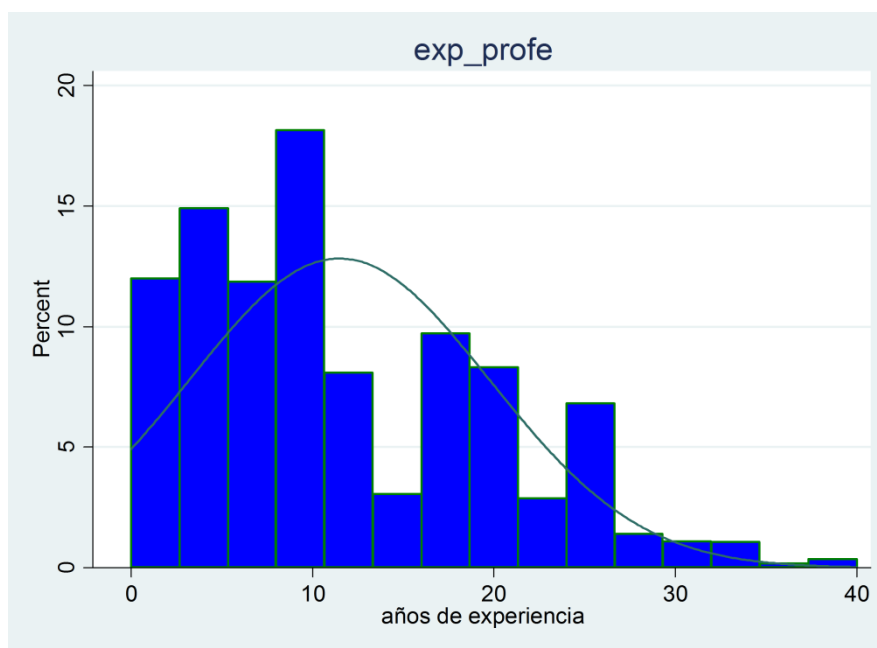
2.2.2.1 Factores relacionados al establecimiento educativo y profesores (Q_i)

Las siguientes variables van a tratar de capturar cómo el factor relacionado al establecimiento educativo y a los profesores influencia en el rendimiento escolar de los estudiantes. Para medir esta correlación se utilizaron variables de medida como: las características del profesor, las características de enseñanza de este y las características de la gestión administrativa del centro educativo.

Características del profesor:

La variable experiencia del profesor en el centro educativo (exp_profe) es de tipo numérica. La unidad de medida de la variable es: años de experiencia. El valor mínimo de esta variable es 0 años de experiencia, mientras que el máximo es 40 años; en promedio los profesores encuestados tienen 11 años de experiencia. La moda se ubica en 8 años de experiencia, conteniendo 7,29% de los profesores. La distribución de la experiencia de los profesores no sigue una distribución normal sino una distribución asimétrica positiva, la cual se aprecia en el Gráfico 3.

Gráfico 3. Experiencia laboral de los profesores de matemáticas de 7^{mo} de básica

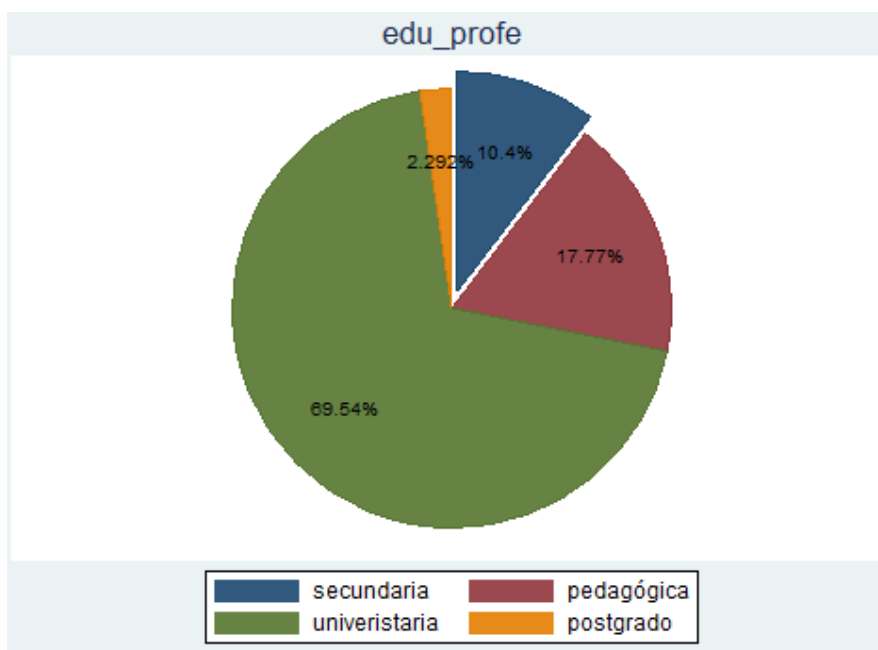


Fuente: SERCE 2006

Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

La variable nivel de educación del profesor (edu_profe) es de tipo categórica y presenta las siguientes opciones: secundaria, pedagógica, universitaria y postgrado. La mayoría de los profesores (69,54%) han terminado sus estudios universitarios, seguidos de aquellos con estudios en pedagogía (17,77%) y de los profesores con educación secundaria (10,4%). Los maestros que han realizado estudios de postgrado alcanzan 2,29% de la muestra. En el Gráfico 4 se aprecia esta distribución.

Gráfico 4. Nivel de formación de los profesores de matemáticas de 7^{mo} de básica



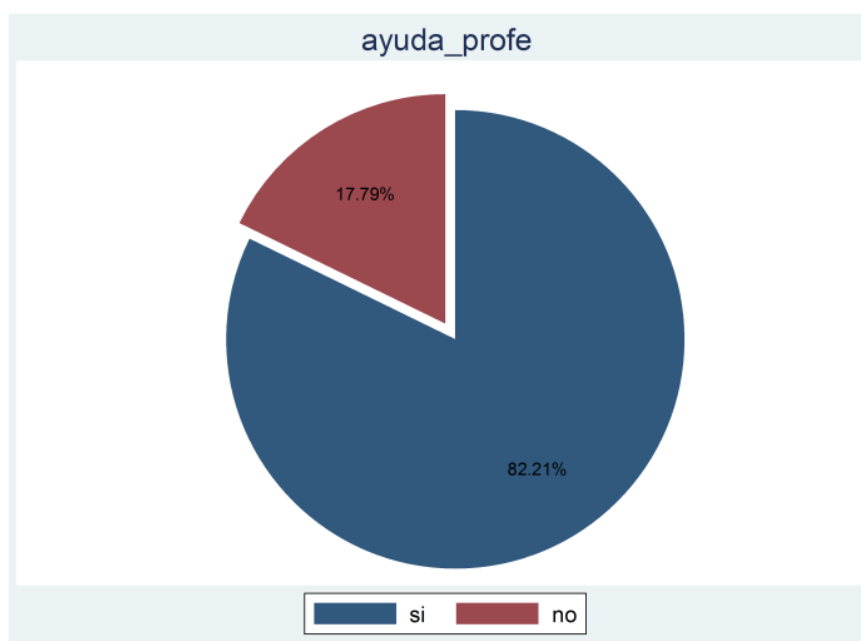
Fuente: SERCE 2006

Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

Características de enseñanza del profesor:

La variable previa muestra si el profesor brindó su ayuda a los alumnos en clase (ayuda_profe). Esta es una variable binaria la cual señala que 82,21% de los alumnos recibieron ayuda en clase, mientras que el restante 17,79% no recibió ayuda del profesor. El Gráfico 5 evidencia esta distribución.

Gráfico 5. Ayuda brindada por los profesores de matemáticas a los alumnos de 7^{mo} de básica



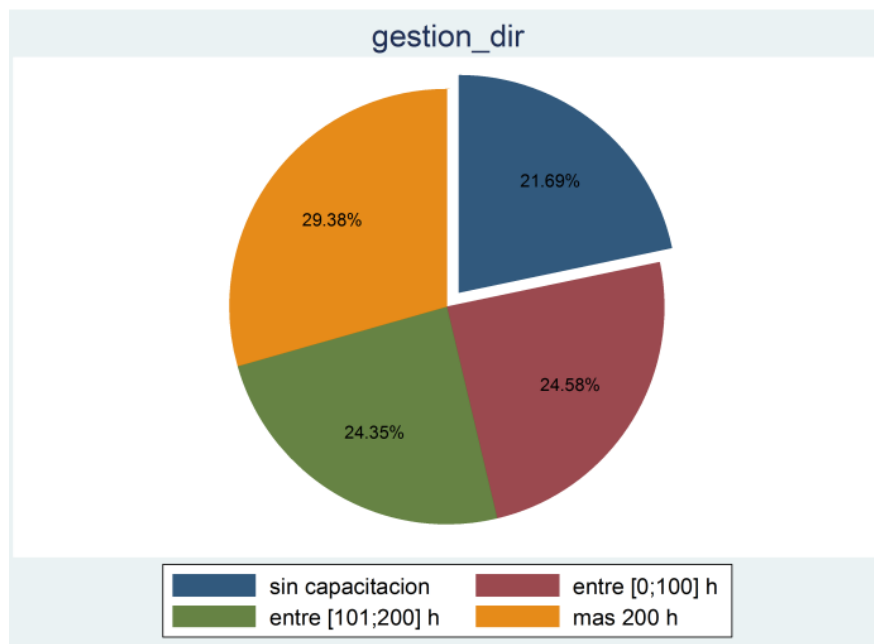
Fuente: SERCE 2006

Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

Características de la gestión administrativa del centro educativo:

La variable expuesta en el Gráfico 6 (gestión_dir) muestra si los directores de las escuelas encuestadas han tomado capacitaciones en gestión de la educación. Esta variable es categórica y presenta la siguiente distribución de datos en cada una de sus categorías: 21,69% de los directores nunca han tomado una capacitación, mientras que 79,21% sí lo ha hecho. De aquellos directores que sí han recibido capacitaciones, 29,38% ha asistido a una de más de 200 horas; 24,58% ha tomado capacitaciones que duraron entre 101-200 horas; y 24,35% ha participado en capacitaciones de 0-100 horas.

Gráfico 6. Realización de estudios en gestión de la educación por parte de los directores



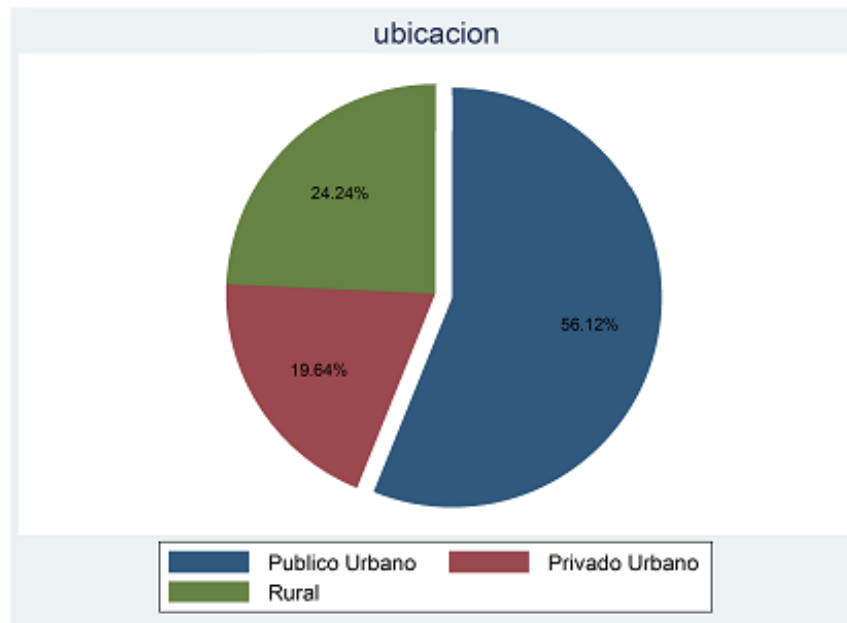
Fuente: SERCE 2006

Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

Características del centro educativo:

La variable que se indica en el Gráfico 7 muestra la ubicación geográfica de la escuela, urbana o rural, y el tipo de administración, privada o pública. Al ser una variable cualitativa nominal la distribución de datos es de la siguiente manera para las tres categorías: 56,21% de la muestra asiste a clases en el sector urbano bajo una administración pública, 24,24% de estudiantes asisten a clases en la zona rural y 19,64% asiste a una escuela privada ubicada en el sector urbano.

Gráfico 7. Número de estudiantes que asisten a centros educativos según la ubicación geográfica y tipo de administración de estos



Fuente: SERCE 2006

Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

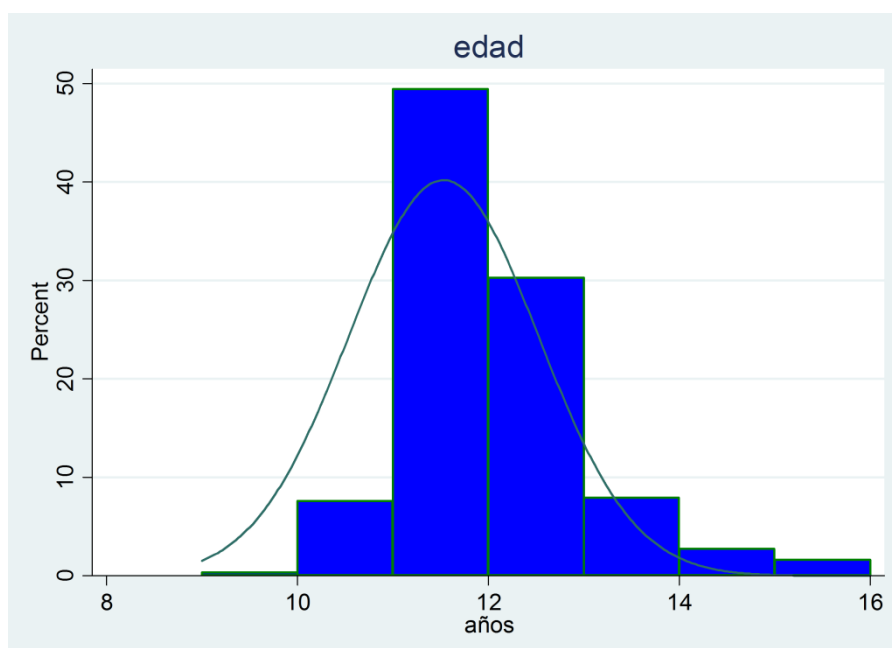
2.2.2.2 Factores relacionados al estudiante (C_i)

Las siguientes variables van a tratar de capturar cómo el factor relacionado a las características del estudiante afecta el logro escolar del mismo. Para medir esta correlación se utilizaron variables de medida como: las características del niño y su motivación.

Características de la o el estudiante:

La variable edad es numérica y muestra que los estudiantes de 7^{mo} de básica se encuentran en un rango entre 9 y 16 años. La edad promedio de los niños en este nivel es entre los 11 y 12 años; la muestra revela las mismas características ya que 80% de los niños están entre los 11 y 12 años. El 20% restante se distribuye de la siguiente manera: 8% del alumnado están en un grado avanzado para su edad, mientras que 12% están en un grado inferior al que deberían (Ver Gráfico 8).

Gráfico 8. Distribución de la edad de los niños/as de 7^{mo} de básica

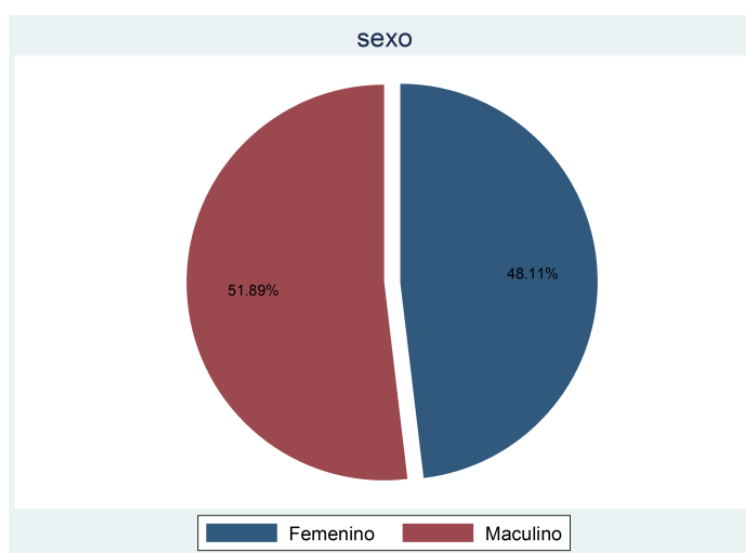


Fuente: SERCE 2006

Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

La variable sexo indica el porcentaje de niños y niñas en 7^{mo} de básica. Esta variable es binaria y señala que 51,89% de la muestra está compuesta por hombres, mientras 48,11% está conformada por mujeres. Esta distribución de los datos asegura que la muestra está balanceada en cuanto a género (Ver Gráfico 9).

Gráfico 9. Sexo de los alumnos de 7^{mo} de básica



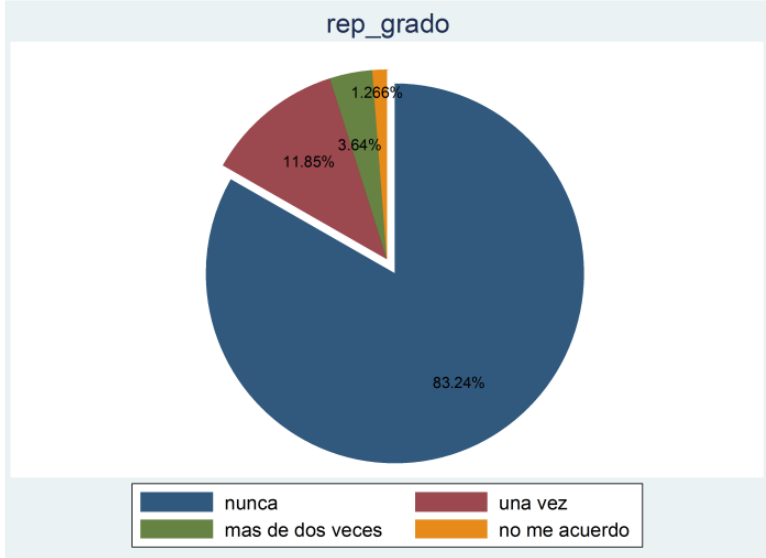
Fuente: SERCE 2006

Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

La variable (rep_grado) representada en el Gráfico 10 indica el número de veces que los estudiantes han repetido 7^{mo} de básica. Esta variable es categórica y se desagrega en las siguientes opciones: alumnos que nunca han repetido el grado, estudiantes que lo han hecho una vez, alumnos que lo han

hecho más de una vez y alumnos que no se acuerdan si repitieron el grado o no. De esta manera, 83,24% de los estudiantes aseguran que no han repetido el grado, 11,85% lo han hecho una vez, 3,64% han repetido más de una vez y 1,26% no se acuerdan si repitió o no.

Gráfico 10. Número de veces que un alumno ha repetido el 7^{mo} grado de educación básica

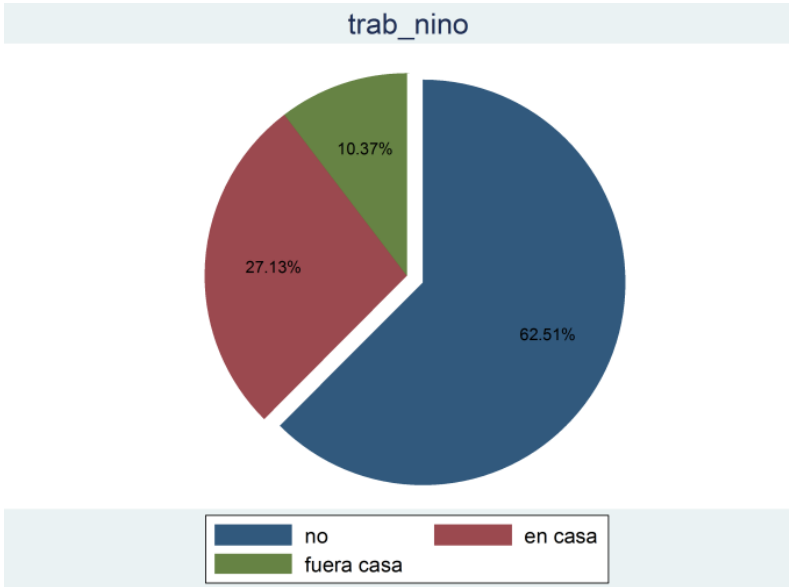


Fuente: SERCE 2006

Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

La variable trab_nino indica si los alumnos de 7^{mo} de básica trabajan, además de estudiar. Esta variable es categórica y muestra la siguiente distribución: 62,51% de los estudiantes no trabajan, 27,13% trabajan en su casa y 10,37% lo hacen fuera de su hogar. En su mayoría los estudiantes no trabajan; sin embargo, 37,49% sí lo hace.

Gráfico 11. Porcentaje de estudiante de 7^{mo} de básica que trabajan además de estudiar



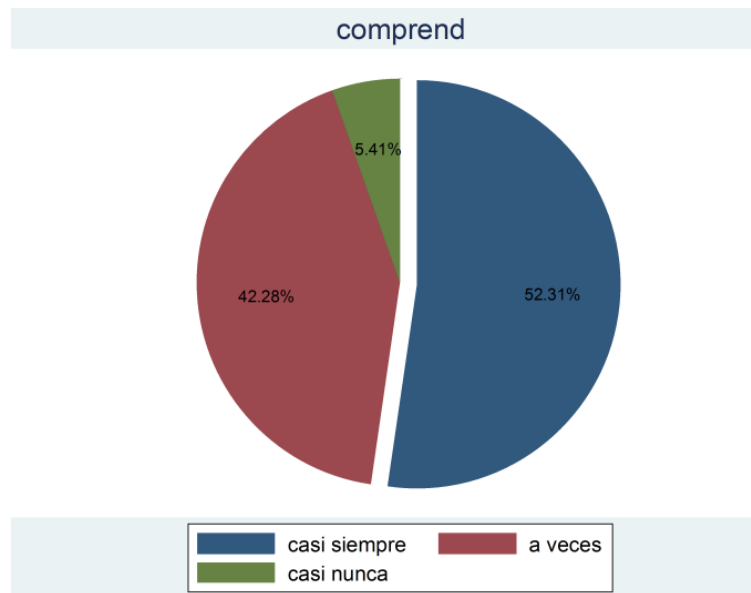
Fuente: SERCE 2006

Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

Motivación del estudiante:

Esta variable³⁶ categórica (comprend) muestra que tan frecuente el estudiante tiene una comprensión rápida de lo que el profesor explica en clases. De esta manera, en el Gráfico 12 se aprecia que 52,31% de los alumnos entiende casi siempre lo que le profesor explica, mientras que 42,28% entiende a veces la explicación del profesor y 5,41% casi nunca lo hace.

Gráfico 12. Los alumnos de 7^{mo} de básica comprenden rápidamente lo que explica el profesor de matemáticas



Fuente: SERCE 2006

Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

2.2.2.3 Factores relacionados al entorno socio-familiar (H_i)

Las siguientes variables buscan capturar cómo el factor relacionado al entorno socio-familiar de los estudiantes de 7^{mo} de básica se correlaciona con el logro escolar de los mismos. Para medir esta correlación se utilizaron variables de medida como: las características socioeconómicas y formación educativa de la familia.

Características socioeconómicas de la familia:

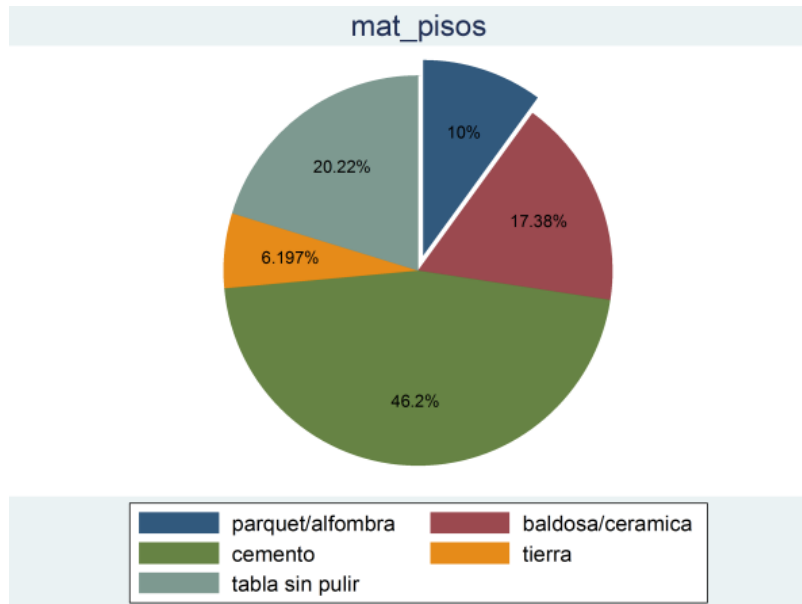
La variable (mat_pisos), presentada en el Gráfico 13, muestra de qué material están hechos los pisos de los hogares de los estudiantes de 7^{mo} de básica. La literatura revisada previamente recomienda dicha variable como una variable de medición del nivel socioeconómico de la familia. Esta variable al ser categórica ordinal muestra la siguiente jerarquización en las respuestas: parquet/alfombra, baldosa/cerámica, cemento, tabla sin pulir y tierra.

Por lo tanto, siguiendo el orden descrito, los hogares con parquet o alfombra en sus pisos poseen el nivel socioeconómico más alto, mientras que los hogares con pisos de tierra poseen el nivel socioeconómico más bajo. Los hogares con baldosa o cerámica, cemento y tabla sin pulir se encuentra entre el nivel socioeconómico más alto y más bajo y se ordenan de la manera detallada

³⁶ A través de esta variable se trata de capturar una aproximación de la habilidad innata del estudiante que suele ser muy difícil de medir. Por lo general, la habilidad innata al no ser medible se encuentra contenida en el término de error, el cual causa problemas de endogeneidad en el modelo.

disminuyendo secuencialmente de nivel socioeconómico. Se constata que 10% de la muestra posee pisos con parquet o alfombra, 17,36% con baldosa o cerámica, 46,2% tiene pisos de cemento, 20,22% de los hogares utilizan tabla sin pulir en sus pisos y finalmente 6,19% tiene pisos de tierra.

Gráfico 13. Material de los pisos de las casas de los alumnos en 7^{mo} de básica



Fuente: SERCE 2006

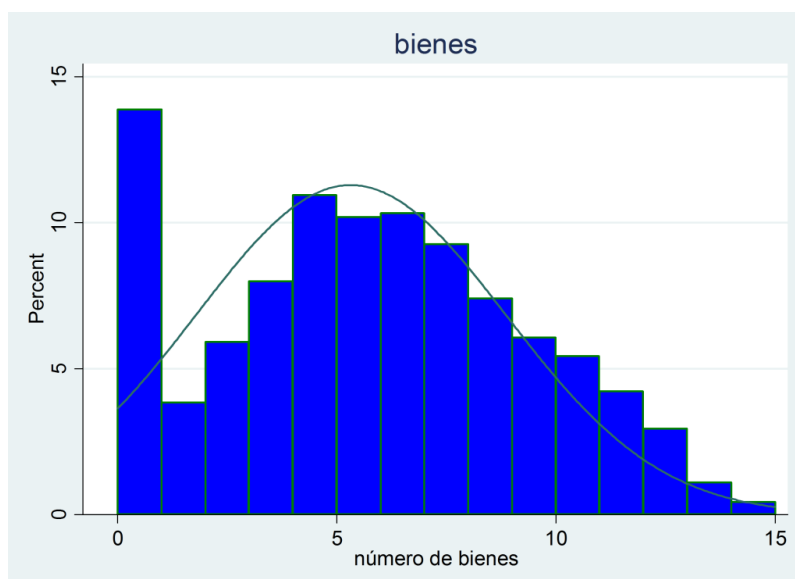
Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

La variable bienes es un indicador que muestra cuántos bienes inmuebles y electrodomésticos poseen las familias en sus hogares. Esta variable es numérica e intenta capturar el nivel socioeconómico de las familias. Este tipo de variable es igualmente recomendada por la literatura de la FPE revisada anteriormente. Cabe resaltar que este indicador se construyó de una lista de 15 bienes³⁷, y que a cada bien se le otorgó el mismo peso, siendo este de un punto. Por ende, aquellas familias con un indicador de 15 puntos poseen todos los bienes de la lista, mientras que aquellas con un indicador inferior poseen menor cantidad de bienes en sus hogares.

De esta manera, en promedio las familias poseen 5 bienes en sus casas. Cabe resaltar que 14% de la muestra tiene un indicador de 0, lo cual revela que esas familias no tienen ningún bien de la lista. Además, 31% de las familias tienen aproximadamente entre 4 y 6 bienes en sus hogares (equivalente a indicador de 4 a 6); mientras que 37% de las familias tienen más de 6 bienes; y el restante 18% tiene entre 1 y 4 bienes en sus viviendas. La distribución de los bienes inmuebles y electrodomésticos en los hogares de los estudiantes de 7mo de básica se indica en el Gráfico 14.

³⁷ La lista de bienes es la siguiente: TV a color, radio, equipo de música, video grabadora, reproductor DVD, computadora, celular, refrigeradora, cocina, horno microondas, lavadora de ropa, secadora de ropa, lavavajillas, auto y moto.

Gráfico 14. Posesión de bienes inmuebles y electrodomésticos en el hogar de los estudiantes de 7^{mo} de básica



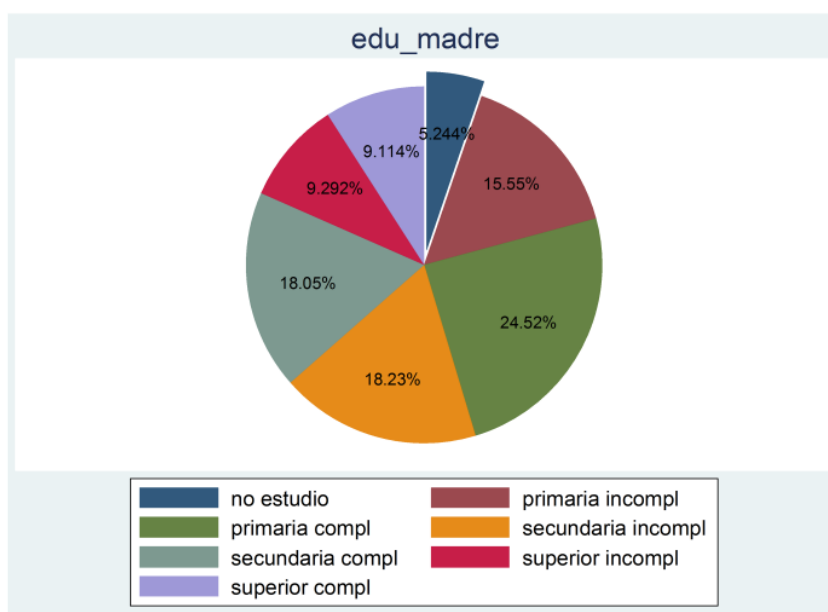
Fuente: SERCE 2006

Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

Características del nivel de formación de la familia:

La variable de nivel de formación de la madre (edu_madre) es categórica y presenta 7 opciones de respuesta, expuestas en el Gráfico 15. En este sentido, 5,24% de las madres de los estudiantes de 7^{mo} de básica no realizaron ningún tipo de estudio; las madres con primaria incompleta y completa representan respectivamente 15,55% y 24,52% de la muestra, seguidas por las madres con educación secundaria incompleta y completa que representan 18,23% y 18,05% de la muestra correspondientemente. Finalmente, las madres con educación superior incompleta y completa abarcan 9,29% y 9,11%, respectivamente.

Gráfico 15. Nivel de formación de las madres de los estudiantes de 7^{mo} de básica

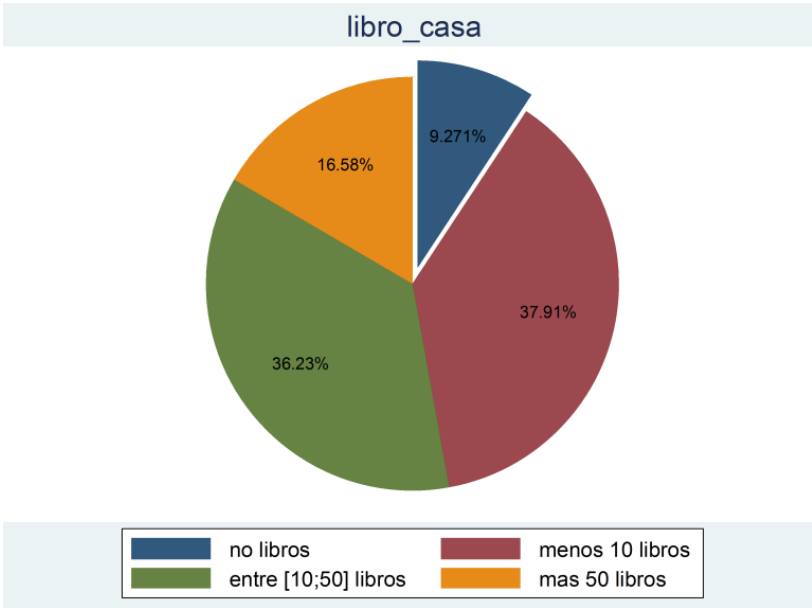


Fuente: SERCE 2006

Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

La variable (*libro_casa*), presentada en el Gráfico 16, mide la cantidad de libros en el hogar de las niñas y niños de 7^{mo} de básica. Esta variable es sugerida por la literatura de la FPE para capturar el capital humano de la familia. Esta variable es categórica y muestra la siguiente distribución de datos: 9,27% de las familias no poseen libros en sus hogares, 37,91% poseen menos de 10 libros (siendo esta categoría la de mayor frecuencia), 36,23% de las familias aseguran tener entre 10 a 50 libros en casa, y 16,58% de las familias tienen más de 50 libros en sus hogares.

Gráfico 16. Número de libros en el hogar de las niñas y niños de 7^{mo} de básica



Fuente: SERCE 2006

Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

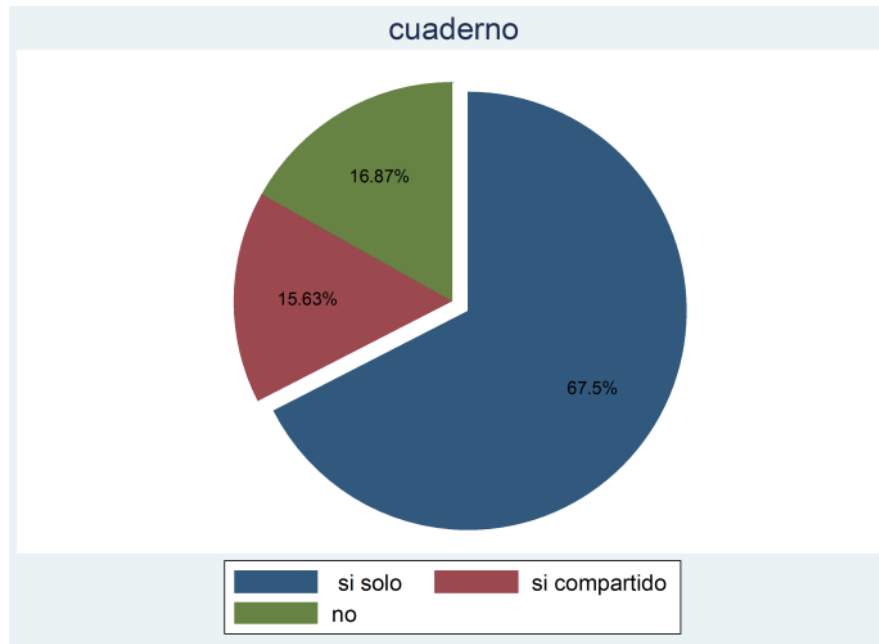
2.2.2.4 Insumos provistos por la familia (*I_i*)

Las siguientes variables buscan capturar cómo los insumos provistos por la familia a sus hijos, inscritos en 7^{mo} de básica, se relacionan con el logro escolar de los mismos. Para medir esta relación, se utilizaron variables de medida como: los materiales escolares entregados por los padres a sus hijos y la dedicación del tiempo de los padres a la educación de sus hijos.

Materiales escolares entregados por los padres a la niña o niño:

La variable *cuaderno* indica si la familia compró o no a su hijo un cuaderno notas. Esta variable es igualmente categórica y presenta las siguientes características en la muestra: 67,5% de las niñas y niños tienen un cuaderno para su uso personal, 16,8% no tienen cuaderno y el restante 15,63% comparte su cuaderno con alguien más (Ver Gráfico 17).

Gráfico 17. Estudiantes de 7^{mo} de básica que tienen cuaderno de apuntes



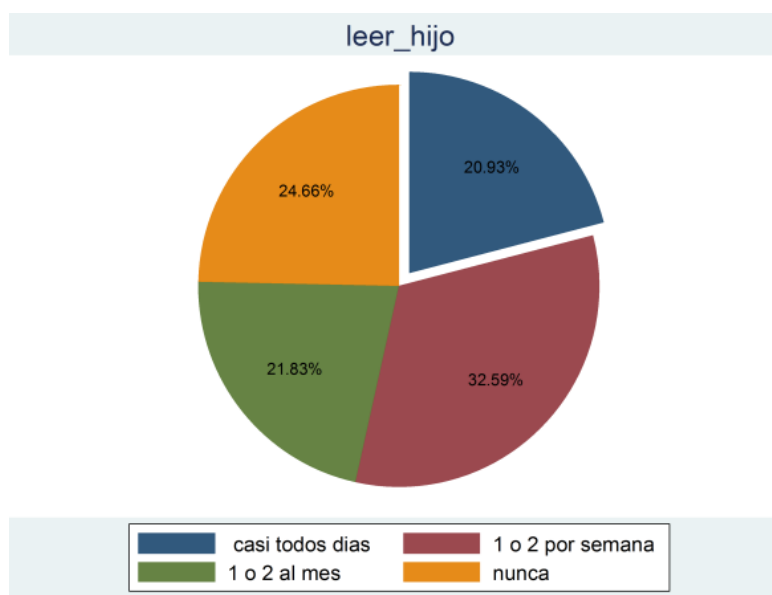
Fuente: SERCE 2006

Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

Dedicación del tiempo de los padres a la educación de sus hijos:

Esta variable muestra con qué frecuencia los padres, de los estudiantes de 7^{mo} de básica, han leído cuentos o libros a sus hijos. En la literatura este tipo de variables trata de capturar la transmisión de capital cultural entre padres e hijos. Obviamente la variable "leer_hijo" es únicamente una aproximación de esta transmisión. Esta variable es categórica y muestra la siguiente distribución de datos: 24,66% de los niños nunca tuvieron un espacio de lectura por parte de sus padres, a 21,83% de los niños sus padres les leyeron un libro 1 o 2 veces al mes, 32,59% han escuchado una lectura de sus padres 1 o 2 veces a la semana y 20,93% afirma que sus padres compartieron con ellos un momento de lectura casi todos los días (Ver Gráfico 18).

Gráfico 18. Padres que leyeron cuentos y libros a sus hijos en su infancia

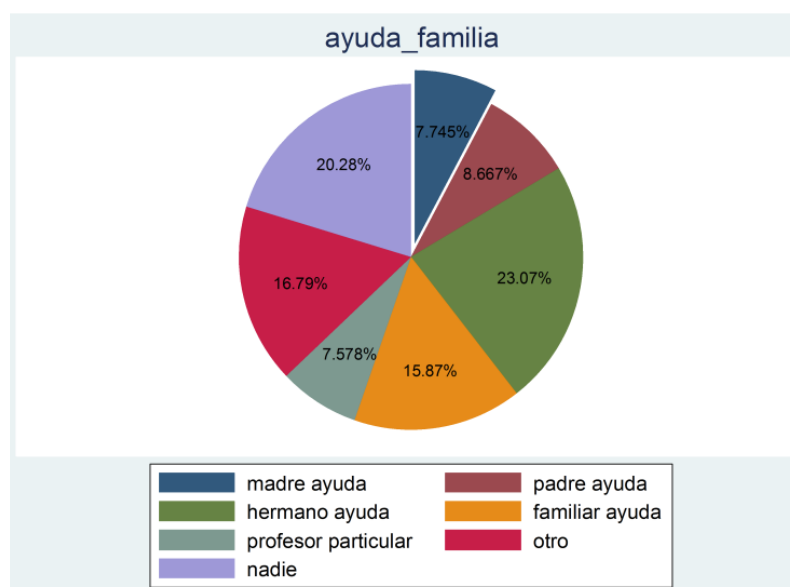


Fuente: SERCE 2006

Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

La variable "ayuda_familia" señala qué miembro de la familia del estudiante de 7^{mo} de básica lo ayuda a realizar sus tareas escolares. Esta variable es categórica y muestra 7 opciones de respuesta. La variable presenta la siguiente información: 23,07% de los niños afirman ser ayudados por sus hermanas o hermanos mayores, 16,79% dice que otra persona les ayuda, 15,87% asegura que recibe ayuda de un familiar, 8,67% son ayudados por sus padres, 7,75% recibe ayuda de su madre, el 7,58% es apoyado por un profesor particular y el restante 20,28% menciona que no reciben ayuda de nadie.

Gráfico 19. Ayuda recibida por los estudiantes de 7^{mo} de básica para realizar sus tareas

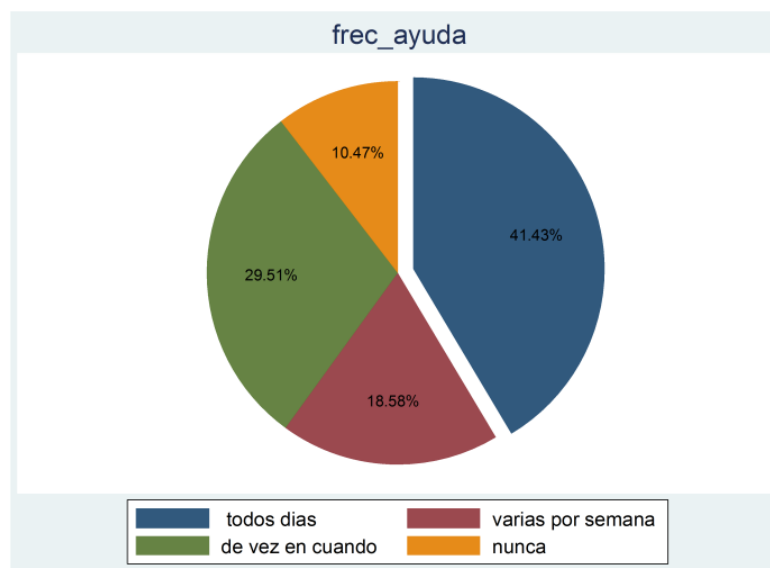


Fuente: SERCE 2006

Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

Esta variable revela con qué frecuencia el niño/a de 7^{mo} de básica recibe ayuda para realizar sus tareas. Al ser una variable categórica existen 4 opciones de respuesta que muestran la siguiente distribución: 41,43% de los niños/as reciben ayuda para sus tareas todos los días, 29,51% recibe ayuda de vez en cuando, 18,58% es ayudado varias veces por semana y 10,47% nunca es ayudado.

Gráfico 20. Frecuencia de la ayuda dada por la familia en las tareas de los niños



Fuente: SERCE 2006

Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

2.2.3 Análisis comparativo entre el SERCE y el SINEC

Para asegurar que la muestra del Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo sea representativa del sistema de educación formal en el Ecuador en el 2006, se presenta a continuación, la información del Sistema Nacional de Estadísticas Educativas (SINEC)³⁸ del Ministerio de Educación del Ecuador (MINEDUC), que recoge toda la información del sistema de educación del Ecuador en el periodo 2005-2006. Efectivamente, el SERCE realizó en el periodo educativo 2005-2006 su proceso de selección del universo de escuelas del Ecuador basándose en los siguientes tres criterios: ubicación y tipo de administración de la escuela, tamaño del alumnado y relación entre la matrícula de 7^{mo} y 4^{to} de básica de los alumnos. La información detallada sobre el proceso de selección de la muestra está en el Anexo 1. Por lo tanto, es relevante realizar un análisis comparativo entre la información del SERCE y del SINEC en cuanto al número de escuelas según su ubicación y tipo de administración y el tamaño del alumnado de 7^{mo} de básica según la ubicación y tipo de administración de la escuela.

Primero, se detalla el análisis comparativo en cuanto a la ubicación y tipo de administración de la escuela. La Tabla 6 indica la información sobre el número de escuelas del Ecuador en el periodo 2006-2007 ubicadas en la zona rural o urbana y por tipo de administración.

³⁸ El Sistema Nacional de Estadísticas Educativas (SINEC) fue reemplazado a partir del 2007 por el Archivo Maestro de Instituciones Educativas (AMIE).

Tabla 6. Instituciones educativas del sistema de educación formal general básica período 2006-2007

		Ubicación geográfica				Total
		Rural		Urbano		
		Número escuelas	% del total de escuelas (19.996)	Número escuelas	% del total de escuelas (19.996)	
Tipo de administración	Privado	1.711	8,56%	3.579	17,90%	5.290
	Público	12.114	60,58%	2.592	12,96%	14.706
	Total	13.825	69,14%	6.171	30,86%	19.996

Fuente: SINEC 2005-2006
Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

La mayoría de las escuelas ecuatorianas en este periodo se concentran en la zona rural representando el 69,14% del total de escuelas, mientras que las escuelas en el área urbana representan el 30,86% de 19.996 escuelas en el país. Las escuelas privadas representan el 26,46% del total de instituciones educativas, mientras las escuelas públicas representan 73,54% del total, por lo cual son mayoría. En seguida, se presenta el porcentaje de escuelas, según su ubicación geográfica y tipo de administración, de acuerdo a la información del Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo (SERCE) y del Sistema Nacional de Estadísticas Educativas (SINEC), con el fin de hacer una comparación de la distribución de las escuelas en base a los criterios señalados.

Tabla 7. Distribución geográfica y tipo de administración de las escuelas según el SINEC y el SERCE

	SINEC		SERCE	
	Número de escuelas	% de escuelas	Número de escuelas	% de escuelas
Rural	13.825	69%	76	44%
Privado Urbano	3.679	18%	33	37%
Público Urbano	2.592	13%	64	19%
Total	19.996	100%	173	100%

Fuente: SINEC 2005-2006 y SERCE 2006
Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

El Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo tiene una sola variable que recoge la información sobre la ubicación geográfica y tipo de administración de la escuela, esta variable tiene el nombre de "ubicación" y está compuesta de tres categorías "rural", "privado urbano" y "público urbano". Por lo tanto, para poder comparar la distribución de las escuelas según los criterios mencionados se categorizó la información del SINEC de la misma manera. La Tabla 7 revela que la muestra del SERCE está compuesta en un 44% de escuelas ubicadas en la zona rural, por otro lado el Sistema Nacional de Estadísticas Educativas señala que la mayoría de las escuelas son rurales y representan el 69% del total de escuelas del sistema de educación general básica del Ecuador. El 37% de la muestra SERCE está compuesto de escuelas privadas ubicadas en la zona urbana, mientras que el SINEC señala que únicamente el 18% de las escuelas del país en el período 2005-2006 se encuentran ubicadas en la zona urbana y son privadas. Finalmente, en la muestra del SERCE el 19% representa escuelas públicas ubicadas en la zona urbana, mientras que el SINEC revela que únicamente el 13% del total de escuelas en el Ecuador entre en el 2006 y 2007 son públicas ubicadas en la zona urbana. Por ende, el 56% de la muestra del SERCE se compone de escuelas urbanas

cuando éstas solo representan el 31% del total de las escuelas del país según el SINEC. En consecuencia, se constata una sobre muestra de escuelas urbanas en el SERCE.

Asimismo, el SINEC recopila información sobre el número de estudiantes en las instituciones educativas del sistema de educación general básica. La Tabla 8 indica el número efectivo de estudiantes de 7^{mo} de básica en las instituciones educativas según la ubicación geográfica y tipo de administración de estas.

Tabla 8. Número efectivo de estudiantes de 7^{mo} de básica del sistema de educación formal general básica período 2006-2007

		Ubicación geográfica de la escuela				Total
		Rural		Urbano		
		Número de estudiantes	% del total de alumnos (261.175)	Número de estudiantes	% del total de alumnos (261.175)	
Tipo de administración de la escuela	Privado	8.666	3%	53.887	21%	62.553
	Público	64.117	25%	134.505	51%	198.622
	Total	72.783	28%	188.392	72%	261.175

Fuente: SINEC 2005-2006

Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

A partir de la Tabla 8 se constata lo siguiente. La mayoría de los estudiantes en 7^{mo} de básica asisten a escuelas rurales representando el 28% del total de niñas y niños en este nivel de formación, mientras el 72% de los niños en 7^{mo} de básica asisten a escuelas ubicadas en la zona urbana. Además, el 24% de los niños en 7^{mo} de básica estudian en instituciones privadas y el 76% restante en instituciones públicas. En seguida, se efectúa una comparación entre el SINEC y SERCE en cuanto al número de estudiantes por escuela según la ubicación geográfica y tipo de administración para verificar si existe una semejanza entre ambos.

Tabla 9. Número efectivo de estudiantes según la distribución geográfica y tipo de administración de las escuelas de acuerdo al SINEC y SERCE

	SINEC		SERCE	
	Número de alumnos	% de alumnos	Número de alumnos	% de alumnos
Rural	72.783	28%	1.303	24%
Privado Urbano	53.887	21%	1.056	20%
Público Urbano	134.505	51%	3.017	56%
Total	261.175	100%	5.376	100%

Fuente: SINEC 2005-2006

Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

Se recuerda nuevamente que el Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo tiene una sola variable que recoge la información sobre la ubicación geográfica y tipo de administración de la escuela, esta variable tiene el nombre de "ubicación" y está compuesta de tres categorías "rural", "privado urbano" y "público urbano". Por lo tanto, para poder comparar la distribución de las escuelas según los criterios mencionados se categorizó la información del SINEC de la misma manera. La Tabla 9 muestra que la mayoría de los estudiantes en 7^{mo} de básica del Ecuador asisten a escuelas

públicas en la zona urbana abarcando el 51% del total de estudiantes, la muestra del SERCE está compuesta de un porcentaje muy similar siendo este 56%. Por otro lado, la concentración de estudiantes en el área rural es del 28% en el Ecuador según el SINEC, y el SERCE posee un porcentaje similar, siendo este 24% del total de estudiantes. Por último, los estudiantes en la zona urbana del Ecuador que asisten a escuelas privadas representan 21% del total y similarmente el SERCE posee en su muestra del 20% de estos estudiantes. Se concluye que la distribución del número de alumnos por escuela según su ubicación geográfica y tipo de administración es similar entre el SINEC y SERCE.

Consecuentemente, este análisis de la distribución del número de escuelas por área geográfica y tipo de administración, y del número de estudiantes en estas escuelas, realizado a partir de la información del SINEC y SERCE, no permite recrear el proceso de selección de la muestra del SERCE, lo cual tampoco es sujeto de esta investigación; sin embargo sí nos indica que la muestra SERCE incorpora un mayor número de escuelas urbanas, para el primer criterio de su diseño muestral, respecto al SINEC. Por lo tanto, se podría decir que la generalización de las conclusiones de esta investigación es veraz para procesos de aprendizaje similares a los del contexto de la muestra, es decir para escuelas urbanas y rurales de fácil acceso³⁹.

2.2.4 Conclusiones del análisis descriptivo

El análisis descriptivo realizado para cada variable del modelo de la función de producción de la educación permitió conocer el comportamiento estadístico tanto de la variable dependiente como de las 18 variables explicativas. En el caso de las variables numéricas se pudo identificar en promedio la distribución de sus datos; mientras que para las variables cualitativas nominales se logró detallar su distribución en cada categoría. Finalmente, el análisis descriptivo permitió sacar las siguientes conclusiones para cada una de las variables:

Variable dependiente

- En promedio las niñas y niños de 7^{mo} de básica obtuvieron 460 puntos en la nota estándar de matemáticas.

Variables explicativas

- Factores relacionados al establecimiento educativo y profesores (Q_i)
 - En promedio los profesores de matemáticas de los centros educativos evaluados han enseñado durante 11 años.
 - En su mayoría, los profesores de matemáticas han realizado estudios universitarios, representando 69,54% de la muestra.
 - En su mayoría, 82,21% de los alumnos de 7^{mo} de básica afirman que reciben ayuda en clase de su profesor de matemáticas.
 - En su mayoría, 29,38% de los directores han seguido estudios en gestión.
 - En su mayoría, 56,21% de los estudiantes asisten a clases en el sector urbano y en escuelas de administración pública.
- Factores relacionados al estudiante (C_i)
 - En promedio los niños de 7^{mo} de básica tienen 12 años de edad.

³⁹ Las niñas y niños que asisten a escuelas rurales de difícil acceso no están representados en la muestra del SERCE.

- En su mayoría, los estudiantes de 7^{mo} de básica son hombres, representando 51,89% de la muestra.
 - En su mayoría, 83,21% de los niños de 7^{mo} de básica nunca han repetido el grado.
 - En su mayoría, 62,51% de las niñas y niños de 7^{mo} de básica no trabajan y solo estudian.
 - En su mayoría, 52,31% de los estudiantes en 7^{mo} de básica comprenden rápidamente lo que el profesor de matemáticas explica.
- Factores relacionados al entorno socio-familiar (H_i)
 - En promedio, los hogares poseen 5 bienes inmuebles y electrodomésticos en sus viviendas.
 - En su mayoría, 46,2% de los hogares tiene pisos con cemento, mostrando que pertenecen a un estrato socioeconómico medio bajo.
 - Las madres de los estudiantes de 7^{mo} de básica han completado la primaria, abarcando 24,52% de la muestra.
 - En su mayoría, los hogares tienen menos de 10 libros en sus viviendas, representando 37,91% de la muestra.
- Insumos provistos por la familia (I_i)
 - En su mayoría, 67,5% de los niños de 7^{mo} de básica tienen cuaderno de apuntes solo para ellos.
 - En su mayoría, 32,59% de los padres leyeron a sus hijos durante su infancia entre una y dos veces por semana.
 - En su mayoría, los estudiantes de 7^{mo} de básica reciben ayuda en sus tareas por parte de sus hermanas o hermanos mayores.
 - En su mayoría, 41,43% las niñas y niños de 7^{mo} en básica reciben ayuda a diario en sus hogares para realizar sus tareas.

Metodología de mínimos cuadrados ordinarios y resultados de la regresión de la función de producción de la educación

Después de describir las bases del SERCE y las variables que están incluidas en la función de producción de la educación, se abarcan las especificidades del método econométrico empleado de Mínimos Cuadrados Ordinarios y los resultados obtenidos para la regresión de la FPE.

3.1 Especificaciones del método de Mínimos Cuadrados Ordinarios

En esta sección se describe el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), sus supuestos, y las características de los estimadores del mismo.

3.1.1 Descripción de la regresión lineal múltiple MCO

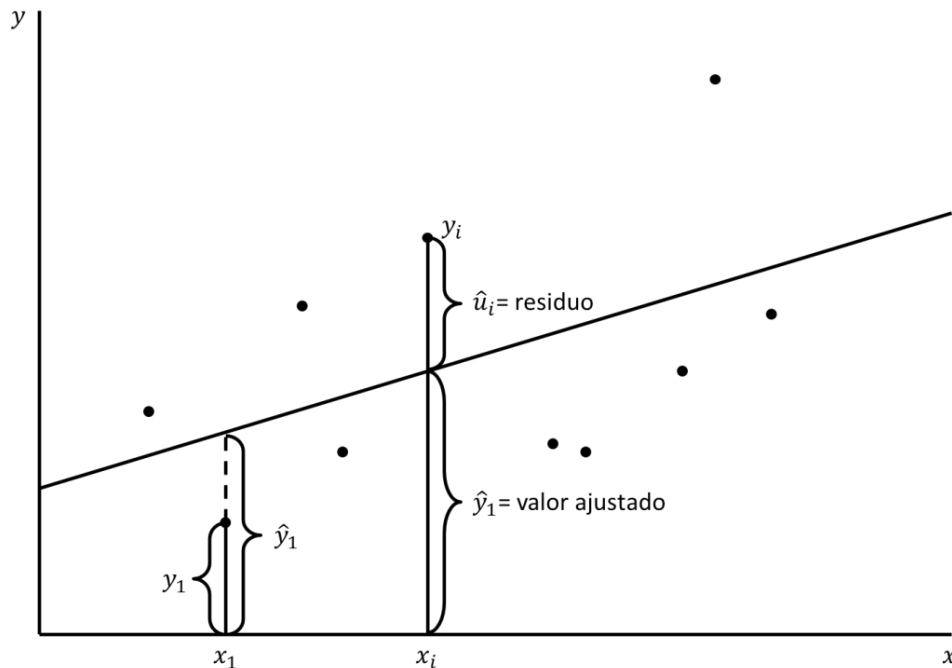
¿Qué hace el método MCO?

El método MCO ajusta la regresión muestral lo mejor posible a la distribución poblacional de la variable que se busca explicar. En el Gráfico 21, la regresión muestral está representada por una recta y la distribución poblacional de la variable dependiente está representada por una nube de puntos. En esta investigación la nube de puntos está dada por la notas de matemáticas del alumnado de 7^{mo} de básica, y la recta es representada por la función de producción de la educación, la cual busca explicar el rendimiento académico que se ajusta a la nube de puntos. A través de la regresión muestral se pretenden estimar los parámetros poblacionales (β_j) que están dados, pero que son desconocidos. La función de regresión poblacional se detalla en la ecuación 3.

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \beta_k x_k + u \quad (3)$$

El método MCO busca calcular estimadores que se asemejen a los parámetros poblacionales, para lo cual minimiza la suma de los cuadrados de los errores, tal como lo indica su nombre. El Gráfico 21 constata que existe un valor ajustado, \hat{y}_i , para cada observación, x_i , por lo tanto la diferencia que hay entre el valor verdadero, y_i , y el ajustado, \hat{y}_i , es el residuo, \hat{u}_i (Wooldridge, 2000: 32).

Gráfico 21. Valores ajustados y residuo



Tomado de: Wooldridge, J. (2000). Introducción a la econometría. Murcia: Universidad Murcia, pg.33.

Los estimadores escogidos por el método MCO permiten asegurar que la suma de los cuadrados de los residuos, \hat{u}_i , sea la mínima. La ecuación 4 muestra algebraicamente lo mencionado anteriormente (Wooldridge, 2000: 32):

$$\min \sum_{i=1}^n \hat{u}^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_j x_i) \quad (4)$$

¿Qué mide el método MCO?

El método MCO expone la relación entre las variables explicativas, o también conocidas como x , y la variable dependiente, o también conocida y . En otras palabras, conocer la relación entre dos variables, es saber cómo varía y en términos de x cuando ésta última cambia. La regresión lineal múltiple permite que varios factores observados afecten a y . A partir de una regresión múltiple no podemos concluir causalidad sino correlación positiva o negativa entre dos variables únicamente (la variable dependiente y una de las variables explicativas). Justamente, este es el caso de la FPE que busca saber cómo los actores involucrados en el proceso de aprendizaje influyen en el rendimiento educativo de las niñas y los niños. La relación funcional entre las x y y es la siguiente:

$$\hat{y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_1 + \hat{\beta}_2 x_2 + \hat{\beta}_3 x_3 + \dots + \hat{\beta}_k x_k + u \quad (5)$$

La ecuación 5 se descompone de la siguiente manera: " $\hat{\beta}_0$ es el estimador de término constante, $\hat{\beta}_1$ es el estimador asociado a x_1 , $\hat{\beta}_2$ es el estimador asociado a x_2 , etc" (Wooldridge, 2000: 77). La variable u es conocida como el término de error o perturbación estocástica, la existencia de este término se debe a que ningún modelo logra incluir todos los factores que afectan a y en su totalidad; por lo que u contiene otros factores que afectan a y , además de x_1, x_2, \dots, x_k . Asimismo, u es una variable aleatoria ya que recoge factores no observables, no cuantificables, shocks exógenos o errores de medición.

¿Cómo se interpreta el $\hat{\beta}$

El modelo de regresión lineal múltiple como su nombre lo indica es lineal en los parámetros; esto quiere decir que la relación entre $\hat{\beta}$ y la variable dependiente es lineal. Este es el primer supuesto detrás del método MCO. “La linealidad implica que el cambio de una unidad de x tiene el mismo efecto sobre y , independientemente del valor inicial de x ” manteniendo todos los demás factores fijos⁴⁰ (Wooldridge, 2000: 26). En esta investigación, el tipo de relación entre la y y las x es “lin-lin”; esto quiere decir que, tanto en el lado derecho como izquierdo de la ecuación 5, las variables son lineales, por lo tanto la interpretación se puede sistematizar de la siguiente manera:

$$\Delta \hat{y} = \hat{\beta} \Delta x \quad (6)$$

La ecuación 6 muestra que “un incremento en una unidad de x cambia el valor esperado de \hat{y} en una cantidad de $\hat{\beta}$ ”. Por lo tanto, el estimador $\hat{\beta}$ indica el efecto marginal constante promedio de x sobre \hat{y} , manteniendo el efecto del resto de variables fijo (Wooldridge, 2000: 28).

3.1.2 Supuestos y propiedades de la regresión lineal múltiple MCO

¿Cuáles son los supuestos del MCO?

La ventaja de calcular estimadores MCO es que estos son MELI (mejor estimador lineal insesgado), si satisfacen los siguientes seis supuestos clásicos:

S1. El primer supuesto, la cual se explicó anteriormente, trata sobre la existencia de linealidad en los parámetros.

S2. El segundo supuesto requiere la utilización de una muestra aleatoria de tamaño n del modelo poblacional. Esta muestra aleatoria se describe de la siguiente manera (Wooldridge, 2000: 28):

$$\{(x_i; y_i)\}: i = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

Las muestras al ser aleatorias⁴¹ y diferentes entre ellas proporcionarán estimadores distintos. Para esta investigación se trabaja con una muestra aleatoria a nivel de todo el Ecuador de niñas y niños de 7^{mo} de básica únicamente para el año 2006, por lo cual la muestra del SERCE se caracteriza por ser una muestra de corte transversal⁴².

S3. El tercer supuesto define la media condicionada nula; en otras palabras, el valor esperado de u condicionado por cualquier valor de x es 0, ya que tanto u como x son variables aleatorias:

$$E(u|x) = E(u) = 0 \quad (8)$$

⁴⁰ El hecho de mantener los factores fijos también es conocido como efecto ceteris paribus (Wooldridge, 2000: 81).

⁴¹ Las variables provenientes de esta muestra aleatoria son independientes, por definición, y en muestras grandes se distribuyen de manera normal, por lo tanto se asegura que las variables serán independientes e idénticamente distribuidas (idd) (Peña, D. y Romo, J., 1997: Anexo 1).

⁴² Una muestra de corte transversal es una muestra de poblacional en un solo momento temporal de varios individuos.

Este supuesto también enfatiza que no existe una relación funcional entre las variables explicativas y el término de error, por lo cual se asegura exogeneidad en el modelo. Este supuesto cerciora que los estimadores estén insesgados⁴³.

S4. El cuarto supuesto exige que no haya multicolinealidad perfecta. Por ende no debe existir una relación lineal exacta entre las variables explicativas, sino los estimadores MCO no pueden ser calculados.

S5. El supuesto cinco asume errores esféricos es decir que se cumplen las siguientes dos condiciones: i) homocedasticidad, lo cual indica que *“la varianza en el término de error condicionada a las variables explicativas, es la misma para todos los valores de las variables explicativas”*; ii) y no correlación serial del término de error, es decir que los errores entre las diferentes observaciones no están correlacionados entre sí (Wooldridge, 2000: 102).

Los supuestos del uno al cinco también son conocidos como los supuestos de Gauss-Markov.

S6. El supuesto seis señala normalidad de los errores o errores esféricos:

$$u \sim \text{Normal}(0; \hat{\sigma}^2) \quad (9)$$

La Ecuación 9 muestra que el término de error es independiente de las variables explicativas y se distribuye normalmente con media 0 y varianza $\hat{\sigma}^2$. El supuesto seis exige el cumplimiento de los supuestos tres y cinco.

Caber mencionar, a manera de conclusión, que las anteriores afirmaciones sobre los supuestos son válidas y correctas, únicamente para muestras aleatorias de corte trasversal, como es justamente el caso de la muestra SERCE. Si se cumplen los supuestos de Gauss-Markov ningún estimador alternativo es mejor que el estimador MCO (Wooldridge, 2000: 111). La revisión de los supuestos permite afirmar que la investigación cuenta con los mejores estimadores gracias al método MCO.

¿Qué propiedades tienen los estimadores de MCO?

Los estimadores MCO tienen estas tres propiedades: son insesgados, consistentes y eficientes.

El estimador MCO de cada muestra aleatoria es insesgado gracias a la exogeneidad entre el término de error y las variables explicativas (supuesto 4). Por otro lado, el valor esperado de los estimadores obtenidos de muestras aleatorias diferentes es igual al parámetro poblacional⁴⁴:

$$E(\hat{\beta}_j) = \beta \quad (10)$$

El estimador MCO es consistente porque al ampliar la muestra al total de la población, el valor del estimador coincide con aquel del parámetro poblacional verdadero:

$$\rho \lim_{n \rightarrow \infty} (\hat{\beta}) = \beta \quad (11)$$

⁴³ Para conocer bajo qué situaciones se obtienen estimadores sesgados y cómo se calcula dicho sesgo, revisar el teorema 3.1 en el libro de Jeffrey Wooldridge (2000: 95).

⁴⁴ Ver la ley de los grandes números y el teorema central del límite.

Finalmente, el estimador MCO es eficiente. El supuesto 5, al hablar de homocedasticidad, establece que x y u son independientes por ende:

$$Var(x|u) = \sigma^2 \quad (12)$$

La ecuación 12 muestra que la varianza de los errores es mínima, por lo tanto la distribución del término de error que afecta a y tiene menor dispersión, lo cual permite que la varianza del estimador ($Var(\hat{\beta}_j)$) sea la menor posible y así la estimación gana precisión (Wooldridge, 2000: 60).

Al utilizar el método MCO se espera que los estimadores de este estudio sean insesgados, consistentes y eficiente.

3.2 Aplicación del método MCO a la función de producción de la educación

En esta sección se describe cómo aplicar el método de MCO a la función de producción de la educación y lo que se espera encontrar de dicha aplicación.

3.2.1 El modelo específico de la FPE

En el primer apartado del segundo capítulo se expuso las variables contenidas en la FPE. A continuación, la ecuación 13 presenta el modelo específico de la FPE del presente estudio. Se muestra de manera desagregada el modelo para facilitar la lectura.

Factores relacionados al establecimiento educativo y profesores (Qi):

puntaje.mate =

$$\beta_0 + \beta_1 \text{exp.profe} + \beta_2 \text{edu.profe.sec} + \beta_3 \text{edu.profe.tec} + \beta_4 \text{edu.profe.pedg} + \beta_5 \text{edu.profe.uni} + \beta_6 \text{edu.profe.post} + \beta_7 \text{ayuda.profe.no} + \beta_8 \text{gestion.dir.100h} + \beta_9 \text{gestion.dir.200h} + \beta_{10} \text{gestion.dir.201h} + \beta_{11} \text{ubicacion.pub.urb} + \beta_{12} \text{ubicacion.priv.urb} + (\dots)$$

Factores relacionados al estudiante (Ci):

$$\beta_{13} \text{edad} + \beta_{14} \text{sexo.masculino} + \beta_{15} \text{rep.grado.1} + \beta_{16} \text{rep.grado.mas2} + \beta_{17} \text{rep.grado.no.acuerdo} + \beta_{18} \text{trab.nino.casa} + \beta_{19} \text{trab.nino.fuera} + \beta_{20} \text{comprend.vec} + \beta_{21} \text{comprend.cnunca} + (\dots)$$

Factores relacionados al entorno socio-familiar (Hi):

$$\beta_{22} \text{mat.pisos.baldosa} + \beta_{23} \text{mat.pisos.cemento} + \beta_{24} \text{mat.pisos.tierra} + \beta_{25} \text{mat.pisos.tabla} + \beta_{26} \text{bienes} + \beta_{27} \text{edu.madre.prim.incom} + \beta_{28} \text{edu.madre.prim.com} + \beta_{29} \text{edu.madre.sec.incom} + \beta_{30} \text{edu.madre.sec.com} + \beta_{32} \text{edu.madre.sup.incom} + \beta_{33} \text{edu.madre.sup.com} + \beta_{34} \text{libro.casa.10} + \beta_{35} \text{libro.casa.50} + \beta_{36} \text{libro.casa.51} + (\dots)$$

Factores vinculados a los insumos provistos por la familia (Ii):

$$\beta_{37} \text{cuaderno.si.compartido} + \beta_{38} \text{cuaderno.no} + \beta_{39} \text{leer.hijo.2mes} + \beta_{40} \text{leer.hijo.2sem} + \beta_{41} \text{leer.hijo.tdias} + \beta_{42} \text{ayuda.familia.madre} + \beta_{43} \text{ayuda.familia.padre} + \beta_{44} \text{ayuda.familia.herm} + \beta_{45} \text{ayuda.familia.familiar} + \beta_{46} \text{ayuda.familia.prof} +$$

$$\beta_{47}ayuda.familia.otro + \beta_{48}frec.ayuda.varias.sem + \beta_{49}frec.ayuda.vez.cuando + \beta_{50}frec.ayuda.nunca \quad (13)$$

La regresión de la FPE (ecuación 13) está compuesta de 48 variables, de las cuales la primera corresponde al término constante (β_0), únicamente tres variables son numéricas (experiencia del profesor en el centro educativo, edad del niño, y el indicador bienes) y las 44 restantes son variables dummies.

Además, la regresión presenta 44 dummies ya que cada una de las categorías de las 15 variables cualitativas, expuestas en el análisis descriptivo del segundo capítulo, se convirtió en una dummy; es decir que toma el valor de uno en presencia de la cualidad valorada y cero en ausencia de la misma. El Cuadro 13 muestra las 15 variables cualitativas del modelo, las dummies que las componen, la codificación y el peso en la muestra.

Cuadro 13. Variables cualitativas y variables dummies

Factores relacionados al establecimiento educativo y profesores (Qi)					
Variabes cualitativas	Variabes dummies	Codificación	Porcentaje de la muestra	Observaciones	Descripción
educación del profesor (edu.profe)	edu.profe.sec	0	90	0	Profesor sin educación secundaria
		1	10	0	Profesor con educación secundaria
	edu.profe.pedg	0	82	0	Profesor sin educación en pedagogía
		1	18	0	Profesor con educación en pedagogía
	edu.profe.uni	0	30	0	Profesor sin educación universitaria
		1	70	0	Profesor con educación universitaria
edu.profe.post	0	98	0	Profesor sin educación de postgrado	
	1	2	0	Profesor con educación de postgrado	
ayuda brindada por el profesor al alumno (ayuda.profe)	ayuda.profe.no	0	18	968	Profesor ayuda en clases a alumnos
		1	82	4408	Profesor no ayuda en clases a alumnos
capacitación sobre gestión educativa tomada por el director (gestion.dir)	gestion.dir.no	0	78	4193	Director con capacitación en gestión educación
		1	22	1183	Director sin capacitación en gestión educación
	gestion.dir.100h	0	75	4032	Director sin capacitación hasta 100 horas
		1	25	1344	Director con capacitación hasta 100 horas
	gestion.dir.200h	0	76	4086	Director sin capacitación hasta 200 horas
		1	24	1290	Director con capacitación hasta 200 horas
gestion.dir.201h	0	71	3817	Director sin capacitación más de 200 horas	
	1	29	1559	Director con capacitación más de 200 horas	
ubicación y tipo de administración de la escuela (ubicacion)	ubicación.rural	0	75	4032	Escuela no rural
		1	25	1344	Escuela rural
	ubicacion.pub.urb	0	44	2365	Escuela ni urbana y ni privada
		1	56	3011	Escuela urbana y privada
	ubicacion.priv.urb	0	81	4355	Escuela ni urbana y ni pública
		1	19	1021	Escuela urbana y pública
Factores relacionados al estudiante (Ci)					
Variabes cualitativas	Variabes dummies	Codificación	Porcentaje de la muestra	Observaciones	Descripción
Sexo	sexo.masculino	0	52	2796	Estudiante no es hombre
		1	48	2580	Estudiante es hombre
niño ha repetido el grado (rep.grado)	rep.grado.nunca	0	17	914	Estudiante ha repetido de grado
		1	83	4462	Estudiante nunca ha repetido de grado
	rep.grado.1	0	88	4731	Estudiante no repitió el grado 1 vez
		1	12	645	Estudiante repitió el grado 1 vez
	rep.grado.mas2	0	96	5161	Estudiante no repitió el grado más de 2 vez
		1	4	215	Estudiante repitió el grado más de 2 vez
rep.grado.no.acuerdo	0	99	5322	Estudiante no se acuerda de repetir el grado	
	1	1	54	Estudiante se acuerda de repetir el grado	
niño trabaja aparte de estudiar (trab.nino)	trab.nino.no	0	37	1989	Estudiante trabaja
		1	63	3387	Estudiante no trabaja
	trab.nino.casa	0	73	3924	Estudiante no trabaja en casa
		1	27	1452	Estudiante trabaja en casa
	trab.nino.fuera	0	90	4838	Estudiante no trabaja fuera de casa
		1	10	538	Estudiante no trabaja fuera de casa
niño comprende lo que el profesor dice en clase (comprend)	comprend.csiempre	0	48	2580	Estudiante no comprende casi siempre
		1	52	2796	Estudiante comprende casi siempre
	comprend.veces	0	58	3118	Estudiante no comprende a veces
		1	42	2258	Estudiante comprende a veces
	comprend.cnunca	0	94	5053	Estudiante no comprende casi nunca
		1	6	323	Estudiante comprende casi nunca

Factores relacionados al entorno socio-familiar (Hi)					
Variables cualitativas	Variables dummies	Codificación	Porcentaje de la muestra (%)	Observaciones	Descripción
material de los pisos de las casas de los niños (mat.pisos)	mat.pisos.alf.parq	0	90	4838	Material piso hogar del estudiante no es parquet, ni alfombra
		1	10	538	Material piso hogar del estudiante es parquet o alfombra
	mat.pisos.baldosa	0	83	4462	Material piso hogar del estudiante no es baldosa
		1	17	914	Material piso hogar del estudiante es baldosa
	mat.pisos.cemento	0	54	2903	Material piso hogar del estudiante no es cemento
		1	46	2473	Material piso hogar del estudiante es cemento
	mat.pisos.tabla	0	80	4301	Material piso hogar del estudiante no es tierra
		1	20	1075	Material piso hogar del estudiante es tierra
	mat.pisos.tierra	0	94	5053	Material piso hogar del estudiante no es tabla
		1	6	323	Material piso hogar del estudiante es tabla
educación de la madre (edu.madre)	edu.madre.nin	0	95	5107	Madre tuvo algún nivel de formación académica
		1	5	269	Madre no tuvo ninguna formación académica
	edu.madre.prim.incom	0	84	4516	Educación madre no es primaria incompleta
		1	16	860	Educación madre es primaria incompleta
	edu.madre.prim.com	0	75	4032	Educación madre no es primaria completa
		1	25	1344	Educación madre es primaria completa
	edu.madre.sec.incom	0	82	4408	Educación madre no es secundaria incompleta
		1	18	968	Educación madre es secundaria incompleta
	edu.madre.sec.com	0	82	4408	Educación madre no es secundaria completa
		1	18	968	Educación madre es secundaria completa
	edu.madre.sup.incom	0	91	4892	Educación madre no es superior incompleta
		1	9	484	Educación madre es superior incompleta
	edu.madre.sup.com	0	91	4892	Educación madre no es superior completa
		1	9	484	Educación madre es superior completa
número de libros que la familia tiene en la casa (libro.casa)	libro.casa.nin	0	91	4892	Familia tiene libros en casa
		1	9	484	Familia no tiene libros en casa
	libro.casa.10	0	62	3333	Familia no tiene hasta 10 libros en casa
		1	38	2043	Familia tiene hasta 10 libros en casa
	libro.casa.50	0	64	3441	Familia no tiene hasta 50 libros en casa
		1	36	1935	Familia tiene hasta 50 libros en casa
libro.casa.51	0	83	4462	Familia no tiene más de 50 libros en casa	
	1	17	914	Familia tiene más de 50 libros en casa	

Factores vinculados a los insumos provistos por la familia (ii)					
Variables cualitativas	Variables dummies	Codificación	Porcentaje de la muestra (%)	Observaciones	Descripción
niño tiene cuaderno (cuaderno)	cuaderno.solo	0	32	1720	Estudiante no tiene cuaderno solo para él
		1	68	3656	Estudiante tiene cuaderno solo para él
	cuaderno.si.compartido	0	85	4570	Estudiante no tiene cuaderno compartido
		1	15	806	Estudiante tiene cuaderno compartido
	cuaderno.no	0	83	4462	Estudiante tiene cuaderno
		1	17	914	Estudiante no tiene cuaderno
frecuencia de lectura de los padres al niño cuando él era pequeño (leer.hijo)	leer.hijo.nunca	0	75	4032	Padres leyeron al hijo cuando era pequeño
		1	25	1344	Padres nunca leyeron al hijo cuando era pequeño
	leer.hijo.2mes	0	78	4193	Padres no leyeron al niño 2 veces al mes
		1	22	1183	Padres leyeron al niño 2 veces al mes
	leer.hijo.2sem	0	68	3656	Padres no leyeron al niño 2 veces a la semana
		1	32	1720	Padres leyeron al niño 2 veces a la semana
	leer.hijo.tdias	0	79	4247	Padres no leyeron al niño todos los días
		1	21	1129	Padres leyeron al niño todos los días
alguien en la familia brinda ayuda al niño para hacer sus tareas (ayuda.familia)	ayuda.familia.nadie	0	80	4301	Estudiante recibe ayuda para tareas
		1	20	1075	Estudiante no recibe ayuda de nadie para tareas
	ayuda.familia.madre	0	93	5000	Estudiante no recibe ayuda de la madre para tareas
		1	7	376	Estudiante recibe ayuda de la madre para tareas
	ayuda.familia.padre	0	91	4892	Estudiante no recibe ayuda del padre para tareas
		1	9	484	Estudiante recibe ayuda del padre para tareas
	ayuda.familia.herm	0	77	4140	Estudiante no recibe ayuda del hermano para tareas
		1	23	1236	Estudiante recibe ayuda del hermano para tareas
	ayuda.familia.familiar	0	84	4516	Estudiante no recibe ayuda de familiar para tareas
		1	16	860	Estudiante recibe ayuda de familiar para tareas
	ayuda.familia.prof	0	93	5000	Estudiante no recibe ayuda de un profesor particular para tareas
		1	7	376	Estudiante recibe ayuda de un profesor particular para tareas
ayuda.familia.otro	0	83	4462	Estudiante no recibe ayuda de alguien para tareas	
	1	17	914	Estudiante recibe ayuda de alguien para tareas	
frecuencia con la cual alguien en la familia ayuda al niño hacer sus tareas (frec.ayuda)	frec.ayuda.siempre	0	59	3172	Estudiante no recibe siempre ayuda para realizar sus tareas
		1	41	2204	Estudiante recibe siempre ayuda para realizar sus tareas
	frec.ayuda.varias.sem	0	81	4355	Estudiante no recibe ayuda para realizar sus tareas varias veces semana
		1	19	1021	Estudiante recibe ayuda para realizar sus tareas varias veces semana
	frec.ayuda.vez.cuando	0	70	3763	Estudiante recibe ayuda para realizar sus tareas de vez en cuando
		1	30	1613	Estudiante no recibe ayuda para realizar sus tareas de vez en cuando
	frec.ayuda.nunca	0	90	4838	Estudiante recibe ayuda para realizar sus tareas
		1	10	538	Estudiante nunca recibe ayuda para realizar tareas

Fuente: SERCE 2006

Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

3.2.2 Lectura del signo de los estimadores de la FPE

En concordancia a la revisión bibliográfica se presenta en el Cuadro 14 el signo esperado para cada variable dummy y cuál es la lectura de su estimador. Para evitar problemas de multicolinealidad⁴⁵ entre las categorías de cada variable cualitativa, se trabaja con $g - 1$ categorías; de hecho la categoría omitida se vuelve la categoría de referencia para la interpretación del coeficiente del resto de categorías.

Cuadro 14. El signo de las variables dummies esperado y las categorías de referencia

VARIABLES CUALITATIVAS	CATEGORÍA DE REFERENCIA	VARIABLES DUMMIES	SIGNO ESPERADO DEL COEFICIENTE
educación del profesor (edu.profe)	profesor con primaria (edu.profe.sec)	edu.profe.pedg	+
		edu.profe.uni	+
		edu.profe.post	+
ayuda brindada por el profesor al alumno (ayuda.profe)	profesor si ayuda alumno (ayuda.profe.si)	ayuda.profe.no	-
capacitación sobre gestión educativa tomada por el director (gestion.dir)	director no ha tomado ninguna capacitación en gestión educativa (gestion.dir.no)	gestion.dir.100h	+
		gestion.dir.200h	+
		gestion.dir.201h	+
ubicación y tipo de administración de la escuela (ubicacion)	escuela ubicada en la zona rural (ubicación.rural)	ubicacion.pub.urb	+
		ubicacion.priv.urb	+
Sexo	Mujer	sexo.masculino	+
niño ha repetido el grado (rep.grado)	nunca ha repetido el grado (rep.grado.nunca)	rep.grado.1	-
		rep.grado.mas2	-
		rep.grado.no.acuerdo	-
niño trabaja aparte de estudiar (trab.nino)	niño no trabaja aparte de estudiar (trab.nino.no)	trab.nino.casa	-
		trab.nino.fuera	-
niño comprende lo que el profesor dice en clase (comprend)	niño comprende casi siempre (comprend.csiempre)	comprend.veces	-
		comprend.cnunca	-
material de los pisos de las casas de los niños (mat.pisos)	material de piso parquet o alfombra (mat.pisos.alf.parq)	mat.pisos.baldosa	-
		mat.pisos.cemento	-
		mat.pisos.tierra	-
		mat.pisos.tabla	-

⁴⁵ El problema de multicolinealidad ocurre cuando se incluyen todas las categorías de una variable en la regresión ya que la sumatoria de estas categorías forman una función lineal perfecta. En este caso, no se puede realizar una interpretación del coeficiente porque el efecto parcial entre las categorías no es distinguible (Wooldridge, 2000: 246). Cabe mencionar que el problema de multicolinealidad no viola ninguno de los supuestos clásicos de mínimos cuadrados ordinarios (Gujarati, 2004: 332).

Variables cualitativas	Categoría de referencia	Variables dummies	Signo esperado del coeficiente
educación de la madre (edu.madre)	madre no tiene ningun nivel de formación educativa (edu.madre.nin)	edu.madre.prim.incom	+
		edu.madre.prim.com	+
		edu.madre.sec.incom	+
		edu.madre.sec.com	+
		edu.madre.sup.incom	+
		edu.madre.sup.com	+
número de libros que la familia tiene en la casa (libro.casa)	familia no tiene libros en la casa (libro.casa.nin)	libro.casa.10	+
		libro.casa.50	+
		libro.casa.51	+
niño tiene cuaderno (cuaderno)	niño tiene cuaderno para él solo (cuaderno.solo)	cuaderno.si.compartido	-
		cuaderno.no	-
frecuencia de lectura de los padres al niño cuando él era pequeño (leer.hijo)	padres nunca le leyeron al niño cuando era pequeño (leer.hijo.nunca)	leer.hijo.2mes	+
		leer.hijo.2sem	+
		leer.hijo.tdias	+
alguien en la familia brinda ayuda al niño para hacer sus tareas (ayuda.familia)	nadie en la familia ayuda al niño a hacer sus tareas (ayuda.familia.nadie)	ayuda.familia.madre	+
		ayuda.familia.padre	+
		ayuda.familia.herm	+
		ayuda.familia.familiar	+
		ayuda.familia.prof	+
		ayuda.familia.otro	+
frecuencia con la cual alguien en la familia ayuda al niño hacer sus tareas (frec.ayuda)	alguien siempre le ayuda al niño hacer sus tareas (frec.ayuda.siempre)	frec.ayuda.varias.sem	-
		frec.ayuda.vez.cuando	-
		frec.ayuda.nunca	-

Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

A continuación, se puntualiza la interpretación de los signos de los coeficientes de cada una de las dummies.

- La variable nivel de formación del profesor (edu.profe) tiene tres categorías, de las cuales la primera, siendo esta “educación secundaria”, es la de referencia. Se espera que a mayor nivel de formación del profesor mejore el puntaje estándar obtenido por sus alumnos en matemáticas, esto explica el signo positivo de las dummies en relación a la categoría de referencia.
- La variable “ayuda.profe” es binaria y muestra si el alumno recibe o no ayuda de su profesor de matemáticas en clase. En este caso, la variable de referencia es aquella en la que el alumno sí recibe ayuda (“ayuda.profe.si”). Se espera que los alumnos que reciben ayuda de los profesores rindan mejores pruebas que aquellos que no la reciben, lo cual explica el signo negativo del coeficiente de la dummy (“ayuda.profe.no”) respecto a la de referencia.
- La variable “gestion.dir” muestra si el director de la escuela ha seguido capacitaciones en cuanto a la gestión educativa. Esta variable tiene cuatro categorías, de las cuales la primera, “gestion.dir.no”, es la de referencia, la cual

indica que los directores no han seguido ninguna capacitación de gestión educativa. Se espera que los directores que han seguido capacitaciones en la gestión educativa con mayor duración gestionen de mejor manera la escuela para el provecho académico de los alumnos. De allí que los coeficientes de las dummies tengan signo positivo en relación a la categoría de referencia.

- La variable “ubicacion” indica la localización de la escuela, rural o urbana, y el tipo de administración pública o privada. Esta variable está compuesta de tres categorías y la primera se usará como categoría de referencia, siendo esta “rural”. Se espera que el rendimiento de los niños de la zona urbana sea mejor que el de aquellos de la zona rural; además se espera que los niños que asisten a escuelas privadas tengan un rendimiento más alto que el de aquellos que van a escuelas públicas. Por lo tanto, el signo de los coeficientes de las dummies serán positivos.
- La variable “sexo” es binaria y toma el valor de uno, para el sexo masculino, y cero, para el sexo femenino. La literatura muestra que los niños tienen más oportunidades académicas que las niñas por lo cual se espera que su puntaje estándar en matemáticas sea más elevado; esto justifica el signo positivo del coeficiente de la dummy respecto al sexo femenino.
- La variable “rep.grado” señala cuantas veces el niño ha repetido el grado, hay cuatro categorías para esta variable y la primera será la de referencia, la cual agrupa los niños que nunca han repetido el grado (rep.grado.nunca). Se espera que los niños que mayor número de veces ha repetido un grado muestren un peor desempeño en sus notas estandarizadas de matemáticas en relación a los niños que nunca han repetido de grado, esto explica el coeficiente negativo de las dummies.
- La variable “trab.nino” muestra si el niño trabaja aparte de estudiar, y sí lo hace, si sus labores son fuera de casa o no. De las tres categorías de esta variable la primera será la de referencia (trab.nino.no), la cual engloba los niños que no trabajan. Se espera que el coeficiente de las dummies tenga signo negativo ya que los niños que trabajan en casa y fuera, tendrán menor tiempo para dedicarse a los estudios y obtendrán peores calificaciones que aquellos que no trabajan.
- La variable “comprend” señala que tan frecuente los niños comprenden las explicaciones del profesor de matemáticas en clase. De las tres categorías la primera servirá de referencia (comprend.csiempre), y esta agrupa los niños que entienden casi siempre las explicaciones del profesor. Por lo tanto, el coeficiente de las dummies tendrá signo negativo ya que las otras categorías agrupan niños que entienden con menor frecuencia las explicaciones del profesor.
- La variable “mat.pisos” muestra qué tipo de material tiene el piso de la casa de cada niño. El material de los pisos es una variable proxy del nivel socioeconómico de la familia. Además, esta variable es ordinal, por lo cual el orden de las categorías es relevante; en este caso, entre la primera y la última categoría, cae secuencialmente el nivel socioeconómico de las familias. De las cinco categorías de la variable, la primera es la de referencia (mat.pisos.alf.parq), esta categoría agrupa los niños que tienen en sus casas pisos de alfombra o parquet, en otras palabras los niños con el nivel socioeconómico más alto. Por ende, el signo de las dummies en relación a esta categoría será negativo, ya que los niños con mejor nivel socioeconómico muestran mejor desempeño académico.

- La variable nivel de formación de la madre (edu.madre) tiene siete categorías, de las cuales la primera, “no estudio”, es la de referencia. Se espera que a mayor nivel de formación de la madre, se mejore el puntaje estándar obtenido por sus hijos en matemáticas, esto explica el coeficiente positivo de las dummies en relación a la categoría de referencia.
- La variable “libro.casa” cuantifica el número de libros que tiene cada hogar en su casa. Esta variable captura el capital humano de la familia del niño, mientras más libros hay en la casa del niño se espera que la familia esté mejor educada e impacte positivamente en el aprendizaje del miembro más pequeño del hogar. Por ende, al ser la categoría de referencia “no libros en casa”, las dummies tomarán un signo positivo.
- La variable “cuaderno” señala si el niño tiene cuaderno o no, y si lo comparte o no. Esta variable tiene tres categorías y la primera es la de referencia, siendo esta “niño tiene cuaderno para él solo”. Por lo tanto, las dummies toman signos negativos ya que representan escenarios desfavorables para el aprendizaje en comparación al descrito. Estos otros dos escenarios son: el niño tiene cuaderno compartido o no tiene cuaderno.
- La variable “leer.hijo” muestra con qué frecuencia los padres leían a sus hijos cuando estos eran pequeños. La variable tiene cuatro categorías y la primera será la de referencia (leer.hijo.nunca), que agrupó a los niños a quienes sus padres nunca les leyeron cuando eran pequeños. Se espera que los niños a quienes sus padres leyeron con mayor frecuencia cuando eran pequeños tengan un mejor desempeño académico que aquellos niños con padres que casi nunca les leían; por consecuencia, el signo de las dummies es positivo.
- La variable “ayuda.familia” muestra quién en la familia ayuda al niño de 7^{mo} de básica a hacer sus deberes. De las siete categorías de la variable, la primera es la de referencia, esta agrupa a los niños que no reciben ayuda de nadie. Se espera que los niños que reciben ayuda de alguien, sin importar de quién sea, tengan mejor rendimiento académico que aquellos que no son ayudados por nadie, de ahí el signo positivo de las dummies.
- La variable “frec.ayuda” señala la frecuencia con la cual algún miembro del hogar ayuda al niño con sus tareas. Esta variable tiene cuatro categorías y la primera es la de referencia siendo esta “frec.ayuda.siempre”, en otras palabras los niños en esta categoría aseguran que siempre reciben ayuda de sus familias. Se espera que los niños que reciben ayuda con menor frecuencia tengan un peor desempeño académico, por lo cual el signo de las dummies es negativo.

Después de haber justificado el signo de las dummies cabe resaltar cómo se interpretan los coeficientes. De hecho, los coeficientes de las variables dummies miden, en unidades de la variable dependiente, la diferencia entre ellas y la categoría de referencia (Wooldridge, 2000: 253). Ya que en el cuarto capítulo se hace una lectura detallada de los coeficientes, en esta sección se dará un ejemplo de lo que se espera hacer más adelante. Por ejemplo, la interpretación del coeficiente β_2 sería la siguiente: los alumnos que toman clases de matemáticas con profesores que finalizaron sus estudios secundarios, tienen X puntos más en su prueba de matemáticas, en relación a los alumnos

que toman clase con profesores que finalizaron únicamente la primaria, manteniendo el resto de variables fijas

3.3 Verificación de la calidad de la información

En esta sección se verifica la calidad de la información utilizada en la regresión comprobando el cumplimiento de los supuestos MCO, corrigiendo los problemas causados por la violación de alguno de estos; y mostrando los resultados de las principales pruebas de hipótesis.

3.3.1 Verificación del cumplimiento de los supuestos MCO para la FPE

Al comprobar si los supuestos de Mínimos Cuadrados Ordinarios se cumplen para la función de producción de la educación de esta investigación, se asegura que los resultados de la regresión tengan validez estadística y sean veraces.

Verificación S1. El primer supuesto sobre la linealidad de los parámetros se cumple, ya que el modelo funcional de la FPE es lineal como se expuso en el primer acápite del capítulo 1 (Ver Anexo 3).

Verificación S2. La base de datos del Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo en el periodo educativo 2005-2006 proviene de una muestra aleatoria de todos los niños de 7^{mo} de básica del Ecuador, como se expuso en el capítulo 2.

Verificación S3. La teoría econométrica no tiene un test que compruebe para cada variable incluida en la regresión que estas son exógenas, es decir que no están correlacionadas con el término de error. A pesar de esto se conoce que la violación del supuesto de exogeneidad surge por tres motivos: errores de medición, simultaneidad y variables omitidas (Wooldridge, 2002: 565). En la presente investigación se puede asegurar que no existe un problema de endogeneidad causado por errores de medición o simultaneidad⁴⁶. De hecho, la OREALC asegura que el alzamiento de la información no contiene errores de medición gracias a sus procesos de verificación. Por otro lado, el marco teórico de la función de producción de la educación asegura que no hay problema simultaneidad en el modelo (Hanushek, 1979: 367). Para esta investigación, no se podría descartar en su totalidad que el término de error no contenga variables omitidas por el modelo que estén correlacionadas con alguna de las variables explicativas del mismo. En el caso de que exista un problema de endogeneidad en el modelo causado por variables omitidas, algunos de los estimadores dejarían de ser insesgados. En este caso se puede alegar que el modelo escogido para esta investigación se sustenta de otros estudios de la función de producción de la educación, por lo tanto aquellas variables relevantes, para la explicación del rendimiento escolar, y medibles se encuentran incorporadas en el modelo.

Verificación S4. Para comprobar que no existe un problema de multicolinealidad, es decir que las variables independientes tienen una relación lineal entre ellas, se utiliza el indicador conocido como Factor de Inflación de la Varianza (VIF por sus siglas en inglés). Cabe resaltar que la multicolinealidad provoca una sobreestimación de la varianza de los coeficientes de los estimadores, lo cual incide en la estimación del coeficiente del estimador y en el cálculo de las pruebas de significancia estadística (*t-student* y *p-valor*) (Erráez, 2013:106). Como se menciono anteriormente la principal consecuencia

⁴⁶ La simultaneidad se entiende surge cuando una o más variables explicativas están determinadas conjuntamente con la variable dependiente (Wooldridge, 2002: 588).

de la multicolinealidad es que la varianza se infle; por esta razón el indicador VIF mide la inflación de la varianza, mientras mayor es el valor del VIF mayor es la varianza del coeficiente estimado. La teoría econométrica sugiere tratar el problema del multicolinealidad si el VIF es mayor a 10, ya que en ese caso la multicolinealidad sería alta o perfecta, sino sugiere mantener las variables en el modelo siempre y cuando estas sean relevantes o tengan un sustento teórico detrás (Erráz, 2013:110).

Tabla 10. Resultados del indicador de Factor de Inflación de la Varianza (salida STATA)

Variable	VIF	1/VIF
exp_profe	1.38	0.724967
edu_profe		
2	2.35	0.426320
3	2.65	0.376814
4	1.31	0.762512
2.ayuda_pr-e	1.04	0.964395
gestion_dir		
2	1.96	0.510341
3	1.82	0.549379
4	1.84	0.544947
ubicacion		
2	1.77	0.564078
3	2.25	0.444334
edad	1.37	0.730641
1.sexo	1.13	0.881160
rep_grado		
2	1.19	0.841372
3	1.15	0.867814
4	1.04	0.962862
trab_nino		
2	1.12	0.890452
3	1.15	0.868752
comprend		
2	1.10	0.907213
3	1.07	0.932888
mat_pisos		
2	2.23	0.447813
3	3.14	0.318737
4	1.67	0.597575
5	2.53	0.395837
bienes	2.01	0.497871
edu_madre		
2	3.26	0.306483
3	4.62	0.216382
4	4.31	0.232120
5	4.32	0.231553
6	3.41	0.293244
7	3.56	0.280936
libro_casa		
2	3.71	0.269732
3	4.29	0.233129
4	3.77	0.265263
cuaderno		
2	1.08	0.925058
3	1.08	0.924373
leer_hijo		
2	1.63	0.611873
3	1.82	0.550757
4	1.67	0.597792
ayuda_fami~a		
2	2.13	0.470227
3	2.44	0.410175
4	3.81	0.262192
5	3.29	0.304365
6	2.13	0.468503
7	3.44	0.290328
frec_ayuda		
2	1.21	0.823253
3	1.26	0.792743
4	1.23	0.811042
Mean VIF	2.21	

Fuente: SERCE 2006

La Tabla 10 muestra que los indicadores del factor de inflación de la varianza para todas las variables explicativas del modelo se encuentran bajo 4, por lo tanto se puede asegurar que modelo no tiene un problema de multicolinealidad alta a ser tratado.

Verificación S5. Para comprobar si el modelo cumple con el supuesto de homocedasticidad, es decir que la varianza del error es constante sin importar los valores que tomen las variables explicativas, se utilizan la prueba de hipótesis de Breusch Pagan⁴⁷. Esta prueba tiene las siguientes hipótesis: H_0 asegura que existe homocedasticidad y H_1 que no existe homocedasticidad. Para rechazar la hipótesis nula el p-valor debe ser menor a 0,05; y en ese caso se concluye que existe heterocedasticidad. La Tabla 11 muestra los resultados de la prueba.

Tabla 11. Resultados de la prueba Breusch-Pagan (salida STATA)

```
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: fitted values of puntaje_mate

chi2(1)      =    12.57
Prob > chi2  =    0.0004
```

Fuente: SERCE 2006

Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

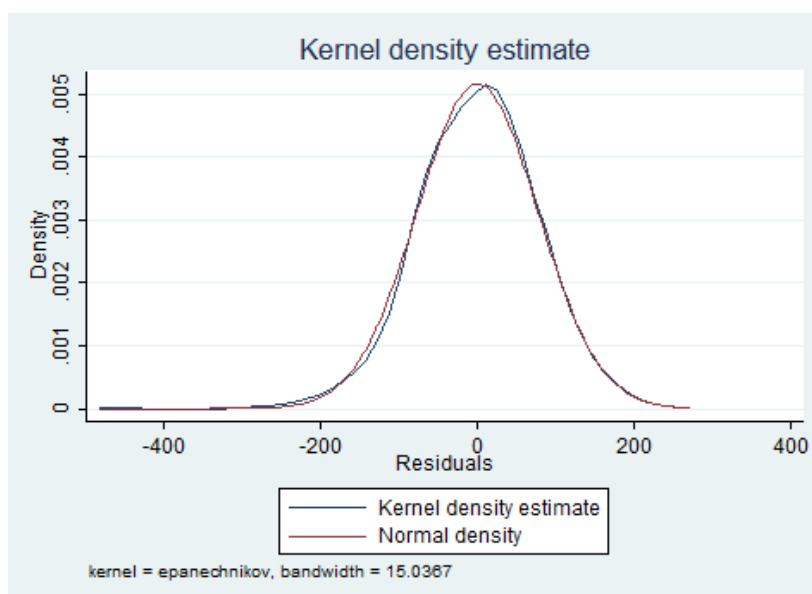
Al ser el p-valor de 0,0004 se rechaza la hipótesis nula y se acepta que el modelo tiene un problema de heterocedasticidad. En la siguiente sección se especifica las implicaciones que tiene la heterocedasticidad y se procede a resolver el problema.

La información de esta muestra proviene de un corte transversal, por lo cual no es usual que exista problemas de autocorrelación serial en el término de error. Algunos econométricos sugieren que si ignoran en el caso de haber problemas de autocorrelación para corte transversal, en todo caso las técnicas de corrección del problema de heterocedasticidad resuelven también los posibles problemas de autocorrelación.

Verificación S6. El último supuesto asume que el término de error se distribuye normalmente con media 0 y varianza $\hat{\sigma}^2$, ya que el supuesto 5 no se cumple, la varianza no es $\hat{\sigma}^2$ pero aun se puede comprobar si la distribución del término de error es normal. Se comprobará si el término de error sigue una distribución normal de manera gráfica.

⁴⁷ Para conocer a detalle los supuestos y cálculos detrás de las pruebas de hipótesis de White y Breusch Pagan revisar el trabajo de Rafael de Arce y Ramón Mahía intitulado *Conceptos Básicos sobre la Heterocedasticidad en el Modelo de Regresión Lineal*.

Gráfico 22. Normalidad en la distribución del término de error (salida STATA)



Fuente: SERCE 2006

Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

El Gráfico 22 muestra una distribución de probabilidad normal en rojo y una distribución tipo kernel para el término de error en azul, dado que ambas se superponen se puede concluir que la distribución del término de error es normal.

Por ende, se puede concluir que se cumplen todos los supuestos de Mínimos Cuadrados Ordinarios a excepción del supuesto de homocetasticidad. En base a esto se puede asegurar que los resultados de esta investigación tendrán validez estadística y serán veraces. En otras palabras, la data utilizada en esta investigación es de “calidad”.

3.3.2 Tratamiento del problema de heterocedasticidad

¿Qué consecuencias trae la heterocedasticidad sobre los estimadores MCO?

La violación del supuesto cinco no afecta las propiedades de los estimadores MCO de ser insesgados y consistentes pero si afecta la propiedad de eficiencia, ya que la heterocedasticidad provoca que la varianza de los errores no sea mínima. Si el problema de heterocedasticidad no es resuelto, este afecta igualmente la inferencia estadística del modelo. La inferencia estadística está dada por los intervalos de confianza⁴⁸ y los estadísticos para contrastar hipótesis. Tanto los intervalos de confianza como los estadísticos se calculan utilizando el error estándar⁴⁹ del estimador, que a su vez se construye de la varianza de los errores (σ_i^2). La ecuación 14 muestra algebraicamente la relación entre el error estándar del estimador y la varianza de los errores (Wooldridge, 2000: 288):

⁴⁸ Los intervalos de confianza son importantes ya que proporcionan “un intervalo de valores probables para el parámetro poblacional que es desconocido” (Wooldridge, 2000: 148).

⁴⁹ “El error estándar de cualquier valor estimado nos proporciona una idea del grado de precisión del estimador” (Wooldridge, 2000: 63).

$$Var(\hat{\beta}_j) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sigma_i^2}{STC_x^2} \quad (14)$$

En consecuencia, la heterocedasticidad, al afectar la varianza de los errores, afecta igualmente el cálculo de los intervalos de confianza y de los estadísticos de prueba. Para que la heterocedasticidad no afecte la inferencia estadística del modelo, se debe corregir el problema.

¿Cómo corregir la heterocedasticidad?

La teoría econométrica señala dos formas comunes de corregir la heterocedasticidad que a su vez solucionan los posibles problemas de autocorrelación serial en el término de error. Primero está Mínimos Cuadrados Ponderados (WLS por sus siglas en inglés), y segundo Errores Estándar Robustos (Erráez, 2013:121).

Mínimos Cuadrados Ponderados busca precisar la naturaleza de la heterocedasticidad para así corregirla. La ecuación 15 muestra que $h(x)$ es la función de variables explicativas que determinan la heterocedasticidad.

$$Var(u|X) = \sigma^2 h(x_i) \quad (15)$$

Una vez que se especifica la forma de la heterocedasticidad, es decir encontrar la forma funcional de $h(x)$, se minimiza la suma ponderada de los residuos al cuadrado, donde cada residuo al cuadrado se pondera por $1/h_i$. Mínimos Cuadrados Ponderados da menos peso a las observaciones con mayor varianza en el error, por lo tanto los pesos son proporcionales a la inversa de la varianza (Wooldridge, 2002: 301). Si bien esta metodología ofrece estimadores ($\hat{\beta}_{MCGP}$) más eficientes (MELI) que los estimadores de MCO, el mayor limitante se encuentra en definir la forma funcional de la heterocedasticidad y las variables que la determinan. Debido a este limitante se utiliza Errores Estándar Robustos para corregir el problema de heterocedasticidad en esta investigación.

Errores Estándar Robustos corrige la heterocedasticidad utilizando la matriz de White⁵⁰. Dicha matriz calcula un estimador⁵¹ para la matriz de varianzas y covarianzas (Ω) sin necesidad de conocer la forma estructural de la heterocedasticidad (White, 1980:828).

Se presentan a continuación los cálculos de la varianza del estimador cuando se cumple con el supuesto de homocedasticidad (ecuación 16) y cuando se lo incumple (ecuación 17) para así exponer las diferencias, ver igualmente el Anexo 4 (Wooldridge, 2002: 53):

$$Var(\hat{\beta}_j|X) = \sigma^2 (X'X)^{-1} \quad (16)$$

$$Var(\hat{\beta}_j|X) = \sigma^2 (X'X)^{-1} \Omega (X'X)^{-1} \quad (17)$$

Errores estándar robustos soluciona el problema de inferencia más no asegura que el modelo cumpla con el supuesto de homocedasticidad.

El análisis de *clusters* identifica grupos heterogéneos entre sí pero homogéneos dentro de cada grupo. Por las características propias de la investigación es razonable utilizar esta técnica, ya que se

⁵⁰ Para los detalles de cálculo de la matriz de White, revisar el capítulo 4 de Wooldridge (2002) *Econometrics Analysis of Cross Section and Panel Data*.

⁵¹ El estimador se calcula a partir de resultados asintóticos de los regresores y de los residuos estimados (White, 1980: 827).

puede asumir que los niños dentro de una misma escuela comparten ciertas características y están expuestos a los mismos shocks exógenos⁵². Por ende, cualquier evento que suceda en la escuela sea este positivo o negativo afectará a los niños de 7^{mo} de básica por igual. Por ende, los *clusters* de los errores estándar se harán al nivel de la escuela homogeneizando así la varianza de los errores para cada escuela y esperando que la varianza del estimador⁵³ se aproxime más a la del parámetro.

Se concluye que esta investigación tendrá estimadores insesgados, consistentes pero no eficientes. En todo caso, la regresión no presentará problemas de inferencia estadística al corregir el problema de heterocedasticidad por errores estándar robustos *per se* y por *cluster*.

3.3.3 Pruebas de significancia y bondad de ajuste

- Significancia estadística de un estimador

Un estimador es significativo cuando es estadísticamente diferente de cero. La importancia en que el estimador sea significativo es que se busca mostrar que hay un efecto parcial entre x y y , manteniendo el resto de variables constantes. El estadístico t y el p – *valor* evalúan la significancia del estimador testeando la hipótesis nula. La hipótesis nula señala que el estimador es igual a cero, $H_0: \beta_j = 0$, por lo tanto al rechazarla se afirma significatividad estadística.

A pesar de que la hipótesis es sobre los parámetros poblacionales, se utiliza su estimador insesgado como guía (Wooldridge, 2000: 131). Para esta investigación, si el estimador tiene un estadístico t en valores absolutos mayor a 1,96⁵⁴, se puede concluir que éste es estadísticamente significativo.

Otra manera de evaluar la significancia estadística es a través del p -*valor*. El p -*valor* es una probabilidad que calcula “el área bajo la función de densidad de la distribución t ” (Wooldridge, 2000:143). Por lo tanto, el p -*valor* refleja la probabilidad de observar un estadístico t con valores extremos que no permita rechazar la hipótesis nula. Consecuentemente, un p -valor cercano a cero señala que la probabilidad de que la hipótesis nula sea aceptada es improbable. Esta investigación trabajará con un nivel de confianza de 95%, por ende el nivel de significatividad es de 5%, y la hipótesis nula se rechazará o no a ese nivel. En otras palabras, si el p -*valor* es inferior a 0,05 se rechaza la hipótesis nula.

Cabe resaltar que en esta investigación la significancia de los estimadores es evaluada a través del p -*valor* y sus resultados serán presentados en al siguiente sección.

- Significancia estadística global

Para medir la significancia global del modelo se utiliza la prueba estadística “ F ” de Fisher⁵⁵ lo que prueba que el modelo es estadísticamente significativo. Para esta prueba la hipótesis nula define que

⁵² Por ejemplo, si en la escuela se renuevan los contratos laborales únicamente de los profesores de matemáticas con mejor desempeño, seguramente esto favorecería por igual a todos los niños que toman matemáticas ese año escolar.

⁵³ La varianza del estimador con errores robustos por cluster es: $Var(\hat{\beta}_j|X) = (X'X)^{-1} \sum_{i=1}^n (u_i^j \cdot u_i) (X'X)^{-1}$ (Wooldridge, 2002: 607).

⁵⁴ La fórmula para calcular el estadístico t es la siguiente: $(\hat{\beta}_j - \beta_j)/se(\hat{\beta}_j) \sim t_{n-k-1}$ (Wooldridge, 2000:129).

⁵⁵ Otras pruebas utilizadas para definir la significancia global del modelo son Wald y el Multiplicador de Lagrange (LM), estas pruebas se utilizan si la distribución de los errores no es normal. Para el modelo de esta investigación se demostró

todos los coeficientes de regresión son simultáneamente cero, mientras la hipótesis alternativa dice que al menos una de los coeficientes es distinto de cero (Erráez, 2013:95). Para ambas regresiones corridas en esta investigación se obtiene un *p-valor* de la prueba “F”, siendo en ambos casos inferior a 0,0000 se rechaza la hipótesis nula y se afirma que el modelo tiene significancia global.

- Bondad de ajuste

El R^2 ajustado es el “porcentaje de la variación muestral de y que viene explicada por x ”; y su valor se encuentra entre uno y cero. El R^2 es ajustado ya que ajusta el cálculo según el número de variables independientes en la regresión (Wooldridge, 2000: 43). Ambas regresiones muestran tener un coeficiente de determinación ajustado del 23%. Por ende, el modelo de la función de producción de la educación logra explicar 23% de la variabilidad del rendimiento académico.

3.4 Resultados de la función de producción de la educación

Después de revisar la aplicación del método econométrico de mínimos cuadrados ordinarios a la función de producción de la educación, se exponen, finalmente, los resultados obtenidos de la regresión. A continuación, se señalan las variables que son estadísticamente significativas y se interpretarán⁵⁶ los coeficientes de estas únicamente.

En esta investigación se presenta un solo modelo al cual se le corrigió el problema de heterocedasticidad a través de errores estándar robustos, y errores estándar robustos agrupados por *clusters* al nivel de la escuela. Entre las dos regresiones no existe diferencia en los coeficientes de las variables explicativas, las diferencias están en los valores *p-valor*. El cálculo del error estándar afecta la inferencia y significancia estadística del modelo como se expuso anteriormente mas no el cálculo del coeficiente. Se constata que para esta muestra existe mayor variabilidad⁵⁷ en el cálculo de los errores cuando estos están agrupados por *clusters* que cuando no los están.

Las Tablas 12 y 13 muestran los resultados de la regresión de la FPE.

que la distribución de los errores si es normal, por lo cual la utilización de la prueba “F” es apropiada (Wooldridge, 2000: 286).

⁵⁶ Las interpretaciones de los coeficientes siempre se harán manteniendo el resto de las variables fijas, efecto *ceteris paribus*, pero no mencionará de manera escrita para evitar redundancia. Igualmente, para evitar redundancia, se entiende que el efecto parcial de cualquiera de las variables explicativas sobre la variable dependiente es en promedio.

⁵⁷ El estadístico t tiene como denominador un error estándar con mayor valor, lo que provoca que el estadístico sea más pequeño. Al ser el estadístico t más pequeño, la probabilidad que éste tome valores extremos es más alta y es más difícil rechazar la hipótesis nula, justamente por esto el *p-valor* de la segunda regresión es mayor al de la primera, así que hay mayor probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando esta es verdadera.

Tabla 12. Resultados de la regresión FPE con errores robustos

Y=puntaje.mate					
Variabes	Coficiente	P> t	Variabes	Coficiente	P> t
exp.profe	0,974***	0,000	edu.madre.prim.incom	-0,289	0,974
edu.profe.pedg	8,395	0,286	edu.madre.prim.com	-0,589	0,945
edu.profe.uni	7,466	0,233	edu.madre.sec.incom	2,834	0,756
edu.profe.post	31,55**	0,026	edu.madre.sec.com	-3,535	0,709
ayuda.profe.no	-9,529**	0,057	edu.madre.sup.incom	8,010	0,445
gestion.dir.100h	6,145	0,281	edu.madre.sup.com	-0,221	0,983
gestion.dir.200h	16,20***	0,003	libro.casa.10	-6,212	0,344
gestion.dir.201h	2,83	0,609	libro.casa.50	12,32*	0,083
ubicacion.pub.urb	5,254	0,275	libro.casa.51	22,85***	0,008
ubicacion.priv.urb	19,19***	0,002	cuaderno.si.compartido	-22,51***	0,000
edad	4,581**	0,049	cuaderno.no	-9,675**	0,054
sexo.masculino	6,678*	0,078	leer.hijo.2mes	1,978	0,718
rep.grado.1	-13,99**	0,021	leer.hijo.2sem	8,986*	0,082
rep.grado.mas2	-22,14**	0,050	leer.hijo.tdias	5,988	0,319
rep.grado.no.acuerdo	-37,51**	0,025	ayuda.familia.madre	-17,02	0,119
trab.nino.casa	-7,163	0,104	ayuda.familia.padre	-3,139	0,761
trab.nino.fuera	-11,23	0,134	ayuda.familia.herm	-4,168	0,644
comprend.veces	-14,19***	0,000	ayuda.familia.familiar	3,315	0,721
comprend.cnunca	-29,53***	0,000	ayuda.familia.prof	-19,17*	0,067
mat.pisos.baldosa	-35,29***	0,000	ayuda.familia.otro	-16,54*	0,076
mat.pisos.cemento	-49,53***	0,000	frec.ayuda.varias.sem	28,01***	0,000
mat.pisos.tierra	-54,42***	0,000	frec.ayuda.vez.cuando	20,99***	0,000
mat.pisos.tabla	-44,59***	0,000	frec.ayuda.nunca	30,00***	0,000
bienes	3,618***	0,000	constante	408,1***	0,000
Observaciones				1.854	
R-cuadrado ajustado				0,23	
Errorres estándar robustos	*** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1				

Fuente: SERCE 2006

Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

Tabla 13. Resultados de la regresión FPE con errores robustos por cluster al nivel de la escuela

Y=puntaje.mate					
Variables	Coefficiente	P> t	Variables	Coefficiente	P> t
exp.profe	0,974***	0,017	edu.madre.prim.incom	-0,289	0,973
edu.profe.pedg	8,395	0,493	edu.madre.prim.com	-0,589	0,948
edu.profe.uni	7,466	0,455	edu.madre.sec.incom	2,834	0,767
edu.profe.post	31,55	0,127	edu.madre.sec.com	-3,535	0,737
ayuda.profe.no	-9,529**	0,032	edu.madre.sup.incom	8,010	0,462
gestion.dir.100h	6,145	0,534	edu.madre.sup.com	-0,221	0,982
gestion.dir.200h	16,20	0,200	libro.casa.10	-6,212	0,355
gestion.dir.201h	2,83	0,799	libro.casa.50	12,32*	0,097
ubicacion.pub.urb	5,254	0,589	libro.casa.51	22,85***	0,010
ubicacion.priv.urb	19,19	0,115	cuaderno.si.compartido	-22,51***	0,000
edad	4,581*	0,081	cuaderno.no	-9,675	0,107
sexo.masculino	6,678	0,231	leer.hijo.2mes	1,978	0,706
rep.grado.1	-13,99**	0,011	leer.hijo.2sem	8,986	0,126
rep.grado.mas2	-22,14*	0,071	leer.hijo.tdias	5,988	0,321
rep.grado.no.acuerdo	-37,51**	0,014	ayuda.familia.madre	-17,02	0,116
trab.nino.casa	-7,163	0,198	ayuda.familia.padre	-3,139	0,760
trab.nino.fuera	-11,23	0,177	ayuda.familia.herm	-4,168	0,627
comprend.veces	-14,19***	0,004	ayuda.familia.familiar	3,315	0,716
comprend.cnunca	-29,53***	0,000	ayuda.familia.prof	-19,17**	0,043
mat.pisos.baldosa	-35,29***	0,000	ayuda.familia.otro	-16,54*	0,083
mat.pisos.cemento	-49,53***	0,000	frec.ayuda.varias.sem	28,01***	0,000
mat.pisos.tierra	-54,42***	0,000	frec.ayuda.vez.cuando	20,99***	0,000
mat.pisos.tabla	-44,59***	0,000	frec.ayuda.nunca	30,00***	0,000
bienes	3,618***	0,000	constante	408,1***	0,000
Observaciones				1.854	
R-cuadrado ajustado				0,23	

Errores estándar robustos por cluster al nivel de la escuela

*** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1

Fuente: SERCE 2006

Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

3.4.1 Interpretación de los factores relacionados al establecimiento educativo y profesores

Para capturar la influencia entre los factores relacionados al establecimiento educativo y profesores (Q_i), y al desempeño de los estudiantes, se incorporaron en la FPE 10 variables.

De las 10 variables, cinco buscaban medir cómo las **características del profesor** afectan al desempeño escolar de los niños. Estas características se midieron a través de la experiencia laboral del docente en el centro educativo y su nivel de formación académico. Se constata que la experiencia del profesor, es significativa en ambas regresiones; y el nivel de formación lo es únicamente en la primera regresión. La experiencia del profesorado a pesar de ser significativa no es relevante, ya que

mientras más años de experiencia tiene el maestro los alumnos mejoran su puntaje estándar de matemáticas en menos de un punto. Por otro lado, los niños de 7^{mo} de básica que tomaron clases con profesores de matemáticas quienes finalizaron sus estudios de postgrado, tienen 31,5 puntos más en sus exámenes de matemáticas que aquellos niños que recibieron clases de matemáticas con un profesor que finalizaron únicamente la secundaria. Se concluye que a mayor nivel de formación académica del profesor mejor es el desempeño académico de los alumnos en matemáticas.

Asimismo, de las 12 variables una de ellas mide cómo las **características de enseñanza del profesor** influyen en el rendimiento escolar de los niños. Estas características se midieron a través de la variable “ayuda brindada por el profesor de matemáticas a los alumnos en clase”. Se constata que esta variable tiene significancia estadística en ambas regresiones. Los niños de 7^{mo} de básica que recibieron clase con profesores que no brindaban ayuda durante clases tienen 9,5 puntos menos en su prueba de matemáticas que aquellos alumnos que recibieron ayuda de sus profesores.

Para medir cómo las **características de la gestión administrativa** del centro educativo se relacionan con el desempeño académico de los niños se utilizaron tres variables que miden las horas de capacitación que el director de la escuela ha tomado en gestión educativa. De las tres variables solo una muestra significancia estadística, únicamente en la regresión con errores robusto, y la interpretación de su coeficiente es la siguiente. Los niños que asistieron a escuelas con directores que han tomado capacitaciones en gestión educativa entre 101 a 200 horas, tienen 16 puntos más en matemáticas, que los niños que asistieron a escuelas con directores que no siguieron ningún tipo de capacitación.

Finalmente, las últimas dos variables miden cómo las **características del centro educativo** se relacionan con el desempeño académico de los niños. Estas características se midieron a través de la ubicación del centro y del tipo de administración del mismo. Solo una de las tres variables es significativa únicamente en la regresión con errores robustos y su coeficiente se interpreta de la siguiente manera. Los niños de 7^{mo} de básica que asistieron a escuelas privadas ubicadas en la zona urbana tienen 19 puntos más en matemáticas que aquellos que asistieron a escuelas rurales.

3.4.2 Interpretación de los factores relacionados al estudiante

Para capturar la influencia entre los factores relacionados al estudiante (C_i), y el desempeño de los estudiantes, se incorporó en la FPE nueve variables.

De las nueve variables siete buscan medir cómo las **características propias del alumno** influyen su desempeño académico. Estas características se midieron a través de la edad, el sexo, el número de veces que el niño ha repetido el grado y si este trabaja o no. El sexo y si el niño trabaja o no son variables sin significancia estadística en ambas regresiones. Por el contrario, las variables que miden el número de veces que el niño ha repetido de grado si son significativas en ambas regresiones. Los niños que han repetido el grado una vez, más de dos veces y que no se acuerdan del número de repeticiones tienen respectivamente 14; 22,1 y 37,5 puntos menos en matemática que los niños que nunca han repetido el grado.

Por otro lado, las dos variables restantes miden cómo la **motivación del estudiante** afecta su desempeño. La variable que se utilizó cuantifica con qué frecuencia el estudiante entiende lo que el profesor explica en clases. Estas variables son aproximaciones de la medición de la habilidad innata

del niño. En ambas regresiones estas variables muestran significancia estadística al 99% de confianza. Los niños de 7^{mo} de básica que entienden las explicaciones del profesor a veces y que nunca entienden, tienen respectivamente 14,1 y 29,5 puntos menos en matemáticas que los niños que entienden las explicaciones casi siempre.

3.4.3 Interpretación de los factores relacionados al entorno socio-familiar

Para medir la correlación entre los factores relacionados al entorno socio-familiar (H_i), y el logro escolar del alumnado, se incluyeron 14 variables en la FPE.

De las catorce variables cinco midieron cómo las **características socioeconómicas de las familias** afectan el rendimiento de matemáticas de los niños. El nivel socioeconómico de la familia se midió a través de variables proxy que buscan cuantificar el nivel de ingreso de la familia. Las primeras cuatro variables muestran el tipo de material de los pisos de los hogares de los niños de 7^{mo} de básica. La quinta variable, al ser un indicador, muestra la cantidad de bienes inmuebles y electrodomésticos que tiene la familia de una canasta de quince bienes. Todas las variables tienen significancia estadística en ambos modelos en un 99% de confianza. Los niños con pisos de baldosa, cemento, tierra y tabla tienen respectivamente 33,2; 49,5; 54,4 y 44,5 puntos menos en matemáticas que los niños que viven en casas con pisos de parquet o alfombra. El material de los pisos empeora secuencialmente de baldosa a tabla, por lo cual el nivel socioeconómico de los niños es secuencialmente más bajo también. Se concluye que los niños con pisos de peor material tienen peor desempeño en matemáticas. Justamente, la teoría de economía de la educación explica que las familias con mejores ingresos proveen a sus hijos de una mejor educación, por lo cual los niños con mejor nivel socioeconómico tienen un mejor desempeño (Brewer et al, 2010: 35). Por otro lado, mientras mayor es el indicador “bienes”, se mejora el desempeño de los niños en 3,6 puntos en matemáticas, ya que los hogares con mejor indicador gozan de un mejor nivel socioeconómico.

Las nueve variables restantes miden cómo las **características del nivel de formación académico de la familia** influyen en el desempeño escolar del niño en matemáticas. Estas se midieron a través del nivel de formación educativo de la madre y del número de libros en el hogar. Se escogió únicamente el nivel de formación académica de la madre acorde a la revisión de la literatura. Las variables que capturan el nivel de formación de la madre muestran no ser significativas para esta muestra en ninguna de las dos regresiones. En cuanto a las variables que cuantifican el número de libros en el hogar solo una de ellas muestra significancia en ambas regresiones al 99% de confianza y la interpretación de su coeficiente es la siguiente. Los niños que tienen familias que poseen más de 50 libros en sus hogares tienen 22,8 puntos más en matemáticas que los niños de familias que no poseen ningún libro en su casa.

3.4.4 Interpretación de los factores vinculados a los insumos provistos por la familia

Finalmente, para evaluar la relación entre los factores vinculados a los insumos provistos por la familia (I_i) y el rendimiento escolar, se incluyeron quince variables en la FPE.

Dos de las quince variables miden cómo el **aprovisionamiento de material escolar** de los padres al niño se relaciona con el desempeño en matemáticas del mismo. Estas variables muestran si el niño tiene cuaderno o no y si lo comparte con alguien más. Los niños con cuaderno compartido tienen

22,5 puntos menos en matemáticas que los niños que tienen un cuaderno solo para ellos. Esta variable es significativa en ambas regresiones al 99% de confianza.

El resto de las trece variables miden cómo la **dedicación de tiempo de la familia en los estudios del niño** influencia su logro académico. La dedicación de tiempo fue capturada de las siguientes tres maneras: frecuencia con la cual los padres leyeron al niño en su infancia, ayuda recibida por el niño para hacer sus tareas de cualquier miembro de la familia u otros y frecuencia de la ayuda brindada al niño por su familia para hacer sus tareas. En ninguna de las dos regresiones las variables que miden la frecuencia con la cual los padres leyeron al niño en su infancia se muestran significativas.

Las variables que capturan la **ayuda recibida por el niño para hacer sus tareas** de cualquier miembro de la familia u otros tampoco no son significativas en ninguna de las dos regresiones.

Finalmente, las variables que capturan la **frecuencia de la ayuda brindada al niño por su familia** para hacer sus tareas son significativas en ambas regresiones con un 99% de confianza. Solo para estas variables el signo de los coeficientes difiere del signo esperado que se detalló en la sección anterior. La explicación lógica sería la siguiente. A pesar de que se esperaba que los niños que reciben ayuda menos frecuente tengan un desempeño en matemáticas más bajo, los resultados de la regresión muestran lo opuesto. En este caso, se entiende que los niños que no reciben ayuda para hacer sus tareas tan frecuente es porque no la necesitan y hacen solos sus tareas ya que las entienden mejor, lo cual explica que tengan un desempeño más alto⁵⁸. Una vez aclarado esto se puede inferir que los niños que reciben ayuda para hacer sus tareas varias veces a la semana, de vez en cuando y nunca tienen respectivamente 28; 21 y 30 más puntos en matemática que los niños que reciben siempre ayuda para hacer sus tareas.

⁵⁸ Por lo tanto, los niños que no reciben ayuda es porque entienden mejor lo que deben hacer en las tareas y lo hacen, señal de un mayor nivel de habilidad innata.

Conclusiones

Los resultados obtenidos de este estudio permiten responder a las preguntas de investigación directrices del mismo.

En primer lugar, para determinar cómo las características del docente se relacionan con el desempeño escolar, se incluyeron las siguientes variables en la función de producción de la educación: experiencia del profesor, nivel de instrucción del profesor y métodos de enseñanza del profesor. Todas estas variables mostraron ser estadísticamente significativas con un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, las características del docente son un factor clave en el proceso de aprendizaje de matemáticas para las niñas y los niños de 7^{mo} de básica.

En segundo lugar, para determinar cómo las características del establecimiento educativo se relacionan con el desempeño escolar, se incluyeron las siguientes variables en la FPE: ubicación y tipo de administración del centro educativo y capacitación de los directores en temas de gestión educativa. Para estas variables no se puede concluir si tienen significancia estadística o no, ya que solo una de las categorías de la variable muestra significancia al 99% pero el resto no. Por ende, no se puede deducir de manera consensuada si las características del establecimiento educativo son o no fundamentales en el proceso de aprendizaje de los niños.

En tercer lugar, para determinar cómo las características del estudiante se relacionan con el desempeño escolar, se incluyeron las siguientes variables en la FPE: edad, sexo, repetición de grado, trabajo infantil, habilidad innata del niño para comprender las instrucciones del profesor. De estas variables únicamente las variables edad, repetición de grado y "*habilidad innata*" tienen validez estadística, las dos primera con un 95% de confianza y la última con un 99%. Por consiguiente, las características del estudiante relacionadas principalmente a su habilidad innata son determinantes en el proceso de aprendizaje.

En cuarto lugar, para determinar cómo las características de los hogares se relacionan con el desempeño escolar, se incluyeron las siguientes variables en la FPE: material del piso de los hogares, posesión de bienes de la familia, nivel de instrucción de la madre y número de libros en el hogar. Las variables que se utilizaron como variables "*proxy*" del ingreso familiar (material del piso de los hogares y posesión de bienes de la familia) mostraron ser significativas estadísticamente al 99% de confianza. Igualmente, la variable más de 50 libros en el hogar es significativa al 99% de confianza y ésta es una medida aproximada del capital humano de la familia. Por consiguiente, las características de los hogares relacionadas principalmente al ingreso de la familia y al capital humano de la misma son determinantes en el proceso de aprendizaje del niño.

Finalmente, para determinar cómo los insumos provistos por la familia se relacionan con el desempeño escolar, se incluyeron las siguientes variables en la FPE: materiales escolares (cuaderno), tiempo de lectura de los padres durante la infancia del niño, ayuda de la familia brindada al niño para sus tareas y frecuencia de la ayuda de la familia brindada al niño para sus tareas. Las variables que muestran ser significativas estadísticamente son materiales escolares y frecuencia de la ayuda de la familia brindada al niño para sus tareas con una confianza del 99%. Cabe resaltar que la frecuencia de la ayuda de la familia brindada al niño para sus tareas resultó ser una variable "*proxy*" de la habilidad del niño, ya que las niñas y los niños más capaces reciben ayuda de su familia menos frecuente y

obtienen mejor puntaje en matemáticas. Consecuentemente, los insumos provistos por la familia relacionados esencialmente al aprovisionamiento de materiales escolares inciden en el proceso de aprendizaje.

En conclusión, los principales factores asociados a la función de producción de la educación para el Ecuador en el periodo educativo 2005-2006 son: la habilidad innata del niño, los ingresos de la familia, el capital humano de la familia y las características del profesor. Puesto que la FPE es una herramienta para el diseño de política educativa, los resultados de este estudio han permitido identificar los recursos educativos que hacen una diferencia en el resultado escolar. En las recomendaciones de este estudio se sugiere a través de qué mecanismos de política pública educativa se puede incidir en los principales factores del proceso de aprendizaje (FPE).

A continuación, se abarcarán los hallazgos más importantes de cada uno de los componentes de esta disertación a manera de conclusión.

El marco teórico nos permite concluir lo siguiente sobre el concepto de economía de la educación. Primero, que la economía de la educación, al ser una rama de la economía, aplica los mismos principios y leyes de la economía a la resolución de los problemas de asignación de recursos para el proceso educativo (Woodhall, 1967: 389). Segundo, que a pesar de la brecha entre los campos de estudio, educación y economía, los economistas desde finales del siglo XX participan en la toma de decisiones de las políticas educativas. Finalmente, el aporte de los economistas a la educación está principalmente en el uso de herramientas cuantitativas para mejorar la planificación del uso de los recursos monetarios y ayudar a medir los resultados educativos.

La FPE, segundo concepto definido en el marco teórico, asemeja el proceso educativo al proceso productivo de cualquier bien, por lo cual existe un producto final del proceso educativo (rendimiento escolar) e insumos que dieron lugar a dicho resultado. La función de producción de la educación es una herramienta conceptual que establece un marco teórico para reflexionar sobre el proceso de aprendizaje, y conocer qué recursos y en qué combinaciones tendría un impacto en el resultado escolar de los estudiantes (Brewer et al, 2010: 127).

Los componentes de la función de producción de la educación son los siguientes: factores relacionados al establecimiento educativo y los profesores, factores relacionados al estudiante, factores relacionados al entorno socio-familiar e insumos provistos por la familia. Los factores de la FPE se han mantenido iguales en el tiempo, pero las variables de medición utilizadas para capturar el efecto o correlación de cada factor sobre el rendimiento escolar han cambiado conforme a los descubrimientos en el campo de la economía de la educación.

La política educativa es clave, principalmente por las dos razones siguientes. Primero, estudios econométricos, como el de Barro realizado en el 2013, muestran la relación entre la educación y el crecimiento económico. Por lo cual la educación se convierte en una potencial fuente de crecimiento económico para los países en vías de desarrollo. Segundo, la educación provee beneficios individuales y externalidad positivas a la sociedad. Los individuos con mayor nivel de formación académica gozan de mejores salarios y calidad de vida. Las sociedades con poblaciones más educadas resuelven sus problemas de salud, inequidad, desigualdad de género, entre otras, de mejor manera.

Igualmente, se revisó en el marco teórico cuatro estudios que han corrido regresiones de la función de producción de la educación, y éstos revelan las siguientes conclusiones. El proceso educativo se caracteriza por ser complejo y multidimensional. A raíz de esta complejidad, las herramientas econométricas han mejorado para capturar las características del proceso de aprendizaje. Los principales retos de la econometría en este campo de estudio es capturar la acumulación del proceso educativo; es decir, que los periodos educativos previos afectan al periodo presente, por lo cual es necesario incluirlos. También, el análisis de la educación requiere de bases de datos en el tiempo (datos de panel) y con información completa, que incluya las principales características de los actores que participan en el proceso educativo. Una de las constataciones más relevantes es que el proceso educativo se inscribe en un contexto cultural, socioeconómico y político único para cada país, por lo tanto la identificación de los factores educativos deben mostrar pertinencia cultural.

Del segundo capítulo de esta disertación se puede concluir lo siguiente. La muestra SERCE recoge información de 173 escuelas y de 5.376 niñas y niños de todo el país. Las ocho bases utilizadas del SERCE proporcionan información completa de cada actor que participa en el proceso educativo. De hecho, las bases proporcionan información sobre: el contexto de la escuela, la autonomía del docente y de la escuela, el uso de materiales educativos, el clima del aula y la participación de los padres en la educación de sus hijos.

Además, se realizó un análisis comparativo entre la distribución del número de escuelas por área geográfica y tipo de administración, y el número de estudiantes en estas escuelas a partir de la información del SINEC y SERCE, con el fin de verificar qué tan similar es la muestra del SERCE y la información del sistema de educación del SINEC. Así, los dos análisis realizados indican que la muestra SERCE incorpora un mayor número de escuelas urbanas en su primer criterio de selección muestral, respecto al SINEC. Por lo tanto, se podría decir que la generalización de las conclusiones de esta investigación es veraz para procesos de aprendizaje similares a los del contexto de la muestra (escuelas urbanas).

Para capturar la influencia entre los factores relacionados al establecimiento educativo y profesores (Q_i), y el desempeño de los estudiantes, se incluyeron en la FPE las características del profesor, del método de enseñanza, de la gestión administrativa y del centro educativo. Igualmente, para capturar la influencia entre los factores relacionados al estudiante (C_i), y el desempeño de los estudiantes, se incorporaron en la FPE las características propias del alumno y de su motivación académica. Asimismo, para medir la correlación entre los factores relacionados al entorno socio-familiar (H_i), y el logro escolar del alumnado, se incluyeron en la FPE variables socioeconómicas y del nivel de formación académico de la familia. Finalmente, para evaluar la relación entre los factores vinculados a los insumos provistos por la familia (I_i), y, el rendimiento escolar, se incorporaron variables sobre el aprovisionamiento de material escolar de los padres al niño y su dedicación de tiempo para la educación del mismo.

El tercer capítulo muestra que el método de mínimos cuadrados ordinarios busca ajustar la regresión muestral obtenida del SERCE a la distribución poblacional, minimizando la suma de los cuadrados de los errores. Los errores son la diferencia entre el verdadero valor de y y su valor ajustado, encontrado a través de la regresión de la FPE. Los estimadores MCO se caracterizan por ser los mejores estimadores insesgados, además de que son consistentes y eficientes.

Además, se verificó que el modelo de la función de producción de la educación cumple con cinco de los supuestos de Mínimos Cuadrados Ordinarios, lo cual garantiza que la información del SERCE es de calidad. El supuesto incumplido es el de homocedasticidad y se sugiere corregirlo a través de errores robustos estándar en vez de emplear Mínimos Cuadrados Generalizados Ponderados ya que se desconoce la forma funcional de la heterocedasticidad en el modelo y las variables que la definen.

Por lo tanto, el modelo de la función de producción de la educación los estimadores serán insesgados y consistentes, mas no eficientes porque la regresión muestra heterocedasticidad en los errores. En todo caso la heterocedasticidad fue corregida por errores robustos y errores robustos agrupados por *clusters*. Por lo cual, el modelo no presenta problemas en la inferencia y significancia estadística. Así, el coeficiente de las variables infiere correctamente el efecto parcial promedio de la variable explicativa, x , sobre la variable dependiente, y , manteniendo el resto de variables fijas.

Cabe resaltar que el SERCE realiza un ejercicio internacional comparativo sobre los procesos de aprendizaje de diferentes países de Latinoamérica, para lo cual selecciona una muestra aleatoria de cada país, pero esta muestra no es necesariamente representativa de toda la población objetivo del estudio. Dado que la muestra es aleatoria, los resultados de los estudios realizados a partir del SERCE son estadísticamente significativos, lo cual le da validez interna a las conclusiones de esta investigación. Además, a raíz del análisis en el apartado "*Análisis comparativo entre el SERCE y el SINEC*", las conclusiones de este estudio tienen validez externa para escuelas urbanas y rurales de fácil acceso. Considerando esta aclaración se procede a dar las conclusiones de la función de producción de la educación.

A parte, los estudios revisados en el capítulo uno y esta investigación presentan conclusiones similares. El estudio de Hanushek, Kain y Rivkin resalta la experiencia del profesor como un factor determinante en el rendimiento académico de matemáticas de los alumnos de 5^{to}, 6^{to} y 7^{mo} de básica, de igual manera lo constata esta investigación. El estudio de Brewer y Ehrenberg demuestra que el nivel de instrucción de los profesores de matemáticas incide positivamente en las notas de los alumnos afroamericanos. La presente investigación concuerda con dicha afirmación y muestra igualmente que un mayor nivel de instrucción de los profesores de matemáticas mejora el puntaje de los alumnos en esta materia. Igualmente, el estudio de Abhijeet Singh corrobora con las afirmaciones precedentes y concluye la importancia de la experiencia del profesor y el nivel de instrucción del mismo. Otro factor resaltado por los estudios de Abhijeet Singh y Joseph Deutsch junto a Jacques Silbert es la habilidad innata del niño como determinante del logro escolar del estudiante. Esta investigación llegó a la misma conclusión y señala la habilidad innata del niño como factor determinante de su rendimiento académico en matemáticas. Finalmente, la investigación de Joseph Deutsch revela al igual que este estudio la relevancia del capital humano de los padres en el proceso de aprendizaje. Se constata que las conclusiones de esta investigación concuerdan con las conclusiones generadas por otros estudios sobre los factores determinantes en el proceso de aprendizaje.

Este tipo de estudio es clave para entender cómo funciona el proceso educativo e implementar políticas educativas a partir de un análisis cuantitativo. El estudio permite responder enigmas sobre qué es lo mejor para el proceso de aprendizaje del niño y da claras directrices de cómo mejorar dicho proceso.

Recomendaciones

Se recomienda emplear estudios cuantitativos sobre el proceso de aprendizaje para la toma de decisiones de política pública. Al entender qué factores están más relacionados con el rendimiento académico de los niños, se lograría emplear, de manera más acertada y con mejores resultados, los recursos monetarios para este fin.

Se recomienda que el logro académico de los niños no solo se mida a través del puntaje de pruebas estándar. La educación al ser tan compleja y multidimensional no puede ser vista como cualquier otro proceso de producción. Si bien la función de producción de la educación es una herramienta útil, la literatura debería buscar expandir sus conceptos. El resultado del aprendizaje no solo potencializa el conocimiento del niño, sino también su capacidad de interactuar con su entorno. Se debería medir la inteligencia emocional del individuo, su autoestima, entre otros aspectos más trascendentales del ser.

Se recomienda agregar a la FPE el componente “emocional” entendiendo este como el ambiente en el aula, entre pares, entre profesores y en el hogar. Las emociones de los seres humanos están profundamente ligadas a su forma de percibir y entender el mundo. Las emociones bajo las cuales un niño aprende afecta su desempeño académico sin duda (Singh, 2013: 21).

Además de los beneficios individuales que trae la educación y las externalidades positivas que genera para la sociedad y el crecimiento económico, la educación es clave en el desarrollo integral de cada ser humano y esa es la verdadera razón por la cual es tan importante. Por lo tanto, se recomienda que se implementen métodos de enseñanza en el sistema educativo público del país, como el de Waldorf que busca desarrollar individuos libres y moralmente responsables con capacidades de autogestión y trabajo en equipo⁵⁹.

Dadas las particularidades del Ecuador, y por ser un país multicultural, se recomienda hacer un estudio como este para cada localidad (costa, sierra, amazonía, cantones, etc) para incluir así las diferencias culturales, religiosas, políticas y sociales entre cada región; dado que estas diferencias inciden en el proceso de aprendizaje de diferente manera. También se propone tener sistemas educativos distintos y contextualizados para cada localidad, de acuerdo a sus necesidades y respetando sus diferentes estilos de vida. Por ejemplo, seguramente los niños de Carchi no tienen las mismas necesidades y formas de interactuar con su entorno que los niños de Pastaza.

Para hacer estudios se necesitan bases de datos completas y actualizadas del sistema educativo ecuatoriano. Se recomienda completar y actualizar el Archivo Maestro de Instituciones Educativas del Ministerio de Educación del Ecuador. En este sentido, se invita también al resto de las instituciones del sector educativo del Estado (Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación, Instituto Nacional de Evaluación Educativa, Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior, entre otras) a que implementen sistemas de levantamiento de información de la vida de los estudiantes, mediante registros administrativos u otros métodos, con el fin de realizar estudios de evaluación de impacto de las políticas públicas implementadas. A su vez, estos estudios de impacto arrojarían conclusiones y

⁵⁹ Recuperado el 4 de diciembre del 2014, de www.whywaldorfworks.org.

recomendaciones clave para la toma de decisiones efectivas en las políticas públicas educativas del país.

En base a los resultados de esta investigación se recomiendan dos tipos de políticas públicas. Primero, considerando que los factores relacionados al nivel socioeconómico del hogar y a las capacidades innatas del niño son los que mostraron mayor significancia estadística y tienen coeficientes de mayor magnitud que el resto de variables, se deberían considerar políticas que influyeran en estos factores. Por ejemplo, la transferencia del bono de desarrollo humano⁶⁰, la cual está condicionada al gasto en educación y salud, se debería entregar en función de los gastos en educación y salud que realiza la persona; es decir que las personas habilitadas al pago de este bono deberían recibir incluso una transferencia mayor conforme su gasto en educación y salud (entre más fondos destinen a estos rubros, la transferencia del bono debería ser mayor). Esta transferencia monetaria incidiría en el rendimiento académico de los niños, teniendo un impacto positivo. Un aumento en el ingreso familiar permitiría a la familia acceder a una mejor educación para los miembros más pequeños del hogar.

Por otro lado, para garantizar un buen desarrollo físico y psicomotor del niño, componente clave en la habilidad innata del mismo, el Estado debe seguir financiando proyectos o programas que aseguren el cuidado de la salud del niño durante sus primeros dos años de vida y que aporten a una adecuada nutrición del mismo durante su ciclo de crecimiento. Por ejemplo, el Estado podría seguir financiando el Proyecto Desnutrición Cero y el Programa de Alimentación Escolar que tienen justamente como objetivo lo señalado previamente.

La segunda recomendación de política sería actuar sobre las características de los profesores y el método de enseñanza. Las variables relacionadas a estos factores mostraron significancia estadística en la regresión. Por ejemplo, se podría renovar los contratos de los profesores con mayor nivel de formación académica y con mejor desempeño en clases. El desempeño podría medirse a través de varias maneras: según el rendimiento académico de los alumnos del profesor o según la calificación obtenida por el profesor en sus métodos de enseñanza que han sido evaluadas por los alumnos, entre otras. Asimismo, se alienta a que las instituciones con competencia en este ámbito implementen programas de capacitación docente con el fin de que el profesorado se encuentre capacitado y actualizado en el manejo de los contenidos y métodos didácticos.

Se recomienda hacer una prolongación de este estudio utilizando la información disponible en el SERCE, la cual contiene 18 bases de datos. Así, se podrían efectuar análisis en el que se incluyan las pruebas de lectura y ciencia. En este sentido se ampliaría el análisis y se enriquecerían las conclusiones y recomendaciones para la toma de decisiones en la implementación de políticas públicas.

De igual manera, se invita a trazar un panel de datos usando las pruebas del Primer Estudio Regional Comparativo y Explicativo (PERCE)⁶¹, del Tercer Estudio Regional Comparativo y Explicativo (TERCE)⁶² y del SERCE. Con este tipo de investigaciones se enriquecerían las metodologías

⁶⁰ Recuperado el 11 de enero del 2015, de <http://www.inclusion.gob.ec/beneficiarios-bdh/>.

⁶¹ Este estudio se realizó en 1997 por parte del LLECE. De esta manera, se obtuvo información comparativa a nivel regional sobre los logros de aprendizaje de los estudiantes de Latinoamérica y del Caribe.

⁶² El TERCE fue aplicado en 2013 y hace referencia al estudio de los logros de aprendizaje a gran escala (en el cual participaron 15 países, entre estos está Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Honduras,

y resultado para la aplicación de nuevas pruebas del desempeño de los estudiantes. Igualmente, el análisis de los resultados obtenidos serviría para conocer de una manera ampliada cuáles son las variables que afectan positivamente el desempeño del alumnado.

Anexos

Anexo 1. Descripción del mecanismo del diseño muestral

CAPÍTULO I: MANUAL DE MUESTREO

El propósito de este documento es explicitar las características del diseño muestral del SERCE y los procedimientos que seguirá la Coordinación Técnica del LLECE para la selección de las muestras nacionales de los países participantes del Segundo Estudio. El documento se propone, además, explicitar los requisitos que deberán satisfacer dichas muestras para que los datos de un país se consideren confiables para su inclusión en los reportes regionales¹. Asimismo, el documento realiza una primera aproximación a los niveles de precisión que tendrán los resultados por país y por estrato, así como a los procedimientos a seguir para la estimación de márgenes de error de dichos resultados.

Muchas de las decisiones sobre cómo realizar el muestreo se derivan de decisiones relativas a los propósitos del SERCE, adoptadas por los Coordinadores Nacionales del LLECE. Esto será indicado en notas al pie de página.

El presente manual fue elaborado por David Glejberman, con la colaboración de Mauricio Castro, y fue revisado por la Coordinación Técnica del LLECE y sometido a la revisión de los equipos nacionales de los países participantes, muchos de los cuales enviaron observaciones y recomendaciones que ayudaron a mejorarlo. En el proceso previo a la elaboración de este manual, se recibieron orientaciones y recomendaciones de Richard Wolfe y Marc Joncas, integrantes del Comité Técnico Consultivo del SERCE.

2. Universos que serán objeto de Estudio.

a) El SERCE se propone, en primer término, estudiar los logros educativos en Lenguaje y Matemática de los alumnos matriculados en tercero o sexto grados del nivel primario al final del año lectivo 2005-2006 (escuelas con calendario norte) o año lectivo 2006 (escuelas con calendario sur), en instituciones educativas oficialmente reconocidas que otorgan una certificación que habilita al estudiante a acceder al grado o nivel educativo siguiente. No se considere parte del universo a los alumnos matriculados en instituciones de educación para adultos, en instituciones de educación especial o en programas de educación alternativa no formal o no presencial. En el caso de 3° no se incluirá a las escuelas dirigidas a niños cuya lengua materna es indígena, dado que se considera que aún no tienen suficiente dominio del lenguaje como para realizar una prueba escrita. En cambio, se considera que al final de la educación primaria (6°), todos los niños deberían haber alcanzado un nivel de dominio del lenguaje estándar que les permita realizar las pruebas. Tampoco forman parte del universo de estudio los alumnos con necesidades educativas especiales que están integrados en escuelas comunes.

b) En segundo término, el SERCE se propone estudiar los factores que tienen influencia y/o explican los logros educativos de los alumnos. Con este propósito son también universos objeto de estudio los siguientes:

- b.1. Los hogares de los alumnos de 3° y 6° grados;
- b.2. Los padres o tutores de los alumnos de 3° y 6° grados;
- b.3. Las secciones o aulas a las que pertenecen los alumnos de 3° y 6° grados;
- b.4. Los maestros que enseñan Lenguaje y Matemática a los alumnos de 3° y 6° grados;
- b.5. Las escuelas a las que asisten los alumnos de 3° y 6° grados;
- b.6. Los directores de las escuelas a las que asisten los alumnos de 3° y 6° grados.

Los universos indicados en el apartado a) se estudiarán a través de la aplicación de pruebas estandarizadas de Lenguaje y Matemática, así como de Cuestionarios autoadministrados. Los universos indicados en el apartado b) se estudiarán a través de la aplicación de cuestionarios autoadministrados.²

¹ En otros documentos se explicitan otros requisitos que deben satisfacer la implementación del estudio en los países no relacionados con la muestra y su implementación.

3. Subuniversos del Estudio.

A nivel regional, se pretende obtener información de cada país, con desagregaciones al nivel de los siguientes subuniversos: **Urbano Público y Rural**.

En relación a las escuelas rurales, dado que alrededor de la mitad de los países carecen de información suficiente, para aplicar la definición estándar que se intentó utilizar en el Piloto (escuelas ubicadas en localidades con hasta 2500 habitantes), se decidió emplear la definición de escuela rural vigente en cada país. Obviamente, esto conlleva problemas de comparabilidad, que serán resueltos posteriormente, a partir del análisis de las características de las escuelas que fueron definidas como rurales (en términos de cantidad de alumnos, grados que incluye, carácter uni, bi o multidocente, etc.).³ Esto significa que en los informes regionales se caracterizará a las escuelas rurales de cada país y, eventualmente, se efectuarán comparaciones entre subconjuntos de escuelas rurales con características similares.

En relación a las escuelas privadas, dado que, primero, tanto el Primer Estudio del LLECE como otros estudios internacionales (p.ej. PISA) muestran que no existen diferencias relevantes entre escuelas estatales y privadas, cuando se controla la composición sociocultural del alumnado; y dado que, segundo, existen restricciones presupuestales, en relación al tamaño de muestra que pueden implementar los países; se optó por no forzar una muestra representativa de este subuniverso⁴, de manera que las escuelas privadas participarán en la muestra en función de su participación en el universo. Esto implica que en países en que las escuelas privadas correspondan a una proporción reducida de la matrícula, no será posible realizar inferencias de ellas, con suficiente precisión.

Los países que deseen datos representativos y precisos a nivel de escuelas **privadas** u otros subuniversos o estratos, deberán solicitarlo expresamente en el Formulario de la Aplicación Definitiva SERCE 2006. A los efectos del SERCE, se define como escuela privada a aquella cuya conducción no está en manos del personal dependiente del Estado nacional. Los países que lo deseen pueden distinguir entre escuelas de gestión privada y financiamiento estatal y escuelas de gestión privada y financiamiento privado.

El estrato **Urbano Público** será en todos los países lo suficientemente grande como para permitir una estratificación sociocultural *a posteriori*, a partir de los datos recogidos en los cuestionarios de factores asociados. La estratificación sociocultural no se puede contemplar en el diseño muestral, por falta de información sobre este aspecto. Sin embargo, en términos del análisis, se considera que es particularmente relevante distinguir entre distintos tipos de escuelas públicas urbanas, principalmente en términos de la composición social de su alumnado.⁵

4. Unidades de muestreo y marco muestral.

Dado el tamaño del universo de alumnos de 3° y 6° en la región, alrededor de 20 millones de estudiantes, la recolección de datos se realizará a través de muestras nacionales. Para garantizar precisión y confiabilidad, el muestreo tendrá carácter probabilístico, a partir de marcos muestrales constituidos por las escuelas de cada país que forman parte del universo definido.

La unidad de muestreo será la escuela, es decir, un establecimiento escolar⁶ que tiene un responsable, su director, y que puede funcionar en un único turno, en dos turnos o en jornada completa.

El marco muestral de cada país estará constituido por el listado de la totalidad de las escuelas que forman parte del universo definido. En el marco muestral, para cada escuela se incluirá la información relativa a las variables especificadas en el punto 12 de este documento.

2 Dado que las escuelas serán seleccionadas por muestreo probabilístico, los alumnos, maestros, padres y hogares de 3° y 6° automáticamente están siendo seleccionados por el mismo procedimiento, por lo tanto, las inferencias serán válidas para los diversos universos, aunque las estimaciones de error deberán realizarse específicamente para cada universo.

3 Este aspecto fue discutido por el Pleno de Coordinadores Nacionales en la reunión de Brasilia, en junio de 2005.

4 Este aspecto fue discutido por el Pleno de Coordinadores Nacionales en la reunión de Brasilia, en junio de 2005.

5 Este aspecto fue discutido por el Pleno de Coordinadores Nacionales en la reunión de Brasilia, en junio de 2005.

4. Unidades de muestreo y marco muestral.

Dado el tamaño del universo de alumnos de 3° y 6° en la región, alrededor de 20 millones de estudiantes, la recolección de datos se realizará a través de muestras nacionales. Para garantizar precisión y confiabilidad, el muestreo tendrá carácter probabilístico, a partir de marcos muestrales constituidos por las escuelas de cada país que forman parte del universo definido.

La unidad de muestreo será la escuela, es decir, un establecimiento escolar⁶ que tiene un responsable, su director, y que puede funcionar en un único turno, en dos turnos o en jornada completa.

El marco muestral de cada país estará constituido por el listado de la totalidad de las escuelas que forman parte del universo definido. En el marco muestral, para cada escuela se incluirá la información relativa a las variables especificadas en el punto 12 de este documento.

5. Exclusiones válidas.

De acuerdo a la definición dada de universo, no forman parte del mismo las escuelas Especiales (dirigidas exclusivamente a alumnos con necesidades especiales), de educación de adultos y de educación alternativa no formal o no presencial.

Se excluyen del universo:

- Las escuelas con menos de 6 alumnos matriculados en 3° y menos de 6 alumnos matriculados en 6° (debido a la relación costo/beneficio en la aplicación).
- Las secciones con menos de 6 alumnos matriculados en el grado (relación costo/beneficio).
- Los alumnos de 3° en escuelas bilingües con lengua indígena (se entiende que no estarán en condiciones de responder una prueba escrita en castellano o portugués).

Se excluyen de la muestra:

- Las secciones con 6 o más alumnos matriculados y menos de 4 alumnos esperados en la fecha de las pruebas (relación costo/beneficio).
- Los alumnos cuya lengua materna no es el castellano o portugués y que no han recibido al menos dos años de enseñanza en el lenguaje de la prueba (se entiende que no estarán en condiciones de responder una prueba escrita).
- Los alumnos con necesidades especiales, cuya situación les impide desempeñarse en una prueba escrita (por ejemplo, un niño ciego). Al respecto, véase el Capítulo III “Manual del Aplicador para la Aplicación Definitiva, Anexo III”.

Serán excluidas del análisis:

- Las secciones en las que participan de las pruebas menos del 75% de los alumnos que asisten efectivamente a clases (riesgo de selección intencional por parte del centro educativo). En estos casos, no se considerará a la sección en los análisis que se realicen por sección o escuela, pero sí se incluirá a los alumnos en las estimaciones nacionales y por estrato.
- En los casos de escuelas en que menos del 50% de los alumnos de 3° y 6°, alumnos que asisten efectivamente a clases, realicen la prueba, tanto la escuela como los alumnos serán excluidos de todos los análisis y estimaciones relativas a 3° y 6°, incluso las nacionales (riesgo de selección intencional).

⁶ La expresión “establecimiento escolar” denota un local físico donde se desarrollan actividades de enseñanza primaria a cargo de un responsable que es el director del establecimiento. En un mismo local físico puede funcionar más de un establecimiento escolar.

6. Método de muestreo.

El método de muestreo propuesto tiene las siguientes características:

- Aleatorio
- Estratificado
- De conglomerados
- En una sola etapa de selección

En cada país, la muestra se selecciona mediante muestreo aleatorio (probabilístico) estratificado de conglomerados. Los criterios para la estratificación a priori se comentan en la sección siguiente. Los conglomerados son las escuelas del universo. En cada estrato se selecciona una muestra de escuelas, en una sola etapa de selección con probabilidades iguales para todas las escuelas del estrato. La muestra de alumnos, en cada estrato, se conforma con todos los alumnos (salvo por las “exclusiones válidas”) de las escuelas seleccionadas en cada estrato. Este procedimiento garantiza probabilidades iguales de selección para todos los alumnos de un estrato. Sin embargo, las probabilidades de selección de escuelas y alumnos no son iguales si las escuelas (o los alumnos) pertenecen a estratos diferentes, lo que conduce a muestras no autoponderadas de alumnos.

Observaciones

- La probabilidad de un alumno de pertenecer a la muestra es igual a la probabilidad de que su escuela sea seleccionada, porque todos los alumnos de su grado pertenecen a la muestra (excepto por las exclusiones válidas de la sección 6).
- La probabilidad de que una escuela pertenezca a la muestra es igual al cociente $\frac{n_h}{N_h}$, donde n_h es el tamaño de la muestra de escuelas en el estrato h y N_h es el tamaño del universo de escuelas en el mismo estrato. Por ejemplo, si en un estrato (ver sección 8) hay 150 escuelas y el tamaño de muestra en dicho estrato es 12, entonces la probabilidad de selección de escuelas y alumnos en dicho estrato es 0,08 (12 / 150). Si en otro estrato para el mismo país hay 6 escuelas y el tamaño de la muestra es 3, entonces la probabilidad de selección de escuelas y alumnos en dicho estrato es 0,50.

7. Criterios de estratificación⁷ para la optimización del muestreo.

Se utilizan tres criterios para la estratificación a priori de las escuelas (esta estratificación se emplea para optimizar el muestreo, pero no es la que se utilizará para el reporte de resultados):

- Tipo de gestión y área geográfica
- Tamaño
- Relación entre la matrícula de 6° y la matrícula de 3°

El tipo de gestión, como variable de estratificación, permite proporcionar información desagregada por subuniversos de estudio: las escuelas de gestión pública y las de gestión privada.

Se conoce que el tamaño de la escuela incide en los logros académicos de los alumnos, y la relación matrícula de 6° / matrícula de 3° permite discriminar las escuelas con diferentes tasas de retención, lo que también puede estar asociado al rendimiento escolar. Se reconoce que esta posible asociación puede verse distorsionada por aquellas escuelas nuevas (que pueden tener una escasa o nula matrícula de 6°) y también por los casos de países donde el 3° y el 6° grados se dictan en diferentes escuelas.

El criterio “tipo de gestión y área geográfica” determina tres categorías de escuelas, coincidentes con los subuniversos de estudio: URBANO PÚBLICO, URBANO PRIVADO y RURAL⁸.

La relación entre la matrícula de 6° y la de 3° ($R_{6/3}$) determina tres categorías de escuelas, con resultados bastante diferentes por países. Las tres categorías son:

- $R_{6/3} \geq 0,8$
- $0 < R_{6/3} < 0,8$
- Matrícula de 3° = 0

El valor “0,8” es paramétrico. De hecho, se han realizado pruebas con el valor 0,75 (ver ANEXO 2) y se encontró que, en la mayoría de los países, este valor de la variable determina tamaños desiguales para los estratos. Dicha “desigualdad” se reduce, en parte, aumentando el límite de 0,75 a 0,8.

En el caso de las escuelas ubicadas en zonas rurales, el escaso número de escuelas “grandes” justifica que se colapsen los tamaños GRANDE y MEDIANA en una sola categoría.

Con las definiciones precedentes, las escuelas del universo en cada país se clasifican en 24 estratos, como máximo. Es posible que en algunos países esta desagregación origine estratos sin escuelas o con un número muy reducido de escuelas, lo que haría recomendable colapsar estos casos en un número más reducido de estratos finales. Por ejemplo, en aquellos países donde las escuelas con matrícula nula en 3° representan menos del 5% de las escuelas, a los efectos de la selección de la muestra, todas las escuelas urbanas públicas con matrícula nula en 3° podrían conformar un único estrato *a priori*, y lo mismo podría hacerse con las urbanas privadas y las rurales con matrícula nula en 3°.

A los efectos de obtener estimaciones desagregadas de los subuniversos de estudio que determinan el tipo de gestión y el área geográfica, no estará permitido colapsar estratos *a priori* que pertenezcan a diferentes subuniversos de estudio.

Tabla 3

Estratos *a priori* para la selección de la muestra.

RELACIÓN $M_{6^\circ} / M_{3^\circ}$	TIPO DE GESTIÓN, ÁREA GEOGRÁFICA Y TAMAÑO							
	URBANO PÚBLICO			URBANO PRIVADO			RURAL	
	PEQ.	MED.	GRA.	PEQ.	MED.	GRA.	PEQ.	M / G
$R \geq 0,8$	1	2	3	4	5	6	7	8
$0 < R < 0,8$	9	10	11	12	13	14	15	16
$R = 0$	17	18	19	20	21	22	23	24
$M_{3^\circ} = 0$	25	26	27	28	29	30	31	32

La muestra de 3° se selecciona en los estratos 1 a 16 y la muestra de 6°, en los estratos 1 al 24. La muestra de 6° en los estratos 1 a 24 es consecuencia de la selección de escuelas para el tercer grado, excepto por aquellos casos ya mencionados en las exclusiones válidas.

Si en un país la cantidad de escuelas en el marco sin información de matrícula resulta significativa, entonces se agregará a los anteriores un estrato con dichas escuelas (por lo que a lo sumo tendríamos hasta 33 estratos al agregar 9 para escuelas sin información de matrícula, es decir, 3 por cada dominio) y la muestra en este estrato será proporcional a su importancia en el total de escuelas en el país.

7 En este documento, el término estrato se emplea a los efectos del muestreo. No se trata de estratos para el reporte de resultados. Para la denominación de los subconjuntos de escuelas sobre los cuales se espera reportar resultados, se emplea el término subuniverso.

8 Se considera que la escuela es “rural”, según la definición propia de cada país.

9 Si la escuela tiene alumnos de 3° y 6°, el tamaño estará dado por la cantidad de secciones en 3°. Si la escuela sólo tiene alumnos de 6°, entonces el tamaño estará dado por la cantidad de secciones de este grado.

8. Cantidad mínima de escuelas por estrato explícito y por país.

Se recomienda que el número de escuelas por país sea al menos 150, con un mínimo de 3 por estrato, a priori. De esta manera, y con los ajustes que se proponen en la sección siguiente, se espera obtener en cada país una muestra real no inferior a 4.000 alumnos en 3° y 3.500 en 6°.

Para la determinación del tamaño de la muestra por estrato, en primer lugar, se calcula el porcentaje de escuelas con matrícula nula en 3° y se reserva un tamaño proporcional para estos estratos. Por ejemplo, si dicho porcentaje es el 5% y la muestra total es de 160 escuelas, entonces se reservan 8 escuelas para los estratos con $M3^{\circ}=0$. El tamaño de la muestra en los estratos 1 a 24 es proporcional al número de escuelas en el universo, corrigiendo los tamaños obtenidos, de manera de conseguir un mínimo de 3 escuelas por estrato.

A continuación se presenta un ejemplo de aplicación.

Tabla 4

Número de escuelas en el universo en el país A.

RELACIÓN $M6^{\circ} / M3^{\circ}$	TIPO DE GESTIÓN, ÁREA GEOGRÁFICA Y TAMAÑO								
	URBANO PÚBLICO			URBANO PRIVADO			RURAL		
	PEQ.	MED.	GRA.	PEQ.	MED.	GRA.	PEQ.	M / G	
$R \geq 0,8$	500	400	100	250	150	100	400	100	
$0 < R < 0,8$	300	200	50	200	140	60	250	100	
$R = 0$	0	0	0	50	40	10	100	50	
$M3^{\circ} = 0$	100	50	0	30	10	10	0	0	
TOTAL	900	650	150	480	300	170	650	200	

El total de escuelas es 3.500 y las que tienen matrícula nula en 3° son el 5,7% del total. La muestra en los estratos 17 a 24 será de 9 escuelas, y las restantes 141 se han de distribuir en forma proporcional entre los primeros 16 estratos.

Tabla 5

Distribución proporcional de la muestra en los estratos 1 a 24.

RELACIÓN $M6^{\circ} / M3^{\circ}$	TIPO DE GESTIÓN, ÁREA GEOGRÁFICA Y TAMAÑO								
	URBANO PÚBLICO			URBANO PRIVADO			RURAL		
	PEQ.	MED.	GRA.	PEQ.	MED.	GRA.	PEQ.	M / G	
$R \geq 0,8$	21	17	4	11	7	4	17	4	
$0 \leq R < 0,8$	13	9	2	7	4	2	6	2	
$R = 0$				2	2	0	4	2	

Tabla 6

Distribución de la muestra en todos los estratos y corregida para que el mínimo por estrato sea de 3 escuelas.

RELACIÓN M6° / M3°	TIPO DE GESTIÓN, ÁREA GEOGRÁFICA Y TAMAÑO							
	URBANO PÚBLICO			URBANO PRIVADO			RURAL	
	PEQ.	MED.	GRA.	PEQ.	MED.	GRA.	PEQ.	M / G
$R \geq 0,8$	21	17	4	11	7	4	17	4
$0 < R < 0,8$	13	9	3	7	4	3	6	3
$R = 0$				3	3	3	4	3
$M3° = 0$	6			3				

La muestra final resulta de 152 escuelas en este ejemplo. ¿Cuántos alumnos entrarán en la muestra? El número de alumnos en la muestra es aleatorio, pues depende de la matrícula de 3° y 6° en cada escuela de la muestra. Si en promedio las escuelas tienen 40 alumnos en 3° y 35 alumnos en 6°, entonces el número esperado de alumnos en 3°, en este ejemplo, será de 5680 (40 por 142 escuelas) y en 6°, alrededor de 5320 (35 por 152 escuelas). El número de escuelas en el subuniverso URBANO PÚBLICO es de 73 escuelas, 42 en URBANO PRIVADO y 36 en RURAL, lo que garantiza un número suficiente de alumnos para obtener estimaciones confiables en estos dominios de estudio. Sólo el 13% de las escuelas de la muestra son GRANDES¹⁰ (a tener en cuenta a la hora de presupuestar el personal de campo necesario para aplicar las pruebas y cuestionarios).

Aunque los estratos finales por país pueden ser diferentes, la forma de colapsar estratos pequeños debe permitir, mediante agregación, conformar los subuniversos de escuelas urbanas públicas, urbanas privadas y rurales.

9. Ajustes en el tamaño de la muestra.

La evaluación se realiza casi al finalizar los cursos, por lo que cabe esperar que una parte de la matrícula inicial no estará presente al realizar las pruebas por dos motivos: uno, porque algunos alumnos habrán abandonado el curso, y otro, porque habitualmente falta a clase un cierto porcentaje de alumnos (entre el 5% y el 10%) por diversos motivos tales como enfermedad, problemas familiares, lluvia, etc. En consecuencia, para garantizar el número requerido de alumnos en la muestra, se hace necesario ajustar el número de escuelas tomando en cuenta la retención y las ausencias. A esos efectos, y como primera aproximación, se supone que la merma por estos dos motivos, respecto de la matrícula inicial, será del orden del 25%.

Por otra parte, el tamaño de la muestra, en términos del número de alumnos, depende también del número de alumnos promedio por escuela en 3° y 6°. En el ejemplo precedente, si en lugar de 35 alumnos por escuela en 6°, el promedio es 30, entonces en el país A el número esperado de alumnos de 6° en la muestra será $152 \times 30 \times 0,75 = 3.420$ alumnos. Para alcanzar a 3.500 será necesario incrementar el tamaño de la muestra de escuelas.

A partir de los datos disponibles en los marcos muestrales de los países y suponiendo que en las muestras se tendrán promedios de alumnos por grado similares a los del universo, se han calculado los tamaños de muestra de escuelas por país y región para alcanzar, en la muestra inicial, por lo menos 4.000 alumnos en 3° y 3.500 en 6°. Los resultados obtenidos se presentan a continuación.

Tabla 7**Tamaños estimados de las muestras.**

PAÍS O REGIÓN	TAMAÑO ESPERADO DE LA MUESTRA		
	ESCUELAS	ALUMNOS DE 3°	ALUMNOS DE 6°
Argentina	150	5456	5182
Brasil	160	5058	3820
Brasil - Goias	150	4911	5402
Chile	150	4911	5402
Colombia	190	4633	3698
Costa Rica	160	4043	4161
Cuba	200	4187	4080
Ecuador	190	4208	3530
El Salvador	170	5010	3648
Guatemala	230	5412	3457
México	160	4118	4034
México - Nuevo León	160	3927	3720
Nicaragua	200	5211	3468
Panamá	180	4068	3882
Paraguay	210	4535	3600
Perú	160	4121	3626
Uruguay	150	4168	3929

Fuente: OREALC/UNESCO Santiago, Marcos muestrales de la Aplicación Piloto, SERCE 2005.

Dado que estos datos están basados en la matrícula inicial incluida en los marcos muestrales y que se espera una merma del orden del 25%, debido a sobreestimación de la matrícula inicial, abandonos durante el año y ausencias el día de la prueba, para cada país se sortearán muestras que satisfagan simultáneamente las siguientes tres condiciones:

- Un mínimo de 150 escuelas;
- Un mínimo de 5300 alumnos de 3°;
- Un mínimo de 4700 alumnos de 6°.

10. Procedimientos para la selección de escuelas y alumnos. Sistema de reemplazos.

Para la selección de las escuelas, en cada país, se procede de la siguiente manera:

- En primer lugar, las escuelas se clasifican por estrato a priori.
- Se analiza la conveniencia de colapsar algunos de los estratos.
- Se determina el tamaño de la muestra en cada estrato.

- Se seleccionan las escuelas de cada estrato mediante muestreo aleatorio simple sin reposición (probabilidades de selección iguales para todas las escuelas de un mismo estrato).
- Se seleccionan suplentes respectivas para cada unidad de la muestra, también por muestreo aleatorio simple sin reposición. Cada escuela titular de la muestra tendrá una escuela suplente. La escuela suplente se elige en el mismo estrato de la titular y, en caso de disponerse de la información en el marco, en la misma jurisdicción de la titular.

Seleccionada una escuela en la muestra en los estratos 1 a 24, entonces todos los alumnos de 3° y de 6° pertenecen a la muestra de alumnos, salvo por lo mencionado en las exclusiones válidas.

Seleccionada una escuela en la muestra en los estratos 25 a 32, entonces todos los alumnos de 6° pertenecen a la muestra de alumnos, salvo por lo mencionado en las exclusiones válidas.

El proceso de selección de escuelas será realizado por la CT-LLECE. Cada país recibirá el listado de escuelas titulares con sus respectivas suplentes y con su código LLECE asignado.

Los reemplazos de escuelas se realizan mediante el sistema de suplentes respectivas y, en todos los casos, deberán ser autorizados por el Coordinador Nacional. Éste deberá elaborar un informe de los reemplazos autorizados, con la causal que los motivó y con las acciones que realizó para evitar el reemplazo (se proporcionará un formulario específico para este fin).

Fuente: Laboratorio Latinoamericano de la Evaluación de la Calidad de la Educación. (2010). *Compendio de los manuales del SERCE*. Santiago de Chile: UNESCO, pg. 69-77.

Anexo 2. Factores determinantes del rendimiento escolar identificados por el campo de la educación y de la psicología educativa

La función de producción de la educación define los factores que influyen el rendimiento escolar a partir de evidencia empírica y de los principales lineamientos del campo de la educación y de la psicología educativa. Aun así existen elementos claves para el éxito escolar que quedan por fuera del marco de la FPE y que son considerados claves por los expertos en educación y en psicología educativa.

Los educadores son los encargados de llevar a cabo el proceso de aprendizaje mientras que los psicólogos de la educación están a cargo de mejorar el acto educativo a través de propuestas pedagógicas y prácticas.

El éxito escolar depende de que los estudiantes cuenten con las condiciones necesarias para un aprendizaje efectivo y feliz. Los principales actores de este proceso de aprendizaje son los mismos estudiantes, los profesores, los padres y el grupo de pares del estudiante.

A continuación se expone una síntesis de los principales factores que influyen el éxito escolar (Constanza, 2001).

1. La autoestima alta. Esta se define cómo lo que cada persona cree sobre sí mismo, y es importante para tener seguridad en lo que uno hace. Este concepto se construye en los primeros años de vida a partir de lo que otros piensan. Por ende, es necesario que un niño crezca y estudie en un ambiente en donde los profesores y los familiares tienen expectativas positivas sobre él, se formará y crecerá con conceptos positivos de sí mismo.

2. Buenos profesores. Los profesores deben ser profesionales muy bien preparados y convencidos de su vocación. Así, estos se focalizan en estimular la autoestima de los estudiantes; en vez de culpabilizarlos e indagan en las causas de los problemas de aprendizaje.

3. Tiempo para estudiar. Si bien el número de horas para estudiar ha incrementado es con la finalidad de que se realicen actividades complementarias para que los niños puedan explorar sus habilidades y aprender in situ.

5. Familia y colegio. Es importante que padres y profesores tengan una comunicación constante para que intercambien opiniones sobre el niño y no se contradigan en lo que dicen. También para que exploren y desarrollen sus habilidades.

6. Ambiente familiar. Los estudiantes que tienen padres que los escuchan, les hablan sobre temas que los afectan y les interesan, comparten con ellos opiniones sobre las noticias del mundo y les enseñan buenos hábitos tienen más éxito escolar.

7. Grupo de pares. Los compañeros y el grupo de amigos tienen gran influencia en la formación de valores y comportamientos de niños y jóvenes; por eso es recomendable que tanto padres como profesores aprovechen eso a favor de la educación de los menores. Por ejemplo, es conveniente que los maestros mezclen estudiantes destacados con los que no lo

son, y que los padres fomenten las amistades de niños que son críticos y abiertos al conocimiento.

8. Tareas productivas. Las tareas que ayudan a mejorar el rendimiento escolar son las que el niño entiende para qué son, puede hacerlas a partir de las enseñanzas recibidas en clase y requieren materiales acordes con su edad y sus posibilidades económicas.

9. Motivación. El estudiante no debe solo aprobar sino comprender y aprender. El hecho de que el estudiante este motivado por lo que aprende, posibilita incrementar sus capacidades, haciéndoles más competentes y obteniendo que disfrute del uso de las mismas (H, Vigotsky, 2015).

10. Inteligencia emocional. Este concepto consiste en conocer las emociones de uno para así poder manejarlas y poder autocontrolarse y automotivarse. Esto permite establecer buenas relaciones con los demás a fin de desarrollar habilidades sociales pertinentes y efectivas (Goleman, 1995:25).

Anexo 3. Prueba de error de especificación de la forma funcional del modelo: Ramsey Reset

La prueba de Ramsey Reset se utiliza para identificar errores de especificación generados únicamente por una mala especificación funcional del modelo. La lógica del cálculo detrás es añadir otras formas funcionales no lineales y verificar que estas no aportan ninguna explicación significativa a la variabilidad de y (ver ecuación 19). Estas otras formas funcionales no lineales son a la final polinomios de grado 2 y 3 de los valores ajustados por MCO (Wooldridge, 2000: 324).

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_K X_K + \delta_1 \widehat{y}^2 + \delta_2 \widehat{y}^3 + error \quad (19)$$

La hipótesis nula de esta prueba asegura que no existen variables omitidas, por lo tanto cualquier otra forma funcional no lineal incorporada al modelo no aporta en nada a la explicación de la variabilidad de y . Por el contrario, la hipótesis alternativa afirma que la forma funcional del modelo no es la correcta.

Tabla 14. Resultados de la prueba de Ramsey Reset

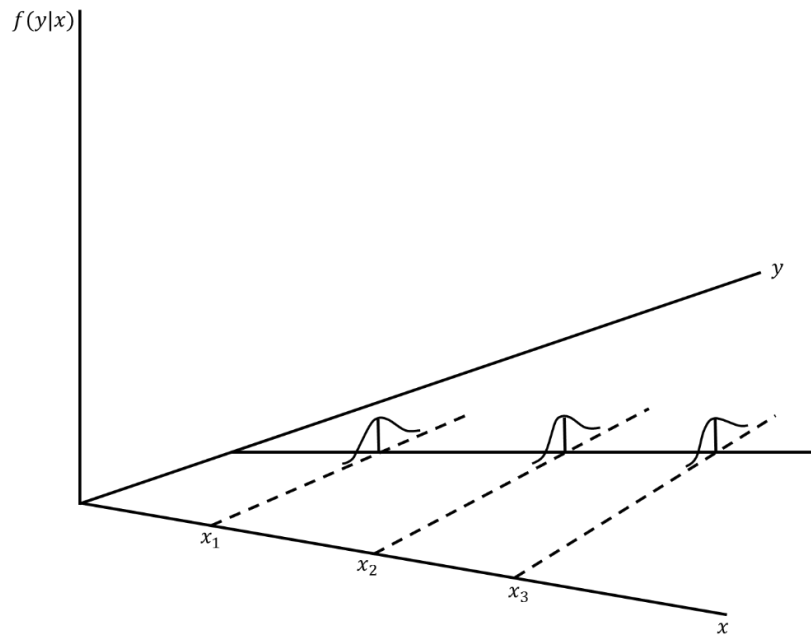
```
Ramsey RESET test using powers of the fitted values of puntaje_mate
Ho: model has no omitted variables
      F(3, 1818) =      6.74
      Prob > F =      0.0002
```

Fuente: SERCE 2006

Elaboración: Ana María Grijalva Espinosa

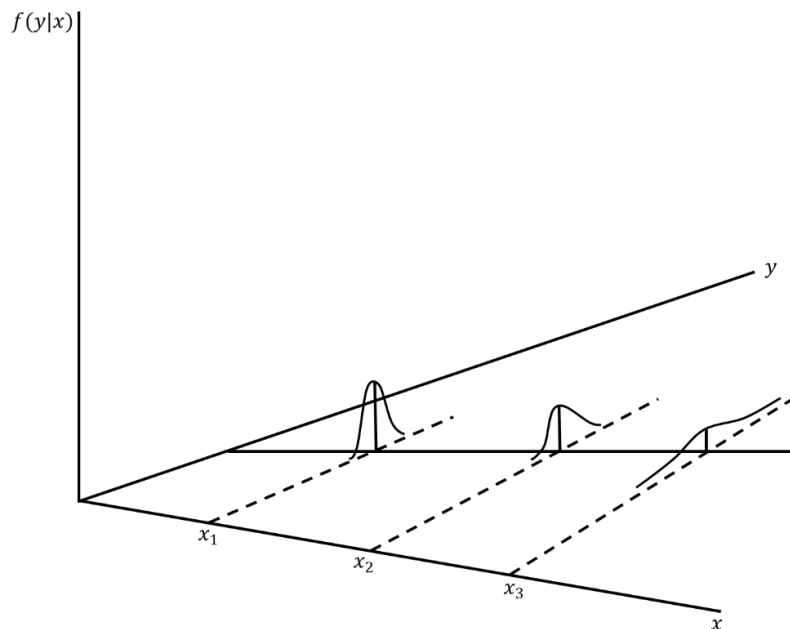
Para esta investigación el p -valor es de 0,002 por lo tanto no rechazo la hipótesis nula y afirmo que el modelo funcional lineal de la función de producción para el Ecuador es la correcta.

Gráfico 23. Distribución homocedástica de la varianza de los errores con una única variable explicativa



Tomado de: Wooldridge, J. (2000). Introducción a la econometría. Murcia: Universidad Murcia, pg.72

Gráfico 24. Distribución heterocedástica de la varianza de los errores con una única variable explicativa



Tomado de: Wooldridge, J. (2000). Introducción a la econometría. Murcia: Universidad Murcia, pg.73.

Anexo 5. Salida STATA de la regresión FPE con errores robustos

```

. reg c.puntaje_mate c.exp_profe i.edu_profe i.ayuda_profe i.gestion_dir i.ubicacion ///
> c.edad i.sexo i.rep_grado i.trab_nino i.comprend ///
> i.mat_pisos c.bienes i.edu_madre i.libro_casa ///
> i.cuaderno i.leer_hijo i.ayuda_familia i.frec_ayuda, vce(robust)

```

Linear regression

Number of obs = 1854
F(47, 1806) = 12.73
Prob > F = 0.0000
R-squared = 0.2486
Root MSE = 78.503

puntaje_mate	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
exp_profe	.9743986	.2681268	3.63	0.000	.4485273	1.50027
edu_profe						
pedagógica	8.395182	7.861613	1.07	0.286	-7.02363	23.81399
univeritaria	7.466355	6.263118	1.19	0.233	-4.817362	19.75007
postgrado	31.55291	14.19784	2.22	0.026	3.706994	59.39882
ayuda_profe						
no	-9.528725	5.008006	-1.90	0.057	-19.35082	.2933692
gestion_dir						
entre [0;100] h	6.145187	5.698373	1.08	0.281	-5.030909	17.32128
entre [101;200] h	16.20467	5.480414	2.96	0.003	5.456051	26.95329
mas 200 h	2.83021	5.538053	0.51	0.609	-8.031454	13.69187
ubicacion						
público urbano	5.253876	4.806747	1.09	0.275	-4.173493	14.68124
privado urbano	19.18651	6.256529	3.07	0.002	6.915714	31.45731
edad	4.581193	2.322723	1.97	0.049	.0256873	9.136698
sexo						
Maculino	6.677603	3.780494	1.77	0.078	-.7369979	14.0922
rep_grado						
una vez	-13.99348	6.065025	-2.31	0.021	-25.88869	-2.098283
mas de dos veces	-22.13709	11.27499	-1.96	0.050	-44.25049	-.0236949
no me acuerdo	-37.50658	16.76513	-2.24	0.025	-70.38766	-4.625499
trab_nino						
en casa	-7.162841	4.404958	-1.63	0.104	-15.80219	1.476508
fuera casa	-11.22527	7.485678	-1.50	0.134	-25.90677	3.456231
comprend						
a veces	-14.18958	3.870648	-3.67	0.000	-21.78099	-6.598158
casi nunca	-29.5294	7.859804	-3.76	0.000	-44.94466	-14.11413
mat_pisos						
baldosa/ceramica	-35.28549	7.313862	-4.82	0.000	-49.63001	-20.94097
cemento	-49.53175	7.52375	-6.58	0.000	-64.28792	-34.77559
tierra	-54.41932	11.82739	-4.60	0.000	-77.61612	-31.22253
tabla sin pulir	-44.59445	8.7079	-5.12	0.000	-61.67307	-27.51584

bienes	3.618022	.873244	4.14	0.000	1.905348	5.330697
edu_madre						
primaria incomp	-.2893165	8.94911	-0.03	0.974	-17.84101	17.26238
primaria compl	-.5893288	8.578942	-0.07	0.945	-17.41502	16.23637
secundaria incomp	2.834486	9.131858	0.31	0.756	-15.07563	20.7446
secundaria compl	-3.534735	9.484975	-0.37	0.709	-22.13741	15.06794
superior incomp	8.009921	10.48341	0.76	0.445	-12.55096	28.5708
superior compl	-.2205093	10.25076	-0.02	0.983	-20.3251	19.88408
libro_casa						
menos 10 libros	-6.211646	6.561893	-0.95	0.344	-19.08134	6.658052
entre [10;50] libros	12.32349	7.106367	1.73	0.083	-1.614079	26.26105
mas 50 libros	22.84778	8.562666	2.67	0.008	6.054013	39.64156
cuaderno						
si compartido	-22.51333	5.813959	-3.87	0.000	-33.91612	-11.11054
no	-9.67466	5.021846	-1.93	0.054	-19.5239	.174578
leer_hijo						
1 o 2 al mes	1.977789	5.469057	0.36	0.718	-8.748555	12.70413
1 o 2 por semana	8.98589	5.155705	1.74	0.082	-1.125882	19.09766
casi todos dias	5.9879	6.012836	1.00	0.319	-5.804945	17.78074
ayuda_familia						
madre ayuda	-17.02093	10.92092	-1.56	0.119	-38.4399	4.398037
padre ayuda	-3.138883	10.33561	-0.30	0.761	-23.40988	17.13212
hermano ayuda	-4.168405	9.009088	-0.46	0.644	-21.83773	13.50093
familiar ayuda	3.315406	9.294497	0.36	0.721	-14.91369	21.5445
profesor particular	-19.16739	10.46926	-1.83	0.067	-39.70053	1.365752
otro	-16.5387	9.31324	-1.78	0.076	-34.80456	1.727158
frec_ayuda						
varias por semana	28.01341	5.260775	5.32	0.000	17.69557	38.33126
de vez en cuando	20.98674	4.369152	4.80	0.000	12.41762	29.55586
nunca	30.00233	7.447709	4.03	0.000	15.3953	44.60936
_cons	408.1088	32.93335	12.39	0.000	343.5173	472.7002

Anexo 6. Salida STATA de la regresión FPE con errores robustos por cluster al nivel de la escuela

```

. reg c.puntaje_mate c.exp_profe i.edu_profe i.ayuda_profe i.gestion_dir i.ubicacion ///
> c.edad i.sexo i.rep_grado i.trab_nino i.comprend ///
> i.mat_pisos c.bienes i.edu_madre i.libro_casa ///
> i.cuaderno i.leer_hijo i.ayuda_familia i.frec_ayuda, cluster(escuela)

```

Linear regression

Number of obs = 1854
F(47, 133) = 9.97
Prob > F = 0.0000
R-squared = 0.2486
Root MSE = 78.503

(Std. Err. adjusted for 134 clusters in escuela)

puntaje_mate	Robust		t	P> t	[95% Conf. Interval]	
	Coef.	Std. Err.				
exp_profe	.9743986	.4025164	2.42	0.017	.1782367	1.770561
edu_profe						
pedagógica	8.395182	12.20301	0.69	0.493	-15.7419	32.53227
univeristaria	7.466355	9.958895	0.75	0.455	-12.23195	27.16466
postgrado	31.55291	20.54822	1.54	0.127	-9.090685	72.1965
ayuda_profe						
no	-9.528725	4.390862	-2.17	0.032	-18.21368	-.8437697
gestion_dir						
entre [0;100] h	6.145187	9.845641	0.62	0.534	-13.32911	25.61948
entre [101;200] h	16.20467	12.59365	1.29	0.200	-8.705074	41.11441
mas 200 h	2.83021	11.09651	0.26	0.799	-19.11826	24.77868
ubicacion						
público urbano	5.253876	9.712005	0.54	0.589	-13.95609	24.46384
privado urbano	19.18651	12.08121	1.59	0.115	-4.70965	43.08267
edad	4.581193	2.602964	1.76	0.081	-.5673684	9.729754
sexo						
Maculino	6.677603	5.553547	1.20	0.231	-4.307098	17.6623
rep_grado						
una vez	-13.99348	5.457637	-2.56	0.011	-24.78848	-3.19849
mas de dos veces	-22.13709	12.1422	-1.82	0.071	-46.1539	1.879711
no me acuerdo	-37.50658	14.98571	-2.50	0.014	-67.14774	-7.865423
trab_nino						
en casa	-7.162841	5.536682	-1.29	0.198	-18.11418	3.788503
fuera casa	-11.22527	8.264237	-1.36	0.177	-27.57161	5.121074
comprend						
a veces	-14.18958	4.823761	-2.94	0.004	-23.73079	-4.648363
casi nunca	-29.5294	8.229619	-3.59	0.000	-45.80726	-13.25153
mat_pisos						
baldosa/ceramica	-35.28549	8.595237	-4.11	0.000	-52.28653	-18.28444
cemento	-49.53175	10.54223	-4.70	0.000	-70.38387	-28.67964
tierra	-54.41932	12.53087	-4.34	0.000	-79.2049	-29.63375
tabla sin pulir	-44.59445	10.50483	-4.25	0.000	-65.37261	-23.8163

bienes	3.618022	.9255341	3.91	0.000	1.787352	5.448693
edu_madre						
primaria incomp	-.2893165	8.506754	-0.03	0.973	-17.11535	16.53671
primaria compl	-.5893288	9.102078	-0.06	0.948	-18.59289	17.41423
secundaria incomp	2.834486	9.53295	0.30	0.767	-16.02132	21.69029
secundaria compl	-3.534735	10.50023	-0.34	0.737	-24.30378	17.23431
superior incomp	8.009921	10.86733	0.74	0.462	-13.48524	29.50508
superior compl	-.2205093	9.653273	-0.02	0.982	-19.31431	18.87329
libro_casa						
menos 10 libros	-6.211646	6.697507	-0.93	0.355	-19.45906	7.035763
entre [10;50] libros	12.32349	7.365903	1.67	0.097	-2.245986	26.89296
mas 50 libros	22.84778	8.736841	2.62	0.010	5.566652	40.12892
cuaderno						
si compartido	-22.51333	6.301023	-3.57	0.000	-34.97651	-10.05015
no	-9.67466	5.957246	-1.62	0.107	-21.45786	2.108543
leer_hijo						
1 o 2 al mes	1.977789	5.232562	0.38	0.706	-8.372015	12.32759
1 o 2 por semana	8.98589	5.838566	1.54	0.126	-2.562567	20.53435
casi todos dias	5.9879	6.007502	1.00	0.321	-5.894706	17.87051
ayuda_familia						
madre ayuda	-17.02093	10.74661	-1.58	0.116	-38.27731	4.235445
padre ayuda	-3.138883	10.24953	-0.31	0.760	-23.41205	17.13429
hermano ayuda	-4.168405	8.558227	-0.49	0.627	-21.09625	12.75944
familiar ayuda	3.315406	9.078095	0.37	0.716	-14.64071	21.27153
profesor particular	-19.16739	9.363404	-2.05	0.043	-37.68784	-.6469367
otro	-16.5387	9.480518	-1.74	0.083	-35.2908	2.213398
frec_ayuda						
varias por semana	28.01341	4.81957	5.81	0.000	18.48049	37.54634
de vez en cuando	20.98674	4.417989	4.75	0.000	12.24813	29.72535
nunca	30.00233	7.951612	3.77	0.000	14.27435	45.73031
_cons	408.1088	33.1764	12.30	0.000	342.4871	473.7304

Anexo 7. Salida de STATA de la regresión FPE con errores robustos incluyendo el factor de expansión

El Segundo Estudio Regional Comparativo Explicativo siguió un diseño muestral aleatorio probabilístico estratificado de conglomerados y la unidad de muestreo fue la escuela. Se sabe que la probabilidad de un alumno es igual a la probabilidad de que su escuela sea seleccionada, dado que todo los alumnos de su grado pertenecen a la muestra (LLECE, 2010: 73). Por lo tanto se trabaja, con el factor de expansión alumno en la siguiente regresión.

```
. reg c.puntaje_mate c.exp_profe i.edu_profe i.ayuda_profe i.gestion_dir i.ubicacion ///
> c.edad i.sexo i.rep_grado i.trab_nino i.comprend ///
> i.mat_pisos c.bienes i.edu_madre i.libro_casa ///
> i.cuaderno i.leer_hijo i.ayuda_familia i.frec_ayuda[w=peso_estudiante], vce(robust)
(analytic weights assumed)
(sum of wgt is 9.4035e+04)
```

```
Linear regression                               Number of obs =    1854
                                                F( 47, 1806) =   12.07
                                                Prob > F       =   0.0000
                                                R-squared     =   0.2571
                                                Root MSE     =   78.388
```

puntaje_mate	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
exp_profe	.7957015	.2876369	2.77	0.006	.2315656 1.359837
edu_profe					
pedagógica	12.44781	8.473544	1.47	0.142	-4.171173 29.06678
univeristaria	7.574222	6.60935	1.15	0.252	-5.388553 20.537
postgrado	42.09423	14.63247	2.88	0.004	13.39588 70.79257
ayuda_profe					
no	-7.802991	5.063887	-1.54	0.124	-17.73468 2.128701
gestion_dir					
entre [0;100] h	5.959686	6.038031	0.99	0.324	-5.882575 17.80195
entre [101;200] h	18.56832	5.779316	3.21	0.001	7.233467 29.90316
mas 200 h	5.279358	5.900037	0.89	0.371	-6.292257 16.85097
ubicacion					
público urbano	8.426022	4.967621	1.70	0.090	-1.316866 18.16891
privado urbano	22.14982	6.562317	3.38	0.001	9.279289 35.02035
edad	3.966967	2.564694	1.55	0.122	-1.063111 8.997045
sexo					
Maculino	9.137856	4.068286	2.25	0.025	1.158815 17.1169
rep_grado					
una vez	-9.318422	6.368421	-1.46	0.144	-21.80867 3.171825
mas de dos veces	-18.38444	12.03771	-1.53	0.127	-41.99375 5.22486
no me acuerdo	-34.34142	22.01829	-1.56	0.119	-77.52541 8.842575

trab_nino						
en casa	-4.938363	4.67698	-1.06	0.291	-14.11122	4.234496
fuera casa	-6.337316	8.360759	-0.76	0.449	-22.73509	10.06046
comprend						
a veces	-14.03746	4.088744	-3.43	0.001	-22.05663	-6.018295
casi nunca	-25.31165	7.376634	-3.43	0.001	-39.77929	-10.84402
mat_pisos						
baldosa/ceramica	-38.02335	7.718025	-4.93	0.000	-53.16055	-22.88616
cemento	-50.75225	7.936331	-6.39	0.000	-66.3176	-35.18689
tierra	-59.13979	12.35027	-4.79	0.000	-83.36211	-34.91748
tabla sin pulir	-43.42433	9.16603	-4.74	0.000	-61.40147	-25.4472
bienes	3.790402	.9067409	4.18	0.000	2.01203	5.568773
edu_madre						
primaria incompl	-1.091913	9.702078	-0.11	0.910	-20.12039	17.93656
primaria compl	-.6666423	9.417327	-0.07	0.944	-19.13664	17.80336
secundaria incompl	1.639857	10.09533	0.16	0.871	-18.15989	21.4396
secundaria compl	-5.93071	10.40038	-0.57	0.569	-26.32875	14.46733
superior incompl	2.86703	11.19445	0.26	0.798	-19.08839	24.82245
superior compl	-3.559055	11.21877	-0.32	0.751	-25.56219	18.44408
libro_casa						
menos 10 libros	-1.389848	7.109481	-0.20	0.845	-15.33352	12.55382
entre [10;50] libros	16.48195	7.688686	2.14	0.032	1.402292	31.5616
mas 50 libros	25.446	9.441396	2.70	0.007	6.928795	43.96321
cuaderno						
si compartido	-21.45396	6.573377	-3.26	0.001	-34.34618	-8.56174
no	-11.67835	5.398093	-2.16	0.031	-22.26551	-1.091182
leer_hijo						
1 o 2 al mes	1.983892	5.800087	0.34	0.732	-9.391693	13.35948
1 o 2 por semana	9.042681	5.399655	1.67	0.094	-1.547546	19.63291
casi todos dias	7.40282	6.283303	1.18	0.239	-4.920487	19.72613
ayuda_familia						
madre ayuda	-10.48126	11.21347	-0.93	0.350	-32.474	11.51147
padre ayuda	1.202059	10.69954	0.11	0.911	-19.78271	22.18683
hermano ayuda	1.144068	9.283754	0.12	0.902	-17.06396	19.35209
familiar ayuda	6.131194	9.59884	0.64	0.523	-12.6948	24.95719
profesor particular	-15.35341	10.85649	-1.41	0.157	-36.64601	5.939189
otro	-9.392641	9.66303	-0.97	0.331	-28.34453	9.55925
frec_ayuda						
varias por semana	28.46661	5.572495	5.11	0.000	17.5374	39.39582
de vez en cuando	18.84208	4.676152	4.03	0.000	9.670844	28.01332
nunca	33.27262	7.799044	4.27	0.000	17.97653	48.56872
_cons	403.701	36.30318	11.12	0.000	332.5004	474.9016

Referencias Bibliográficas

- Arce, R. y Mahía, R. (2008). *Conceptos básicos sobre la heterocedasticidad en el modelod básico de regresión lineal* . Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.
- Association of Waldorf Schools of Norht America. (04 de 12 de 2014). *Everything you need to know about the Waldorf education*. Obtenido de Everything you need to know about the Waldorf education: http://www.whywaldorfworks.org/02_w_education/faq_about.asp
- Backhouse, R. y Medema, S. (2009). Defining Economics: The Long Road to Acceptance of the Robbins Definition. *Economica Vol. 76*, 805-820.
- Banco Mundial. (11 de 04 de 2014). *Economics of Education*. Obtenido de The World Bank: <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/TOPICS/EXTEDUCATION/0,,contentMDK:20264769~menuPK:613701~pagePK:148956~piPK:216618~theSitePK:282386,00.html>
- Barro, R. (2013). Education and Economic Growth. *Annals of Economics and Finance Vol. 14-2*, 301-328.
- Bassi, Marina; Busso, Matías; Urzúa Sergio y Vargas Jaime. (2012). *Desconectados habilidades, educación y empleo en América Latina*. Washington D.C: BID.
- Becker, G. (1983). *El capital humano*. Madrid: Editorial Alianza.
- Brewer, D. and Ehrenberg, R. (1994). Do school and Teacher Characteristics Matter? Evidence from High School and Beyond. *Economics of Education Review, Vol.13, Nº1*, 1-17.
- Brewer, D.J. y McEwan P.J. (2010). *Economics of Eudcation*. Oxford : Academic.
- Cameron, C. and Trivedi, P. (2005). *Microeconometrics Methods and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Carrillo, P. (2013). *Capital humano y capital educacional en el Ecuador para el período 1990-2011*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Chiswick, B. (2003). Jacob Mincer, Experience and the Distribution of Earnings. *IZA Discussion paper Nº847*, 1-38.
- Constanza, A. (2001). *Situación de la educación básica en América Latina*. Bogotá: Print Net.
- Deutsch, J. and Silbert, J. (2010). *Estimating an Educational Production Function for Five Countries of Latin America on the basis of the PISA data*. Ramat-Gan: Bar-Illian University.
- Erráz, J. (2013). *Estadística y Econometría: Aplicaciones con datos ecuatorianos utilizando STATA*. Quito: Gráficas Iberia.
- Figlio, D. (1998). Functional form and the estimated effects of school resources. *Economics of Education Review , 241-252*.
- Goleman, D. (1995). *Emotional Intelligence*. New York: New York Times.

- Greene, W. (2012). *Econometric Analysis*. Boston: Pearson Education Inc, 7ma edición.
- Gujarati, D. (2004). *Econometría*. Mexico: McGraw-Hill Interamericana Editores S.A.
- Hanushek, E. (1979). Conceptual and empirical issues in the estimation of educational production functions. *Journal of Humans Resources* , 351-388.
- Hanushek, E. (2007). *Education Production Functions*. Stanford: Hoover Institution.
- Hanushek, E. y Kimko, D. (2000). Schooling, Labor Force Quality, and the Growth of Nations. *The American Economic Review Vol.90*, 1184-1208.
- Hanushek, E. y Wossmann L. (2007). *The role of education quality in economic growth*. Washington: Banco Mundial.
- Hanushek, Eric; Kain John y Steven Rivkin. (1998). *Teachers, Schools and Academic Achievement*. Cambridge: National Bureau of Economic Research.
- Hidalgo, G. (2011). *Análisis de las características socioeconómicas del niño/a, su hogar y relación con el rendimiento académico del estudiante de séptimo año de básica en lenguaje y comunicación dentro de la educación popular. Caso Fe y Alegría, periodo 2008-2009*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- ICPSR. (23 de 06 de 2014). *ICPSR Find & Analyze Data*. Obtenido de ICPSR Find & Analyze Data: <http://www.icpsr.umich.edu/icpsrweb/ICPSR/studies/06389>
- Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación. (2007). *Documentación Preliminar de las Bases de Datos*. Santiago de Chile: OREALC.
- Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación. (2009). *Reporte Técnico SERCE*. Santiago de Chile: OREALC.
- Laboratorio Latinoamericano de la Evaluación de la Calidad de la Educación. (2010). *Compendio de los manuales del SERCE*. Santiago de Chile: UNESCO.
- Lemieux, T. (2003). *The Mincer Equation thirty years after schooling, experience and earnings*. Berkeley: Center for Labor Economics University of California.
- Loyola, N. (2011). *Influencia de los factores socioeconómicos en el rendimiento escolar de los y las estudiantes de primer año de bachillerato de los centros educativos Fe y Alegría. Periodo 2008-2009*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Lyons, R. (1979). Economics of Education. *International Review of Education Vol. 25*, 415-432.
- Machin, S. (2008). The New Economics of Education: Methods, Evidence and Policy. *Journal of Population Economics Vol.21*, 1-19.
- Maradona, G. (2004). Un enfoque de la función de producción en Educación. *Revista de Economía y Estadísticas Vol. XLII*, 12-40.

- Marín, E. (2012). *Factores socioeconómicos asociados al rendimiento escolar. Comparativa Aprendo 2007-Fe y Alegría 2008*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2012). *Marco Legal Educativo*. Quito: MINEDUC.
- Ministerio de Inclusión Económica y Social. (11 de 01 de 2015). *Beneficiarios Bono de Desarrollo Humano*. Obtenido de Beneficiarios Bono de Desarrollo Humano: <http://www.inclusion.gob.ec/beneficiarios-bdh/>
- Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe [OREALC] y Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación [LLECE]. (2006). *Cuestionario para el estudiante*. Santiago de Chile: OREALC.
- Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe [OREALC] y Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación [LLECE]. (2006). *Cuestionario de Familia*. Santiago de Chile: OREALC.
- Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe [OREALC] y Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación [LLECE]. (2006). *Cuestionario para el director*. Santiago de Chile: OREALC.
- Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe [OREALC] y Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación [LLECE]. (2006). *Cuestionario para el Docente*. Santiago de Chile: OREALC.
- Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe [OREALC] y Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación [LLECE]. (2010). *Compendio de los Manuales del SERCE*. Santiago de Chile: UNESCO.
- Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe [OREALC] y Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación [LLECE]. (2010). *Factores Asociados al Logro Cognitivo de los Estudiantes de América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: UNESCO.
- Organisation for Economic Cooperation and Development. (17 de 07 de 2014). *OECD Better Policies For Better Lives*. Obtenido de OECD Better Policies For Better Lives : <http://www.oecd.org/pisa/pisaenespaol.htm>
- Peña, D. y Romo, J. (1997). *Introducción a la Estadística para Ciencias Sociales*. Madrid: McGraw Hill.
- Psacharopoulos, G. y Patrinos, H. (2002). *Returns to Investment in Education: A Further Update*. Washington D.C: World Bank.
- Real Academia Española. (01 de 12 de 2014). *Real Academia Española*. Obtenido de Real Academia Española: <http://lema.rae.es/dpd/srv/search?id=Tr5x8MFOuD6DVTIDBg>
- Schultz, T. (1960). Capital Formation by Education. *Journal of Political Economy* Vol. 68, 571-583.
- Singh, A. (2013). *Size and sources of the Private School Premium in test scores in India*. Oxford: Young Lives.

- Todd, P. y Wolpin, K. (2003). On the especification and estimation of the production function for cognitive achievement. *The Economic Journal* 113, 3-33.
- US Deparment of Education. (08 de 11 de 2014). *State's Impact on Federal Education Policy*.
Obtenido de
http://www.archives.nysed.gov/edpolicy/research/res_essay_johnson_cole.shtml
- VanenBos, G. (2007). *Dictionary of Psycology*. Washignton D.C: American Psychological Association.
- Varian, H. (1992). *Microeconomic Analysis*. New Delhi: 3º.
- Velez, E; Schiefelbein, E y Valenzuela J. (2012). *Factores que afectan el rendimiento académico en la educación primaria*. Washington D.C: Banco Mundial .
- Vigotsky, L. (12 de 04 de 2015). *Learning Theory Fundamentals*. Obtenido de
<http://www.theoryfundamentals.com/motivation.htm>
- Walberg, H. y Bast, J. (2003). *Education and Capitalism: How overcoming our fear of markets and economics can improve America's schools*. . Stanford: Hoover Institution Press.
- White, H. (1980). A Heterocedasticity Consistent Covariance Matrix Estimador and a Direct Test for Heterocedasticity. *Econometric Society Vol. 8*, 817-838.
- Wilson, K. (2001). The Determinants of Educational Attainment: Modeling and Estimating the Human Capital Model and Education Production Function. *Southern Economic Journal Vol. 67*, 518-551.
- Woodhall, M. (1967). The Economics of Education. *Review of Educational Research Vol. 37*, 387-398.
- Wooldridge, J. (2000). *Introducción a la econometría*. Murcia: Universidad Murcia.
- Wooldridge, J. (2002). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data* . Cambridge: MIT Press.
- Young Lives. (s.f.). *Young Lives An International Study of Childhood Poverty*. Recuperado el 02 de 07 de 2014, de <http://www.younglives.org.uk/what-we-do>