PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE ECONOMÍA

Disertación previa a la obtención del título de Economista

El reto de la política pública en el desarrollo integral de la primera infancia en el Ecuador: La relación entre nutrición temprana y habilidades cognitivas durante el período 2003-2008

Autora: Geanine Nicole Leines Artieda
leinesnicole@gmail.com

Directora: Mtr. Mónica Mancheno K.
mpmancheno@puce.edu.ec

Quito, julio 2017

Resumen

La presente investigación busca proponer lineamientos de política pública con base a la relación entre el estado nutricional infantil y los resultados cognitivos durante el período 2003 -2008 en el Ecuador. La hipótesis que sustenta la presente disertación es que la política pública debe ser formulada alrededor del desarrollo y las necesidades de cada niño y su familia. Esto se debe a que existen características a nivel familiar que están afectando la relación entre estado nutricional y habilidades cognitivas. Un correcto entendimiento de los mecanismos a través de los cuales la acumulación de capital humano se lleva a cabo permite a los economistas asignar trayectorias óptimas de inversión en el ser humano y generar crecimiento económico a largo plazo. De lo contrario, el costo de oportunidad de la inacción puede conducir a graves consecuencias negativas para los individuos, la economía, y la sociedad. La metodología de la presente disertación permite modelar la relación entre nutrición temprana y habilidades cognitivas tomando en cuenta la influencia de la familia y la comunidad para poder intervenir eficientemente a través de la aplicación de política pública. Para ello, se emplean modelos econométricos, y los resultados muestran evidencia que tanto la familia como la comunidad contribuyen en la relación de interés; además, se realiza un análisis de la problemática en el Ecuador y se proponen lineamientos para la toma de decisiones en términos de política pública.

Palabras clave: Capital humano, Nutrición, Habilidades Cognitivas, Costo de Oportunidad, Crecimiento Económico, Eficiencia, Política Pública.

Abstract

This research aims to propose public policy guidelines based on the relationship between infant nutritional status and cognitive outcomes during the 2003-2008 period in Ecuador. The hypothesis underlying this dissertation is that public policy should be formulated around the development and needs of children and their families. This is because there are features that affect the relationship between nutritional status and cognitive abilities of children. In consequence, a correct understanding of the mechanisms through which the accumulation of human capital is carried out allows economists to assign optical trays of investment in human capital and to generate long-term economic growth. Conversely, the opportunity cost of inaction can lead to negative consequences for individuals, the economy, and society. The methodology of this research models the relationship between infant nutritional status and cognitive abilities taking into account the influence of family and the community in order to intervene efficiently through public policy. Therefore, I used econometric models, and their results evidence how family contributes in the relation of interest; in addition, I analyzed the current situation in Ecuador and proposed guidelines for better decision-making in terms of public policy.

Keywords: human capital, nutrition, cognitive abilities, opportunity cost, economic growth, efficiency, public policy.

"Cuando una flor no florece, cambiamos el ambiente en el que ésta crece, no la flor en sí."
-Alexander Den Heijer

Dedico la presente disertación a los niños y niñas que crecen en medio de la adversidad; ellos y ellas son las flores más raras y hermosas de la existencia.

Agradezco infinitamente a Dios, que con su amor y voluntad perfecta, dotó con los dones de perseverancia, sacrificio, y entrega a las raíces de mi historia, Rubén y Rosario. Sin estos dones no tendría el privilegio de haber nacido en un hogar formado por unos padres extraordinarios, José y Olga, capaces de inspirarme pasión, fuerza, y amor a lo largo de mi vida. A su vez este trabajo no hubiera podido ser completado sin el coraje que Joseph ha sembrado en mí, la esperanza que me da Denisse a cada momento, la amistad que tanto Esteban como Andrea me brindaron, y al amor de Juan durante mi etapa universitaria. Finalmente, gracias a mi directora y amiga, Mónica Mancheno, por guiarme durante la realización de este trabajo.

El reto de la política pública en el desarrollo integral de la primera infancia en el Ecuador: La relación entre nutrición temprana y habilidades cognitivas durante el período 2003-2008.

INTRODUCCIÓN **11**

METODOLOGÍA DEL TRABAJO **14**

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN **14**

General 14
Específicas 14

OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN **14**

General 14
Específicos 14

TIPO DE INVESTIGACIÓN **15**

TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN **15**

PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO **15**

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA **16**

Aportes de la economía de la educación 16
1. Economía de la educación 16
2. Teoría del capital humano 17
3. Inversión óptima de capital humano 18
4. Modelo de Becker & Tomes (1986) 19
5. Beneficios y costes del capital humano 21
6. Habilidades cognitivas 23
7. Modelo de formación de habilidades 25
8. Trade-off entre equidad y eficiencia 27
9. Función de producción de habilidades 29
9.1. Concepto de la función de producción 29
9.2. Impacto del estado nutricional en las habilidades cognitivas 29

MARCO METODOLÓGICO **33**

1. Proceso Generador de Datos 34
2. Modelo estructural 35
3. Muestra aleatoria 35
3.1. Estimador 36
3.2. Distribución Muestral 36
3.3. Propiedades de los estimadores en muestras finitas 37
3.4. Propiedades de los estimadores en muestras infinitas 38
4. Test de Hipótesis 40
5. Análisis de regresión múltiple 41
6. Función de esperanza condicional 42
7. Mínimos cuadrados ordinarios 42
7.1. Supuestos de MCO 43
7.2. Propiedades de los estimadores de MCO 45
8. Correlación y Causalidad 45
8.1. Independencia condicional 46
8.2. Sesgo de variable omitida 46

9. Estrategia empírica de la investigación 47
9.1. Efectos fijos 47
9.2. Efectos mixtos 48

CAPÍTULO 1: IMPORTANCIA DEL ESTADO NUTRICIONAL EN LA PRIMERA INFANCIA 51

La importancia de la integralidad en el desarrollo infantil 51
Trastornos en el desarrollo 55
Desnutrición 55
1. Concepto de la desnutrición 55
2. Importancia de la nutrición infantil 57
3. Consecuencias de la desnutrición desde una perspectiva macroeconómica 58
4. Causas de la desnutrición 60
Enfoque de política pública utilizado para alcanzar una adecuada nutrición infantil 63

CAPÍTULO 2: LA RELACIÓN ENTRE NUTRICIÓN TEMPRANA Y LA FORMACIÓN DE HABILIDADES COGNITIVAS EN EL ECUADOR DURANTE EL PERÍODO 2003 – 2008 67

Tipos de Datos 67
Hallazgos en el Ecuador en términos de gradientes del desarrollo cognitivo en la primera infancia 68
Análisis descriptivo de las variables incluidas 69
Distribución de la muestra 70
Análisis estadístico 73
Análisis gráfico de la variable dependiente e independiente 75
Análisis del Impacto de la salud y nutrición sobre resultados educativos 77
1. Problemas metodológicos 77
2. Estrategia empírica 79
3. Resultados 80

CAPÍTULO 3: LINEAMIENTOS DE POLÍTICA PÚBLICA 84

Perfil de la desnutrición en el Ecuador 84
1. Distribución de la desnutrición en el Ecuador 88
Enfoque de la política pública en términos de nutrición infantil en el Ecuador 92
Costo de oportunidad de la desnutrición crónica en el Ecuador 99
1. Efectos en salud 99
2. Efectos en educación 99
3. Efectos en productividad 99
4. Costos totales 100
Lineamientos de política pública 100
1. Gobernanza 102
2. Finanzas 102
3. Calidad 102
4. Rendición de cuentas 103
5. Estándares de calidad 103
6. Sostenibilidad 103
Modelo de gestión 104
1. Disidencia 104
2. Control distribuido 104
3. Determinación de pasos a corto plazo 106
4. Peligro de bloqueo 106
5. Miopía política 106

CONCLUSIONES 108

RECOMENDACIONES 110

ANEXOS **117**

MÉTODO DE MÍNIMOS CUADRADOS ORDINARIOS 117

Regresión Simple *117*

Regresión múltiple *118*

SESGO DE VARIABLE OMITIDA 119

ANATOMÍA DE LA REGRESIÓN 120

DISTRIBUCIÓN CONJUNTA 121

DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD MARGINAL 121

DISTRIBUCIÓN CONDICIONAL 122

INDEPENDENCIA DE LAS VARIABLES ALEATORIAS 122

ESPERANZA 123

ESPERANZA CONDICIONAL 123

LEY DE LAS ESPERANZAS ITERADAS 124

CONVERGENCIA EN PROBABILIDAD 124

CONVERGENCIA EN DISTRIBUCIÓN 125

Índice de Tablas

Tabla 1. Beneficios individuales del capital humano 22
Tabla 2. Costos individuales del capital humano 22
Tabla 3. Beneficios sociales del capital humano 24
Tabla 4. Gastos sociales del capital humano 25
Tabla 5. Nivel de confianza 40
Tabla 6. Definición de indicadores antropométricos en niños y mujeres 56
Tabla 7. Rutas para mejorar la nutrición 63
Tabla 8. Comparación de la muestra con los promedios nacionales y parroquiales 69
Tabla 9. Distribución de la muestra por provincias 71
Tabla 10. Prevalencia de malnutrición en la muestra 72
Tabla 11. Análisis estadístico de las variables 74
Tabla 12. Clasificación de variables que influyen en el rendimiento cognitivo 77
Tabla 13. Resultados de las regresiones 82
Tabla 14. Encuestas de desnutrición en menores de 5 años. 84
Tabla 15. Prevalencia de baja talla para la edad entre niños y niñas menores de 5 años en el Ecuador 89
Tabla 16. Sistematización de las etapas en la evolución de los programas de alimentación y nutrición 92
Tabla 17. Participación de proyectos en alimentación y nutrición en el gasto social 96
Tabla 18. Costo total asociado a la desnutrición 100

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Capital humano y crecimiento económico 17
Gráfico 2. Tasas de retorno sobre los gastos parentales en sus hijos 20
Gráfico 3. Tasas de retorno sobre gastos parentales en sus hijos con restricciones de crédito 21
Gráfico 4. Tasas de rendimiento y niveles óptimos de inversión en capital humano 28
Gráfico 5. Proceso de la poda sináptica 52
Gráfico 6. Desarrollo del cerebro humano. 53
Gráfico 7. Períodos críticos para algunos aspectos de la función y desarrollo del cerebro. 53
Gráfico 8. La capacidad de cambio del cerebro de los niños 54
Gráfico 9. Nutrición en el ciclo de vida 57
Gráfico 10. La ventana de oportunidad para abordar la desnutrición 58
Gráfico 11. El círculo vicioso de la desnutrición 60
Gráfico 12. Causas de la baja talla-por-edad en el ámbito comunitario, del hogar e individual 61
Gráfico 13. Un modelo conceptual simplificado para comprender las causas de la desnutrición 61
Gráfico 14. El ciclo infección-desnutrición 62
Gráfico 15. Matriz de cambios de comportamiento BEA 65
Gráfico 16. Puntaje bruto de la prueba de vocabulario TVIP en el seguimiento 2 75
Gráfico 17. Puntaje de talla para la edad 76
Gráfico 18. Prevalencias comparativas en menores de 5 años entre encuestas nacionales 85
Gráfico 19. Desnutrición crónica en Latinoamérica y el Caribe 2004-2015 86
Gráfico 20. Relación de la desnutrición crónica respecto al PIB per cápita en Latinoamérica 87
Gráfico 21. Prevalencia del retraso del crecimiento en niños de 0-5 años y PIB por persona 88
Gráfico 22. Puntaje Z de talla media para la edad, según la edad 90
Gráfico 23. Prevalencia de retardo en talla (T/E <-2DE) en la población de 0 a 60 meses, por provincias 91
Gráfico 24. Evolución del gasto social en relación al PIB y al PGE 2000-2016 94
Gráfico 25. Montos ejecutados en proyectos relacionados a la nutrición 2008 – 2014 95
Gráfico 26. La teoría del cambio de sistemas 101
Gráfico 27. Marco de acciones para lograr una nutrición y desarrollo fetal e infantil óptimos 105
Gráfico 28. Enfoque multinivel para la gestión de la transición 106

Introducción

La asignación de recursos públicos en primera infancia no debe ser entendida como un gasto, sino más bien como una inversión fundamental para el futuro de toda sociedad. La primera infancia —comprendida entre los 0-5 años de edad— tiene carácter interdisciplinario. En esta etapa se desarrollan simultáneamente procesos que requieren una comprensión integral. A lo largo del tiempo, los avances de la genética y la neurociencia, le han otorgado a la economía la oportunidad de utilizar el conocimiento en materia de desarrollo temprano-infantil con el objetivo de maximizar el capital humano de un país. De no ser así, el costo de oportunidad que representa a largo plazo la intervención estatal en aquellas personas cuyas condiciones iniciales no fueron equiparadas con respecto a quienes tuvieron la posibilidad de desarrollar su potencial, incrementaría por la complejidad de los problemas tardíos con respecto a problemas iniciales.

Un momento crítico para formar la productividad es desde el nacimiento hasta los 5 años cuando el cerebro se desarrolla rápidamente, considerado que el desarrollo humano depende también de la interacción dinámica y continua entre genética y experiencia (National Research Council & Institute of Medicine, 2000: 3). En ese sentido, la dinámica natural del proceso de formación de habilidades representa una ventana de oportunidad para realizar inversiones óptimas porque las experiencias tempranas influirán en el desarrollo cerebral. Desde el punto de vista económico, este hecho hace particularmente importante potenciar el desarrollo del ser humano en sus primeros años de vida porque las decisiones que se tomen en este período potenciarán o rezagarán la formación de habilidades.

Existe evidencia que destaca los efectos del estado de salud sobre las habilidades cognitivas o resultados de mercado laboral (Heckman, Stixrud y Urzua, 2006: 27). Tomando en cuenta específicamente la nutrición en la infancia, Hoddinott et al (2008) proporcionan la primera evidencia directa de un vínculo entre una intervención nutricional de los primeros años de vida y los resultados del mercado de trabajo para adultos. Sin embargo, en países en desarrollo se estima que más de 200 millones de niños menores de 5 años no pueden alcanzar su potencial en el desarrollo cognitivo debido a la pobreza, mala salud, nutrición, y atención deficiente (Grantham-McGregor et al, 2007: 62).

La desnutrición puede afectar el desarrollo cognitivo, causando daños estructurales al cerebro, alterando el desarrollo motor infantil y el comportamiento exploratorio (Victora et al, 2008: 343). Esto se traduce en mayores probabilidades de ingreso tardío, repitencia, deserción y bajo nivel educativo dependiendo de la intensidad de la desnutrición (Fernández et al, 2017: 31). En ese sentido, se presentan costos económicos tanto por ineficiencia en el proceso educativo como por pérdida de productividad.

En Ecuador, el Plan Nacional del Buen Vivir (PNBV) (2013: 64) en efecto reconoce que la desnutrición infantil causa una reducción irreversible en el rendimiento escolar y en el futuro rendimiento laboral. Sin embargo, según la Encuesta de Salud y Nutrición (ENSANUT 2011-2012) existen aproximadamente 1’721.226 niños y niñas entre 0 y 60 meses. De los cuales, el 25,3% tienen desnutrición crónica (retardo en talla), siendo la población entre 12 a 23 meses de edad quienes concentran el 32.6%.

Además, según el Ministerio de Educación del Ecuador (2013) durante el período 2011-2012, en educación inicial de un total de 677.625 niños/as, la tasa neta de matrícula corresponde al 23%, y la tasa bruta de matrícula al 19,9% permitiendo estimar la cantidad de alumnos/as por nivel educativo que son repetidores o tienen una edad mayor a la reglamentaria. Por un lado, se evidencia que existen muy pocos niños que acceden a educación inicial, cuya etapa es clave en la formación de habilidades cognitivas.

En ese sentido, existirán brechas en términos de habilidades al ingresar al sistema educativo. Desde este punto de vista, la acumulación de habilidades cognitivas durante la infancia temprana probablemente está afectando a los estudiantes conformen avanzan en el sistema educativo.

Los estudios realizados tanto por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) como por el Programa Mundial de Alimentos (PMA) sobre el impacto social y económico de la malnutrición en Ecuador indican que de 84.000 casos repitentes ecuatorianos el 32% habrían sufrido desnutrición antes de cumplir los cinco años de vida para el año 2014. Además, la diferencia de escolaridad entre la población con baja talla y quienes no padecen de esta problema es de 2,3 años.

Pero los problemas de no promoción y de repetición escolar representan recursos para el Estado que podrían ser usados con otros fines. El Programa de Promoción de la Reforma Educativa en América Latina y el Caribe, Fundación Ecuador y Grupo Faro (2010: 28) estimaron que durante el período de 2005-2007 el Estado gastó aproximadamente $30 millones en la repetición escolar.

Considerando la inversión que el Gobierno destina hacia educación, es importante conocer los resultados del proceso educativo que se generan. El Ministerio de Educación realizó en el año 2008 las pruebas censales SER Ecuador para cuarto, séptimo y décimo año de Educación Básica, y tercero de Bachillerato, en las áreas de Matemática y Lenguaje y Comunicación. En el área de matemática, el tercer año de Bachillerato tiene el 81,96% de estudiantes con resultados regulares e insuficientes, y el décimo año de Educación Básica el 80,43%. En el área de Lenguaje y comunicación, el décimo año tiene el 53,31% de estudiantes con resultados regulares e insuficientes, y el tercer año de Bachillerato tiene el 50,37%. De esta manera se evidencia que la inversión que realiza el Ecuador en Educación no está logrando los resultados esperados.

Dadas las consideraciones anteriores, Berniell et al (2016:37) señala que el stock de habilidades en un momento determinado dependerá de los aportes pasados de diversos factores y su correspondiente interacción. En ese sentido, el progreso con éxito de los estudiantes durante el proceso educativo y el consecuente desempeño en el mercado laboral, dependerá tanto de lo que suceda en diversas etapas de la vida del ser humano como de los elementos que en cada una de ellas aportan a su formación. De acuerdo a este criterio, el desarrollo integral de la primera infancia se presenta como un mecanismo de reducir brechas en el desarrollo de habilidades, entre niños y niñas de diferentes contextos socioeconómicos.

La motivación fundamental para la presente disertación es resaltar la importancia económica del desarrollo integral de la primera infancia. Específicamente, esta investigación responde a la necesidad de conocer la relación entre el estado nutricional infantil y los resultados cognitivos. Además, se busca proponer lineamientos de política pública que permitan maximizar los retornos económicos de la inversión en primera infancia y progresivamente logre maximizar el capital humano del país.

En primera instancia la fundamentación teórica se adecua a los objetivos que se desean alcanzar en la disertación. Se trata la teoría del capital humano, además se expone la discusión teórica y empírica que versa sobre el impacto del estado nutricional en la formación de habilidades cognitivas. En el marco metodológico, se examinan las técnicas que se utilizarán para estimar el efecto del estado nutricional en la formación de habilidades cognitivas.
En el primer capítulo, se establece la importancia de la integralidad de la primera infancia, el rol del estado nutricional, y el enfoque de la política pública que ha sido ampliamente adoptado.

En el segundo capítulo, se utilizan metodologías abordadas en el marco metodológico con el fin de responder a la pregunta de investigación sobre el efecto del estado nutricional en la formación de habilidades cognitivas.

Finalmente, el tercer capítulo realiza un diagnóstico de la situación de la desnutrición crónica en el Ecuador y se establecen lineamientos de política pública que deben ir acorde a la problemática y a los resultados obtenidos en el capítulo 2.

Los resultados de la investigación muestran en primer lugar que la diferencia de puntaje estandarizado entre los niños y niñas pertenecientes a la muestra de estudio, una vez que se ha considerado el estado nutricional, se debe un 25% a la identidad de la familia a la que pertenecen. Por tal razón, es importante investigar más a fondo con respecto a las variables que a nivel de familia influyen en la relación entre nutrición y habilidades cognitivas. En ese sentido, para lograr un desarrollo infantil integral es necesario que la calidad de los programas y servicios se enfoquen en el niño, su contexto familiar y comunitario, y, en torno a estos ejes, situar las áreas que deben ser atendidas. Esto sólo es posible si se cuenta con un sistema que trabaje en conjunto. Para lograrlo se propone utilizar la gestión de la transición que consiste en organizar un proceso mediante el cual la percepción conjunta de problemas, visión, agenda, instrumentos, experimentos y monitoreo puedan co-evolucionar a través de un proceso de aprendizaje social sobre innovaciones radicales y nuevos sistemas para coproducir y coordinar políticas de manera iterativa y evolutiva.

Metodología del trabajo

Preguntas de investigación

General

- ¿Cuáles pueden ser los retos para la política pública en el desarrollo integral de la primera infancia en el Ecuador?

Específicas

- ¿Cuál ha sido el enfoque de la política pública aplicado al desarrollo integral de la primera infancia?
- ¿Cuál es la relación entre nutrición temprana y la formación de habilidades cognitivas en el Ecuador durante el período 2003 - 2008?
- ¿Qué lineamientos deben ser considerados para asegurar la sostenibilidad del desarrollo integral de la primera infancia en el Ecuador?

Objetivos de investigación

General

- Identificar el reto de la política pública en el desarrollo integral de la primera infancia en función de la relación entre nutrición temprana y la formación de habilidades cognitivas.

Específicos

- Analizar el enfoque de la política pública aplicado al desarrollo integral de la primera infancia.
- Evaluar la relación entre nutrición temprana y la formación de habilidades cognitivas en el Ecuador durante el período 2003 - 2008.
- Proponer lineamientos que aseguren la sostenibilidad del desarrollo integral de la primera infancia en el Ecuador.

Tipo de investigación

El tipo de investigación, según el análisis y el alcance de los resultados, fue descriptivo-explicativo. Se realiza una descripción detallada de la situación de las variables que se investigan. A su vez se busca conocer si el cambio en magnitud del estado nutricional está relacionada con un cambio en el puntaje de habilidades cognitivas; y dar a conocer los aspectos que tienen más influencia en esta relación.

Por otro lado, según el tiempo de ocurrencia de los hechos y registro de información, la investigación fue retroprospectiva porque se indagó sobre hechos ocurridos durante el período 2003-2008 pero además se utilizó información de acuerdo a lo que iba transcurriendo después de este período en particular. Finalmente, al considerar el período y secuencia en la que se realizó la investigación se pudo definir como longitudinal puesto que se utilizan datos de panel para obtener los resultados.

Técnica de investigación

La presente disertación trabajó tanto con datos cuantitativos como cualitativos referentes al desarrollo de la primera infancia en el Ecuador, dotando de un enfoque mixto a la investigación. La técnica de investigación fue inductiva puesto que se obtuvieron conclusiones generales a partir de premisas particulares. De esta manera, la investigación logró establecer con base a los resultados del modelo econométrico utilizado y a la importancia económica del fenómeno, lineamientos de política pública para el desarrollo integral de la primera infancia.

Procedimiento Metodológico

Para el estudio descriptivo se recolectó información pertinente sobre nutrición infantil tanto a nivel nacional como internacional del Banco Mundial, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Instituto de Estadísticas y Censos (INEC), y del Ministerio Coordinador de Desarrollo Social (MCDS). Para el modelo econométrico se utilizó información cuantitativa de la Encuesta Longitudinal de Salud y Desarrollo Infantil de Ecuador (ELSDIE) financiada en conjunto por el Banco Mundial, el gobierno de Ecuador y la Universidad de Princeton.

En el primer capítulo, se utiliza información principalmente para sintetizar los avances en términos de neurociencias que permiten establecer la importancia económica de invertir en primera infancia. A su vez, el primer capítulo describe el enfoque de la política pública que ha sido utilizado a lo largo del tiempo para mejorar la nutrición infantil.

Por otro lado, el tratamiento a la información recopilada comprende la aplicación de métodos estadísticos y econométricos. El segundo capítulo realizó una comparación de la muestra con los promedios nacionales, un análisis estadístico y gráfico de las variables, y finalmente estimó los coeficientes correspondientes a las regresiones a través de la aplicación de modelos econométricos. En el tercer capítulo, se establece el perfil de desnutrición del Ecuador a través de la aplicación de los nuevos estándares de crecimiento de la OMS, con base a estos cálculos se realizó un mapa que presenta las estimaciones de prevalencia de desnutrición crónica en menores de cinco años a nivel provincial en base a la Encuesta de Condiciones de Vida (ECV) del año 2014. Además, se utiliza estadística descriptiva para caracterizar la situación del país.

Fundamentación teórica

La fundamentación teórica tiene como objetivo detallar los principales conceptos que permitirán contextualizar la presente disertación en la literatura económica. Esta revisión teórica tiene una estructura que introducirá al lector a las cuestiones más importantes sobre la relación entre el estado nutricional en la infancia y los resultados cognitivos. Para ello la estructura de los fundamentos teóricos se centrará en dos temas principalmente: la economía de la educación y la función de producción de las habilidades cognitivas en la primera infancia.

A lo largo del tiempo se ha hecho alusión al capital humano como una fuente de crecimiento y desarrollo económico de las naciones. En efecto, un sinnúmero de investigaciones le dan a la educación un papel protagónico a la hora de diseñar política económica (Carneiro & Heckman, 2003). Sin embargo, la presente disertación tiene como objetivo entender los mecanismos a través de los cuales se forman las habilidades cognitivas en el ser humano, de tal manera que la toma de decisiones con respecto a la asignación de recursos genere realmente resultados que fomenten el capital humano de un país.

Si bien se ha resaltado el hecho de que las habilidades cognitivas son aquellas que valora el mercado laboral, sorprendentemente investigaciones han demostrado que la primera infancia es una etapa clave en el ciclo de vida del ser humano puesto que es en esta etapa en la cual se pueden realizar inversiones tales que permitan fomentar habilidades que afecten la productividad del aprendizaje posteriormente (Cunha & Heckman, 2010).

La discusión parte del hecho de que la teoría del capital humano explora los mecanismos a través de los cuales un individuo adquiere educación en una etapa de su vida para posteriormente incurrir a ofertarse en el mercado laboral. Sin embargo, este hecho se ve interrumpido en diferentes seres humanos por la falta de inversiones en términos de capital humano tales como educación y salud, claves para desarrollar habilidades que les permitan ser competitivos al momento de insertarse en el mercado laboral (Cunha & Heckman, 2009). Lo que desencadena inequidades, que a manera colectiva, desacelera el crecimiento de la calidad de mano de obra de la economía y en consecuencia afecta el crecimiento económico[1].

En este contexto, es necesario un modelo económico que armonice la teoría y la evidencia empírica, logrando una comprensión integral del proceso que determina el stock de habilidades que adquirirá un ser humano a lo largo de su vida.

Aportes de la economía de la educación

1. Economía de la educación

La economía de la educación reconoce la existencia de recursos limitados frente a necesidades prácticamente ilimitadas, por ello, estudia cómo la sociedad organiza y utiliza los recursos para producir varios tipos de conocimientos y habilidades a través de la educación formal (Brewer & Hentschke, 2010: 3). Por lo tanto, la economía de la educación se relaciona con el proceso a través del cual se produce conocimiento; con la distribución de educación entre diferentes grupos de la sociedad; y con cuestiones sobre cuánto gastar en actividades educativas y en qué tipo de actividades (Salas, 2008: 4).

[1] Hanushek y Kimko (2010: 1187) señalan que las diferencias de calidad en la educación que reciben las personas tienen un impacto en su productividad lo que a su vez afecta las tasas de crecimiento económico de los países.

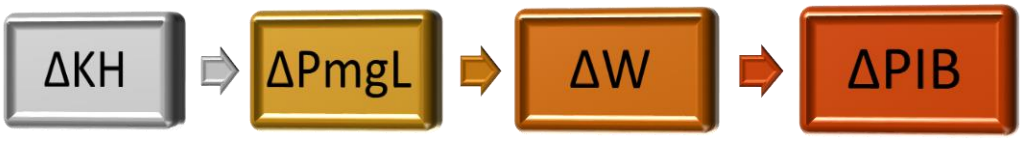
Para propósitos de esta disertación se estudia específicamente la producción de conocimiento en términos económicos como un proceso que va desde el útero y continúa durante toda la vida. A partir de esta idea, se reflexiona sobre los aspectos que potencian o rezagan la formación de habilidades en las distintas etapas de la vida, reconociendo que no todos las etapas son igual de propicias para la formación de habilidades. Una vez entendido este punto, será más fácil entender la distribución de habilidades entre diferentes grupos socioeconómicos y la importancia de invertir en términos de capital humano en etapas de la vida en la que el retorno de la inversión sea la más alta.

2. Teoría del capital humano

A principios de 1960 Theodore Schultz introdujo el revolucionario concepto "capital humano" en el pensamiento económico. En la conferencia "Investment in man: an economist's view" [2] en 1959, Schultz hace mención al término capital humano y lo relaciona con la hipótesis bajo la cual todas aquellas inversiones deliberadas que las personas hacen en ellas mismas pueden explicar en gran medida la tasa de crecimiento económico de las naciones. En base a esta concepción, más adelante Schultz (1961:1) caracteriza de mejor manera al capital humano como aquellos componentes de habilidad, conocimiento y atributos similares, que son parte del ser humano y que no pueden ser vendidos; pero al momento de estar en contacto con el mercado laboral afectan las capacidades humanas con el objetivo de realizar un trabajo productivo, y por consiguiente incrementar el salario real.

En ese sentido, mientras mayor capital humano tenga una persona, mayor será su productividad, y mayores serán sus ingresos. La razón fundamental de esta relación está en que el salario real es igual a la productividad marginal del trabajo, y mientras más productiva sea una sociedad se generará crecimiento económico.

Gráfico 1. Capital humano y crecimiento económico



Elaboración: Nicole Leines

La evidencia empírica que demuestra que esta relación es verídica, utiliza los años de escolaridad como una forma de aproximar el capital humano. Sin embargo, si bien esta relación es importante según la evidencia empírica, los años de educación no son suficientes para entender la heterogeneidad de los salarios que existe en la sociedad. La evidencia indica que la magnitud de la relación entre capital humano y crecimiento económico se incrementa cuando se utilizan pruebas de rendimiento académico, las cuales miden específicamente habilidades cognitivas, en lugar de años de escolaridad (Berniell et al, 2016: 43).

No obstante, es importante reconocer que las personas no nacen con un conjunto de habilidades predeterminado o inmodificable (Berniell et al, 2016: 36). La formación de habilidades depende de las inversiones directas e indirectas en términos de capital humano que se realicen en el entorno, la familia, el sistema educativo y el mercado laboral.

[2] Schultz, Theodore (1959). Investment in Man: An Economist's View. Social Service Review, 33(2), 109–117.

Una consolidación teórica y empírica sobre capital humano la realiza Gary Becker en el año 1964. 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".* Esta definición, permite entender que los conocimientos adquiridos son el producto de un proceso acumulativo. Por lo tanto, los conocimientos no solo se forman en el sistema educativo, sino también se fomentan en el hogar y entorno en el que se desenvuelve el ser humano a lo largo de su vida.

3. Inversión óptima de capital humano

La inversión óptima de capital humano se da a través de un proceso de optimización en el cual un individuo invierte con el objetivo de maximizar bienestar durante toda su vida (Eide & Showalter, 2010: 28). Es decir, tomando en cuenta que los individuos utilizan parte de su ingreso en sí mismos de muy diversas formas pensando en satisfacer necesidades presentes y futuras; la demanda de habilidades estará en función tanto de los costes individuales directos e indirectos de adquirirlas como de las oportunidades de empleo y niveles de ingreso futuras ligadas a esa inversión. De esta manera, cada individuo estaría dispuesto a sacrificar recursos actuales, si es que en el futuro podría conseguir mayores recursos, que le permitieran satisfacer sus necesidades de una mejor manera.

Sin embargo, no necesariamente, todas las personas enfrentarán los mismos costes y beneficios, ni tampoco el mismo entorno familiar y social. En ese sentido, las inversiones en capital humano se diferenciarán en cuatro aspectos relevantes: en sus efectos sobre los ingresos y el consumo, en los montos invertidos, en el tamaño de los retornos, y en la medida en que se percibe la conexión entre inversión y retorno (Becker, 1964: 11).

La diferencia en los efectos sobre el ingreso y el consumo se puede comprender mejor a través de un ejemplo en el que dos personas tengan una habilidad innata diferente. Suponiendo que dos personas adquieran el mismo nivel de escolaridad, una habilidad innata inferior puede incrementar los costos de adquirir educación, porque probablemente necesitan más tiempo y esfuerzo para alcanzar el mismo nivel de estudios, entonces su nivel óptimo de capital humano será inferior a individuos con mayor habilidad innata (Page & Jaeger, 2010: 33).

Con respecto al tamaño de los rendimientos, éstos se relacionan con lo expuesto anteriormente. Es decir, los retornos de la inversión pueden diferir probablemente porque cuando las capacidades de una persona son superiores a otra, para alcanzar el mismo nivel de estudios se necesita menos tiempo y pueden disfrutar de los beneficios más rápidamente. Por lo tanto, la rentabilidad del mismo nivel de educación será superior para la persona con mayores capacidades intelectuales (Borjas, 2016: 242).

Por otro lado, el diferencial en los montos invertidos puede deberse a que las personas difieren en los costos que deben incurrir. En este escenario, aunque dos personas posean las mismas capacidades intelectuales para producir capital humano, el coste de la obtención de los recursos que sirven para adquirir capital humano es diferente. Suponiendo que un individuo proviene de un hogar con facilidad de ingresos, éste no tendrá que realizar algún préstamo para invertir en capital humano. Sin embargo, si un individuo proviene de un hogar con escasos recursos, éste tendrá probablemente que endeudarse. En ese sentido, el nivel óptimo de capital humano será inferior para individuos que enfrentan costos mayores (Lassibille & Navarro , 2004).

Finalmente, la conexión entre inversión y rentabilidad, se relaciona con la capacidad que tienen los individuos de esperar sobre un período de tiempo para obtener beneficios futuros. Es decir, su preferencia entre consumo presente y futuro. Por lo tanto, si un individuo tiene una tasa intertemporal muy alta, es decir, necesita que le compensen bastante para sacrificar recursos presentes para adquirir mayor escolaridad. Entonces, descontara sus flujos de tal manera que el valor presente neto de la inversión resulte en cantidades óptimas de capital humano muy bajas (Borjas, 2016: 240).

Después de analizar estos escenarios, se puede apreciar cómo la teoría del capital humano conceptualiza la manera en que los individuos toman decisiones educacionales, y además, es la herramienta que orienta sobre la medición de las implicaciones de dichas decisiones (Eide & Showalter, 2010:31). Sin embargo, en el proceso de formación de habilidades no sólo intervienen las decisiones individuales sino también diferentes actores que deciden en términos de la inversión en capital humano. De hecho, la investigación de Becker (1964: 21) reconoce la influencia de las familias en el conocimiento, habilidades, valores y hábitos de los niños. En ese sentido, señala que las brechas entre los niños a muy temprana edad, incrementan a lo largo del tiempo con la edad y la escolaridad porque los niños aprenden más fácilmente cuando están mejor preparados (Becker, 1964: 21).

4. Modelo de Becker & Tomes (1986)

El reconocimiento del entorno familiar como insumo dentro del proceso de acumulación de habilidades de los individuos inicia con el trabajo de Becker & Tomes en el año 1986. En este trabajo se reconoce que algunos niños tendrán una ventaja sobre otros si nacen en familias con mayor capacidad, mayor énfasis en el aprendizaje infantil y otros atributos culturales y genéticos favorables. En ese sentido, los padres no sólo transmitirán dotaciones genéticas a sus hijos, sino que también influirán sobre el bienestar y los ingresos potenciales de sus hijos a través de gastos destinados al fomento de habilidades, salud, aprendizaje, motivación entre otras características (Becker & Tomes, 1986: 261).

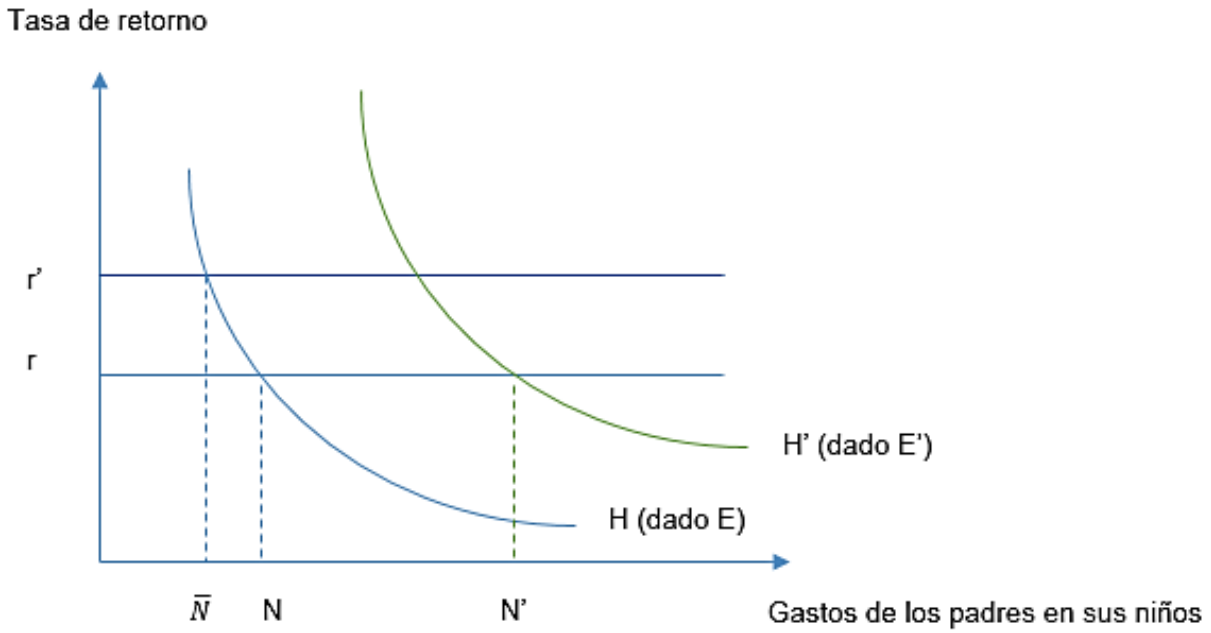
Becker & Tomes (1986) establecen un modelo que se basa en la evidencia de que las inversiones durante la infancia son cruciales para el desarrollo posterior. Por lo tanto, establecen como supuesto que la cantidad total de capital humano acumulado será proporcional a la cantidad de capital humano acumulada en la infancia. Pero además, reconocen que a lo largo del tiempo la tasa marginal de retorno disminuirá a medida que se invierte más en una persona[3] (Becker & Tomes, 1986: 263).

En este mismo orden de ideas, para Becker & Tomes (1986: 262) el capital humano estaría determinado no sólo por la dotación genética y habilidad innata que tienen los niños desde un inicio sino también por características específicas de los padres y por el gasto público en términos de capital humano para los niños.

Sin embargo, los gastos de los padres dependerán del tipo de mercado de capitales en el que se vean inmersos. Si es un mercado de capitales perfecto, los padres pueden pedir prestado dada una tasa de interés para financiar los gastos de los niños. Entonces, los padres decidirán racionalmente maximizar el bienestar de sus hijos, y esto no les causará ninguna reducción en el consumo propio (Becker & Tomes, 1986: 263). Por lo tanto, su decisión óptima será realizar una inversión en el capital humano de sus hijos de tal manera que la tasa marginal de retorno del capital humano adquirido sea igual a la tasa de interés del mercado. Tal como muestra el gráfico 2.

[3] Debido principalmente al aumento de los costos de la inversión a medida que incrementan el costo de oportunidad (ingresos no percibidos), y a su vez por los rendimientos decrecientes de los beneficios a medida que su vida laboral restante se acorta.

Gráfico 2. Tasas de retorno sobre los gastos parentales en sus hijos



Fuente: Becker & Tomes (1986)
Elaboración: Nicole Leines

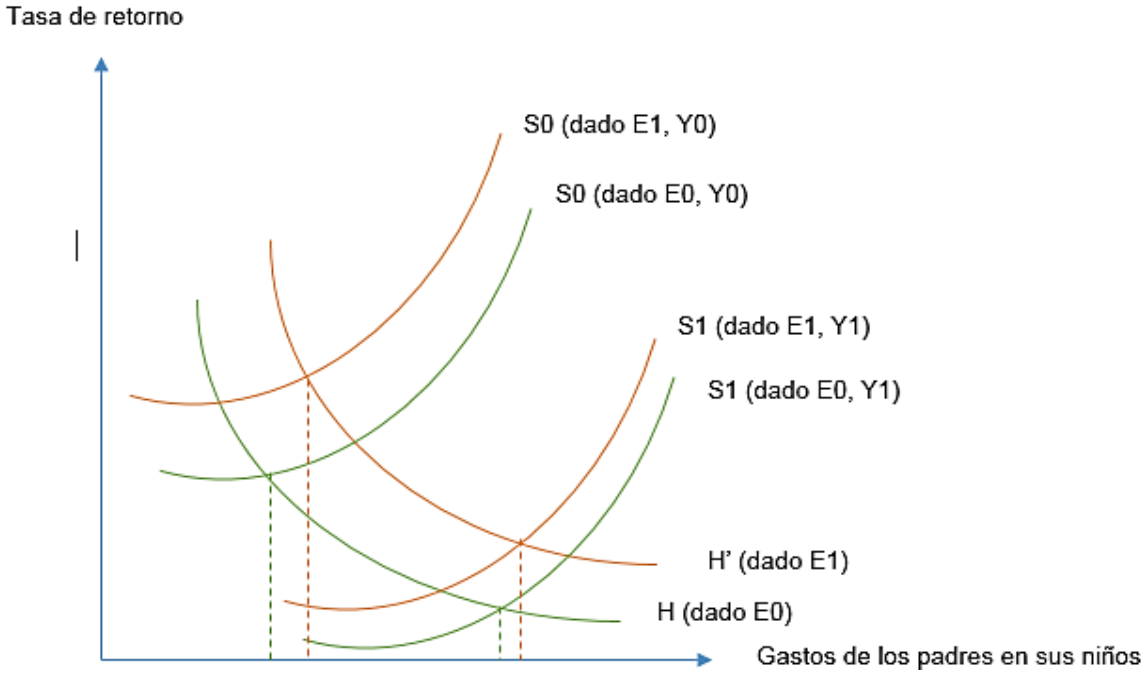
El gráfico 2 permite evidenciar con claridad que los niños mejor dotados acumulan más capital humano. Es decir, aquellos que cuentan con una dotación E' > E acumularán en unidades de gasto N' > N. Por lo tanto, los niños mejor dotados tendrían beneficios esperados más altos. De esta manera, aunque los ingresos potenciales de los hijos no estarían directamente relacionados con los ingresos y la riqueza de los padres, estarían indirectamente relacionadas a través de la herencia de las dotaciones (Becker & Tomes, 1986: 265).

En ese sentido, si el gasto público es un sustituto perfecto dólar por dólar de gasto privado, entonces, un aumento en el gasto público induciría a una disminución equivalente en el gasto privado (de los padres) pero la acumulación de capital humano sería la misma. De todo esto se desprende que, un aumento lo suficientemente grande en la cantidad de gasto público podría aumentar la acumulación de capital humano.

Por otro lado, si el mercado de capitales es imperfecto, los gastos de los padres estarán determinados por sus ingresos, por su nivel de altruismo, y sobre la incertidumbre acerca de la suerte que tengan sus hijos y descendientes posteriores. En ese sentido, los padres deben financiar las inversiones en niños, y una reducción en el consumo de los padres elevaría su utilidad marginal en relación a la utilidad marginal que le genera la inversión de recursos en sus niños, y esto desalentaría algunos gastos en sus hijos (Becker & Tomes, 1986: 267).

El gráfico 3 señala que el aumento de los gastos en los niños reduce el consumo de los padres, lo que eleva sus tasas de descuento subjetivas. Sin embargo, un aumento en las ganancias de los padres cambia la curva de oferta hacia la derecha e induce mayores gastos en niños. La distribución de los puntos de intersección determina la distribución de las inversiones y las tasas de rendimiento y, por lo tanto, la desigualdad y asimetría en la distribución de los ingresos posteriormente (Becker & Tomes, 1986: 268).

Gráfico 3. Tasas de retorno sobre gastos parentales en sus hijos con restricciones de crédito



Fuente: Becker & Tomes (1986)
Elaboración: Nicole Leines

Si el gasto público es un sustituto perfecto del gasto privado, un incremento en el gasto público es equivalente a un incremento en los ingresos de los padres. Entonces, el efecto de las dotaciones será ambiguo porque el efecto de las dotaciones sobre las inversiones incrementa los recursos de los niños así como la productividad de las inversiones en capital humano (Becker & Tomes, 1986: 267).

Sin embargo, si el gasto público y el gasto privado no son sustitutos perfectos, entonces el gasto público probablemente puede afectar las tasas de rendimiento de los gastos privados. En consecuencia, el comportamiento de los padres diferirá con respecto a inversiones en términos de capital humano en sus hijos.

5. Beneficios y costes del capital humano

Ahora bien, considerando que las inversiones en capital humano pueden diferir por distintas razones, y que dependen de varios actores para que se lleven a cabo, no necesariamente la inversión óptima individual es óptima socialmente. De manera que, es necesario abordar las razones fundamentales por las que el Estado debería intervenir para que las inversiones en términos de capital humano sean óptimas también para la sociedad. Si bien el argumento que vincula el capital humano a través de la productividad individual con el crecimiento económico es muy conocido en la economía de la educación, existen otros beneficios tanto monetarios como no monetarios a nivel individual y social que resultan de la inversión en capital humano.

La tabla 1 sintetiza los beneficios individuales de la adquisición de capital humano. Los beneficios monetarios individuales también se denominan beneficios privados de mercado porque son incrementos a los ingresos por encima de la cantidad ganada por aquellos con menos educación (McMahon, 2010: 68). Por su parte, los beneficios individuales no monetarios también conocidos como beneficios privados

de no mercado de la educación son aquellos resultados asociados con la utilización del capital humano durante las horas no laborales (McMahon, 2006: 267).

Tabla 1. Beneficios individuales del capital humano

Beneficios individuales			
Monetarios	**Evidencia empírica**	**No monetarios**	**Evidencia empírica**
Incremento salarial	Heckman, James., Lochner, Lance., & Todd, Petra. (2006). Earnings functions, rates of return and treatment effects: The Mincer equation and beyond. *Handbook of the Economics of Education*, *1*, 307-458.	**Mejoras en la salud**	Grossman, M., Kaestner, R. (1997). "Effects of education on health". In: Behrman, J.R., Stacey, N. (Eds.), The Social Benefits of Education. University of Michigan Press, Ann Arbor, MI, pp. 69–123.
		Mayor longevidad	Lleras-Muney, Adriana. (2005). The relationship between education and adult mortality in the United States. The Review of Economic Studies, 72(1), 189-221.
		Mejor calidad de vida	Grossman, Michael. (2006). Education and nonmarket outcomes. Handbook of the Economics of Education, 1, 577-633.
		Patrones de consumo	Becker, Gary., & Mulligan, Casey. (1997). "The endogenous determination of time preference". Quarterly Journal of Economics 112, 729–758.
		Mobilidad social	Black, Sandra., & Devereux, Paul. (2010). *Recent developments in intergenerational mobility* (No. w15889). National Bureau of Economic Research.

Fuente: Brewer y McEwan (2010).
Elaboración: Nicole Leines

Ante este escenario, si todos los beneficios de la educación de mercado y los que no son de mercado fueran privados, y si no hubiera fallas de mercado adicionales, entonces la financiación de la educación debería estar a cargo de los individuos y de las familias (McMahon, Education finance policy: Financing the nonmarket and social benefits., 2006). Sin embargo, probablemente los padres o los individuos no puedan invertir en capital humano porque no están bien informados sobre los beneficios tanto monetarios como no monetarios de esta inversión. Es decir, cuentan con información imperfecta (Banco Interamericano de Desarrollo, 2015: 17).

Por su parte, la tabla 2 sintetiza los costos individuales en los que se debe incurrir para la adquisición de capital humano. En ese sentido, se puede apreciar que generar resultados en términos de capital humano es costoso, y los padres solo pueden gastar el dinero que tengan actualmente o el que puedan pedir prestado. Sin embargo, los mercados de capital son imperfectos, es decir, solo pueden ofrecer financiamiento a un subconjunto de familias (Banco Interamericano de Desarrollo, 2015: 18).

Tabla 2. Costos individuales del capital humano

Costos individuales			
Directos	**Ejemplo**	**Indirectos**	**Ejemplo**
Los costos directos son aquellos en los que se debe incurrir para cursar un año adicional de escolaridad.	Matrícula	El costo indirecto de capital humano se denomina costo de oportunidad puesto que es el costo de no perseguir la mejor alternativa.	Un año de escolaridad implica renunciar a un año de trabajo dentro del mercado laboral.
	Transporte		
	Libros		

Fuente: Borjas (2016)
Elaboración: Nicole Leines

Por otro lado, la tabla 3 sintetiza los beneficios sociales de la adquisición de capital humano. La estructura de los beneficios sociales es interesante puesto que si bien existen tanto monetarios como no monetarios, los beneficios no monetarios tienen la particularidad de que se dividen en directos e indirectos. Los beneficios directos son aquellos que producen bienes públicos puros del tipo "no rivales", o bienes cuyo consumo por uno no limita el consumo por otros (McMahon, 2006: 272). Por su parte, los beneficios indirectos son aquellos que operan a través de otra variable para elevar los ingresos del mercado o los beneficios de otros (McMahon, 2006: 272).

Finalmente, tomando en cuenta los beneficios sociales del capital humano, probablemente las personas que deciden invertir en su formación no invierten con el objetivo de proporcionar los beneficios sociales mencionados anteriormente porque no pueden ser capturados directamente por el individuo, y porque tanto la información como los mercados de capital son imperfectos. Por lo tanto, si las personas serían quienes deben invertir únicamente en educación, probablemente invertirían óptimamente pero no al nivel que se desearía como sociedad. En ese sentido, el Estado debe incurrir en costes para producir el capital humano deseado. La tabla 4 sintetiza los gastos y costes en que debe incurrir el Estado.

Dadas las consideraciones anteriores, es importante que la intervención del Estado contribuya a garantizar las condiciones necesarias para promover la inversión de capital humano, para que los beneficios puedan apreciarse tanto individual como socialmente. En ese sentido también es importante lograr que los recursos que asigna el Estado se utilicen de manera eficiente. Por lo tanto, si se supiera con exactitud la manera en la cual se puedan asignar recursos para sacar el máximo provecho en términos de capital humano para la sociedad, se pudieran tener los beneficios anteriormente analizados en la tabla 3.

6. Habilidades cognitivas

Precisando de una vez la recomendación de la literatura en la que los años de educación no permiten entender la adquisición de conocimientos adquiridos, para la presente disertación se aproximará la medición de capital humano a través de pruebas estandarizadas que miden las habilidades cognitivas adquiridas.

Las habilidades cognitivas según la American Psychological Association están relacionadas con *"la capacidad de entender ideas complejas, de adaptarse eficazmente al medio ambiente, de aprender de la experiencia, de involucrarse en diversas formas de razonamiento, de superar obstáculos tomando el pensamiento"* (citado en Borghans, Duckworth, Heckman, y Weel, 2008: 979).

Por otro lado, según la Berniell et al (2016:24) todos los procesos cognitivos que se realizan de forma consiente o inconsiente utilizan un stock de conocimiento previo que se denomina inteligencia cristalizada, y a su vez, generan nuevas destrezas y conocimientos que se van acumulando de manera progresiva. Este proceso de creación de conocimientos recibe el nombre de inteligencia fluida (Berniell et al, 2016: 24). Por estas particularidades existen dificultades a la hora de medir este tipo de habilidades.

Para medir correctamente las habilidades cognitivas se debe lograr separar el factor "primitivo" que caracteriza a la habilidad con respecto a otros factores ambientales o asociados a otras dimensiones que también afectan a la conducta observada (Berniell et al, 2016:27). En ese sentido, aunque la utilización de test estandarizados no está libre de dificultades, siguen siendo útiles para responder a preguntas cruciales en la economía (Berniell et al, 2016:27).

Tabla 3. Beneficios sociales del capital humano

Beneficios sociales			Evidencia empírica
Monetarios	**Económico**	Incremento del PIB	Barro, Robert. (2013). Education and Economic Growth. Annals of Economics and Finance, *14*(2), 301-328.
		Incremento del PIB per cápita	
No monetarios	**Género**	Disminución de la fecundidad	McCrary, Justin., & Royer, Heather. (2011). The effect of female education on fertility and infant health: Evidence from school entry policies using exact date of birth. The American economic review, 101(1), 158-195.
	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	Ponzetto, Giacomo., Glaeser, Edward., & Shleifer, Andrei. (2007). Why does democracy need education?. *Journal of Economic Growth*, 77-99. Siedler, Thomas. (2010). Schooling and citizenship in a young democracy: evidence from postwar Germany. *The Scandinavian Journal of Economics*, *112*(2), 315-338.
		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 de uso de drogas y de conductores que manejan bajo los efectos del alcohol.	
	Inequidad	Reducen inequidad social	Galor, O. (2011). *Inequality, human capital formation and the process of development* (No. w17058). National Bureau of Economic Research.
		Reducción de la pobreza.	Easterly, W. (2007). Inequality does cause underdevelopment: Insights from a new instrument. Journal of Development Economics, 84(2), 755-776.
	Desarrollo sustentable	Menos deforestación	Appiah, Elizabeth., & McMahon, Walter. (2002). The social outcomes of education and feedbacks on growth in Africa. *Journal of Development Studies*, *38*(4), 27-68.
		Menos contaminación	McMahon, Walter W. (2002), *Education and Development: Measuring The Social Benefits*, Oxford and New York: Oxford University Press.

Fuente: Brewer y McEwan (2010).
Elaboración: Nicole Leines

Tabla 4. Gastos sociales del capital humano

Gastos y costes del capital humano					
Gastos ordinarios	**Ejemplo**	**Gastos de capital**	**Ejemplo**	**Costo de oportunidad**	**Ejemplo**
Comprenden los pagos directos o indirectos destinados a financiar la adquisición de bienes, cuya duración de vida no exceda al año cuyo valor no sea significativo.	Gastos de personal docente y no docente.	Comprenden los pagos ligados a la compra de bienes cuyo valor sea significativo y tengan una duración mayor a un año.	Equipamiento mobiliario de establecimientos escolares y gastos para bienes inmobiliarios.	El Estado renuncia a usos alternativos de los recursos que utiliza para generar capital humano.	Una vez edificadas las escuelas, sólo requieren mantenimiento, pero estas mismas podrían ser utilizadas para otro fin que no sea el educativo con el objetivo de obtener rentas para el Estado.

Fuente: Lassibille & Navarro (2004).
Elaboración: Nicole Leines

7. Modelo de formación de habilidades

Si bien el modelo de Becker & Tomes (1986) señala el retorno a la inversión de capital humano es alta cuando las familias presentan restricciones de crédito, los coautores Cunha, Heckman, Lochner y Masterov (2006:701) señalan que esta apreciación sólo es cierta cuando las inversiones se realizan en un período inicial pero no para inversiones en periodos posteriores. Para abordar esta última idea Cunha et al (2006:704) centran su análisis en la función de producción de habilidades a través de una tecnología en particular que reconoce a la luz de la evidencia los siguientes hechos:

1. Las influencias parentales son factores clave que rigen el desarrollo infantil.
2. Las inversiones tempranas para niños y niñas deben diferenciarse de las inversiones tardías. Existe un *trade-off* entre equidad y eficiencia para las inversiones tardías, pero no para las inversiones iniciales.
3. Las habilidades se crean, no solamente se heredan, y son múltiples en su naturaleza.
4. La tradicional dicotomía entre habilidades adquiridas por acciones personales y habilidades adquiridas por influencias externas, es obsoleta.

Las principales ideas teóricas que organizan la evidencia anteriormente señaladas, se basan en el modelo de Grossman (1972) en el que se ubica al capital humano como una variable de stock que varía en el tiempo en respuesta a inversiones y a depreciación. Según Grossman (1972) se puede definir *h* como capital humano en la culminación de la infancia, y establecerlo como una función lineal de ciertas inversiones y del stock de salud anterior tomando en cuenta que puede haber depreciación. Especificando un modelo de dos períodos, de la siguiente manera:

$$h = A[\gamma I_1 + (1-\gamma) I_2] \qquad (1)$$

Donde:
A = productividad total de los factores
$I_1 \cong inversiones\ durante\ la\ infancia\ hasta\ la\ edad\ de\ 5\ años$
$I_2 \cong inversiones\ durante\ la\ infancia\ después\ de\ los\ 5\ años$

En este contexto, la producción de *h* se verá afectada por el tipo de asignación en términos de inversiones que se realice entre el período 1 y 2 cuando $\gamma \neq 0.5$. Cuando $\gamma > 0.5$, entonces el capital humano adquirido al final del periodo 1 será más importante en la producción de *h* que las inversiones que se realicen en el segundo período (Currie & Douglas , 2011: 1323). Sin embargo, seguirá existiendo depreciación en el efecto que tengan las inversiones realizadas en el período 1 a medida que pasa el tiempo.

Por otro lado, cuando $A\gamma > 1$ entonces la productividad total de los factores con respecto al efecto de las inversiones realizadas en el período 1 tiene una relación mayor a uno. De esta manera, esta especificación admite la posibilidad de que la magnitud del efecto de ciertos períodos de la infancia pueda persistir o incluso aumentar el capital humano en la adultez (Currie & Douglas , 2011: 1323). Por lo tanto, el efecto no necesariamente se deprecia conforme avanza en edad.

Sin embargo, la suposición de que las inversiones en la infancia tienen efectos lineales, implicaría sustitución perfecta tanto en el primer como en el segundo período. Este razonamiento permitiría concentrar las inversiones en un solo periodo, específicamente en el que tenga el mayor rendimiento y que no deben realizarse inversiones durante períodos de bajo rendimiento (Currie & Douglas , 2011: 1323). Esto provocaría pensar que se pueden remediar bajos niveles de inversión en el período 1 a través de una compensación en términos de inversiones en el período 2, porque así se lograrían los mismos resultados. Pero, si γ=1 ninguna remediación sería factible. En ese sentido, cuanto más cercano γ sea a 1, se necesita una mayor cantidad de inversión en el período 2 para compensar el efecto de bajas inversiones en el período 1 (Cunha et al, 2006: 706). Por lo tanto, esta decisión no sería eficiente.

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores, en el modelo de Grossman el efecto del stock de capital humano pasado y de las inversiones pasadas con respecto al período actual tiende a desaparecer a medida que pasa el tiempo. Por lo tanto, en este modelo el stock de capital humano en la primera infancia y las inversiones en salud anteriores se vuelven progresivamente menos importantes. Sin embargo, Cunha & Heckman (2007) desarrollan una tecnología más flexible a través de la función de producción de elasticidad de sustitución constante (CES):

$$h = A[\gamma I_1^{\varphi} + (1-\gamma) I_2^{\varphi}\ ]^{1/\varphi} \qquad (2)$$

La misma que, para un nivel de inversión total dado I1 + I2, la forma de asignación entre el período 1 y 2 depende de la elasticidad de sustitución $1/(1-\varphi)$, y del parámetro de participación γ. En ese sentido, cuando $\varphi = 1$ existe sustitución perfecta de las inversiones y cuando $\varphi = -\infty$ existe perfecta complementariedad entre las inversiones.

En la función de producción establecida por Cunha & Heckman (2007: 1324) se destaca dos características que funcionan de manera sinérgica para lograr diferentes resultados. En primer lugar, pueden haber "complementariedades dinámicas" cuando las habilidades producidas en una etapa tienen un efecto directo en el aumento de las habilidades alcanzadas en etapas posteriores, es decir, las inversiones en el periodo t serán más productivas cuando hay un alto nivel de capital humano en el período t -1. En segundo lugar, puede haber "auto-productividad" cuando las habilidades producidas en una etapa tienen un efecto indirecto en el aumento de la productividad de la inversión realizada en etapas posteriores, es decir, niveles más altos de capital humano en un período crean mayores niveles de capital humano en períodos futuros. Esta característica es especialmente notable cuando h es multidimensional, ya que implicaría que hay efectos cruzados positivos, y las inversiones pueden interactuar entre sí.

La tecnología de la formación de capacidades es un modelo económico formal que deriva de la esencia de los hallazgos empíricos de la literatura sobre desarrollo infantil (Cunha, Heckman, Lochner, & Masterov, 2006). En este modelo, la infancia sigue un proceso de múltiples etapas. Cada etapa requiere necesariamente de inversiones que doten de insumos al ser humano, tales que, a través de un proceso sinérgico produzcan diferentes tipos de habilidades. Dependiendo de las habilidades que adquiera el ser humano, estas le permitirán desarrollar un perfil competitivo dentro del mercado laboral. En consecuencia, la tecnología permite reconocer la importancia de identificar el comportamiento óptimo de intervención en términos de habilidades.

En ese sentido, se debe reconocer que existen retornos económicos altos en términos de inversiones para niños a una edad temprana porque al invertir en primera infancia las habilidades desarrolladas en un periodo persistirán en las etapas subsiguientes, y además las habilidades adquiridas en esta etapa harán más productivas a futuras inversiones. Estos hechos fueron ignorados en los primeros trabajos sobre el capital humano de Becker (1964).
Por lo tanto, las dos propiedades mencionadas anteriormente hacen que las inversiones en primera infancia sean las más rentables en términos de formación de habilidades y no estén sujetas a la disyuntiva entre eficiencia y equidad.

Si la inversión temprana destinada para niños desaventajados no es complementada por inversiones en etapas posteriores, el efecto percibido en edades posteriores disminuirá. Además, los efectos de las restricciones familiares sobre los resultados del niño cuando se convierte en adulto, dependerán de la edad del niño cuando estas restricciones estuvieron presentes. Por tanto, la verdadera falla de mercado en la formación de habilidades dentro del ciclo de vida del niño es la incapacidad de los niños para escoger a sus padres o los recursos que los padres les proveerán a lo largo de su vida.

8. Trade-off entre equidad y eficiencia

De acuerdo a evidencia empírica, existen períodos específicos en la infancia del niño, cuyas condiciones, permiten que determinadas habilidades se desarrollen de forma más productiva, en comparación a otros períodos y se denominan a estos períodos sensibles (Cunha et al, 2006: 702). Es decir, por cuestiones biológicas, las intervenciones son significativamente más rentables. Por otro lado, también denominan períodos críticos, cuando existe solamente un único período cuya efectividad permite que una determinada habilidad se desarrolle (Cunha et al, 2006: 702). Pueden ser interpretados como ventanas de oportunidad en el desarrollo del niño. Dadas estas consideraciones, cuando se pierden las oportunidades para la formación de ciertas habilidades, la remediación es costosa y la remediación completa es a menudo prohibitivamente costosa (Carneiro & Heckman, 2003: 89).

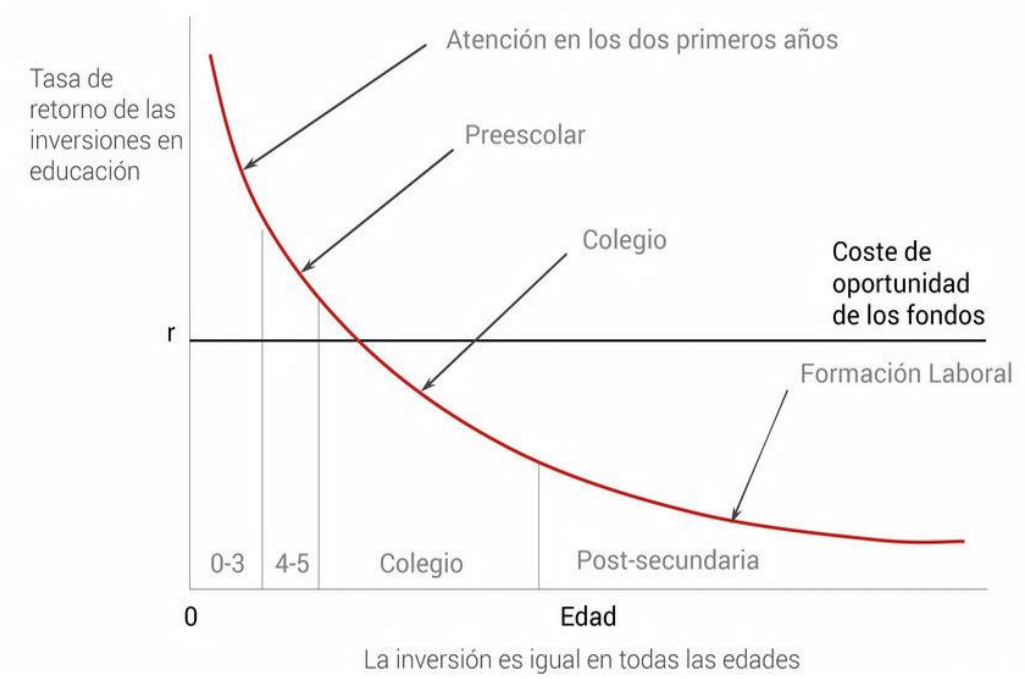
En ese sentido, es necesario encontrar una forma de intervención que permita un equilibrio entre equidad y eficiencia. En términos de equidad, es importante reconocer que no todos los seres humanos tienen la posibilidad de invertir de la misma manera en desarrollar sus habilidades, por tanto no se estarían beneficiando de la misma manera del proceso educativo. Por otro lado, en términos de eficiencia, es importante evaluar el costo de oportunidad de invertir en una determinada cuestión, de tal manera que se logre maximizar la rentabilidad de la inversión.

El gráfico 4 traza la tasa de retorno al capital humano en diferentes etapas del ciclo de vida de una persona de habilidades dadas. El eje horizontal representa la edad a lo largo del ciclo de vida, y el eje vertical representa la tasa de retorno a la inversión asumiendo que la misma inversión se realiza a cada

edad. *Ceteris paribus* la tasa de retorno de un dólar de inversión hecha a edades tempranas es más alta que la tasa de retorno del mismo dólar hecho en una edad posterior.

Las inversiones tempranas se cosechan en un horizonte más largo que las realizadas más adelante en el ciclo de vida porque las inversiones tempranas aumentan la productividad de inversiones posteriores, lo cual implica menores costos. Por lo tanto, una estrategia de inversión óptima y eficiente es invertir menos en inversiones tardías y más en inversiones en términos de desarrollo infantil, dado un costo de oportunidad *r*.

Gráfico 4. Tasas de rendimiento y niveles óptimos de inversión en capital humano



Fuente: Carneiro & Heckman (2007)
Elaboración: Nicole Leines

Ahora bien, desde su concepción el ser humano no puede elegir el hogar donde va a nacer y dependiendo del lugar de nacimiento, los padres o cuidadores tomarán numerosas decisiones que influirán directa o indirectamente en la formación de su capital humano. Sin embargo, las decisiones que los padres tomen están sujetos a dos restricciones e incertidumbre (Banco Interamericano de Desarrollo, 2015: 15).

La primera restricción es la tecnología o el proceso a través del cual surge la transformación de las experiencias y de la estructura genética en resultados de desarrollo infantil. La segunda restricción se refiere tanto al tiempo como a la disponibilidad de recursos en el momento oportuno. Por otro lado, en términos de incertidumbre existen factores exógenos que los padres o cuidadores no pueden controlar, específicamente en tres aspectos fundamentales: la dotación genética inicial de su hijo, la forma en que sus acciones se traducen en resultados y los beneficios a largo plazo de invertir en el desarrollo de la criatura (Banco Interamericano de Desarrollo, 2015: 18).

Por consiguiente, la importancia real de la primera infancia se da porque es un mecanismo a través del cual se pueda equiparar el desarrollo de habilidades en los niños de tal manera que la eficiencia se maximice.

9. Función de producción de habilidades

Los razonamientos que se han venido realizando pueden ser aplicados a distintos tipos de insumos. Sin embargo, para la presente disertación se tomará en cuenta únicamente al estado nutricional como insumo indispensable para la formación de habilidades cognitivas. Para ello, se tomará en cuenta el modelo analítico de Glewwe & Miguel (2010) que permite identificar las cuestiones más importantes en el impacto de la salud sobre los resultados educativos a través de una función de producción.

9.1. Concepto de la función de producción

La función de producción es un concepto central en la microeconomía, y su aplicación intenta establecer una relación estadística entre recursos educativos y medidas de resultado de los estudiantes (Harris, 2010). Pero para que los resultados puedan ser interpretados en términos de una función de producción, ésta debe representar la producción máxima alcanzable para insumos dados (Hanushek, 1979: 353). Sin embargo, tomando en cuenta que el impacto medido de cualquier insumo dado dependerá tanto de sus características como se su uso, es necesario asumir que los inputs son utilizados eficientemente (Harris, 2010: 127).

9.2. Impacto del estado nutricional en las habilidades cognitivas

Glewwe & Miguel (2010:3572) establecen una función de producción de habilidades cognitivas con el objetivo de estimar el impacto de la salud y nutrición en resultados educativos. Para ello utilizan un modelo de dos períodos. El primer período comienza con la concepción y termina cuando el niño tiene 5-6 años. El segundo período empieza cuando el niño está en edad de asistir a la escuela primaria. En ese sentido, establecen una función de producción de habilidades cognitivas, medidas a través del puntaje de un test estandarizado al finalizar el segundo período, de la siguiente manera:

(1) $$T_2 = f(H_1, H_2, IE_1, IE_2, \alpha, SC, YS)$$

Donde
T_2= puntaje del test estandarizado que mide habilidades cognitivas en el período t
$H_{i,t}$= historia nutricional en el período t
$IE_{i,t}$= inversiones de los padres en insumos educativos en el período t
α_i= captura la habilidad innata
SC_i = set de características de la escuela[4]
YS_i = años de escolaridad adquiridas hasta el período 2

La función de producción especificada es una relación estructural porque todas las variables señaladas afectan directamente a las habilidades cognitivas, y su interpretación enfatiza el efecto de la salud sobre las habilidades cognitivas cuando se mantienen constantes los insumos de la educación de los padres, las características de la escuela, la capacidad del niño y los años de escolaridad (Glewwe & Miguel 2010: 3572). Por lo tanto, la relación estructural solamente representaría los beneficios de bienestar general ante un aumento en la salud porque mide el impacto completo de ese cambio (Glewwe & Miguel 2010: 3581).

[4] Por simplicidad Glewwe & Miguel (2010: 3572) asumen que las características de la escuela no varían en el tiempo.

Cabe destacar que esta relación estructural podría ser estimada a través de la metodología de mínimos cuadrados ordinarios si se dispone de datos precisos sobre todas las variables señaladas anteriormente (Glewwe & Miguel 2010: 3572). Sin embargo, uno de los problemas al estimar la función de producción es que el estado nutricional[5] de los niños y la estimulación externa de la familia, escuela, y otros factores ambientales no son exógenos (Glewwe & King, 2001: 84). Un segundo problema es que la estimulación externa a lo largo del tiempo y la inteligencia innata son difíciles de observar o medir (Glewwe & King, 2001: 84).

No obstante, esta relación no necesariamente toma en cuenta los efectos indirectos de una mejora en la salud. Por ejemplo, si el gobierno implementa una política que mejora el estado de salud de un niño en uno de los períodos, el resultado educativo de ese niño no necesariamente aumentará según la relación estructural mostrada anteriormente (Glewwe & Miguel 2010: 3581). La razón fundamental se da porque los cambios en el estado de salud infantil pueden llevar a los padres a cambiar su comportamiento con respecto tanto a insumos educativos como en años de escolaridad. Por lo tanto, si se consideran los cambios de comportamiento de los padres, los efectos podrían ser mayores o menores que los efectos estructurales.

En el orden de las ideas anteriores, Glewwe & Miguel (2010: 3573) consideran un modelo económico que toma en cuenta efectos indirectos. Para ello, señalan que los padres maximizan la siguiente función de utilidad:

$$U = f(C_1, C_2, H_1, H_2, T_2)$$

Donde:
C_t= consumo de los padres en un bien de consumo agregado en el período t
H_t= estado nutricional en el período t
T_2= puntaje del test estandarizado que mide habilidades cognitivas en el período t

Los principales supuestos de este modelo son los siguientes. En primer lugar, el modelo ignora la utilidad de la familia en períodos de tiempo posteriores. En segundo lugar la cantidad de ocio es fija, es decir, el costo de oportunidad de emplear tiempo en ocio está representado por el salario que padre o madre ganarían si no llevaran a cabo esas acciones. Una vez considerados esos supuestos, la utilidad se maximiza sujeta a las siguientes restricciones: la función de producción de las habilidades académicas (1), dos funciones de producción de salud infantil, y una a restricción presupuestaria que se detallan a continuación:

$$H_1 = f(C_1^P, M_1, HE_1, \eta)$$
$$H_2 = f(H_1, C_2^P, M_2, HE_2, \eta)$$

Donde:
C_t^P= consumo del niño en un bien de consumo agregado en el período t
M_t= insumos de salud en el período t
HE_t= ambiente de salud local en el período t
η= dotación de salud innata del niño en el período t

[5] El estado nutricional es endógeno porque está estructuralmente determinado por su propia función de producción, siendo los insumos la ingesta de nutrientes (calorías, proteínas, micronutrientes), la exposición a enfermedades infecciosas y los tratamientos médicos recibidos (Glewwe & King, 2001: 86).

Cabe destacar que tanto en la función de utilidad de los padres como en las funciones de producción de salud infantil, todas las variables tienen impactos positivos. Además, el ambiente de salud local y la dotación de salud innata no están bajo el control de los padres.

Por otro lado, la restricción presupuestaria inter-temporal es la siguiente:

$$W_0 = p_{c,1}(C_1 + C_1^c) + {p_{c,2}(C_2 + C_2^c)}/{(1+r)} + p_{M,1}M_1 + p_{EI}EI_1 + {(p_{M,2}M_2 + p_{EI}EI_2 + p_s YS)}/{(1+r)}$$

Donde:
W_0 = riqueza inicial del hogar
r = tasa de interés a la que se puede pedir prestado
$p_{c,t}$= precio de un bien de consumo agregado en el período t
$p_{M,t}$= precio de insumos de salud en el período t
EI_t= insumos educativos comprados por los padres en el período t
p_{EI}= precio de insumos educativos en el período t
p_s= precio de un año de escolaridad en el período 2

En ese sentido, la optimización de la función de utilidad con respecto a las restricciones planteadas anteriormente proporciona las siguientes funciones estándar de demanda:

Consumo de los padres

$$C_t = f\left(W_0; r, p_{c,1}, p_{c,2}, p_{M,1}, p_{M,2}, p_{EI}, p_s; HE_1, HE_2, SC, PS;\ \alpha, \eta, \sigma, \tau\right)\ \ t = 1{,}2$$

Consumo del niño

$$C_t^c = f\left(W_0; r, p_{c,1}, p_{c,2}, p_{M,1}, p_{M,2}, p_{EI}, p_s; HE_1, HE_2, SC, PS;\ \alpha, \eta, \sigma, \tau\right)\ \ t = 1{,}2$$

Insumos de salud

$$M_t = f\left(W_0; r, p_{c,1}, p_{c,2}, p_{M,1}, p_{M,2}, p_{EI}, p_s; HE_1, HE_2, SC, PS;\ \alpha, \eta, \sigma, \tau\right)\ \ t = 1{,}2$$

Insumos educativos

$$EI_t = f\left(W_0; r, p_{c,1}, p_{c,2}, p_{M,1}, p_{M,2}, p_{EI}, p_s; HE_1, HE_2, SC, PS;\ \alpha, \eta, \sigma, \tau\right)\ \ t = 1{,}2$$

Años de escolaridad

$$YS = f\left(W_0; r, p_{c,1}, p_{c,2}, p_{M,1}, p_{M,2}, p_{EI}, p_s; HE_1, HE_2, SC, PS;\ \alpha, \eta, \sigma, \tau\right)\ \ t = 1{,}2$$

Donde:
PS = nivel de escolaridad de los padres
σ = preferencias de los padres por la educación del niño
τ= preferencias de los padres por la educación del niño

Cabe destacar que todas las variables del lado derecho de estas funciones de demanda no están bajo el control de los padres. Por consiguiente, se puede obtener la función de demanda de las habilidades académicas del niño de la siguiente manera:

$$T_2 = f\left(W_0; r, p_{c,1}, p_{c,2}, p_{M,1}, p_{M,2}, p_{EI}, p_s; HE_1, HE_2, SC, PS;\ \alpha, \eta, \sigma, \tau\right)\ \ t = 1{,}2$$

La función de demanda muestra cómo los cambios en cualquier variable de la ecuación conducen a cambios en la demanda de habilidades académicas de los niños. A diferencia de la función de producción, esta ecuación explica todos los cambios en el comportamiento que surgen en respuesta a los cambios en el ambiente de salud y en los precios de los insumos de salud; precisamente por esta razón es utilizada para evaluar el impacto de políticas de salud (Glewwe & Miguel, 2008: 3581). Sin embargo, es importante distinguir efectos de corto y largo plazo, sobre todo si la salud infantil en el primer período de tiempo tiene efectos estructurales mucho más fuertes sobre los resultados educativos que la salud infantil en el segundo período (Glewwe & Miguel, 2008: 3582).

A partir de la función de demanda, se puede obtener la función de demanda condicionada. Los supuestos más importantes para obtener esta relación de interés son dos. El primero es que la maximización de la utilidad mantiene fijos tanto el consumo de niños como los insumos de salud en ambos períodos de tiempo. En segundo lugar, con los fondos restantes W_{cd} los padres elegirán niveles óptimos de todas las otras variables.

De esta manera, se pueden obtener funciones de demanda condicional para insumos educativos y años de escolaridad, asumiendo que la estimulación externa está determinada por varios factores.

$$EI_{1,CD} = f(H_1, H_2; W_{cd}, r, p_{c,1}, p_{c,2}, p_{EI}, p_s; SC, PS;\ \alpha, \eta, \sigma, \tau)$$
$$EI_{2,CD} = f(H_1, H_2; W_{cd}, r, p_{c,1}, p_{c,2}, p_{EI}, p_s; SC, PS;\ \alpha, \eta, \sigma, \tau)$$
$$YS_{CD} = f(H_1, H_2; W_{cd}, r, p_{c,1}, p_{c,2}, p_{EI}, p_s; SC, PS;\ \alpha, \eta, \sigma, \tau)$$

En este contexto, si se considera que el vector ω es igual al vector $\{ r, p_{c,1}, p_{c,2}, p_{EI}, p_s; SC, PS;\ \alpha, \eta, \sigma, \tau\}$ y si se insertan estas funciones de demanda condicionada en la función de producción para las habilidades académicas se daría lugar a la función de demanda condicional para esas habilidades:

$$T_2 = f(H_1, H_2, EI_{1,CD}, EI_{2,CD}, \alpha, SC, YS_{CD})$$
$$T_2 = f(H_1, H_2, EI_{1,CD}(H_1, H_2; W_{cd}, \omega)\ , EI_{2,CD}(H_1, H_2; W_{cd}, \omega), \alpha, SC, YS_{CD}(H_1, H_2; W_{cd}, \omega))$$
$$T_{2,CD} = f(H_1, H_2; W_{cd}, \omega, \alpha, SC)$$

Esta ecuación refleja tanto los mecanismos biológicos directos de (1) como los mecanismos indirectos que reflejan el comportamiento humano a través del impacto del estado nutricional en la estimulación externa (Glewwe & King, 2001). La interpretación permite señalar cómo pequeñas desviaciones en $H_1 o\, H_2$ de sus niveles óptimos afectarán la demanda condicional de habilidades académicas, permitiendo respuestas de comportamiento por parte de los padres. Esta interpretación es útil para evaluar cómo shocks a la salud en cualquier período de tiempo pueden afectar la adquisición de habilidades académicas de los niños (Glewwe & Miguel, 2008: 3582).

Una vez aclarada la diferencia en las relaciones que se pueden estimar también es importante identificar si impacto es de largo plazo o de corto plazo. Según Glewwe & Miguel (2010: 3582) en la práctica, algunas de estas relaciones son más difíciles de estimar que otras pero la elección final está determinada tanto por las relaciones de interés como por la viabilidad de estimar cada una de esas relaciones.

Marco Metodológico

La metodología y los datos que se utilicen deben tener la suficiente validez y confiabilidad[6], con el objetivo de obtener resultados que trasciendan a ser cuestiones de política pública. La validez se manifiesta a través de la interpretación de los resultados en términos causales. Por su parte, la confiabilidad de los datos se refiere a la precisión del levantamiento de la información en una población determinada y bajo condiciones normales.

La causalidad implica que el cambio en una variable X ciertamente causa o provoca que otra variable Y cambie en determinada proporción, siempre y cuando, todos los demás factores relevantes permanezcan constantes (Wooldridge, 2009: 12). En consecuencia, si se lograran mantener constantes los suficientes factores para justificar causalidad en los resultados, se podrían realizar predicciones sobre la relación de interés entre las variables X y Y, de manera concluyente. Es decir, se podría inferir lo que sucedería con la variable Y en un escenario alternativo[7] si las circunstancias con respecto a la variable X hubieran sido diferentes.

No obstante, por definición no se puede observar ni medir el cambio de la variable de interés dentro de un escenario alternativo si éste no existe. Por ende, a pesar de que el escenario alternativo también denominado *contrafactual* no puede ser observado, éste sí puede ser imitado con mucha precisión mediante métodos econométricos. Lo ideal sería realizar un experimento a través de una asignación al azar porque de esa manera se tendría un ambiente perfectamente controlado por el investigador en el cual solamente la variable de interés cambiase (Angrist & Pischke, 2008:5).

La asignación al azar en una muestra suficientemente grande proporcionaría una demostración precisa de lo que habría ocurrido en un escenario alternativo (Khandker, Koolwal y Samad, 2010: 33). La idea que subyace este proceso es la obtención de dos grupos. Por un lado, un grupo de tratamiento que represente la situación en la que la variable de interés sufre un cambio efectuado por el investigador. Y por otro lado, un grupo de control que representa la situación en la que la variable de interés no haya sido modificada.

La asignación aleatoria logra que cada individuo tenga la misma posibilidad de pertenecer tanto al grupo de tratamiento como de control, esto significa que las características tanto observables como inobservables estarán balanceadas tanto en el grupo de control como de tratamiento (Heinrich, Maffioli y Vázquez, 2010: 15). De esta manera, la asignación al azar permitiría generar grupos de tratamiento y control que no difieren en promedio de forma sistemática con el objetivo de comprobar una hipótesis particular. En ese sentido, la mecánica del experimento permitiría capturar el efecto causal de interés (Angrist & Pischke, 2008: 12).

Sin embargo, en la práctica la cantidad de factores que pueden tener influencia sobre una variable es inmensa, y el trabajo de aislar el efecto de la variable de interés se vuelve un reto (Wooldridge, 2009: 13). Además, no necesariamente todas las preguntas pueden ser respondidas a través de un experimento perfectamente controlado (Angrist & Pischke, 2008: 5). En ciencias sociales, la formulación de

[6] Según Yuni & Urbano (2006:40) la validez está relacionada con alguna evidencia empírica o alguna forma de demostración lógica y/o matemática, o a ambas; la confiabilidad por su parte se refiere a que los datos empíricos en que se fundamentan los enunciados teóricos no poseen errores o distorsiones.

[7] La posibilidad de saber lo que sucedería en escenarios alternativos se denomina también c*ontrafactual* (Angrist & Pischke, 2008).

preguntas involucra a seres humanos complejos cuyas circunstancias dependen tanto de aspectos genéticos como de aspectos que conciernen al ambiente en el que se desenvuelven. Dentro de este contexto, resulta difícil mantener constantes los factores que sean necesarios para capturar el efecto causal de interés. Por consiguiente, el investigador no siempre podrá realizar un experimento aleatorio.

Conjuntamente conviene distinguir que, según el tipo de datos que se utilice en el análisis y cómo se utilicen, se le otorgará credibilidad a los resultados que se obtengan. Existen datos experimentales y datos observacionales. El mejor escenario se presenta cuando se cuenta con datos experimentales, puesto que su característica principal es que se obtuvieron gracias a la aleatorización de la variable de interés o de tratamiento, con el objetivo de que no existan características que influyan en la misma (Heinrich et al, 2010: 11).

Sin embargo, en la mayoría de casos no se puede realizar un levantamiento de datos experimentales, tanto por los altos costos en que se debe incurrir como por lo delicado que puede llegar a ser en términos éticos (Khandker et al, 2010: 40). En ese sentido, se puede contar con datos observacionales, los cuales poseen la peculiaridad de ser generados a partir de las decisiones de las personas y de no estar bajo ningún control del investigador (Wooldridge, 2009: 2). Esta peculiaridad dificulta la posibilidad de obtener una interpretación causal en los resultados debida principalmente a que las características observadas e inobservadas muy probablemente influenciarán la variable de tratamiento.

La manera en la cual el investigador utilizará los datos observacionales para aproximarlos a un experimento aleatorio requerirá de una estrategia empírica, y todo ello dependerá a su vez de la naturaleza tanto de la variable X como de la variable Y (Angrist & Pischke, 2008: 6). De cualquier modo, el reto es emplear métodos econométricos convincentes de tal manera que proporcionen grupos comparables que difieran únicamente en la variable de interés.

Dadas las consideraciones anteriores, en esta sección se procederá a describir bajo qué escenario las estimaciones pueden ser interpretadas como causales. Posteriormente, se desglosarán los potenciales problemas que pueden presentarse al expresar la relación entre estado nutricional y desarrollo cognitivo en términos econométricos. Finalmente, se presentará la estrategia empírica que permita obtener resultados concluyentes.

1. Proceso Generador de Datos

El mecanismo a través del cual una variable independiente verdaderamente se relaciona con una variable dependiente, se conoce como Proceso Generador de Datos (Greene, 2012: 15). En realidad esta relación es desconocida porque es muy complejo y en algunos casos es imposible contar con información exacta sobre todos los factores que intervienen para que la relación de interés se lleve a cabo. En consecuencia, al momento de especificar un modelo estadístico se intenta describir, de la manera más precisa posible, la relación entre una variable independiente X con respecto a una variable dependiente Y (Greene, 2012: 12).

Sin embargo, el interés principal del constructor del modelo tal como lo señala Greene (2012:12) se encuentra en la variación condicional de una de las variables relacionadas con las otras, más no en la variación conjunta de todas las variables del modelo (Greene, 2012: 12). En ese sentido, para describir la relación de interés y establecer causalidad, se requiere utilizar la teoría económica (Angrist & Pischke,

2008: 3). Y como resultado se deben incorporar en el modelo estadístico las variables que deben mantenerse constantes explícitamente.

Por otro lado, se debe considerar si el objetivo principal es el de estimar parámetros que caractericen una relación de interés a nivel individual, de país, de organización, etc. Dependiendo del nivel de desagregación, las heterogeneidades deben ser correctamente modeladas para poder realizar inferencia estadística correctamente acerca de la relación subyacente (Carmeron & Trivedi, 2005:5). De lo contrario, ignorar las diferencias interindividuales persistentes conduce a confundir el efecto de interés con otros factores (Carmeron & Trivedi, 2005: 8). Para ello, se utiliza una muestra y se establecen supuestos acerca de la relación entre X y Y con el objetivo de lograr especificar el modelo correctamente e intentar replicar el proceso generador de datos.

2. Modelo estructural

Una relación estructural según Cameron & Trivedi (2005:18) consiste en analizar relaciones causales entre variables microeconómicas interdependientes a través de una especificación detallada del comportamiento económico subyacente. Es decir, la teoría económica tiene un rol importante en la especificación, estimación, e inferencia.

La estructura consiste en un conjunto de variables que poseen una distribución de probabilidad conjunta F(W), donde W se encuentra ordenado a priori de acuerdo con relaciones hipotéticas de causa y efecto, y se establece una especificación sobre los parámetros del modelo (Cameron & Trivedi, 2005:20). En ese sentido, el modelo estructural determina un conjunto de condiciones que se mantienen constantes para un conjunto de datos específico.

El hecho de ordenar las variables en términos de causa y efecto, implica distinguir entre las variables cuya variación en el modelo está especificado para explicar, y entre aquellas cuya variación está determinada exógenamente (Cameron & Trivedi, 2005:20). Las variables que son tratadas como exógenas, toman ese rol principalmente por su carácter como variables aleatorias en relación con los parámetros de interés.

3. Muestra aleatoria

El aspecto más importante que se debe considerar al analizar una muestra es cuán bien esta muestra representa a la población que se desea estudiar. Una vez que se ha identificado a la población que será objeto de estudio, y se ha especificado un modelo estadístico para la relación entre las variables X y Y, se pueden seleccionar *n* elementos de esta población (Wooldridge, 2009: 747). Las *n* observaciones de la muestra para las variables X y Y pueden denotarse de la siguiente manera: $X_1, X_2, \dots, X_n$ y $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$. No obstante, es necesario especificar si la muestra extraída es aleatoria o no.

La aleatoriedad implica que cada elemento que pertenece a la población especificada tiene la misma posibilidad de ser incluida en la muestra (Stock & Watson, 2012: 46). En ese sentido, si la muestra es aleatoria, antes de realizar el muestreo, las variables X y Y pueden tomar un sinnúmero de posibles valores, pero una vez extraída la muestra cada observación tomará un valor específico (Wooldridge, 2009: 748).

Por lo tanto si las variables X y Y provienen de una muestra aleatoria, las mismas pueden ser consideradas variables aleatorias (Stock & Watson, 2012: 46). Por este motivo, si $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ fueron extraídas aleatoriamente de la misma población, la distribución marginal[8] de Y_i será la misma para cada $i = 1,2, \dots, n$ debido a que el conocimiento del valor de Y_1 no cambia el valor que tomará Y_2. Por lo tanto, se puede decir que $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ están idéntica e independientemente distribuidas (Stock & Watson, 2012:46).

El muestreo aleatorio establece que los datos que se emplearán para realizar estimaciones son representativos de la población de interés. Es más, una muestra aleatoria asegura que la distribución de probabilidad de los datos de la muestra es la misma que la distribución de probabilidad de la población (Cameron & Trivedi, 2005: 42). En contraste, si el muestreo no es aleatorio cada elemento de la población tendrá una probabilidad diferente de ser muestreado y la muestra no será representativa de la población (Cameron & Trivedi, 2005:42). Y es probable que ciertas observaciones de la muestra se encuentren correlacionadas con respecto algún factor observable o no observable, es decir, que no sean independientes entre sí. En ese sentido, se necesitan realizar los ajustes correspondientes (Cameron & Trivedi, 2005: 42).

Para complementar el razonamiento anterior, si la selección de la muestra se da con base a las variables independientes, esta particularidad no causará ningún problema estadístico porque los factores que determinan el pertenecer a la muestra son exógenos a la variable dependiente para la cual el modelo está diseñado en explicar (Woldridge, 2009: 323). Por el contrario, si la manera en que se seleccionó la muestra está correlacionada con la variable dependiente del modelo especificado, es probable que la muestra que no es aleatoria cause que la distribución de probabilidad de los datos sea diferente a la distribución de la población. En ese sentido, las variables independientes no serían exógenas (Wooldridge, 2009: 323).

3.1. Estimador

El proceso estadístico a través del cual se estima la característica correspondiente a un parámetro poblacional con los datos de la muestra, toma el nombre de estimación puntual. Un estimador puntual según Gujarati & Porter (2010: 44) es un método que se utiliza para estimar el parámetro poblacional desconocido a partir muestra aleatoria. Alrededor de esta idea el estimador de un parámetro es una variable aleatoria porque dependiendo de la muestra aleatoria que se extraiga de la población, el valor del estimador puede ser diferente. Dada la aleatoriedad del estimador, éste puede seguir una distribución probabilística.

3.2. Distribución Muestral

La distribución muestral permite imaginar un escenario en el que se pudiese extraer todas las posibles muestras de tamaño *n*, de una población de tamaño *N*, de tal manera que *N*>*n*. En este contexto y dentro de cada muestra, se estimarían características relevantes de la población que está siendo objeto de estudio tales como: media, desviación estándar, etc. En ese sentido, los estimadores puntuales que se obtienen de cada una de las muestras se comportarán como variables aleatorias porque aunque pertenecen a muestras del mismo tamaño, la composición de la muestra no necesariamente es la misma (Greene, 2012: 1052).

[8] El concepto de distribución marginal se desarrolla en el ANEXO.

En este orden de ideas, la distribución muestral es la distribución probabilística de un estimador puntual, que está conformada por todas las posibles estimaciones puntuales obtenidas de las distintas muestras del mismo tamaño de la población de estudio (Wooldridge, 2009: 750). La importancia de la distribución muestral, tal como lo indican Anderson, Sweeney y Williams (2012: 277) se da porque al conocer las propiedades de esta distribución se podrán realizar declaraciones en términos de probabilidad sobre la cercanía que tiene un estimador puntual con respecto al parámetro poblacional.

3.3. Propiedades de los estimadores en muestras finitas

1. **Insesgamiento:** según Gujarati & Porter (2010:826) el insesgamiento de un estimador se presenta cuando la esperanza o valor esperado del estimador es igual al parámetro. Por lo tanto, la distribución probabilística de un estimador tendrá una media igual al valor del parámetro.

Dada una muestra aleatoria $\{Y_1, Y_2, \dots, Y_n\}$ extraída de una distribución de la población que depende de un parámetro desconocido θ, el estimador $\hat{\theta}$ es insesgado por definición si no existe ningún sesgo. Por lo tanto, tomando en cuenta la fórmula:

$$sesgo\left(\hat{\theta}\right) = E\left(\hat{\theta}\right) - \theta.$$

Si $E\left(\hat{\theta}\right) = \theta$ entonces el sesgo será de cero. Al respecto es importante señalar que la insesgadez de un estimador dependerá tanto de la distribución de la variable Y en la población como del método de estimación que se efectúe (Wooldridge, 2009: 750).

La relación entre el valor esperado y la insesgadez establece un escenario en el que manteniendo fijo el tamaño de la muestra, se extraen indefinidamente muestras aleatorias y se realiza en cada muestra una estimación del parámetro desconocido.

Sin embargo, se debe tomar en cuenta que cada medición variará aleatoriamente con respecto al verdadero valor poblacional debido a factores que no se pueden controlar (Dekking, Kraaikamp, Hendrik y Ludolf, 2005:181). Para que esta variabilidad disminuya, las estimaciones obtenidas pueden ser promediadas con el objetivo de recuperar de manera precisa características importantes de una distribución probabilística poblacional desconocida. De esta manera, se espera que el promedio de estas estimaciones sea igual al verdadero parámetro (Wooldridge, 2009: 750). Pero cabe precisar que la variabilidad alrededor del parámetro no necesariamente desaparece a medida que el tamaño de la muestra va al infinito (Cameron & Trivedi, 2005:945).

2. **Varianza de muestreo:** la varianza de una distribución muestral permite conocer en términos probabilísticos qué tan alejada se encuentra la estimación $\hat{\theta}$ con respecto al verdadero parámetro θ (Wooldridge, 2009: 752). En otras palabras, si una distribución muestral se encuentra más dispersa será menos precisa con respecto al parámetro θ, y a su vez, una distribución muestral menos dispersa estará más centrada en torno al parámetro θ.

La fórmula de la varianza muestral se establece de la siguiente manera: $Var\left(\hat{\theta}\right) = \frac{\sigma^2}{n}$. Donde σ^2 es la varianza poblacional, y *n* es el tamaño de la muestra. Por ende, a medida que el tamaño de la muestra aumenta, la varianza muestral tiene a ser cero.

3. **Eficiencia:** cuando se tienen varios estimadores insesgados[9], se puede comparar sus respectivas varianzas para determinar cuál de estos estimadores posee varianza mínima. Según Wooldridge (2009:755) si $\hat{\theta}_1$ y $\hat{\theta}_1$ son dos estimadores insesgados de θ, $\hat{\theta}_1$ es eficiente en relación con $\hat{\theta}_2$ cuando $\text{Var}(\hat{\theta}_1) \leq \text{Var}(\hat{\theta}_1)$ para toda θ.

3.4. Propiedades de los estimadores en muestras infinitas

No se puede tener certeza absoluta de que un estimador puntual $\hat{\theta}$ se encontrará a una distancia pequeña del parámetro poblacional, debido a la aleatoriedad intrínseca de una muestra, incluso si la muestra es infinitamente grande (Cameron & Trivedi, 2005: 944). Sin embargo, se puede calcular la probabilidad de encontrarse próximo al parámetro poblacional.

1. Ley de los números grandes

Si se tiene una secuencia independiente e idénticamente distribuida[10] de variables aleatorias $X_1, X_2, \dots, X_n$, de tal manera que cada variable aleatoria X_n represente la repetición de una medición en particular, donde la distribución de probabilidad de cada variable X_n se caracterice por tener la misma esperanza μ y varianza σ^2, entonces el promedio de estas variables aleatorias en el límite se comportará de la siguiente manera[11]:

$$\lim_{n\to\infty} Pr(|\bar{X}_n - \mu| > \varepsilon) = 0 \text{ o } plim|\bar{X}_n - \mu| = 0$$

Esta expresión indica que si $\bar{X}_n$ es el promedio de n variables aleatorias e independientes, sin importar cuán pequeño sea ε, a medida que n se incrementa, la probabilidad de que $\bar{X}_n$ se aleje del parámetro poblacional se hace pequeña.

Para demostrar lo anterior, Dekking et al (2005:186) realizó una simulación en la que desde un inicio se conocía el proceso generador de datos (donde $\mu = 2$) y demostró que a medida que el número de repeticiones se incrementa, la probabilidad de que el promedio de estas mediciones esté dentro de una cierta distancia de la esperanza aumenta, en el límite incluso a 1.

La misma idea anterior se puede aplicar cuando las variables $x_1, x_2, \dots, x_n$ pertenecen a una muestra aleatoria de tamaño n extraída de una población con media μ y varianza σ^2. En ese sentido, a medida que el tamaño de la muestra se incrementa, es posible que el promedio de la muestra se aproxime al promedio poblacional o que $plim(\bar{x}_n) = \mu$.

2. Teorema del límite central

Ahora bien, la ley de los números grandes señala que la función de densidad de probabilidad del promedio $\hat{\theta}$ de una muestra aleatoria $x_1, x_2, \dots, x_n$, se concentra en el parámetro poblacional a medida

[9] Por otro lado, para poder comparar entre estimadores que no necesariamente son insesgados se puede calcular el error cuadrático medio de los estimadores $ECM(\hat{\theta}) = E(\hat{\theta} - \theta)^2$, de tal manera que $ECM(\hat{\theta}) = E[\hat{\theta} - E(\hat{\theta})]^2 + E[E(\hat{\theta}) - \hat{\theta}]^2$. Sin embargo, si comparamos estimadores que no necesariamente son insesgados, el hecho de obtener varianza mínima muy probablemente venga acompañado de algún sesgo.

[10] Es decir, todas las variables tienen la misma distribución.

[11] La demostración de la siguiente expresión se verifica a través de la desigualdad de Chebyshev, y se detalla en el ANEXO.

que el tamaño de la muestra se incrementa. Sin embargo, esta idea también expresa que la distribución en el límite del estimador $\hat{\theta}$ es un pico que se concentra en el parámetro θ, y no describe nada acerca de la forma que tiene la distribución para un tamaño de muestra dado (Greene, 2011: 1079). Es decir: $plim\ \hat{\theta} = \theta$ entonces $\hat{\theta} \xrightarrow{d} \theta$.

Con el objetivo de determinar la forma de la distribución muestral, se considerarán dos casos: cuando la población sigue una distribución normal, y cuando la población no sigue una distribución normal. Según Anderson et al (2012: 281) si la población que está siendo objeto de estudio sigue una distribución normal, entonces su distribución muestral también estará distribuida normalmente cualquiera que sea el tamaño de la muestra.

Cuando la población de interés no sigue distribución normal, el teorema del límite central permite determinar la forma de la distribución muestral. Según Anderson et al (2012: 281) el teorema del límite central establece que sin importar la forma de la distribución poblacional, cuando se seleccionan muestras aleatorias simples de tamaño *n* de una población de tamaño *N*, la distribución muestral de los estimadores puede aproximarse a una distribución normal a medida que aumenta el tamaño de la muestra. Para ello, se requiere en primer lugar estandarizar la variable aleatoria con el objetivo de transformarla a una variable que tenga una distribución en el límite bien definida, de la siguiente manera:

$$Z_n = \frac{\hat{\theta}-\mu}{\sigma/\sqrt{n}} = \sqrt{n}\,\frac{\hat{\theta}-\mu}{\sigma} \sim N[0,1].$$

Por otro lado, según Greene (2011: 1079) una forma básica del teorema del límite central se da cuando se tiene una secuencia de variables aleatorias $x_1, x_2, \dots, x_n$ idéntica e independientemente distribuidas con varianza positiva y finita, las cuales tienen la misma función de densidad de probabilidad con media μ y varianza σ^2. Entonces, si se estandariza la media muestral $\bar{x}_n$, es posible aproximar su distribución a una normal de la siguiente manera:

$$\sqrt{n}(\bar{x}_n - \mu) \xrightarrow{d} N[0, \sigma^2].$$

3. Distribución asintótica

Una distribución asintótica es una distribución que se utiliza para aproximar la verdadera distribución de muestras finitas de una variable aleatoria pero no quiere decir que la verdadera distribución sea exactamente igual a la distribución que asintóticamente se está aproximando (Greene, 2011:1084). Si la distribución limitante es: $\sqrt{n}\,\frac{(\bar{x}_n-\mu)}{\sigma^2} \xrightarrow{d} N[0,1]$, entonces $\bar{x}_n \xrightarrow{a} N\left[\mu, \frac{\sigma^2}{n}\right]$.

Dado que interesa conocer el comportamiento de los estimadores, esta expresión señala que $\bar{x}_n$ está asintóticamente distribuido de manera normal, en ese sentido, esta distribución normal proporciona una aproximación a la distribución verdadera.

a. **Propiedad de consistencia:** un estimador $\hat{\theta}$ del parámetro θ puede ser considerado consistente si $plim$[12] $\hat{\theta} = \theta$, dada una muestra aleatoria $X_1, X_2, \dots, X_n$ de tamaño n. Para ello, es importante que los límites de la media y la varianza del estimador a medida que el tamaño de la muestra aumenta sean θ y 0 respectivamente.

[12] El plim es una abreviatura para el límite de la probabilidad (Cameron & Trivedi, 2005: 945). El concepto convergencia en probabilidad se detalla en el ANEXO.

b. Inferencia estadística

La inferencia estadística utiliza la probabilidad para extraer conclusiones significativas con respecto a un resultado específico. Para ello, se requiere conocer toda la distribución muestral del estimador de interés (Wooldridge, 2009: 117). En ese sentido, se supondrá que se trabaja con grandes y apropiadamente extraídas muestras con el objetivo de hacer uso del teorema del límite central.

4. Test de Hipótesis

Una estimación puntual no ofrece información sobre la probabilidad de que la estimación esté cercana al parámetro de la población, pero se pueden hacer planteamientos en términos de probabilidades (Wooldridge, 2009: 762).

Específicamente, la inferencia estadística utiliza dos hipótesis estadísticas con el objetivo de rechazar o no una de las hipótesis sobre la base del análisis estadístico posterior. Por un lado, se establece la hipótesis nula o H_0 que es aquella que señala un supuesto tentativo acerca del parámetro poblacional. Por otro lado, se establecerá una hipótesis alternativa o H_1 que será la conclusión que se extraiga a raíz de los datos de la muestra (Stock & Watson, 2012: 106).

Generalmente, la hipótesis que se espera no rechazar es la hipótesis de investigación. El rechazo de la hipótesis nula se determina en base a evidencia estadística. Por lo tanto, independientemente de si se rechaza o no la hipótesis nula se necesita tener un grado de confianza en términos de evidencia estadística que permita concluir al respecto.

1. Intervalo de confianza

El intervalo de confianza es un intervalo aleatorio que contiene el verdadero parámetro poblacional en base a una probabilidad. En ese sentido, antes de que se extraiga la muestra aleatoria, existirá una determinada probabilidad de que el intervalo de confianza contenga al verdadero parámetro (Wooldridge, 2009: 763).

La construcción del intervalo de confianza requiere que se conozca la distribución de probabilidad que sigue la estimación puntual. Si el estimador sigue una distribución normal con media μ y varianza[13] σ^2/n, éste puede ser estandarizado, y dependiendo del nivel de significancia, se determina el umbral que limita el no rechazo de la hipótesis nula.

Tabla 5. Nivel de confianza

Nivel de confianza	Umbral $Z_{\alpha/2}$
99%	∓ 2.5758
95%	∓ 1.96
90%	∓ 1.645

Elaboración: Nicole Leines

Un intervalo de confianza al 95% de nivel de confianza se establece de la siguiente manera:

[13] No necesariamente se requiere conocer la varianza.

$$P\left(-1.96 < \frac{\hat{\theta} - \theta}{\sigma/\sqrt{n}} < +1.96\right) = 0.95$$

Al 95% de nivel de confianza, bajo un escenario en el que se pudieran obtener 100 muestras aleatorias, quiere decir que 95 veces de las 100 se rechazará correctamente la hipótesis nula. Es decir, 5 veces de las 100 habrá una equivocación y se concluirá que la hipótesis nula es falsa cuando es verdadera (Wooldridge, 2009: 763).

2. Tamaño y poder del test

Las decisiones correctas se toman si la hipótesis nula se rechaza cuando ésta es falsa o si la hipótesis nula es no rechazada cuando ésta es verdadera. No obstante, existen dos errores que se pueden cometer al momento de realizar los test de hipótesis. Por un lado, el error tipo I se presenta cuando la hipótesis nula es incorrectamente rechazada, es decir, la hipótesis nula era verdadera pero fue rechazada. Por otro lado, el error tipo II se presenta cuando no se rechaza la hipótesis nula pero en realidad era falsa, por ende es incorrectamente no rechazada (Greene, 2011: 111).

Para conocer la capacidad que tiene un test de hipótesis de discriminar entre la hipótesis nula y la alternativa se puede calcular la probabilidad de cometer el error tipo I o II. Lo ideal sería que las probabilidades de cometer ambos errores sean bajas, pero en la práctica la disminución de la probabilidad de un tipo de error se produce a expensas de aumentar la probabilidad del otro (Cameron & Trivedi, 2005: 246).

Por ello, se estudian dos conceptos que abarcan estas probabilidades que son: tamaño y poder del test. Por un lado, el tamaño del test es la probabilidad de cometer un error tipo I al rechazar una hipótesis nula que es verdadera (Greene, 2011: 111). Por otro lado, el poder del test es la probabilidad de rechazar correctamente una hipótesis nula porque efectivamente es falsa, es decir, se resta uno menos la probabilidad de cometer un error tipo II (Greene, 2011: 111). En ese sentido, lo que se requiere es que el poder del test sea el máximo posible es decir 1.

Sin embargo, la solución que generalmente se acoge es la de colocar la probabilidad de cometer un error tipo I con respecto a un determinado nivel de significancia (Cameron & Trivedi, 2005: 246). De esta manera, se establece un nivel de significancia o umbral[14] que se utiliza para rechazar una hipótesis nula. Tomando en cuenta un nivel de significancia particular, se calcula un nivel de significancia específico del test o p-value. De esta manera, se rechazará una hipótesis si el estimador puntual cae en una región de rechazo en la que el nivel de significancia especificado es menor o igual al p-value. En ese sentido, el p-value es la probabilidad de obtener un resultado al menos tan extremo como el establecido por la hipótesis nula. Por lo tanto, una hipótesis será rechazada si el nivel de significancia del test o p-value es menor a un valor especificado de nivel de significancia (Cameron & Trivedi, 2005: 247).

5. Análisis de regresión múltiple

El modelo de regresión múltiple poblacional tiene como objetivo explicar el comportamiento de una variable endógena, explicada o dependiente, denominada Y, utilizando la información proporcionada

[14] Los umbrales más conocidos son: 1%, 5% y 10%.

por los valores tomados por un conjunto de variables exógenas, explicativas o independientes denominadas $X_1, X_2, X_3,\ldots, X_k$. De esta manera, el modelo econométrico está dado por:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots + \beta_k X_k + u$$

Los parámetros $\beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_k$ denotan la magnitud del efecto que las variables explicativas o exógenas $X_1, X_2, X_3,\ldots, X_k$ tienen sobre la variable explicada o endógena Y. El coeficiente β_0 se denomina término constante en el modelo. Y el término u se denomina término de error del modelo especificado.

6. *Función de esperanza condicional*

El concepto de esperanza condicional permite resumir de manera sencilla la función de densidad de probabilidad condicional de Y dada X. En especial porque la distribución de Y dado X=x efectivamente depende del valor que tome x. Por este motivo, la esperanza condicional de Y dado X proporciona información importante de la relación entre X y Y porque cuando x cambia también cambiará $E(Y/X = x)$ el valor promedio de y.

Sin embargo, la relación entre Y y X puede tomar diferentes formas funcionales, no necesariamente una función lineal. Por ello, es importante utilizar la teoría económica para establecer una función que represente la relación que se desea analizar en términos econométricos.

7. *Mínimos cuadrados ordinarios*

A manera general, el modelo de regresión puede establecerse de la siguiente manera:

$$y = E[y/X] + u$$

Donde $E[y/X]$ denota la esperanza condicional de la variable aleatoria y dado X, y u denota un vector de errores aleatorios inobservados. El lado derecho de la ecuación descompone a la variable aleatoria y en dos componentes, uno que es determinista porque es explicado por X y una parte que se debe a la variación aleatoria o ruido (Cameron &Trivedi, 2005:70).

Con el objetivo de obtener estimadores que cumplan con propiedades, como insesgadez, consistencia y eficiencia, se utiliza el método de mínimos cuadrados ordinarios. Por lo tanto, si el objetivo es hallar el vector correspondiente a los coeficientes de una regresión poblacional, se procedería a encontrar la mejor línea de ajuste generada por la minimización de la esperanza del cuadrado de los errores.

$$SSE = E[u_i^2] = E[u'u]$$
$$SSE = E[(y - X\beta)'(y - X\beta)]$$
$$\beta = E(X'X)^{-1}E(X'y)$$

En particular, cuando es el caso de una regresión simple en el que el vector de regresión incluye un solo regresor x_i y una constante, el coeficiente de pendiente es $\beta_2 = \frac{Cov(x_i, y_i)}{Var(x_i)}$, y el intercepto es $\beta_1 = E(y_i) - \beta_2 E(x_i)$[15].

[15] Las demostraciones con respecto a estos coeficientes se detallan en el ANEXO.

Sin embargo, en una regresión múltiple β es el vector de dimensión $k\,x\,1$ con k elementos correspondientes a $\beta_k = \frac{Cov(y_i, \tilde{x}_{ki})}{Var(\tilde{x}_{ki})}$. Lo cual revela que cada coeficiente de una regresión múltiple es el coeficiente de la pendiente en la regresión simple para el respectivo regresor, manteniendo constante todas las otras variables del modelo[16].

Si bien se analizó la regresión en términos de esperanza, éste es un concepto que se utiliza cuando se trabaja en términos de una población. En la práctica, los datos generalmente vienen de muestras, y las muestras son utilizadas para hacer inferencias sobre la población.

Por lo tanto, la función de regresión muestral puede proporcionar información valiosa en términos empíricos debido a que la regresión está estrechamente vinculada a la función de esperanza condicional (Angrist & Pischke, 2008:26). De hecho, la relación entre la función de regresión poblacional y la función de esperanza condicional es de especial importancia, según Angrist & Pischke (2008:26) por las siguientes razones:

1. Para casos especiales, si la función de esperanza condicional es lineal, entonces la función de regresión de población es lineal.
2. La función de regresión poblacional es el mejor predictor lineal de la función de esperanza condicional inclusive si el modelo verdadero no es una regresión lineal.
3. La función de regresión poblacional provee la aproximación lineal de la función de esperanza condicional porque resuelve eficientemente el problema de predicción al minimizar la suma de los cuadrados de los errores.

En ese sentido, si la esperanza de la población es análoga al promedio en una muestra, se puede estimar bajo ciertos supuestos:

$$\hat{\beta} = \sum_{i}^{N} (X'X)^{-1} \sum_{i}^{N} (X'y)$$

7.1. Supuestos de MCO

1. Linealidad del modelo de regresión

El primer supuesto establece que el modelo debe estar correctamente especificado, y que la relación entre los parámetros y la variable dependiente es lineal. Según Wooldridge (2009:26) la linealidad también implica por cada aumento de una unidad en x el valor esperado de y se modifica en la cantidad correspondiente al parámetro que acompaña a la variable x:

$$E[y/X] = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots + \beta_k X_k.$$

2. Muestra aleatoria

El segundo supuesto requiere la utilización de una muestra aleatoria de tamaño n. La importancia de este supuesto se debe a que del muestreo aleatorio se derivan propiedades estadísticas para los

[16] Lo cual se demuestra en el ANEXO.

estimadores y los test estadísticos (Greene, 2011:23). En general, si el muestreo es aleatorio las variables pueden ser consideradas aleatorias e idéntica e independientemente distribuidas.

3. Media condicional cero

El tercer supuesto señala que si X y u contienen variables aleatorias e independientes, la esperanza condicional de u dado X no dependerá del valor que tome X. En cuyo caso, puede expresarse utilizando únicamente la esperanza incondicional de u [17]. Si la media o esperanza incondicional de u es cero, entonces:

$$E(u/X) = E(u) = 0.$$

En ese sentido, ningún valor de X contiene información sobre el valor esperado de los errores (Greene, 2011:20).

4. No multicolinealidad perfecta

El cuarto supuesto establece que no deben existir relaciones lineales exactas entre las variables. Es decir, X será una matriz de dimensión $n\ x\ K$cuyo rango máximo es K. La razón de este supuesto se da porque para que una de las variables tenga significancia estadística, necesariamente debe conservar la potencia explicativa después de mantener constantes las otras variables independientes. Sin embargo, si existen variables que son linealmente independientes la mayor parte de su variación se encuentra justamente en la correlación que existe entre ellas y perderán potencia explicativa (Filoso, 2011: 2).

5. Errores esféricos

El quinto supuesto señala que u cumple con homocedasticidad y no autocorrelación. Por un lado la homocedasticidad se refiere a que la varianza de u condicionada a X es constante, en otras palabras, "la variación alrededor de la línea de regresión es la misma para todos los valores de X; no aumenta ni disminuye conforme varía X" (Gujarati & Porter, 2012:65).

Por otro lado, la no autocorrelación se refiere a que la covarianza entre los errores u condicionada a X es igual a cero. Si las variables son independientes, no deben estar correlacionadas entre sí.

6.- Normalidad de los errores

El sexto supuesto requiere que los errores estén normalmente distribuidos con media 0 y varianza constante, es decir $u \sim N[0, \sigma^2 I]$. En primer lugar, este supuesto sugiere que las observaciones sobre u son estadísticamente independientes, así como no correlacionadas (Greene, 2011: 24). Tomando en cuenta el teorema del límite central, el supuesto de normalidad se vuelve razonable.

En ese sentido, dado que $\hat{\beta}$ puede escribirse como una función lineal de los errores u, se puede derivar con facilidad la distribución de probabilidad de los estimadores de MCO porque cualquier función lineal de variables normalmente distribuidas estará también normalmente distribuida, y se podrán utilizar pruebas estadísticas tales como t- student, F, ji-cuadrada (Gujarati & Porter, 2012: 99). Por lo tanto, realizar inferencia estadística de los estimadores se vuelve más fácil.

[17] Ley de esperanzas iteradas ANEXO.

7.2. Propiedades de los estimadores de MCO

Los beneficios de utilizar el método de mínimos cuadrados ordinarios se basan en las propiedades estadísticas de los estimadores. Las propiedades son una descripción de la manera en que el estimador se comportará cuando se aplica a una muestra de datos con respecto a la información poblacional (Greene, 2011: 54). Es decir, si la información proporcionada a través del estimador a partir de una muestra particular se puede inferir razonablemente a la población.

a) Insesgado

La insesgadez es una propiedad de la distribución muestral estimador $\hat{\beta}$ de MCO que significa que para cualquier conjunto particular de observaciones, el estimador de mínimos cuadrados tiene una esperanza igual a β, siempre y cuando se cumplan los supuestos, en especial el de media condicionada cero. En ese sentido, según Wooldridge (2009: 51) gracias a la propiedad de insesgadez "se espera que, si la muestra es de alguna manera representativa, la estimación deberá estar cerca del valor poblacional", así:

$$E[\hat{\beta}_{MCO}] = \beta$$

b) Consistente

La consistencia es una propiedad para muestras grandes que se definen a medida que el tamaño de la muestra crece sin límite (Wooldridge, 2009:167). Si el estimador $\hat{\beta}$ de MCO es consistente, entonces a medida que el tamaño de la muestra se incrementa la distribución de $\hat{\beta}$ se concentrará en torno al verdadero parámetro β.

Adicionalmente, la consistencia según Wooldridge (2009: 169) implica que a medida que el tamaño de la muestra aumenta, mientras, al mismo tiempo, se obtienen numerosas muestras aleatorias para cada tamaño de muestra, el valor de estimación debería acercarse al valor del parámetro de interés.

$$plim\ (\hat{\beta}) = \beta$$

c) Varianza mínima

La eficiencia es una propiedad de la distribución muestral estimador $\hat{\beta}$ de MCO en la cual se requiere medir la dispersión que ésta tiene para conocer la precisión del estimador a través de la utilización de intervalos de confianza y pruebas de hipótesis (Wooldridge, 2009:95). Para ello, se toma en cuenta que el estimador $\hat{\beta}$ de MCO puede escribirse como una función lineal de los errores u y se considera que la varianza de los errores es constante.

En ese sentido, se puede plantear el teorema de Gauss-Markov que señala que en el modelo de regresión lineal, el estimador $\hat{\beta}$ de MCO es el mejor estimador lineal, insesgado, de varianza mínima de β, siempre y cuando se mantengan los otros supuestos del modelo (Greene, 2011: 61).

8. Correlación y Causalidad

La función de esperanza condicional según Angrist & Pischke (2008: 39) es causal cuando describe diferencias en los resultados potenciales promedio para una población de referencia fija. Sin embargo, las consecuencias de las decisiones potenciales de las observaciones son desconocidas. Por lo tanto, para

establecer relaciones causales es esencial evaluar lo que hubiera sucedido en promedio si se pudiera cambiar la decisión de interés en un ambiente perfectamente controlado de tal manera que los escenarios sean comparables (Angrist & Pischke, 2008: 39).

8.1. Independencia condicional

Considerando que existen situaciones complejas donde se deben introducir variables de control para que las inferencias causales sean válidas, es importante introducir el supuesto de independencia condicional. Éste establece que los resultados potenciales, condicionado a ciertas variables de control observadas, serán independientes de la decisión que el individuo tomó en términos de la variable independiente que se estudiará (Angrist & Pischke, 2008: 41). Por lo tanto, el supuesto de independencia condicional significa que la variable de interés X, puede ser considerada "tan buena como si hubiera existido una asignación al azar", condicionado a las variables de control que se introdujeron al modelo (Angrist & Pischke, 2008:41).

Dadas las consideraciones anteriores, el siguiente modelo econométrico permite comprender de mejor manera el supuesto de independencia condicional. Si D_1 es una variable continua, y η_i es el término de error que captura factores inobservados que determinan potenciales resultados en la variable dependiente Y, entonces se tiene el siguiente modelo:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 D_1 + \eta_i.$$

En este caso, se supondrá que la variable D_1 estaría correlacionada con el término de error η_i.
Sin embargo, si se pudiese descomponer el término de error del modelo anterior tanto en características observables como en un nuevo término de error, entonces:

$$\eta_i = X'_i\gamma + u_i$$
$$donde\ cov(X_i, u_i) = 0$$
$$Y = \beta_0 + \beta_1 D_1 + X'_i\gamma + u_i$$

En este nuevo modelo econométrico, el residuo u_i ya no estaría correlacionado ni X_i ni con D_1. Por lo tanto, se podría estimar un efecto causal siempre y cuando las características observables X_i sean la única razón por la que η_i y D_1 se correlacionan.

8.2. Sesgo de variable omitida

De acuerdo con los razonamientos que se han venido realizando, es muy importante elegir el conjunto de variables de control que permita efectivamente estimar un efecto causal. De lo contrario, si se llegase a omitir una variable importante en el modelo econométrico las estimaciones estarían sesgadas[18] e inconsistentes.
Considerando el siguiente modelo: $Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + u_i$

$$cov(X_1, u_i) = 0$$
$$cov(X_2, u_i) = 0$$
$$cov(X_1, X_2) \neq 0$$

[18] Ver la demostración completa en el ANEXO.

Sin embargo, se decide estimar el siguiente modelo: $Y_i = \check{\beta}_0 + \check{\beta}_1 X_1 + \check{v}_i$

$$E[\check{\beta}_1 / X_1] = \beta_1 + \beta_2 \frac{cov(x1, x2)}{var(x1)}$$

De esta manera, se puede apreciar que el estimador para β_1 estará sesgado tanto por el parámetro β_2 como por la $\frac{cov(x1,x2)}{var(x1)}$. La relación entre $\check{\beta}_1$ y β_1 muestra que hay de dos casos en los que son iguales, es decir, $\check{\beta}_1$ es insesgado:

1. Cuando β_2=0
2. A pesar de que $\beta_2 \neq 0$, cuando X_1 y X_2 no están correlacionadas en la muestra.

Por lo tanto, el tamaño del sesgo estará determinado por:

$$E[\check{\beta}_1 / X_1] - \beta_1 = \beta_2 \frac{cov(x1, x2)}{var(x1)}$$

Para definir la dirección del sesgo es importante analizar si las variables X_1 y X_2 están correlacionadas positivamente o negativamente, y además tomar en cuenta el signo de β_2. Por otro lado, para definir la magnitud del sesgo es importante definir la magnitud de β_2 y de la $cov(x1, x2)$.
En ese sentido, la teoría económica es la herramienta que se utiliza para definir el signo y aproximar la magnitud del sesgo en cuestión. Sin embargo, lo ideal es establecer un modelo econométrico tal que no presente estimadores sesgados.

9. Estrategia empírica de la investigación

9.1. Efectos fijos

Cuando se realiza un análisis de un nivel, por ejemplo al considerar niños y niñas (no anidados en familias), se analiza la hipótesis de que el estado nutricional está positivamente relacionado con el puntaje de vocabulario. La regresión múltiple de un solo nivel explica el resultado del test de vocabulario de un individuo:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 H_i + u_i$$

Donde β_0 es el intercepto, β_1 es la pendiente, y u_i representa en error en predecir resultados individuales de la ecuación. El objetivo del análisis es determinar la línea que mejor se ajusta y que describe la relación entre el estado nutricional y el test de vocabulario en esta muestra. Esto se logra a través de la pendiente e intercepto. El intercepto representa el promedio del nivel de los puntajes de los estudiantes cuando el estado nutricional es cero, y la pendiente representa el efecto del estado nutricional sobre el puntaje entre la muestra de estudiantes. Estos valores se vuelven fijos para la muestra entera. Por lo tanto, si los individuos fueron aleatoriamente muestreados se asume que el valor representa el promedio de la población.

Cuando se usa efectos fijos, se asume que ciertas características dentro de la familia pueden sesgar la relación entre el estado nutricional y el puntaje, es decir, existe correlación entre el término de error de la familia y el estado nutricional. Por lo tanto es necesario controlar por estas características. Efectos

fijos elimina el efecto de esas características invariantes en el tiempo que son únicas para la familia y no deben estar correlacionadas con otras características de la familia. Cada familia es diferente, por lo que el término de error de la familia y la constante (que captura las características de la familia) no deben correlacionarse con las otras.

Sin embargo, el análisis en un solo nivel es apropiado cuando hay poco interés en considerar las influencias de un grupo en los resultados. El punto central es describir el promedio para la muestra y no toma en cuenta que los niños y niñas deben estar agrupados dentro de un número de familias que tienen características y puntajes similares.

9.2. Efectos mixtos

Los modelos multinivel suponen una población estructurada jerárquicamente, con muestreo aleatorio de ambos grupos e individuos dentro de los grupos. La justificación radica en el hecho de que los errores dentro de cada unidad aleatoriamente muestreada están probablemente correlacionados, lo que requiere la estimación de un modelo de efectos aleatorios, y luego hacer inferencias más precisas sobre los efectos fijos del interés (Albright & Marinova, 2010).

El problema multinivel concierne a una muestra perteneciente a una población con estructura jerárquica donde: primero se toma una muestra de unidades del más alto nivel como las parroquias, y luego se muestrean subunidades de las unidades disponibles, en este caso familias. En este tipo de muestra, las observaciones no cumplen con ser independientes (De la Cruz, 2008: 2). Debido a que los hermanos de la misma familia e incluso las familias de la misma parroquia, tienden a ser similares entre sí. En consecuencia, la correlación intraclase entre las variables medidas en los niños y niñas de la misma familia será más alta que la correlación promedio de las variables medidas en las niñas y niños de diferentes familias. Por esta razón, los errores estándar estimados tienden a ser mucho más pequeños, y estos resultados a menudo son falsamente significativos (De la Cruz, 2008: 2).

La solución que presentan los modelos mixtos es que incorporan al menos una variable explicativa de tipo categórico que represente esas unidades en que se agregan los datos (Seoane, 2014. 16). Es importante recordar que al estudiar el estado nutricional de niños, también se quiere saber el efecto de la familia sobre la talla para la edad. En ese caso, el interés son las medidas específicas de cada grupo. De manera general, se requiere saber si existe variabilidad entre los individuos, independientemente de la familia a la que pertenezcan. Es decir, generalizar los resultados para un conjunto más amplio de familias.

La influencia de las variables explicativas sobre la variable dependiente se mide a través de distintos parámetros de los modelos[19]. Si los valores que puede tener la variable explicativa se consideran "efectos fijos", se asume que tales valores son independientes entre observaciones (Seoane, 2014. 17). Si pudieran encontrarse otros valores de la variable explicativa si el estudio se repitiera en diferentes circunstancias, se consideran "efectos aleatorios", y se asume una relación entre las observaciones de la misma clase (Seoane, 2014. 17). Según Seone (2014: 17) los efectos fijos se ajustan mediante parámetros como el intercepto y la pendiente en una regresión, mientras que los efectos aleatorios son variables aleatorias cuya distribución puede estimarse mediante la varianza de una distribución normal.

[19] Según Seone (2014: 17) si la variable es de tipo categórico y adquiere un bajo número de valores distintos o "niveles" (1 a 4) es mejor tratarla como de efecto fijo. Por el contrario, si la variable adquiere un alto número valores (>4–5 pero preferiblemente > 10) puede considerarse efecto aleatorio, lo que permite generalizar los resultados al universo del que nuestros datos son una muestra (Seone, 2014: 17).

En ese sentido, el objetivo de la metodología es describir la relación entre el estado nutricional y el puntaje estandarizado. El modelo mixto con intercepto aleatorio considera que unas familias pueden tener de partida mayores puntajes estandarizados que otras aunque en todas ellas se verifica la misma relación entre puntaje estandarizado y estado nutricional. Así, la intensidad de la relación puede ser general, la misma para todas las familias, pero que cada una tenga un distinto puntaje estandarizado promedio, es decir, un distinto intercepto.

Según De la Cruz (2008: 2) las familias representan un efecto aleatorio que va a tomar en cuenta la variabilidad entre agrupamientos y será representativo en la población de origen. Donde existe un índice para identificar la familia y el efecto de la familia específica u_j que considera las diferencias entre unidades.

$$y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 x_{ij} + u_j + e_{ij}$$
$$u_j \sim N(0, \sigma_u^2)$$
$$e_{ij} \sim N(0, \sigma_e^2)$$
$$cov(u_j, e_{ij}) = 0$$
$$cov(y_{i_1 j}, y_{i_2 j} / x_{ij}) = \sigma_u^2 \geq 0$$

En este modelo se asume que los interceptos para cada familia siguen una distribución normal en torno a un valor promedio. Dicho de otra forma, para estimar el intercepto en cada familia, el modelo calcula una intercepto general y le añade un valor extraído de la distribución normal a la que se supone que se ajustan los interceptos de todas las familias. Por lo tanto, si se asume que las familias fueron muestreadas aleatoriamente de una población de familias, entonces el efecto de la familia específica es una variable aleatoria y se convierte en un modelo de dos niveles. Donde i_1, i_2 son dos hermanos en la misma familia j con generalmente una covarianza positiva entre la variable dependiente.

Intuitivamente, si se pudiera correr una regresión separada para cada familia, cada familia tendría su propio intercepto que describe el nivel de los resultados del puntaje ajustado por el estado nutricional y una pendiente que describe la relación entre el estado nutricional y el puntaje dentro de cada familia. Cuando existe una jerarquía, los interceptos que pertenecen a las familias probablemente varíen entre las familias de la muestra. Por lo tanto hay familias donde el efecto del estado nutricional es mayor o menor que el promedio (o efecto fijo). O también puede haber familias donde no existe ningún efecto. En otras palabras, donde hay datos agrupados, es probable que haya una distribución tanto de intercepto y pendientes alrededor de sus respectivos efectos fijos promedios. En esta situación lo que se requiere es investigar la variabilidad en los intercepto y las pendientes en la muestra.

El modelamiento jerárquico puede ser usado para especificar un sistema de ecuaciones jerárquico que toma ventaja de la estructura de datos agrupados. Primero se estiman el nivel 1 dentro de cada unidad mayor, por ejemplo las familias, y luego se estima una serie de modelos utilizando las estimaciones dentro de las unidades como variables dependientes. El investigador puede determinar si el efecto del estado nutricional sobre el puntaje es fuerte o débil para algunas familias. El modelo de regresión multinivel completo asume que hay un conjunto de datos jerárquicos, con una sola variable dependiente que es medida en el nivel más bajo (puntaje del test estandarizado de los individuos) y variables explicativas que existen en todos los niveles (individuos y familias).

El objetivo es estimar el intercepto promedio y el efecto del estado nutricional sobre el puntaje de vocabulario entre el conjunto de familias así como determinar cómo familias particulares se desvían del

intercepto promedio en conjunto y la pendiente promedio del estado nutricional puntaje. En un modelo multinivel el intercepto del puntaje de vocabulario y la pendiente pueden ser definidos como distribuciones de probabilidad a través del conjunto de familias. La variabilidad de intercepto y las pendientes da lugar a diferentes tipos de preguntas. Por un lado se requiere realizar inferencias con respecto a parámetros estructurales, denominado modelo de efectos fijos. Por otro lado, también se requiere realizar inferencias con respecto a los parámetros de la varianza desconocida en el modelo, denominado parámetros aleatorios.

Permite lidiar con estrategias de muestreo más complicadas. Si los individuos fueron muestrados dentro de los mismos subgrupos de individuos deben estar sobremuestreado comparado con su representación en la población. Estas estrategias de muestreo crean efectos de *clustering* que violan los supuestos de un muestreo aleatorio simple. Debido principalmente a las circunstancias similares que comparten los individuos. Los modelos multinivel son reconocidos por proveer estimaciones más exactas de los parámetros de un modelo que un análisis de un solo nivel. Esto es debido a la mayor exactitud en calcular los errores estándar asociados con los parámetros deseados.

El análisis multinivel permite al investigador definir las variables en un nivel teórico de jerarquía de datos. Permite conocer la distribución de los resultados entre una muestra de grupos, y determinar qué tipos de variables de la familia pueden reducir las brechas en el aprendizaje. La investigación de parámetros de resultados aleatoriamente variables incluyen variación en los niveles del *outcome* (interceptos) y en la fuerza de las relaciones dentro del grupo indicados por los coeficientes de regresión (pendientes) entre los grupos. El objetivo es investigar la relación entre el estado nutricional y el puntaje en vocabulario tomando en cuenta que las características de la familia y la comunidad afectan esta relación.

Capítulo 1: Importancia del estado nutricional en la primera infancia

En la década de 1990, David J. Barker popularizó el argumento de que los trastornos en el ambiente prenatal predicen condiciones de salud crónicas en la edad adulta (Almond & Currie, 2011: 19). En el campo de la economía, la evidencia empírica que fundamenta este argumento fue la llevada a cabo por Currie & Hyson (1999) quienes a través de la Encuesta Nacional de Desarrollo Infantil británica demostraron que los niños de bajo peso al nacer tuvieron alrededor de 25% menos de probabilidades de pasar las pruebas de nivel de inglés y matemáticas, y también tenían menos probabilidades de ser empleados. Por otro lado, Almond (2006) utilizó la exposición prenatal a una gripe pandémica en el año 1918 en la población de los Estados Unidos para estimar sus efectos a largo plazo, estimando que los hijos de madres infectadas tuvieron 15% menos de probabilidades de graduarse de la escuela secundaria y sus salarios se encontraban entre un 5 y un 9% inferiores. De esta manera, se añade evidencia que señala que las características adquiridas durante la primera infancia pueden incrementar la productividad marginal del trabajo, la cual bajo el supuesto de que los mercados funcionen perfectamente, se verá reflejada en un salario mayor.

La primera infancia tiene importancia económica. Desde una perspectiva macroeconómica, la mejora de la productividad en los individuos en diferentes procesos productivos, repercutirá en una mayor productividad agregada y crecimiento económico. Por otro lado, desde un enfoque intergeneracional las decisiones que se tomen en el presente repercutirán en los ciudadanos de la siguiente generación.

Entender los mecanismos a través de los cuales la acumulación de capital humano se lleva a cabo, permite a los economistas usar este conocimiento para asignar trayectorias óptimas de inversión en el ser humano para generar a largo plazo crecimiento económico para una nación. De lo contrario, habrá costos para los posibles trastornos en la acumulación de capital humano. De esta manera, es necesario prevenir y tratar los efectos de influencias negativas en la primera infancia. Por lo tanto, es crucial identificar lo antes posible a los niños que corren el riesgo de salirse de la trayectoria del desarrollo normal.

Considerando que es particularmente importante para una nación maximizar su capital humano pero a través de inversiones rentables, las decisiones de política pública deben fundamentarse en la ciencia a nivel multidisciplinario. Solamente se pueden minimizar los costos de cualquier intervención en términos de política pública a través de la investigación que en términos de la formación de capital humano aporta sobre los períodos de vida en los cuales es más rentable invertir en el ser humano o las maneras más eficaces bajo la cuales se pueden llevar a cabo remediaciones.

Tomando en cuenta la escala y el alcance del problema, resulta un desafío abordarlo de la manera más eficiente y eficaz. Sin embargo, la parte más difícil de afrontar el problema radica en el reconocimiento de familias, comunidades y países de la importancia del desarrollo infantil. Pero sobre todo de la credibilidad y efectividad de las estrategias que se utilizan en términos de inversión o remediación.

La importancia de la integralidad en el desarrollo infantil

Las condiciones durante el período de desarrollo temprano del ser humano pueden tener efectos persistentes y profundos en la vida adulta. Específicamente, debido a que el 80% del cerebro se desarrolla durante los 3 primeros años de vida (Equipo Gerencial del PRIDI, 2014: 6). Por ello, las

experiencias tempranas a las que está expuesto el ser humano desde su concepción influirán en el desarrollo cerebral.

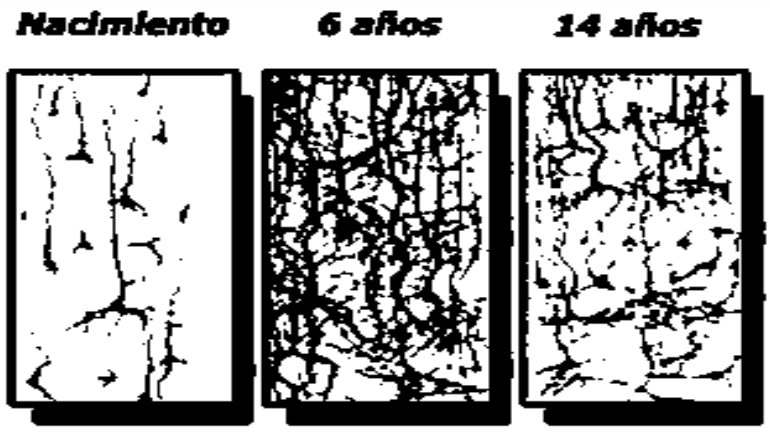
Para entender los mecanismos a través de los cuales el capital humano de una persona se ve afectado por las condiciones que tuvo desde que se encontraba dentro del útero es necesario identificar qué es lo que sucede durante este período. Según Blakemore & Frith (2007: 37) durante los primeros tres meses del embarazo se generan casi todas las neuronas del cerebro. Sin embargo, a propósito se generan más neuronas de las necesarias puesto que solamente sobrevivirán aquellas que logran establecer conexiones activas o sinapsis, con otras neuronas (Blakemore & Frith, 2007: 37). Por ello, es tan importante que este proceso se cumpla con normalidad.

Posterior al nacimiento, el número de conexiones entre neuronas comienza a aumentar rápidamente, de tal manera que el número de conexiones del cerebro de un bebé es en gran medida superior al de un adulto (Blakemore & Frith, 2007: 38). De esta manera, en el cerebro del niño se presentarán considerables rutas y conexiones entre una neurona y otra. Sin embargo, durante el desarrollo, las conexiones que son muy usadas son mantenidas y reforzadas, pero las que son poco usadas prácticamente desaparecen (Blakemore & Frith, 2007: 42). Las implicaciones que tiene este proceso son enormes, puesto que el potencial desarrollo de un ser humano depende de las conexiones que van generando habilidades.

En este sentido, el cerebro es ópticamente flexible y plástico desde su nacimiento. Durante los primeros años de vida el cerebro desarrolla la capacidad para adaptarse continuamente a circunstancias cambiantes también conocida como maleabilidad o plasticidad cerebral (National Research Council and Institute of Medicine, 2000: 31).

Sin embargo, la plasticidad del cerebro depende fundamentalmente de cuánto se usa y en qué se usa. Según Blakemore & Frith (2007:43) las conexiones que sobreviven y crecen están determinados en parte por la genética y en parte por sus experiencias tempranas. Por tanto, dependiendo de la interacción que exista entre los genes y las experiencias tempranas, las conexiones se reducirán a través de un proceso llamado poda sináptica, que les permite a las conexiones del cerebro que han sido frecuentemente usadas o reforzadas, ser más eficientes. Tal como se observa en el gráfico 5.

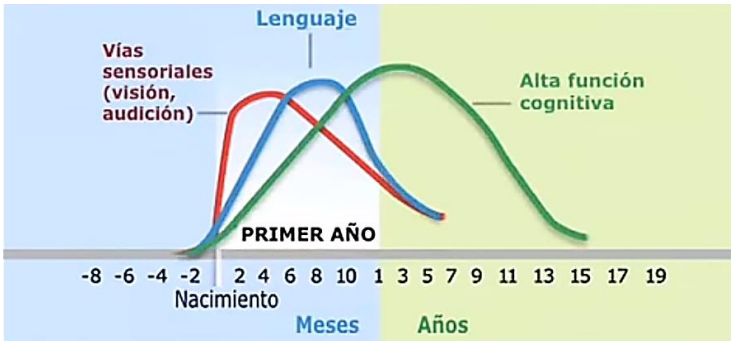
Gráfico 5. Proceso de la poda sináptica



Fuente: Harvard University Press, 1959.

Por otro lado, es necesario tomar en cuenta que el cerebro se forma de manera ascendente. Según el Center on the Developing Child at Harvard University (2007:8) la arquitectura básica del cerebro se construye a través de un proceso continuo, dentro del cual es necesario que se formen en primera instancia conexiones neuronales que darán lugar a habilidades simples para que se puedan formar posteriormente conexiones y habilidades más complejas. Tal como se observa en el gráfico 5. Por lo tanto, las conexiones que se forman primero proporcionarán una base fuerte o débil para las conexiones que se formarán más tarde.

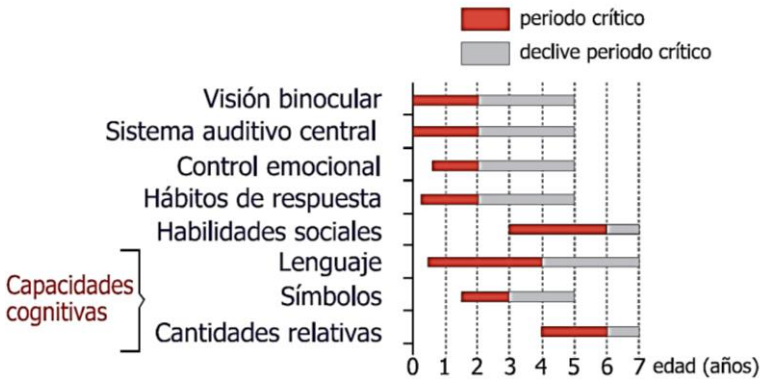
Gráfico 6. Desarrollo del cerebro humano.



Fuente: Nelson, C.A. en Neurons to Neighborhoods (2000). Shonkoff, J. & Phillips, D. (Eds.)

Sobre la base de las consideraciones anteriores y considerando que los bebés dependen necesariamente de los adultos para sobrevivir, se vuelve particularmente importante identificar si se requieren ciertos tipos de estimulación ambiental en momentos específicos en la vida de una persona para que el cerebro se forme con normalidad. Según Blakemore & Frith (2007: 47) existen períodos críticos cuando efectivamente deben producirse ciertas experiencias a determinada edad para que se desarrollen de manera óptima las correspondientes áreas del cerebro. Sin embargo, Blakemore & Frith (2007: 48) señalan que los períodos críticos no son rígidos ni inflexibles, por ende se los debe interpretar como períodos sensibles que comprenden cambios sutiles en la susceptibilidad del cerebro de ser moldeado y modificado por experiencias que se producen a lo largo de la vida. En el gráfico 6 se pueden apreciar períodos críticos del desarrollo temprano.

Gráfico 7. Períodos críticos para algunos aspectos de la función y desarrollo del cerebro.

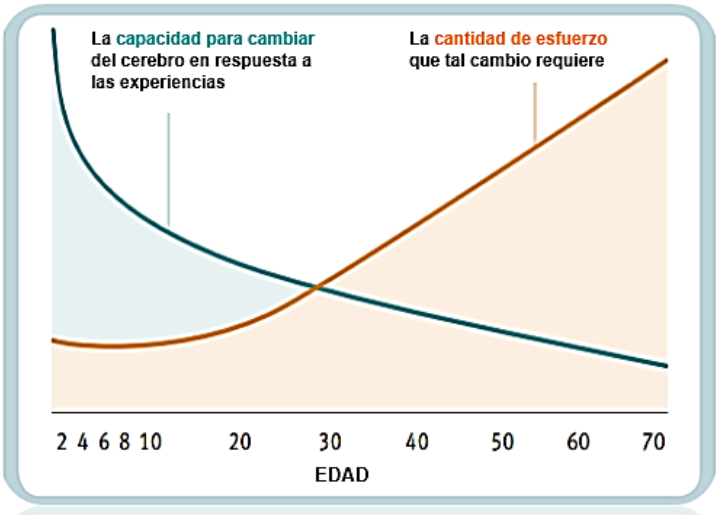


Fuente: Nonie McLain, Margaret. (1999)

Nota: El color rojo representa la sensibilidad máxima del período crítico de que se trate, el color gris representa la etapa durante la cual disminuye el período crítico. Aunque no se indica por el diagrama anterior, el período crítico disminuye gradualmente a medida que el área del cerebro, vía neural, o habilidad en cuestión pierde plasticidad y, por lo tanto, su capacidad de cambiar.

Es evidente entonces la importancia de las interacciones entre los genes y la experiencia para dar forma al cerebro en desarrollo porque aunque los genes proporcionen el modelo para la formación de las conexiones cerebrales, estas conexiones serán reforzadas únicamente cuando existe un uso repetido de las mismas (Center on the Developing Child at Harvard University, 2007: 8). Inclusive, tomando en cuenta la existencia de períodos sensibles, sería más fácil y menos costoso formar conexiones cerebrales fuertes durante los primeros años de vida que intervenir o remediarlos más tarde. Tal y como muestra el gráfico 8 en el cual la capacidad de cambio del cerebro de los niños disminuye con el tiempo. Por ende, un ingrediente importante en este proceso de desarrollo es la interacción "servir y devolver", llamada también interacción receptiva entre los niños y adultos de la familia o la comunidad (Center on the Developing Child at Harvard University, 2007: 8).

Gráfico 8. La capacidad de cambio del cerebro de los niños



Fuente: Pat Levitt en colaboración con el Centro de Desarrollo Infantil de la Universidad de Harvard (2009).

En el desarrollo de la primera infancia, el proceso "servir y devolver" o "interacción receptiva" ocurre cuando los niños pequeños interaccionan naturalmente a través de balbuceos, expresiones faciales, palabras, gestos y llanto, y los adultos –a su turno- responden en sintonía y apropiadamente con el mismo repertorio de vocalizaciones y gesticulaciones hacia ellos, y el proceso continúa en ida y vuelta (Center on the Developing Child at Harvard University, 2007: 8). Este proceso puede llevarse a cabo porque el cerebro está biológicamente preparado para ser configurado por la experiencia, está esperando las experiencias para influir literalmente en la formación de su sistema de conexiones.

Sin embargo, el cerebro es un órgano integrado que tiene secciones múltiples que se especializan en diferentes procesos. Tomando en cuenta que las conexiones cerebrales más complejas se basan en conexiones cerebrales básicas. La formación de habilidades cada vez más complejas requerirá un mayor esfuerzo si las habilidades más básicas y fundamentales que los preceden no están formadas adecuadamente.

Sin un adecuado desarrollo de conexiones, el desarrollo de habilidades y la adaptación conductual requieren más trabajo y costes mayores. Para el cerebro, esto significa que se necesitan mayores cantidades de energía fisiológica para compensar las conexiones que no funcionan de manera esperada. Para la sociedad, esto significa que la educación especial, el tratamiento clínico y demás intervenciones profesionales resultan más costosos que el aseguramiento de una crianza adecuada, las relaciones de protección y experiencias de aprendizaje apropiadas temprano en la vida.

Trastornos en el desarrollo

Los factores ambientales que desempeñan un papel importante en la modulación del desarrollo cerebral prenatal y postnatal temprano incluyen sustancias y circunstancias que son necesarias para el desarrollo normal del cerebro (National Research Council and Institute of Medicine, 2000: 198). En esencia, la importancia de los factores ambientales radica en su interacción con los genes que posee un ser humano. Esta interacción tiene implicaciones teóricas y empíricas importantes para las políticas en términos de capital humano porque sugiere el enriquecimiento del ambiente para el fomento de las habilidades (Cunha, et al., 2006: 701).

Según The National Scientific Council on the Developing Child (2010: 1) aproximadamente 23.000 genes son heredados de los padres hacia los hijos para formar el denominado "genoma estructural". Sin embargo, en el genoma existe un sistema denominado epigenoma que está formado por etiquetas químicas con capacidad de darle instrucciones al genoma sobre cómo actuar. Este sistema se construye a lo largo del tiempo a través de experiencias positivas o influencias negativas, y dejan una marca química en los genes. Estas marcas pueden ser temporales o permanentes y tienen la capacidad de modificar la expresión del genoma y determinar la activación o desactivación de genes (The National Human Genome Research Institute, 2015).

La comprensión de que las interacciones ambientales pueden modificar temporal o permanentemente el aprendizaje, el comportamiento y la salud durante toda la vida, se da gracias al fenómeno conocido como "adaptación epigenética" y representa el proceso mediante el cual se desarrollan el cerebro y el cuerpo humano (Center on the Developing Child at Harvard University, 2016: 9). La evidencia muestra que entornos de apoyo dotados de experiencias de aprendizaje generan marcas epigenéticas que activan un potencial genético positivo (Center on the Developing Child at Harvard University, 2016: 10).

No obstante, si las primeras experiencias son negativas pueden autorizar instrucciones genéticas que interrumpen el desarrollo de sistemas que manejan las respuestas a la adversidad más adelante en la vida (Center on the Developing Child at Harvard University, 2016: 10). Como se observó en el gráfico 5, los primeros años de vida son particularmente importantes porque el desarrollo del cerebro comienza unos pocos días después de la concepción y es en este período en el que el sistema nervioso experimenta su desarrollo más dramático (National Research Council and Institute of Medicine, 2000: 185). En base a esta concepción, es que se puede afirmar que la formación de capital humano es un proceso que comienza en el útero y continúa durante toda la vida.

Desnutrición

1. Concepto de la desnutrición

La desnutrición según el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) es “el resultado del consumo insuficiente de alimentos y de la aparición repetida de enfermedades infecciosas.” En países en desarrollo se estima que más de 200 millones de niños menores de 5 años no pueden alcanzar su potencial en el desarrollo cognitivo debido a la pobreza, mala salud, nutrición pobre, y atención deficiente (Grantham-McGregor, et al., 2007: 60).

El estado nutricional puede ser medido a través de cálculos antropométricos realizados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) a través de un estudio multicéntrico de la OMS sobre el patrón

de crecimiento (EMPC). Los datos del EMPC proporcionan una base sólida para el desarrollo de un estándar porque se basan en niños sanos que viven en condiciones propensas a favorecer el logro de su potencial de crecimiento genético completo (World Health Organization, 2006: 1). En ese sentido, el EMPC define cómo los niños deben crecer, y las desviaciones al patrón que describen, son evidencia de crecimiento anormal.

A continuación se presentan en la tabla 6 las principales definiciones de los indicadores antropométricos calculados por la OMS, y los tipos de desnutrición que se pueden presentar. Los estándares son calculados para cada edad (por mes) hasta los 5 años.

Tabla 6. Definición de indicadores antropométricos en niños y mujeres

Indicador	¿Qué mide?	¿Cómo se define?
Baja talla de acuerdo a la edad en niños menores de 5 años	Desnutrición crónica, retardo en el crecimiento lineal	Valores menores a -2DE de la distribución de talla en niños o niñas de la misma edad según el estándar de la OMS
Bajo peso de acuerdo a la talla en niños menores de 5 años	Desnutrición aguda, emaciación	Valores menores a -2DE de la distribución de peso en niños o niñas de la misma talla según el estándar de la OMS
Bajo peso de acuerdo a la edad en niños menores de 5 años	Desnutrición global	Valores menores a -2DE de la distribución de peso en niños o niñas de la misma edad según el estándar de la OMS
Bajo peso al nacer	Retardo en el crecimiento intrauterino	< 2500 g
Sobrepeso en niños menores de 5 años	Sobrepeso, obesidad	Valores superiores a 2DE de la distribución de peso en niños o niñas de la misma talla según el estándar de la OMS
Baja talla en mujeres	Desnutrición crónica en la niñez, riesgo de complicaciones obstétricas	< 145cm
Bajo peso en madres	Emaciación	<18,5 del IMC
Sobrepeso	Sobrepeso	25,0 - 29,9 IMC
Obesidad	Obesidad	> o = 30 IMC

DE= Desviación estándar

IMC= Índice de masa corporal (Peso en kg dividido entre la talla en cm, elevado al cuadrado; P/T2

Fuente: Martorell, 2012

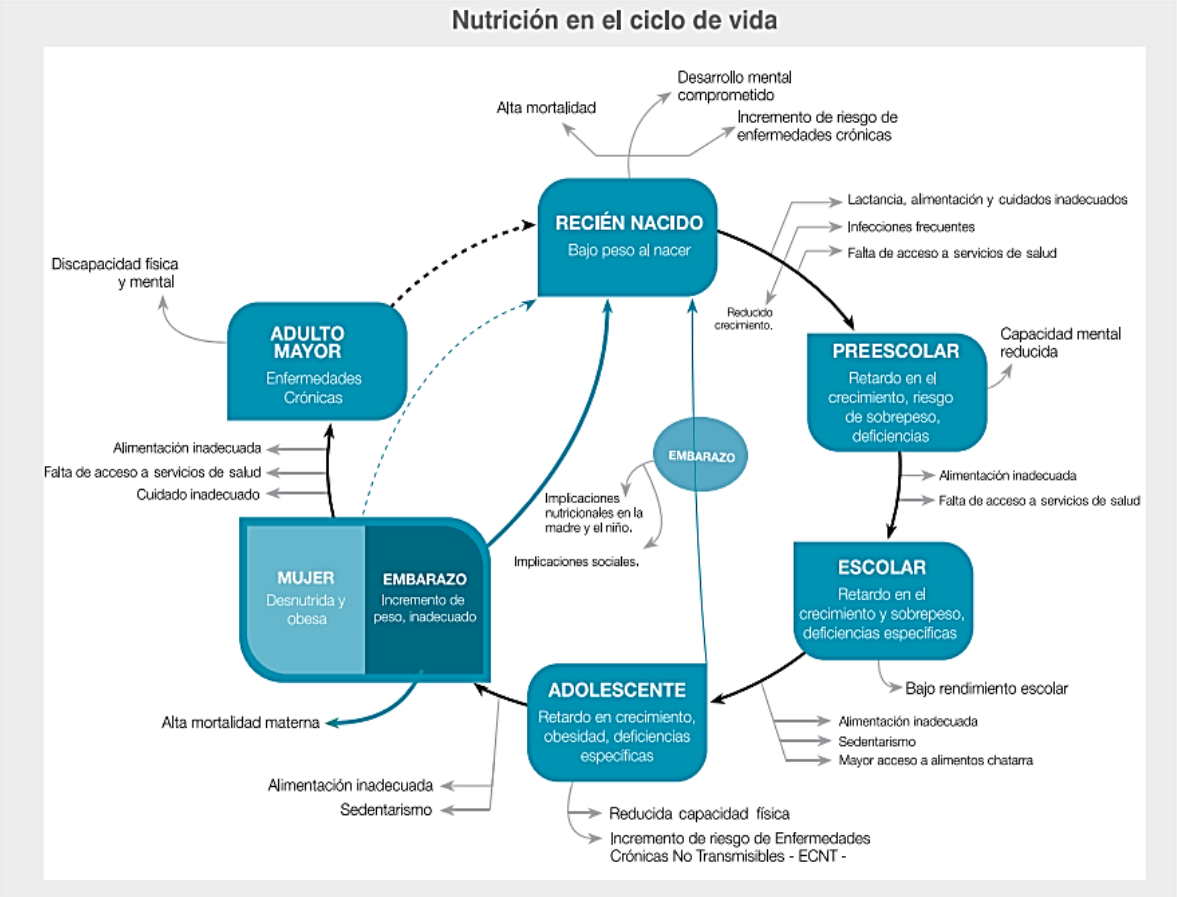
Elaboración: Nicole Leines

Ahora bien, según Martorell (2012) debido a que el retardo en el crecimiento intrauterino o en el crecimiento lineal durante los dos primeros años de vida está ligado a una productividad económica reducida en la adultez, la talla del niño acorde con su edad es el mejor indicador a futuro del capital humano. Específicamente, un retardo en el crecimiento lineal refleja el impacto cumulativo de los eventos que afectan el estado nutricional. Otras medidas nutricionales—peso para la edad, peso para la talla, masa corporal— son indicadores más débiles del desarrollo a largo plazo porque capturan tanto aspectos crónicos y como transitorios de privación nutricional (World Health Organization, 2006).

2. *Importancia de la nutrición infantil*

El estado nutricional es importante para el desarrollo y la función óptima del cerebro tanto antes como después del nacimiento (The National Research Council and Institute of Medicine, 2000: 203). En particular, el estado nutricional puede modificar el epigenoma de un individuo (The National Scientific Council on the Developing Child, 2010:1). De esta manera, si el estado nutricional no es el adecuado, pueden presentarse problemas de salud temporales o duraderos que pueden llegar a ser transmitidos a generaciones posteriores (Shekar, Heaver y Lee, 2006: 56).

Gráfico 9. Nutrición en el ciclo de vida



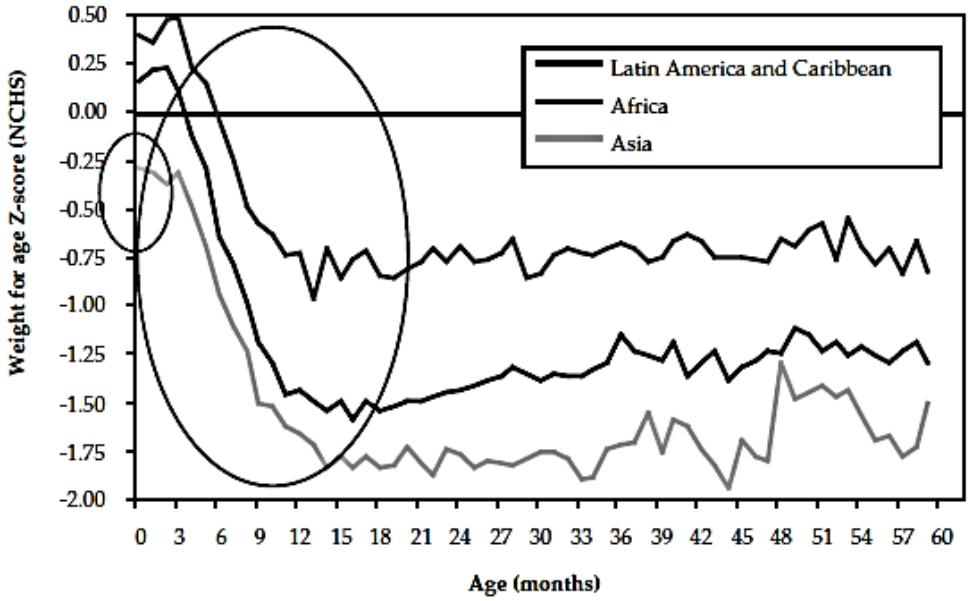
Fuente: ENSANUT (2013) adaptado de Nina Seres para el ACC/SCN. Comisión de Retos de Nutrición para el Siglo XXI. 4th Reporth. World Nutrition Situation. Nutrition throughout the life cycle. ACC/ACN, 2000.
Elaboración: Freire, W.; Diseño: Herrera,D.

La oportunidad de mejorar la nutrición es pequeña, desde el pre-embarazo hasta los dos primeros años de vida. Cualquier inversión después de este período crítico es mucho menos probable que mejore la nutrición (Shekar et al, 2006: 55). Tal como se observa en el gráfico 10 el daño al crecimiento físico, desarrollo cerebral y formación de capital humano que se produce durante este período es en gran parte irreversible.

De hecho, cuanto más temprana se produce la desnutrición, mayor es la reducción del tamaño del cerebro, y cuanto más tiempo la desnutrición continúa, mayor es el efecto sobre el cerebro (National Research Council & Institute of Medicine, 2000). Inclusive Ballabriga & Carrascota (2001:933) señalan que los niños con una malnutrición grave en los dos primeros años de vida presentan cambios en la

integración sensorial y de las habilidades del lenguaje, falta de atención, una gran capacidad de distracción, baja memoria, pocas motivaciones, y habilidades sociales reducidas.
Además, Ballabriga & Carrascota (2001:935) enfatizan en el hecho de que la nutrición y el ambiente son dos factores inseparables que continuamente afectan el desarrollo del niño.

Gráfico 10. La ventana de oportunidad para abordar la desnutrición



Fuente: Shekar et al (2006)
Nota: Las estimaciones están basadas en regiones de la OMS.

En este mismo orden de ideas, la nutrición constituye una dimensión importante a través de la cual se puede trabajar para que el niño aproveche totalmente su dotación natural y sus talentos individuales. Incluso, desde el punto de vista económico, la nutrición podría incrementar la formación de capital humano por su relación con la formación de habilidades cognitivas en los primeros años de vida. Los escenarios de dicha formación pueden ser el hogar, centros educativos, instituciones de salud, y el entorno en el que se desarrolle el niño.

3. Consecuencias de la desnutrición desde una perspectiva macroeconómica

La nutrición mejora la capacidad de trabajo físico, el desarrollo cognitivo, el rendimiento escolar y la salud mediante la reducción de enfermedades y mortalidad (Shekar et al, 2006: 21). Sin embargo, estas reducciones dependen a su vez de características intrínsecas de los países.

Las características de la estructura etaria de la población determinan de manera importante los requerimientos nutricionales y el grado de consumo energético de la misma (Fernández, et al., 2017: 17). En esencia, la transición demográfica es evolutiva y consta de cuatro etapas:

1. *Incipiente: elevados niveles de natalidad y mortalidad, con un crecimiento poblacional bajo.*
2. *Moderada: los niveles de mortalidad descienden más rápido que el descenso de la natalidad, conduciendo a un aumento importante en el tamaño poblacional.*

3. *Plena: descenso rápido de la tasa de natalidad y disminución lenta de la tasa de mortalidad, lo cual ocasiona una reducción el crecimiento poblacional.*
4. *Avanzada: tanto la tasa de natalidad como de mortalidad están equilibradas, pero a una tasa mucho menor.*

Para complementar el razonamiento anterior, es importante también tomar en cuenta los cambios económicos, epidemiológicos y nutricionales que determinan el perfil alimentario nutricional de un país. Por un lado, la transición epidemiológica se refiere a los cambios a largo plazo en los patrones de enfermedad como consecuencia de transformaciones demográficas, socioeconómicas, tecnológicas y de estilo de vida de la población (Fernández, et al., 2017: 18). Por otro lado, la transición nutricional se refiere a los cambios en el perfil nutricional, y está determinada por la interacción entre los cambios económicos, demográficos, medioambientales, culturales y de actividad física que ocurren en la sociedad (Fernández, et al., 2017: 18).

Por tales motivos, identificar la etapa en la que se encuentre un país y abordar aspectos tanto epidemiológicos como nutricionales son elementos fundamentales para poder realizar un diagnóstico pertinente y diseñar adecuadamente políticas alimentarias y nutricionales de largo plazo (Fernández, et al., 2017: 17).

Desde el punto de vista económico, existen tres argumentos que necesariamente deben ser analizados porque justifican la inversión en nutrición. Y según el Shekar et al (2006: 21) son los siguientes:

1. ***Aumento de la productividad y el crecimiento económico***

   La razón fundamental que vincula la mejora de nutrición con el crecimiento económico es la pérdida de productividad asociada a los problemas vinculados a la desnutrición. Según el Shekar et al (2006:22) pueden existir pérdidas directas en la productividad física, pérdidas indirectas a través de pérdidas tanto cognitivas como en términos de escolaridad, y pérdidas de recursos por el aumento de los costos en atención de salud.

2. ***Desembolsos presupuestarios y pérdida de PIB si la desnutrición no es tratada***

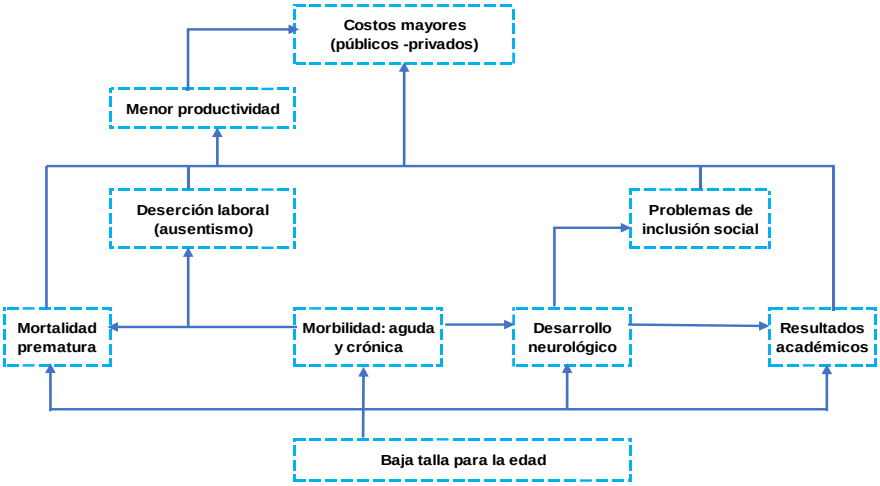
   Como se mencionó anteriormente, a mejor ventana de oportunidad para abordar la desnutrición es hasta los dos años de edad. Por lo tanto, según el Shekar et al (2006:60) es probable que las acciones dirigidas a niños mayores de dos años tengan poco efecto para revertir el daño a la productividad a largo plazo y la formación de capital humano. En ese sentido, los niños desnutridos requieren más servicios de salud y tipos de atención más caros que otros niños. Por ejemplo, los niños desnutridos tienen peores resultados escolares y pueden repetir años más a menudo, aumentando así los costos de educación (Shekar et al, 2006: 26).

3. ***Los ingresos de los programas para mejorar la nutrición superan sus costos***

   Según Behrman, Alderman y Hoddinott (2004) al tomar en cuenta la reducción de la mortalidad, la reducción de los costos médicos, los beneficios intergeneracionales y el aumento de la productividad, los retornos de la inversión en nutrición son altos (citado en Shekar et al, 2006: 26).

Los argumentos económicos y sus mecanismos se pueden apreciar a través del gráfico 11 presentado a continuación:

Gráfico 11. El círculo vicioso de la desnutrición



Fuente: CEPAL (2017)
Elaboración: Nicole Leines

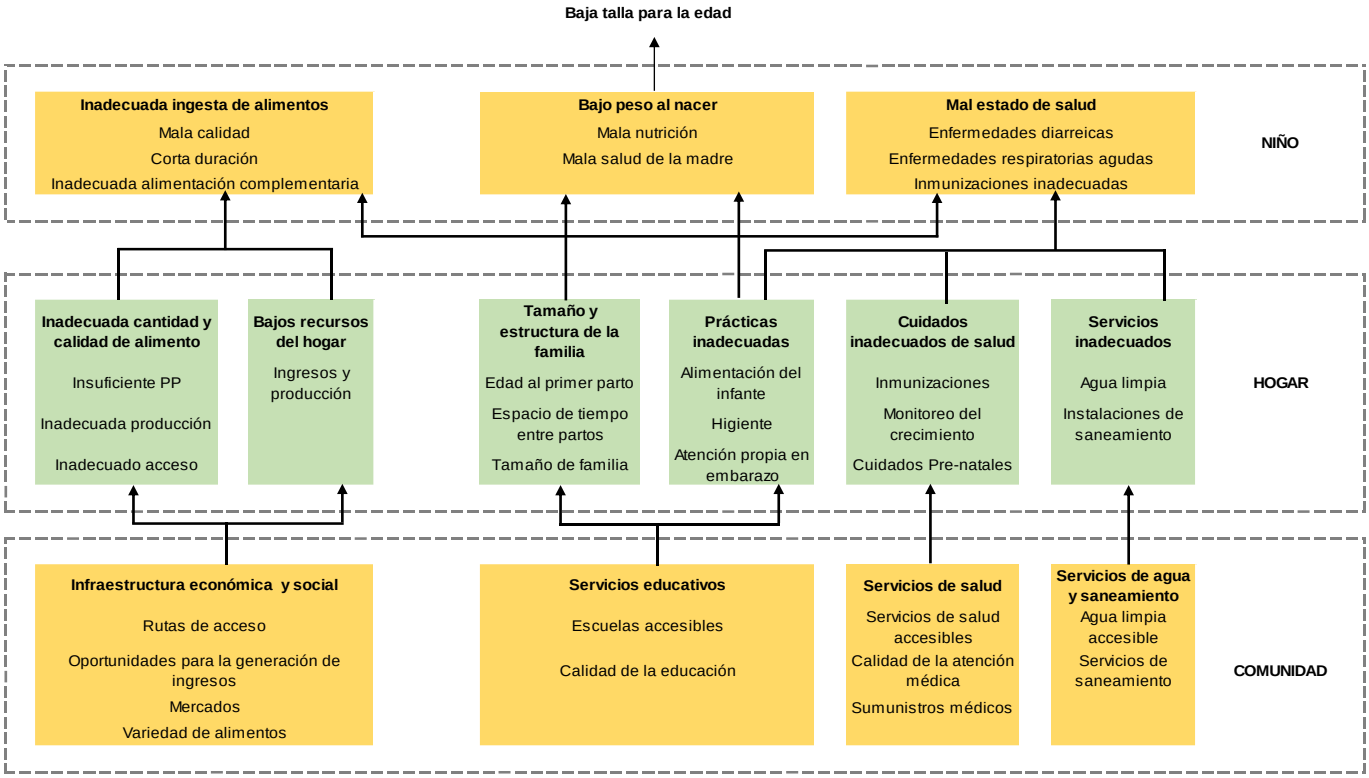
Generalmente aunque los beneficios privados de una mejor nutrición sean considerables existen diferentes mecanismos que impiden que las familias inviertan más recursos en los niños (Shekar et al, 2006: 32). Por ejemplo, a pesar de que algunas familias cuenten con los recursos necesarios para invertir en nutrición, pueden existen asimetrías de información que no permiten que esto suceda. Probablemente las personas no puedan detectar que sus hijos sufren de desnutrición porque el mejor indicador no se manifiesta a simple vista (Shekar et al, 2006: 32). O por otro lado, alcanzar una correcta nutrición requiere conocer qué comida o qué prácticas de alimentación son mejores para sus hijos o para sí mismos, pero existen asimetrías de información que no permiten que esto sea de conocimiento general (Shekar et al, 2006: 32).

En ese sentido, desde una perspectiva macroeconómica la desnutrición en sus distintas manifestaciones tiene consecuencias importantes que abarcan: la salud, con relación directa en morbilidades y mortalidad; el desarrollo de capacidades y los resultados educativos; la inclusión social y laboral (Fernández et al, 2017: 28). Todas estas consecuencias tienen a su vez implicancias directas en términos de costos y pérdidas de productividad potencial respecto a la población no afectada (Fernández et al, 2017: 28). Por lo tanto, es necesario entender que estos mecanismos pueden ser diferentes entre países y deben ser analizados de acuerdo al contexto para tomar decisiones de política pública con el objetivo de obtener los beneficios productivos y redistributivos de invertir en la nutrición.

4. Causas de la desnutrición

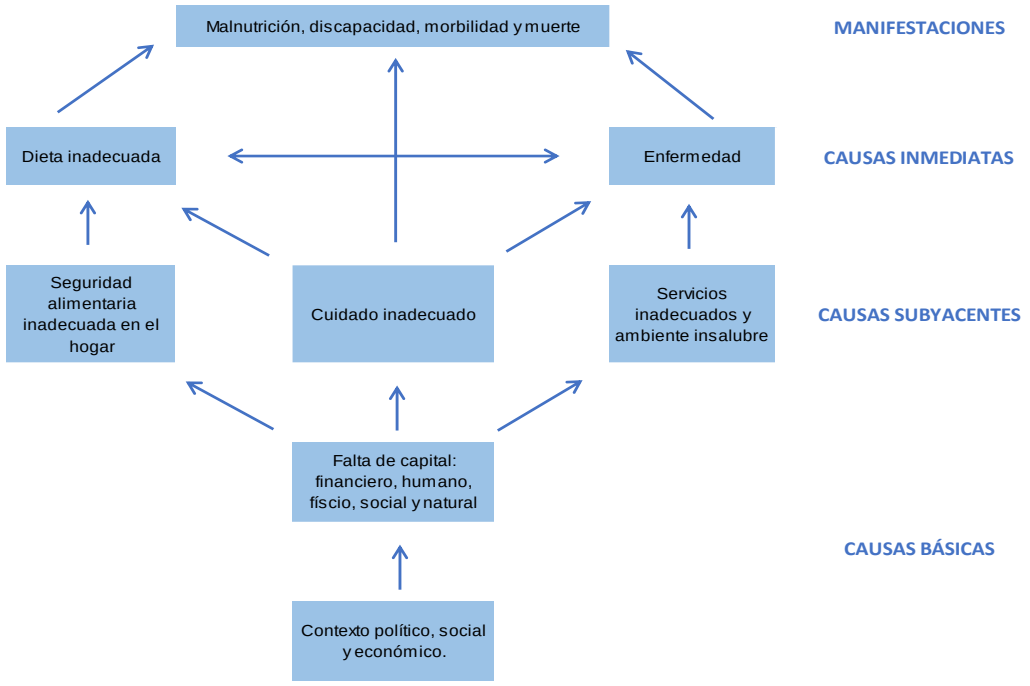
Generalmente se piensa que la principal causa de la desnutrición proviene de la inseguridad alimentaria. Sin embargo, según el Shekar et al (2006: 53) los alimentos no son la única causa principal de la desnutrición, excepto en condiciones de hambruna. En el año 2007, el Banco Mundial desarrolla un modelo que clasifica las causas de malnutrición a nivel individual, familiar, y comunitario. Este modelo se puede apreciar en el gráfico 12 a continuación:

Gráfico 12. Causas de la baja talla-por-edad en el ámbito comunitario, del hogar e individual



Fuente: Banco Mundial (2007) Adaptado de Tufts (2001).
Elaboración: Nicole Leines

Gráfico 13. Un modelo conceptual simplificado para comprender las causas de la desnutrición

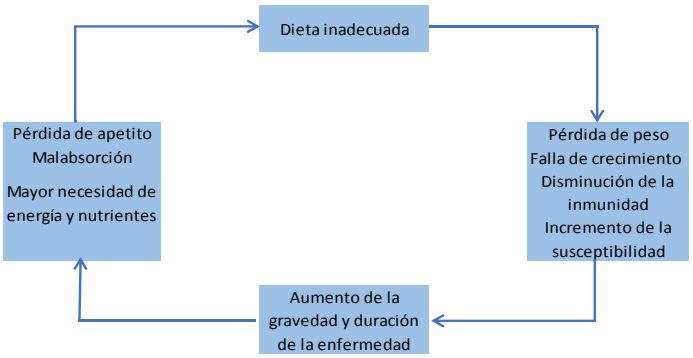


Fuente: UNICEF (2011) adaptado de Serie de Lancet sobre Desnutrición Materna e Infantil 2008 y Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (1997), Marco conceptual para analizar las causas de la desnutrición, UNICEF, Nueva York.
Elaboración: Nicole Leines

Sin embargo, en el año 2011, el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) desarrolla un modelo conceptual más completo y detallado en el que se pueden identificar tres niveles de causalidad de la malnutrición: inmediatas, subyacentes, y básicas. Las causas inmediatas actúan sobre el individuo, las subyacentes sobre el hogar y las comunidades, y las básicas sobre la sociedad entera. En el gráfico 13 se pueden apreciar las diferentes rutas de la causalidad señalada previamente con el objetivo de mirar más allá de las necesidades alimentarias de una población. Estas vías causales actúan directa o indirectamente sobre el estado nutricional, y pueden verse afectadas por las estaciones del año (UNICEF, 2011: 2).

Con respecto a las causas inmediatas, la diferencia entre la cantidad de nutrientes absorbidos por los alimentos y la cantidad de nutrientes requeridos por el cuerpo ocurre como consecuencia de consumir muy poca comida o tener una enfermedad. Lo preocupante en esta situación se debe principalmente a que puede dar lugar a un ciclo vicioso que se ilustra en el gráfico 14.

Gráfico 14. El ciclo infección-desnutrición



Fuente: UNICEF (2011) basado en Andrew Tomkins y Fiona Watson, ACC / SCN Ginebra 1989.
Elaboración: Nicole Leines

Por otro lado, las causas subyacentes según la UNICEF (2011: 7) pueden agruparse en tres grandes categorías: seguridad alimentaria inadecuada de los hogares, atención y servicios de salud inadecuados, y un ambiente familiar poco saludable. Debido a que las tres categorías están interrelacionadas, para lograr que un individuo sea alimentado adecuadamente, los tres necesitan ser dirigidos (UNICEF, 2011: 7). Sin embargo, las decisiones adoptadas a nivel de los hogares con respecto a estas tres categorías están influenciadas por muchos factores tanto observables como inobservables como la cultura, los activos disponibles, el tiempo, los ingresos, la educación, las preferencias, entre otros. Por lo tanto, tomando en cuenta la heterogeneidad de los hogares, no todas las intervenciones pueden tener un carácter universal.

Finalmente, las causas básicas consideran los factores políticos, económicos, legales e ideológicos. La complejidad de la conexión entre estos factores determina cómo se utilizan, distribuyen y consumen los recursos disponibles e influyen en quienes se benefician de los ingresos generados por estos recursos (UNICEF, 2011: 10). En consecuencia, puede llegar a obstaculizar, y en algunos casos, derrotar el esfuerzo de lograr una buena nutrición en la población objetivo (UNICEF, 2011: 10).

El modelo conceptual desarrollado por UNICEF (2011) demuestra la complejidad de los factores que influyen en la nutrición a diferentes niveles. Si bien estos factores pueden utilizarse para identificar y priorizar las necesidades a corto y largo plazo, no proporciona métodos estandarizados para evaluar los factores que afectan la situación nutricional (UNICEF, 2011: 12).

Enfoque de política pública utilizado para alcanzar una adecuada nutrición infantil

De acuerdo a las conclusiones extraídas en el modelo esbozado anteriormente, los factores analizados pueden servir como guía para identificar las áreas en las que se puede generar política pública y, en ese sentido, encontrar la mejor manera para que los recursos se utilicen eficientemente (UNICEF, 2011: 12).

La manera a través de la cual se puede conceptualizar el problema es simplificándolo. Según Naranjo (2014:15) el problema de la malnutrición puede ser fraccionado en dos enfoques: demanda y oferta. Por el lado de la demanda se analizan las características principalmente a nivel de hogar que causan malnutrición infantil; y por el lado de la oferta básicamente se examinan las causas a nivel de gobierno. Cada país debe decidir el equilibrio adecuado entre los enfoques de oferta y demanda con el objetivo de formular política pública en términos de nutrición, en función de sus capacidades, la epidemiología del problema y las consideraciones políticas e institucionales (Shekar et al, 2006: 63). En la tabla 7 se pueden apreciar la clasificación de las rutas más adecuadas que han sido utilizadas para mejorar la nutrición según el Banco Mundial.

Tabla 7. Rutas para mejorar la nutrición

Incentivos por el lado de la oferta	*Incentivos por el lado de la demanda*	*Cambios de comportamiento por el lado de la demanda*
Rutas largas		
• Servicios de atención primaria de salud y control de enfermedades infecciosas • Agua potable y saneamiento • Políticas de comercialización de sustitutos de la leche materna • Políticas alimentarias y agrícolas para aumentar el suministro de alimentos seguros y saludables • Desarrollo de la industria alimentaria e incentivos (desincentivos) de mercado para el desarrollo de alimentos saludables (poco saludables) • Producción de frutas y hortalizas • Parques, senderos para bicicletas, centros recreativos	• Desarrollo económico (ingresos de los pobres) • Programas participativos y desarrollo de políticas • Creación de empleo • Políticas de precios fiscales y de alimentos para aumentar el poder adquisitivo de los pobres para el tipo de alimentos adecuado • Regulación de la comercialización de alimentos poco saludables	• Mejorar el estatus de las mujeres • Reducir la carga de trabajo de las mujeres, especialmente en el embarazo • Incrementar la educación de las mujeres
Rutas cortas		
• Servicios de nutrición y salud de base comunitaria (servicios de salud y nutrición y atención prenatal) • Complementos de micronutrientes • Fortalecimiento de micronutrientes • Ayuda alimentaria dirigida • Biofortificación	• Transferencias monetarias condicionadas • Microcrédito y educación nutricional • Suplementos alimentarios • Suplementos de micronutrientes • Cupones de alimentos • Ayuda alimentaria dirigida	• Educación sobre el control del peso • Educación sobre la higiene • Promover estilos de vida saludables (aumentar la actividad física, consumir más frutas y verduras y menos sal, azúcar y grasa, etc.)

Fuente: Shekar et al (2006)
Elaboración: Nicole Leines

La política pública tiene un papel potencial en los países en desarrollo a través tanto de la demanda como de la oferta. Por el lado de la demanda se busca principalmente cambiar los precios relativos de alimentos sanos y no saludables; proporcionar información más clara sobre la dieta saludable y el contenido del producto; proporcionar campañas de información para aumentar la concienciación sobre las consecuencias de la mala alimentación y la obesidad; y desarrollar enfoques multisectoriales apropiados para abordar la comercialización de alimentos poco saludables para los niños (Shekar et al, 2006: 86).

Por el lado de la oferta, en cambio, la política se ha concentrado en aumentar la productividad y bajar el precio de las frutas y hortalizas; generar incentivos de precios para el consumo de alimentos más saludable; reducir los aranceles de importación de frutas y hortalizas; y hacer cumplir estándares más estrictos sobre el contenido de grasa de alimentos procesados o alimentos consumidos fuera de casa (Shekar et al, 2006: 86).

En ese sentido, si bien ha existido una directriz en términos de políticas públicas, la desnutrición persiste en muchos lugares aun cuando cumplen con tener seguridad alimentaria. Las explicaciones que son desarrolladas por el Shekar et al (2006: 65) son las siguientes:

- *Las mujeres embarazadas y lactantes comen muy pocas calorías y muy poca proteína, tienen infecciones no tratadas, como las enfermedades de transmisión sexual que llevan al bajo peso al nacer o no descansan lo suficiente.*
- *Las madres tienen poco tiempo para cuidar de sus hijos pequeños o de sí mismas durante el embarazo.*
- *Las madres de recién nacidos descartan la primera leche que fortalece el sistema inmunológico del niño.*
- *Las madres a menudo alimentan a los niños menores de 6 meses de alimentos que no sean leche materna.*
- *Los cuidadores comienzan a introducir alimentos sólidos complementarios demasiado tarde.*
- *Los cuidadores alimentan a los niños menores de dos años con poca comida, o alimentos que no son densos en energía.*
- *Aunque los alimentos están disponibles, debido a la asignación inadecuada de alimentos en el hogar, las necesidades de las mujeres y los niños pequeños no se cumplen y sus dietas a menudo no contienen suficientes micronutrientes o proteínas adecuadas.*
- *Los cuidadores no saben cómo alimentar a los niños durante y después de la diarrea o fiebre.*
- *La mala higiene de los cuidadores contamina los alimentos con bacterias o parásitos.*

La política pública en términos de nutrición no ha adoptado una visión integral del problema, es incoherente en objetivos y resultados, e inequitativa en la provisión de servicios. Esto es corroborado por Shekar et al (2006: 85) quienes resaltan la falta de objetivos específicos; la falta de intervenciones que efectivamente cumplan con los objetivos previamente establecidos; la falta de responsables políticos; y la falta vinculación de las políticas a un proceso de monitoreo y evaluación.

Lo anteriormente expuesto probablemente esté relacionado con uno de los mitos más comunes en términos de la política de nutrición donde se establece que la mejora de la nutrición es un subproducto de otras medidas de reducción de la pobreza y de progreso económico. Los autores Shekar et al (2006: 11) desmienten este mito afirmando que la mejora de la nutrición exige una acción centrada en los padres y las comunidades, respaldada por la acción local y nacional en salud y servicios públicos.

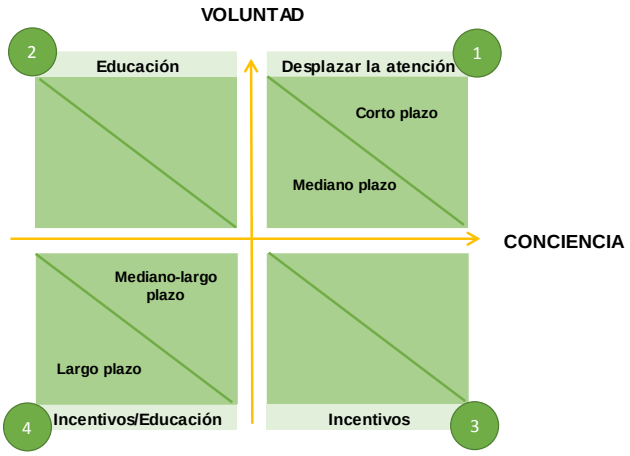
Una especificidad importante que se puede desprender de las observaciones realizadas anteriormente es que existen características principalmente inobservables que tienen que ver con el comportamiento de inversión de los padres en términos de nutrición, y se resumen en la tecnología de los padres. La tecnología puede entenderse según el BID (2015: 16) como "*el proceso que rige la transformación de las experiencias y de la estructura genética en resultados de desarrollo infantil*".

Al perder de vista estas características la política pública efectivamente tendrá debilidades. Es por esta razón que las intervenciones públicas deben ser cuidadosamente diseñadas para alentar a las personas a comportarse de manera que sea beneficiosa para la sociedad y lograr cambios sustantivos en términos de nutrición. Sin embargo, la eficacia de tales intervenciones depende de la comprensión completa de las fuerzas que dan forma a estos comportamientos tales como: contextos específicos, normas sociales y características individuales de la población objetivo (Fehr, Kamm , Jäger, & FehrAdvice & Partners AG, 2017: 47).

La evidencia empírica indica que la gente tiene poco o ningún conocimiento de cómo su comportamiento influye en otras personas y en la sociedad (Fehr, Kamm , Jäger, & FehrAdvice & Partners AG, 2017: 47). Además, la capacidad de contribuir a los objetivos sociales está influenciada por cinco factores principales: las normas sociales, el peligro, las percepciones de equidad, los costos económicos y las preferencias de comportamiento (Fehr, Kamm , Jäger, & FehrAdvice & Partners AG, 2017: 48).

En el año 2017, FehrAdvice & Partners AG desarrollan una matriz que sirve para identificar las medidas más efectivas de lograr el cambio de comportamiento y predecir la cantidad de tiempo necesario para lograr la meta de cambio.

Gráfico 15. Matriz de cambios de comportamiento BEA



Fuente: Fehr et al. (2017)
Elaboración: Nicole Leines

El primer cuadrante describe contextos en los que las personas son conscientes de las consecuencias de su comportamiento y están dispuestos a actuar con responsabilidad (Fehr, Kamm , Jäger, & FehrAdvice & Partners AG, 2017: 51). La principal medida que establecen los autores es desplazar la atención, es decir, empujar a las personas en una dirección específica en el momento de la decisión. Además, son de bajo costo, generalmente fáciles de aplicar y pueden obtener resultados en un corto tiempo (Fehr, Kamm , Jäger, & FehrAdvice & Partners AG, 2017: 51).

En el segundo cuadrante, se presenta situaciones cuando existe desconocimiento de las consecuencias negativas de las acciones. En ese sentido, los autores plantean que los problemas pueden resolverse mejorando la conciencia de las personas sobre las consecuencias de las acciones a través de medidas educativas y una mejor comunicación (Fehr, Kamm , Jäger, & FehrAdvice & Partners AG, 2017: 51).

En el tercer cuadrante, se refiere a contextos donde las personas muestran una alta conciencia del problema, pero no están dispuestos a cambiar su comportamiento. Por lo tanto, se utilizan incentivos y la gestión de creencias para resolver estos problemas (Fehr, Kamm , Jäger, & FehrAdvice & Partners AG, 2017: 51).

El cuarto cuadrante considera escenarios donde las personas no son conscientes de las consecuencias de sus acciones ni están dispuestos a modificar su comportamiento. Por tales motivos, los autores señalan que los cambios de comportamiento deseados sólo son alcanzables a medio y largo plazo utilizando todas las estrategias antes mencionadas (Fehr, Kamm , Jäger, & FehrAdvice & Partners AG, 2017: 51).

En ese sentido, se hace particularmente importante reconocer que existen coportamientos que necesitan ser tomados en cuenta a la hora de formular política pública. Además, tomando en cuenta las observaciones que debilitan la política pública en términos de nutrición, Shekar et al (2006: 85) afirman que las leyes, reglamentos y normas que rigen la asignación del presupuesto público y la acción para mejorar la nutrición también son importantes, al igual que los programas.

La conclusión más importante de este primer capítulo es que muchas veces se piensa que la mejora de la nutrición será alcanzada como consecuencia de otras medidas de reducción de la pobreza y de progreso económico. Esta perspectiva pierde de vista particularidades a nivel familiar y comunitario que al no ser tratadas, siguen desencadenando resultados en términos de desnutrición. Si bien existen estrategias de política pública tanto por el lado de la demanda como por el lado de la oferta, es necesario crear la capacidad de asesorar a los responsables políticos sobre los efectos nutricionales que tienen este tipo de estrategias y si efectivamente cumplen con los objetivos para los que fueron creadas.

Por tales razones, en el siguiente capítulo se abordará una metodología en la que se espera obtener una estimación sobre la contribución que tiene la familia en la relación entre desnutrición y habilidades cognitivas en la primera infancia. El principal objetivo es generar conciencia sobre las carácterísticas a nivel de familia que deben también considerarse para formular política pública.

Capítulo 2: La relación entre nutrición temprana y la formación de habilidades cognitivas en el Ecuador durante el período 2003 – 2008

Tipos de Datos

En esta parte de la disertación se señalará la forma en que se recogen los datos, el diseño de la muestra, y el alcance de la muestra. Para cumplir con los objetivos de la presente disertación se utiliza la Encuesta Longitudinal de Salud y Desarrollo Infantil de Ecuador (ELSDIE) con datos de 6 provincias del Ecuador: Azuay, Loja, Pichincha, Esmeraldas, El Oro y Los Ríos. El Banco Mundial, el gobierno de Ecuador y la Universidad de Princeton financiaron conjuntamente las primeras tres rondas de la encuesta (Banco Interamericano de Desarrollo, 2012: 57).

La ELSDIE toma datos de una muestra de hogares seleccionados para la evaluación de impacto del programa del Bono de Desarrollo Humano en el Ecuador. Los hogares de la muestra fueron asignados aleatoriamente a un grupo de "tratamiento" y un grupo de "control" a través de un clasificador de números aleatorios. Sin embargo, la aleatorización se realizó a través del otorgamiento del Bono de Desarrollo Humano, misma que difiere con el objetivo de la presente disertación, el estado nutricional. En ese sentido, el tipo de datos que se utilizan son observacionales porque son recogidos por muestreo de los sujetos de la población relevante sin ningún intento de controlar las características en los datos muestreados (Cameron & Trivedi, 2005: 40).

La muestra se eligió en dos etapas de manera aleatoria. En la primera etapa del muestreo, se seleccionaron aleatoriamente 79 parroquias rurales. En la segunda etapa, se eligieron aleatoriamente hogares dentro de cada parroquia que cumplían con requisitos previamente establecidos. De esta manera, la unidad de muestreo final fueron los hogares. Sin embargo, es importante considerar que las provincias no fueron seleccionadas al azar sino que fueron elegidas porque se aprovechó que el despliegue del programa no había comenzado cuando se recolectaron los datos de referencia.

Además, según Paxson & Schady (2007: 53) existieron tres requisitos que se debían cumplir para formar parte de la muestra. Primero, los hogares tenían que ser elegibles para BDH. En segundo lugar, los hogares que recibieron las transferencias anteriormente a través del programa Bono Solidario y siguieron siendo elegibles para el programa BDH, fueron excluidos de la evaluación. En tercer lugar, los hogares tenían que tener por lo menos un niño, en edad preescolar, en el momento en que se recogieron los datos. Por las razones anteriormente mencionadas, la muestra utilizada es más pobre, en promedio, que las familias con niños pequeños en Ecuador en su conjunto; y más pobre que los hogares de las parroquias incluidas en la muestra (Paxson & Schady, 2007: 54).

Una consecuencia del método de muestreo previamente analizado es que los hogares tendrán diferentes probabilidades de ser muestreados (Cameron & Trivedi, 2005: 42). En consecuencia, la muestra no es representativa de la población. Además, considerando que el muestreo se realiza en hogares de la misma parroquia, es probable que las observaciones estén correlacionadas porque pueden depender de algún factor observable o no observable que pueda afectar todas las observaciones de la misma parroquia. Por lo tanto, los datos deben ser agrupados. De lo contrario, la inferencia estadística que ignora la correlación entre las observaciones muestreadas produce estimaciones erróneas (Cameron & Trivedi, 2005: 42).

A su vez, tomando en cuenta que el tipo de datos utilizado es observacional a través de encuestas, también es importante conocer la estructura de datos que se utilizan. En este caso, se cuenta con datos

de panel o longitudinales. La encuesta de línea base se realizó entre octubre de 2003 y septiembre de 2004. El primer seguimiento, se llevó a cabo entre septiembre de 2005 y enero de 2006. Mientras que el segundo seguimiento, se llevó a cabo entre mayo y julio de 2008.

Los datos de panel son adecuados para modelar relaciones estáticas y dinámicas (Cameron & Trivedi, 2005: 48). Sin embargo, se pueden presentar problemas en la práctica cuando los encuestados no continúen proporcionando respuestas a los cuestionarios. De ser así, el panel puede desbalancearse y existe el peligro de que el hogar retenido no sea "típico" y que la muestra no sea representativa de la población (Cameron & Trivedi, 2005: 48).

Con respecto a la ELSDIE, se obtuvo que para las áreas rurales un 94% (3.317 de 3.543) de los niños incluidos en la línea de base fueron encuestados en la primera encuesta de seguimiento; y un 94% (3.718 de 3.964) de los niños sobre los que se levantó información en la primera encuesta de seguimiento fueron encuestados en la segunda encuesta de seguimiento (Banco Interamericano de Desarrollo, 2012: 58). Cabe destacar que los niños que se perdieron entre la línea de base y la primera línea de seguimiento según el BID (2012:58) presentaron un menor nivel socioeconómico, eran levemente menores y obtuvieron puntuaciones más bajas en la prueba de vocabulario TVIP que se aplicó en la encuesta de línea de base.

Hallazgos en el Ecuador en términos de gradientes del desarrollo cognitivo en la primera infancia

En el año 2012 el Banco Interamericano de Desarrollo publicó un libro denominado “Educación para la Transformación”, en éste se destacan los principales hallazgos en términos de las diferencias socioeconómicas que existen en edades tempranas; y cómo los déficits observados en primera infancia predicen el rendimiento una vez que los niños empiezan la educación escolar en el Ecuador. A continuación se detallan las principales conclusiones del estudio.

1. En primer lugar, las diferencias en las puntuaciones en la prueba de vocabulario (TVIP) entre los niños de hogares pobres y los de hogares menos pobres aumentan entre los 3 y los 5 años de edad (Banco Interamericano de Desarrollo; 2012: 67).
2. En segundo lugar, existe un aumento de la dispersión de las puntuaciones de vocabulario entre los niños de los hogares más pobres, pero una disminución de la dispersión entre los niños de hogares relativamente menos pobres (Banco Interamericano de Desarrollo; 2012: 67).
3. En tercer lugar, el desarrollo del lenguaje durante la primera infancia está asociado fuertemente con el rendimiento en las pruebas de aprovechamiento para los niños más pobres en relación con aquellos relativamente menos pobres (Banco Interamericano de Desarrollo; 2012: 68).
4. En cuarto lugar, los padres en mejor situación económica invierten más en sus hijos (Banco Interamericano de Desarrollo; 2012: 68).

Las posibles explicaciones que detalla el estudio con respecto a los resultados encontrados son principalmente que el desarrollo lingüístico es un proceso acumulativo, en consecuencia, a medida que los niños crecen, se presentan diferencias entre los niños más pobres con respecto a los menos pobres (Banco Interamericano de Desarrollo; 2012: 69). Además, el estudio señala que los padres de hogares de una mejor situación económica invierten más en sus hijos, y probablemente de manera más eficiente. Por esa razón, se presenta una menor dispersión de los resultados en el caso de los niños de hogares relativamente menos pobres, pero una mayor dispersión en los resultados entre los niños de los hogares

más pobres donde los niveles de inversión son menores (Banco Interamericano de Desarrollo; 2012: 69).

Finalmente, los autores señalan que en el Ecuador los padres parecen adoptar conductas que refuerzan las diferencias iniciales (Banco Interamericano de Desarrollo; 2012: 69). En ese sentido, muestran que hay gradientes socioeconómicos en el desarrollo cognitivo durante los primeros años de vida; que el desarrollo cognitivo inicial predice de manera importante el logro escolar y el aprovechamiento; y que las brechas en el desarrollo cognitivo inicial se mantienen una vez que los niños inician su formación escolar (Banco Interamericano de Desarrollo; 2012: 69).

Análisis descriptivo de las variables incluidas

Para extraer conclusiones de los hallazgos, se hace necesario realizar una comparación de la muestra extraída a través de la ELSDIE con respecto a la población del Ecuador. Para este propósito, en la tabla 8 se puede apreciar la comparación que realiza Paxson & Schady (2007) entre los datos utilizados para la presente disertación, la Encuesta de Condiciones de vida del año 1999, y el Censo Poblacional del año 2001. De esta manera, Paxson & Schady (2007) calculan promedios nacionales usando la ECV, y promedios para los hogares en las mismas parroquias incluidas en nuestra muestra usando el Censo.

Tabla 8. Comparación de la muestra con los promedios nacionales y parroquiales

			Censo (2001) Parroquias de la muestra	
	Encuesta de línea base	**ECV (1999)**	**Hogares sin restricciones**	**Hogares sin hijos mayores o iguales a 6 años de edad**
Media del tamaño del hogar	4.72	5.57	4.07	3.37
Número de habitaciones[20]	2.19	2.72	2.8	2.69
Porcentaje de hogares con alcantarillado	0.72	0.77	0.69	0.74
Porcentaje de hogares con inodoro	0.55	0.75	0.76	0.8
Porcentaje de hogares con piso de tierra	0.13	0.14	0.1	0.07
Porcentaje de hogares con horno o refrigeradora	0.44	0.52	n/a	n/a
Porcentaje de hogares con TV	0.73	0.82	n/a	n/a

Fuente: Paxon & Schady (2007)
Elaboración: Nicole Leines

En relación con el promedio nacional, los hogares de la muestra tienen menos habitaciones y menos probabilidades de tener acceso a servicios tales como alcantarillado e inodoros; es más probable que tengan pisos de tierra; y tienen menos probabilidades de tener un refrigerador, horno o televisión. En ese sentido, según la tabla 8 los hogares de la muestra están en peores condiciones que otros hogares que pertenecen a las mismas parroquias.

Otro punto que cabe mencionar es que para la presente disertación se utilizan los datos únicamente de las parroquias rurales de la muestra; se restringe a niños y niñas que tenían entre 0 y 5 años al momento de realizar la encuesta de línea base, hogares conformados por dos o más miembros; y con madres que hablaban solamente español.

[20] El número de habitaciones es adicional al baño y a la cocina.

De acuerdo a las observaciones que se han realizado hasta el momento se puede concluir que la muestra que se utiliza no es representativa de la población. Es decir, cada miembro de la población no tiene la misma probabilidad de ser incluido en la muestra. De esta manera, los datos no cumplirían con ser independientes e idénticamente distribuidos porque la distribución de (yi, xi) puede variar entre subgrupos; y porque los datos pueden estar correlacionados para los hogares en las parroquias seleccionadas (Cameron & Trivedi, 2005: 813). En ese sentido, pueden existir consecuencias al correr una regresión. Según Cameron & Trivedi (2005: 813) si el objetivo del análisis es la predicción del comportamiento de la población es necesario ponderar adecuadamente los estimadores. Sin embargo, si el interés es únicamente la regresión de y sobre x, esta ponderación es innecesaria, siempre y cuando, el modelo esté especificado correctamente y la estratificación no haya realizado en base a la variable dependiente (Cameron & Trivedi, 2005: 814).

Considerando que el esquema de muestreo que se utilizó tuvo el objetivo de reducir costos de la encuesta y aumentar la precisión de la estimación en subgrupos de la población que son de particular interés, como lo son los beneficiarios del BDH; y que la selección de la muestra no se basa en la variable dependiente que se utilizará para la presente disertación, la estratificación no es endógena. Por lo tanto, si se adopta un enfoque estructural y se asume que el modelo está correctamente especificado, no hay necesidad de utilizar pesos de muestra (Cameron & Trivedi, 2005: 820). De esta manera, los resultados se pueden utilizar para analizar los efectos de los cambios de x en E [y | x].

Distribución de la muestra

De acuerdo a las especificaciones realizadas anteriormente, la muestra quedó conformada por 2430 niños entre 0-5 años de edad en la línea base, pertenecientes a 1340 hogares. En la tabla 9 se expone la distribución de la muestra. Entre las características más importantes se puede destacar que el 80% de la muestra se ubica en los quintiles económicos más pobres 1 y 2. Además, el 57% de las madres de los niños y niñas alcanzaron un nivel de educación primaria, el 37% alcanzó un nivel de escolaridad secundario, y solamente un 3% alcanzó educación superior.

Por otro lado, en la tabla 10 se presenta el análisis del estado nutricional en términos de desnutrición crónica en la muestra de niños entre 0 a 60 meses. Se analizó la información de 2430 individuos, y los resultados arrojaron que la prevalencia de desnutrición crónica en la muestra es de 26%. Cabe destacar que entre los 12 y 23 meses de edad, etapa clave para la formación del cerebro, el 36% de niños y niñas de la muestra se encuentran con desnutrición crónica.

En ese sentido, tomando en cuenta que el objetivo de la presente disertación es hallar el efecto del estado nutricional en el puntaje de la prueba de vocabulario TVIP, será muy difícil encontrar el efecto deseado si los niños y niñas de la muestra se concentran a priori en puntajes bajos tanto de vocabulario como de talla para la edad.

Tabla 9. Distribución de la muestra por provincias

	Azuay	El Oro	Esmeraldas	Loja	Los Ríos	Pichincha	Total	Porcentaje
Edad en meses en w0								
0-5	51	13	23	15	10	37	149	6%
6-11	46	11	31	6	13	48	155	6%
12-35	139	26	71	27	36	135	434	18%
24-35	185	39	87	31	53	214	609	25%
36-47	195	30	75	22	55	176	553	23%
48-60	147	33	88	23	63	176	530	22%
0-60	763	152	375	124	230	786	2,430	100%
Género								
Femenino	385	74	190	56	103	407	1,215	50%
Masculino	378	78	185	68	127	379	1,215	50%
Etnia								
Mestiza	559	111	86	73	108	523	1,460	60%
Indígena	59	3	0	2	10	90	164	7%
Afroecuatoriana	28	18	260	13	44	82	445	18%
Blanca	58	10	14	23	31	49	185	8%
Otras	24	1	5	2	3	31	66	3%
Missing	35	9	10	11	34	11	110	5%
Total	763	152	375	124	230	786	2430	100%
Quintil								
Quintiles 1&2	677	134	358	106	213	461	1,949	80%
Quintiles 3&4	86	18	17	18	17	325	481	20%
Escolaridad de la madre								
Ninguno	8	2	7	2	4	8	31	1%
Centro de alfabetización	1	0	0	0	0	2	3	0.1%
Preprimaria	0	0	2	0	1	0	3	0.1%
Primaria	602	98	170	84	121	318	1,393	57%
Secundario	139	49	184	30	98	400	900	37%
Superior	11	2	12	6	6	44	81	3%
Tecnología	0	1	0	2	0	13	16	1%
Missing	2	0	0	0	0	1	3	0.1%
Parroquias								
Rurales	24	6	19	9	5	14	77	100%

Fuente: Ministerio Coordinador de Desarrollo Social (MCDS)

Elaboración: Nicole Leines

Tabla 10. Prevalencia de malnutrición en la muestra

	Desnutrición crónica	Desnutrición aguda
Provincias		
Azuay	28%	10%
El Oro	41%	3%
Esmeraldas	29%	13%
Loja	30%	10%
Los Ríos	21%	9%
Pichincha	20%	7%
Edad en meses en la línea base		
0-5	11%	12%
6-11	24%	20%
12-23	36%	14%
24-35	25%	8%
36-47	25%	6%
48-60	24%	5%
Género		
Femenino	25%	9%
Masculino	27%	9%
Etnia		
Mestiza	25%	8%
Indígena	32%	7%
Afroecuatoriana	26%	11%
Blanca	19%	12%
Otras	29%	12%
Missing	38%	8%
Quintil		
Quintiles 1&2	28%	9%
Quintiles 3&4	16%	8%
Nivel de escolaridad de la madre		
Ninguno	39%	6%
Centro de alfabetización	33%	33%
Preprimaria	33%	33%
Primaria	30%	9%
Secundario	20%	9%
Superior	9%	10%
Tecnología	13%	0%
Missing	33%	0%
Total	26%	9%

Fuente: Ministerio Coordinador de Desarrollo Social (MCDS)
Elaboración: Nicole Leines

Análisis estadístico

La tabla 11 muestra características de los niños y niñas de la muestra. En primer lugar se puede señalar que la madre del hogar tiene en promedio 7 años de escolaridad, y que los puntajes en la prueba de vocabulario TVIP realizada a las madres tienen una media de 85.6 con una desviación estándar de 17 puntos. A su vez, como se puede observar en la muestra, el 75% de las madres se encuentran en un puntaje 5 con respecto a la comunidad, y en un puntaje de 4 con respecto al Ecuador en la escala MacArthur[21].

Por otro lado, con respecto a características de los niños y niñas de la muestra es importante señalar que tienen una media de 14 puntos el índice de problemas de comportamiento; y el 75% de los niños y niñas de la muestra tienen hasta 18 puntos. Es decir, la muestra de niños y niñas presenta en promedio 14 de los 29 comportamientos analizados por el índice.

Con respecto a las inversiones realizadas por los padres en términos de aprendizaje, en promedio el tiempo dedicado a la lectura es de 0.48 horas semanales pero el tiempo que los niños se dedican a los deberes es en promedio de 83.6 minutos por día. Sin embargo, el tiempo que les toma a los niños y niñas llegar tanto a un centro de salud como a la escuela más cercana también es importante. Al respecto, se puede señalar que en la muestra existen individuos que les toma aproximadamente 50 horas llegar a un centro de salud, y hasta 6 horas llegar a una escuela. Sin embargo, en la muestra 34 minutos en promedio son suficientes para llegar a un centro de salud y 16 minutos en promedio para llegar a una escuela.

Con respecto al puntaje de la prueba de vocabulario TVIP, se puede apreciar que se encuentra en una escala entre 0 y 125 puntos. Sin embargo, para la muestra analizada en el primer período el puntaje mínimo es 0 y el máximo es 108. Es decir, los puntajes se concentran en niveles bajos. El puntaje promedio es 43.8 y el promedio de la distancia de los puntajes con respecto a la media es de 21.6. Es decir, en general existe bastante variabilidad de los datos con respecto a la media. Inclusive el 75% de los individuos tienen puntajes entre 0 y 60. Adicionalmente, la media es mayor que la mediana, lo cual da indicios de un sesgo positivo en la distribución.

Por otro lado, el puntaje Z de talla para la edad en la línea base también se concentra en puntajes bajos. De hecho, el 75% de los niños y niñas pertenecientes a la muestra se encuentran a -0.26 desviaciones estándar de la media. En ese sentido, cabe señalar que el estado nutricional de los niños de la muestra tiende a concentrarse en valores negativos.

[21] La escala de MacArthur fue utilizada para capturar el estado social subjetivo. Para ello, se presenta una escalera con 9 peldaños a la madre y se le pide que coloque una "X" en el peldaño en el que sientan que están.

Tabla 11. Análisis estadístico de las variables

Variable	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Missing values
Puntaje bruto del test TVIP en w2	2430	43.83	21.60	0	108	29	45.5	60	0
Puntaje estandarizado del test TVIP en w2	2430	0.08	0.87	-1.68	2.67	-0.51	0.15	0.74	0
Edad en meses de los niños y niñas	2430	84.29	16.44	39	135	72	84.5	97	0
Puntaje Z de talla para la edad en w0	2430	-1.09	1.54	-5.97	5.79	-2.03	-1.14	-0.26	0
Puntaje Z de talla para la edad en w1	2175	-1.19	1.02	-4.77	4.94	-1.87	-1.16	-0.55	255
Puntaje Z de talla para la edad en w2	1768	-1.37	0.99	-5.81	4.56	-2.02	-1.37	-0.68	662
Número de vacunas	2414	6.68	4.49	0	17	1	9	10	16
Grado más alto alcanzado por el niño (a)	2167	2.81	1.24	1	7	2	3	4	263
Índice de problemas de comportamiento	1933	14.00	5.29	2	29	10	14	18	497
Tamaño del hogar en w2	2430	5.25	1.83	2	19	4	5	6	0
Número de niños y niñas que viven en el hogar en w2	2430	3.52	1.32	2	9	3	3	4	0
Años de escolaridad de la madre	2425	7.30	3.22	0	18	6	6	9	5
Puntaje bruto del test TVIP en w1 de la madre	2238	85.68	17.27	8	124	76	86	97	192
Puntaje estandarizado TVIP en w1 de la madre	2238	0.05	0.97	-4.31	2.20	-0.49	0.07	0.68	192
Escala MacArthur de la comunidad	2368	4.03	2.05	1	9	2	4	5	62
Escala MacArthur del Ecuador	2409	2.63	1.59	1	9	1	2	4	21
Escala HOME en w2	2381	7.71	2.27	0	11	6	8	10	49
Índice de activos del hogar en w2	2424	5.16	2.30	0	11	3	5	7	6
Índice de salubridad del hogar en w2	2407	3.79	0.94	1	6	3	4	4	23
Tiempo dedicado a la lectura en w2	2405	0.48	1.44	0	40	0	0	0	25
Tiempo dedicado a los deberes en w2	2138	83.58	59.24	0	480	30	60	120	292
Minutos al centro de salud	2404	34.38	94.45	0	3000	10	20	30	26
Minutos a la escuela	2158	16.77	16.37	0	370	5	15	20	272
Altitud	2412	1798.85	1247.90	2	8038	94	2523.5	2770	18

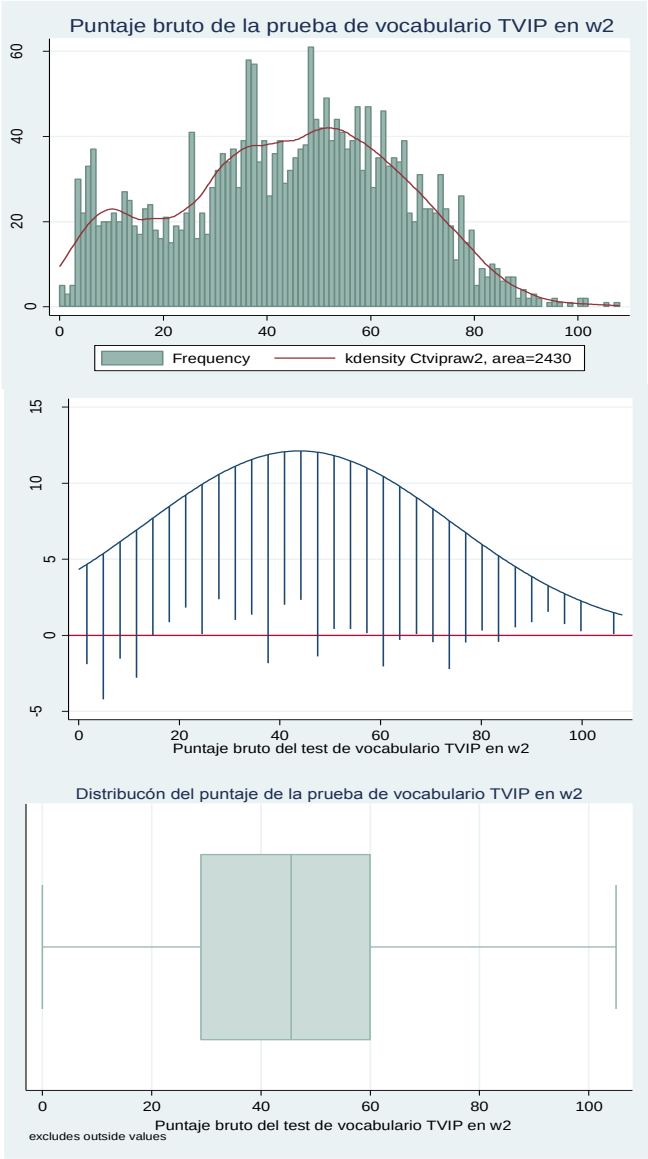
Elaboración: Nicole Leines

Análisis gráfico de la variable dependiente e independiente

Con respecto a la forma de la distribución tanto para el puntaje de vocabulario TVIP como para el puntaje estandarizado de talla para la edad, sus distribuciones se aproximan a una distribución normal.

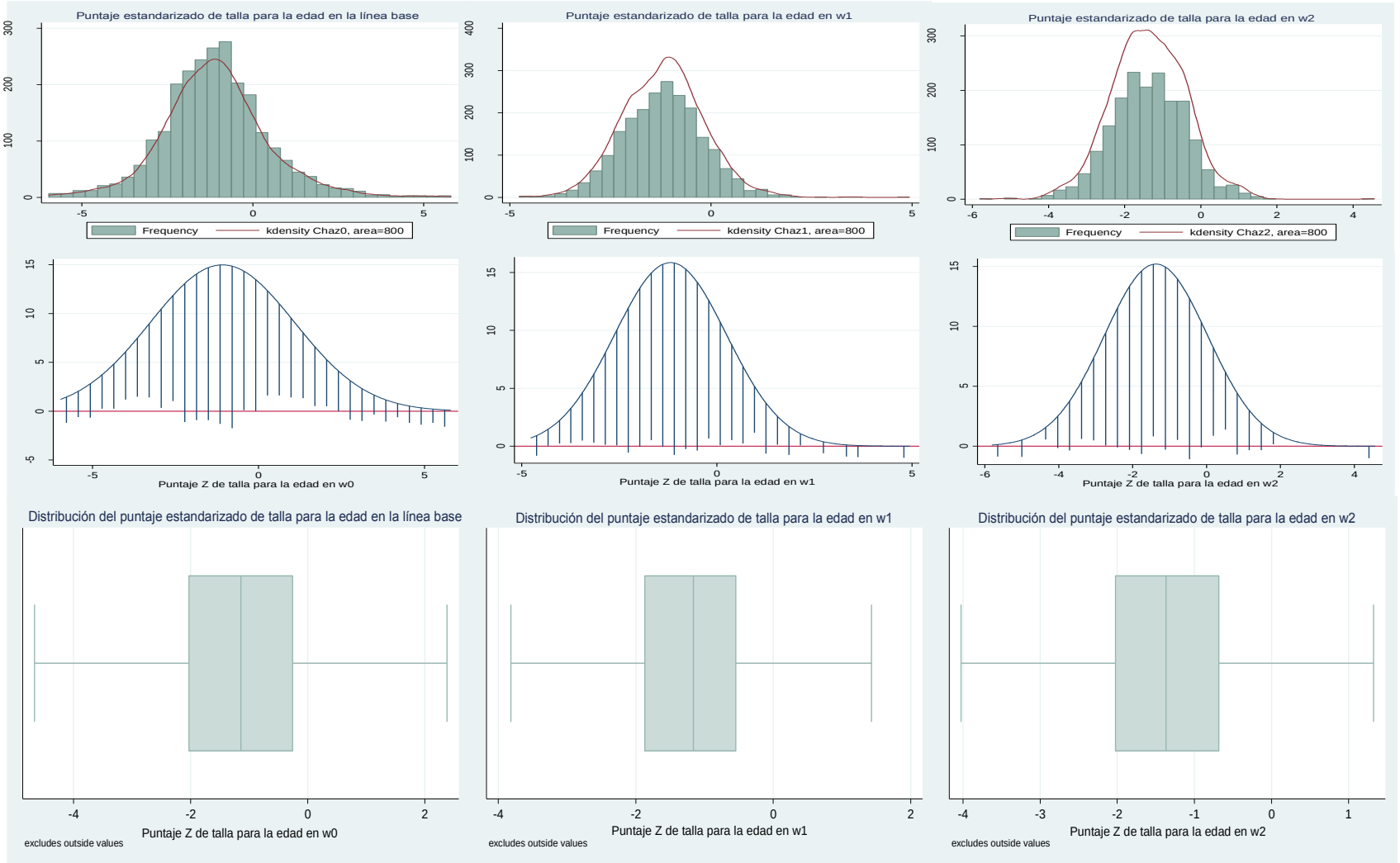
Además, los diagramas de caja confirman lo establecido por el análisis estadístico donde la muestra se concentra en puntajes bajos tanto de vocabulario como de talla para la edad. El diagrama de caja señala que el 50% de los niños obtuvieron un puntaje entre 29 y 60 (percentil 25 y 75); mientras que el 50% de los niños y niñas obtuvieron un puntaje Z de talla para la edad entre -2 y -0.26 desviaciones estándar por debajo de la media. En consecuencia, la mayoría de la muestra se concentra en puntajes relativamente bajos.

Gráfico 16. Puntaje bruto de la prueba de vocabulario TVIP en el seguimiento 2



Elaboración: Nicole Leines

Gráfico 17. Puntaje de talla para la edad



Elaboración: Nicole Leines

Análisis del Impacto de la salud y nutrición sobre resultados educativos

El impacto de la salud y nutrición sobre los resultados educativos es analizado por Jere Behrman (1996), quien enfatiza que aunque existan asociaciones entre estas variables, las asociaciones no necesariamente implican causalidad. Para establecer relaciones causales, variables como salud, nutrición y educación deberían poderse determinar aleatoriamente y no basarse, al menos en parte, en decisiones tomadas por los individuos y sus familias (Behrman 1996: 24).

El problema radica en que existen características inobservadas que influyen en este tipo de decisiones pero que no pueden ser medidas de manera que se logren incluir en la base de datos que se utiliza. Behrman (1996:25) realizó una clasificación de las variables que pueden influir en los resultados cognitivos de la siguiente manera:

Tabla 12. Clasificación de variables que influyen en el rendimiento cognitivo

Variables	Variables Observadas	Variables inobservadas
Individual	• Indicadores de salud • Edad • Género • Logro educativo	• Habilidad innata • Motivación • Dotación genética • Capacidad de concentración
Familia	• Educación de los padres • Ocupación de los padres • Ingreso del hogar	• Atmosfera intelectual del hogar • Tiempo de los padres hacia el desarrollo cognitivo del infante • Cantidad de comida destinada al niño
Comunidad	• Tamaño de la población • Ratio estudiantes por maestro • Programas de salud pública	• Atmosfera intelectual general • Eficacia de la gestión escolar • Calidad del agua • Naturaleza del mercado laboral

Fuente: Jere Behrman (1996)
Elaboración: Nicole Leines

En ese sentido, el hecho de realizar inferencias a partir de datos que no incluyen variables inobservadas puede hacer que las verdaderas relaciones causales subyacentes sean diferentes a las conclusiones extraídas en términos de asociaciones (Behrman 1996: 24). De manera que, si una variable que no puede ser incluida en el modelo, se encuentra afectando directamente al rendimiento cognitivo y además está correlacionada con la salud del niño, el efecto estimado estará sesgado (Behrman 1996: 26).

La dirección del sesgo dependerá de la correlación entre la variable inobservada con respecto a la salud y educación. El efecto está sobreestimado si la variable inobservada está correlacionada positivamente con la capacidad de aprendizaje del niño, así como su estado de salud en relación con los otros niños (Behrman 1996: 26). Por otro lado, el efecto está subestimado si la variable inobservada está correlacionada negativamente con el desarrollo cognitivo o con la salud infantil en ciertos niños (Behrman 1996: 26).

1. Problemas metodológicos

Con base a las consideraciones anteriores, cabe precisar que la Encuesta Longitudinal de Salud y Desarrollo Infantil en Ecuador que se utiliza para la presente disertación no posee algunas de las

variables que influyen en la adquisición de habilidades cognitivas que menciona Behrman (1996). Las variables que pueden presentar problemas son:

- Habilidad innata
- Motivación
- Dotación genética
- Atmosfera intelectual general
- Eficacia de la gestión escolar
- Naturaleza del mercado laboral

Generalmente mayores habilidades cognitivas hacen más probable que los niños y niñas puedan cuidar mejor de sí mismos y tener un mejor estado nutricional a medida que pasa el tiempo. En ese sentido, potencialmente podría surgir simultaneidad entre las variables en cuestión porque el estado nutricional también es clave para la formación de habilidades. Sin embargo, considerando que para la presente disertación se consideran niños entre 0-5 años, se supondrá que a esta edad los niños dependen exclusivamente de sus cuidadores y no pueden tomar decisiones para incrementar su estado nutricional. Por lo tanto, la dirección de la causalidad será cuando el estado nutricional puede servir como insumo para la formación de habilidades cognitivas.

En otro sentido, se puede presentar un problema si el estado nutricional probablemente se correlacione con características no observadas que afectan la acumulación de capital humano. Por ejemplo, si las inversiones de los padres pueden estar correlacionadas con inputs omitidos en la función de producción[22] de las habilidades del niño. De esta manera, los niños con un mejor estado nutricional probablemente son quienes poseen unos padres con mayores preferencias por la salud que estuvieron dispuestos a invertir de diversas maneras en sus hijos.

Pero también existen *shocks* no observados que probablemente se encuentren correlacionadas con el estado nutricional de los niños y niñas. Por ejemplo, si se presenta un shock negativo, tal como una enfermedad, y los padres perciben la noticia como una situación por la cual deben preocuparse de sobremanera. En consecuencia, los padres pueden decidir invertir en el desarrollo del niño mucho más en comparación a lo que habrían invertido si este *shock* no se hubiera presentado.

Además, se puede presentar el caso en el que los padres pueden ajustar sus inversiones en respuesta a la capacidad percibida del niño. Como por ejemplo, si observan que el niño es muy inteligente los padres probablemente decidan destinar más recursos a su desarrollo. Según Glewwe, et al. (2001: 19) existen estudios de psicología que concluyen que los padres no pueden observar la habilidad innata hasta que el niño cumple aproximadamente 24 meses. Sin embargo, esto sólo es posible si los padres se dedican a observar y descubrir las habilidades innatas de sus niños y niñas.

Otro problema adicional surge al tomar en cuenta que los padres deben lidiar con la incertidumbre en tres aspectos fundamentales: la dotación inicial de su hijo, cómo sus acciones se traducen en resultados y los beneficios de largo plazo de invertir en el desarrollo de esa criatura. Para lidiar con la incertidumbre, los padres actualizan sus ideas con información nueva. Por tales razones, las preferencias y tecnologías percibidas por los padres pueden crear diferentes patrones de correlación entre shocks y la inversión, e introducir distintos tipos de sesgos.

[22] En este contexto se entiende como función de producción a todos los *inputs* que se combinan de acuerdo a una determinada tecnología de producción para producir un nivel determinado de *output* que en este caso son las habilidades cognitivas.

Por ello, el principal reto para la presente disertación es utilizar los datos de tal manera que no se presente un sesgo de variable omitida que provoque estimadores sesgados e inconsistentes.

2. Estrategia empírica

Para la presente disertación se utilizarán dos metodologías con un mismo objetivo: estimar la función de producción que relaciona la nutrición temprana y el desarrollo cognitivo. Tomando en cuenta los potenciales problemas metodológicos que se pueden presentar. La primera estrategia que se utilizará es la de eliminar tanto factores observables como inobservables constantes que no se posean en la base de datos pero que pueden estar correlacionados con el estado nutricional. La segunda estrategia se enfocará en estimar el efecto general esperado del estado nutricional de los niños y niñas en los resultados de las pruebas de vocabulario; y además, estimar el efecto aleatorio sobre si el efecto previo difiere o no entre las familias.

Con respecto a la metodología de efectos fijos, el análisis se centrará en familias con dos o más hijos, con el objetivo de diferenciar la función de producción del niño mayor con la de su hermano menor. En consecuencia, eliminar factores inobservables constantes a nivel familiar que puedan ocasionar sesgo en los coeficientes. Por otro lado, la segunda metodología tomará en cuenta una estructura jerárquica de los datos para estimar modelos multinivel tomando en cuenta tanto efectos fijos como aleatorios.

Una aclaración importante es que el hecho de estimar la función de producción de habilidades cognitivas no tiene como objetivo encontrar la manera maximizar una función de producción habilidades cognitivas tal como en microeconomía se estudia. Por su parte, se desea medir cómo los diferentes factores relacionados al proceso de adquisición de habilidades cognitivas se relacionan con el puntaje de los test estandarizados.

El supuesto clave en el modelo econométrico especificado es que al incluir como *input* el estado nutricional de un período anterior, el resultado obtenido en cada período de tiempo será el resultado de la acumulación de todas las experiencias de los niños desde que nacen hasta el período en mención[23]. De hecho, la dimensión de estado nutricional $H_{i,1}$ será medida a través de la talla para la edad porque se supone que, en efecto, resume la historia nutricional del infante hasta esa edad. Es decir, tiene carácter cumulativo porque contiene información sobre las inversiones que se realizaron en términos de nutrición en períodos anteriores. La utilización del puntaje z de talla para la edad rezagada como variable explicativa, descarta la posibilidad de omitir variables inobservables ligadas a las inversiones en términos de nutrición.

Otro supuesto que es necesario destacar, es la separabilidad aditiva de los inputs, es decir que los efectos entre diferentes inputs no interactúan los unos con los otros. Además, cualquier *input* adquirido en periodos previos por el niño tendrá un efecto que decae a medida que transcurre el tiempo entre la aplicación del *input* y la medición del logro. En la realidad, estos supuestos no necesariamente se cumplen debido a la evidencia científica que establece que el efecto de los *inputs* en la infancia temprana puede perdurar hasta varios años, y que existen efectos cruzados entre inputs. Sin embargo, considerando que se estimarán únicamente efectos directos y debido a que el tiempo promedio que transcurre entre el levantamiento de la información son 32 meses, los supuestos sí se aplican al contexto.

[23] Gracias a la evidencia científica esbozada con anterioridad, este supuesto resulta creíble debido a la importancia de la primera infancia en el ciclo de vida de una persona.

Adicionalmente se considera que los *inputs* que son parte de la función de producción no son eficientes debido principalmente a que los individuos son diferentes y se necesitaría que la familia identifique la trayectoria óptima que debe seguir cada *input* para que se logre potenciar el desarrollo cognitivo de los niños.

3. Resultados

OLS

Se realizan dos modelos a través de OLS. Los modelos ajustados a través de esta metodología indican que la relación entre el estado nutricional y el puntaje del test estandarizado es positiva, lo cual concuerda con lo previamente establecido teóricamente. Esto indica que cuando aumenta el estado nutricional, el puntaje estandarizado también aumenta.

El primer modelo estimado a través de la metodología de OLS señala que un aumento en una desviación estándar en la talla para la edad incrementa el puntaje en 1.29 puntos, y este resultado es estadísticamente significativo. En el tercer modelo al controlar por características importantes como la concentración, peso al nacer y año más alto alcanzado por el niño, la magnitud de efecto disminuye, a 1.09 y continúa siendo significativo. Sin embargo, por los problemas metodológicos mencionados anteriormente, estos modelos están sesgados.

Efectos fijos

La metodología de efectos fijos explora la relación entre el estado nutricional y el puntaje de vocabulario dentro de las familias. Cada familia tiene sus propias características que pueden o no influir en esta relación. En esto se diferencia de la metodología de OLS que toma en cuenta la variación a nivel individual.

La implementación de efectos fijos se realizó utilizando el modelo de variables dummy de mínimos cuadrados. Considerando que el efecto del estado nutricional está mediado por las diferencias entre familias manteniendo el resto de factores constantes; el hecho de añadir la dummy para cada familia, permite estimar el efecto del estado nutricional y controlar la heterogeneidad no observada. Cada dummy está absorbiendo los efectos particulares de cada familia.

Sin embargo, con esta metodología el estado nutricional no resulta significativo. Un dato interesante se da al interpretar el coeficiente de pertenecer a séptimo de básica con respecto a estar en primero de básica. Debido a que este hecho perjudica en 27 puntos el puntaje alcanzado. Además, el coeficiente correspondiente al grado de concentración señala que un aumento en 1 punto el grado de concentración incrementa 1.8 puntos el vocabulario.

Efectos mixtos

Sin embargo, cuando se reconoce la estructura jerarquizada del diseño muestral y se replantea el modelo, se pueden agrupar a los niños y niñas muestrados en grupos de familias. Si la relación entre estado nutricional y puntaje estandarizado es positiva o difiere en cada familia, es más realista atribuir un puntaje de referencia a cada familia, como sucedería si hubieran familias que de partida tuvieran un puntaje mayor que otras, en virtud de sus condiciones particulares.

Un modelo de dos niveles investiga un intercepto que varía aleatoriamente (al nivel del puntaje) y subsecuentemente una pendiente que varía aleatoriamente (la relación entre estado nutricional y puntaje). El ajuste del modelo contempla los dos componentes fijo y aleatorio.

Idealmente se quiere identificar las características de las familias donde el rendimiento educativo es generalmente alto para todos los niños en la familia y donde hay poca o ninguna relación entre el estado nutricional y los resultados educativos. Tales familias pueden ser consideradas efectivas al producir altos puntajes y equitativas porque el aprendizaje no depende del estado nutricional. Pero también se desea encontrar si el estado nutricional está relacionado con el aprendizaje. En ese sentido, es importante intervenir efectivamente.

En este modelo se puede observar claramente que el estado nutricional es estadísticamente significativo. Este modelo asume que existe una relación positiva que se observaría en todas las familias. Lo cual indica que un aumento en 1 desviación estándar de talla para la edad incrementa el puntaje en 0.7 puntos el puntaje de vocabulario. Además en estos modelos el coeficiente correspondiente al sexo también resulta significativo. Por otro lado, el hecho de ser hombre con respecto a ser mujer incrementa el puntaje en 2 puntos. A su vez, en este modelo el coeficiente que acompaña a pertenecer a séptimo de básica disminuye notablemente de -27.3 a -0.21, y es estadísticamente significativo a un 0.90 nivel de confianza.

El puntaje medio de las pruebas en las familias para el modelo 5 es de -29.242, y el del modelo 6 es de -0.04. Es decir, la componente de varianza correspondiente a la intercepción aleatoria ha disminuido, lo que refleja el hecho de que la inclusión de las variables de nivel 2 (familia) ha explicado parte de la varianza en la variable dependiente.

Tabla 13. Resultados de las regresiones

	OLS	**Efectos fijos**	**OLS**	**Efectos fijos**	**Efectos mixtos**	**Efectos mixtos**
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Talla para la edad	1.293***	0.204	1.0394***	0.463	0.695***	0.700***
	0.3244	0.327	0.2755	0.413	0.175	0.186
Edad	0.8418***	0.814***	0.2845***	0.318***	0.826***	0.239***
	0.026	0.062	0.0461	0.105	0.027	0.042
Sexo	1.188	0.936	2.2591***	1.948	1.097***	2.163***
	0.6059	0.938	0.4784	1.062	0.475	0.426
Primogénito	-0.4811	1.190	-0.5597	0.494	1.231	2.288
	0.8835	1.861	0.7111	1.905	0.805	0.147
Concentración			3.282****	1.802***		3.958***
			0.1808	0.316		1.098
Año más alto alcanzado						
2do de básica			1.4646	5.352***		7.432***
			1.4289	2.037		1.335
3ro de básica			2.9079	7.656**		11.117***
			1.611	3.008		1.814
4to de básica			5.1608*	11.645***		13.936***
			2.1604	3.805		2.398
5to de básica			4.9079	13.205***		21.397***
			2.6477	5.053		4.314
6to de básica			12.089**	17.151**		4.912***
			4.441	8.764		2.804
7mo de básica			-7.484*	-27.310***		-0.217*
			3.1206	8.019		0.907
Peso al nacer						
Menor de lo normal			-0.0866	-0.618		-2.208
			1.018	1.868		1.454
Mayor de lo normal			-2.2327	-0.277		0.709
			1.7	3.621		0.669
_cons	-26.152***	12.063*	-3.4962	27.044***	-29.242***	-0.043
	2.003	6.537	2.6222	8.227	1.980	2.612
Parroquia					9.005	8.036
					0.612	0.583
Hogar					7.331	6.463
					0.555	0.534
Residuo					12.111	10.862
					0.359	0.344
N	2403	2,403	2085	2085	2,403	2,085
R_2	0.4006	0.8609	0.4637	0.8875		

Elaboración: Nicole Leines

Para el segundo capítulo de la disertación se puede concluir que las características de la familia efectivamente están influyendo en las decisiones de los padres en términos de la relación entre el estado nutricional y el puntaje del test de vocabulario.

En el modelo de efectos fijos se utilizaron hermanos y hermanas para considerar las características inobservables que son las mismas dentro de la familia. La preocupación inicial en el análisis era que el estado nutricional rezagado se correlacione con el efecto de la familia. En consecuencia, la implementación de efectos fijos permitió eliminar el efecto inobservable, y así eliminar los posibles sesgos provocados por confundir las características de la familia. Sin embargo, al utilizar esta metodología el estado nutricional no fue significativo. Esto sugiere que en gran parte son los antecedentes familiares los que afectan el puntaje de vocabulario y no el estado nutricional

Por otro lado, el problema también puede ser pensado de otra manera. En términos de políticas públicas es importante conocer el efecto potencial que tiene la familia en esta importante relación. Sin embargo, el método de efectos fijos no permite medir este efecto porque como todos los niños y niñas dentro del agrupamiento tienen las mismas características familiares, la eliminación de las características inobservables también elimina cualquier medida observada de la calidad de la familia. Además, tomando en cuenta que la base de datos empleada no contaba con variables que permitan controlar adecuadamente la regresión, es necesario utilizar otra metodología.

En ese sentido, se utilizó la metodología de efectos mixtos en la que partiendo de la premisa que los individuos dentro de un mismo grupo tienden a ser más similares que aquellos que proceden de grupos diferentes; el objetivo fue analizar las relaciones a dos niveles: entre las familias de la muestra y dentro de cada familia.

De este modo se encontró que aproximadamente en 25% de la varianza es atribuible a la familia. Cuanto más variabilidad exista en el puntaje estandarizado entre familias, más se separarán las predicciones para cada familia particular respecto el modelo poblacional. Es decir, la diferencia de puntaje estandarizado, una vez se ha considerado el valor del estado nutricional para ellos, se puede atribuir un 25% a la identidad de la familia a la que pertenecen. Por otro lado, la variabilidad dentro de cada familia, que se estimó a través de la variación de los residuos fue del 42%, y quedan pendientes de explicar.

Capítulo 3: Lineamientos de política pública

Este capítulo pretende describir la situación en términos de desnutrición en el Ecuador, a la vez que se analiza su evolución durante el periodo 2004-2014; para ello se han propuesto cuatro secciones. En la primera sección se caracteriza a la desnutrición y se identifica a la población que la integra. En la segunda sección, una vez que se ha caracterizado la desnutrición en el país, se aborda el fenómeno de estudio desde el lado de la demanda de servicios de salud; robusteciendo así el análisis situacional. En la tercera sección, se incluye un apartado que sintetiza las principales decisiones de política que han incidido en los niveles de desnutrición encontrados para el periodo de referencia. Finalmente, se conjugan los resultados encontrados y se presentan las implicaciones que estos tienen en términos de política pública.

Perfil de la desnutrición en el Ecuador

Las tendencias históricas en términos de desnutrición en el Ecuador se analizan con referencia a los datos de la encuesta nacional de nutrición denominada Diagnóstico de la Situación Alimentaria, Nutricional y de Salud de la población ecuatoriana menor a 5 años en 1986. Gracias a esta encuesta de carácter nacional se pueden comparar datos antropométricos levantados posteriormente para tener un diagnóstico acertado de la situación nutricional del Ecuador. Las encuestas que cuentan con datos antropométricos en menores de 5 años se detallan en la tabla 14 a continuación.

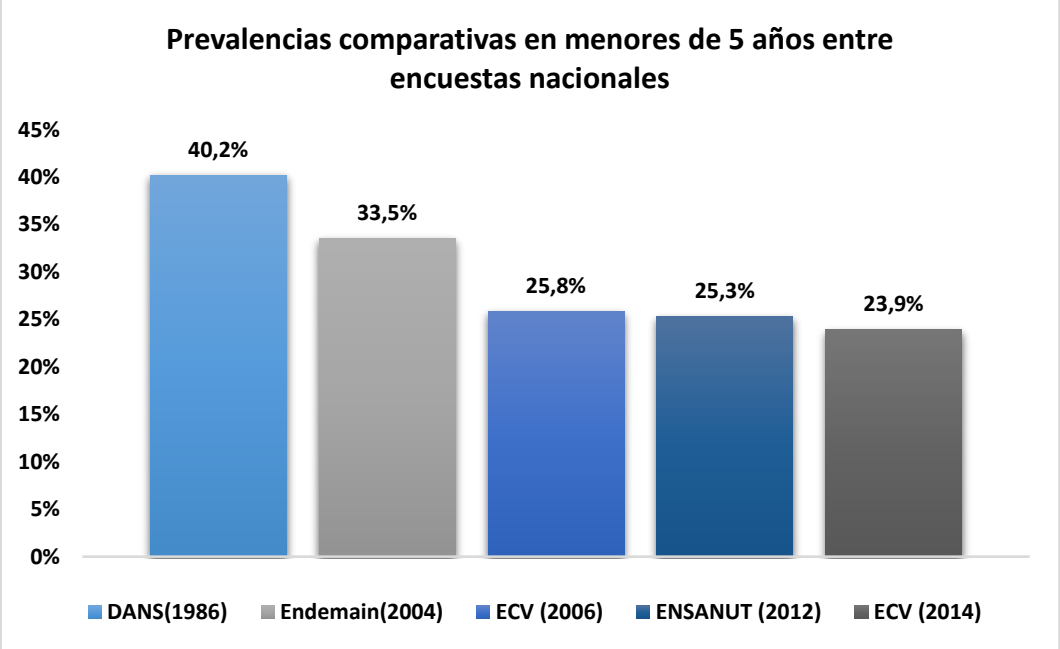
Tabla 14. Encuestas de desnutrición en menores de 5 años.

Encuestas	Características
DANS(1986)	Muestra estratificada representativa de las regiones de Costa y Sierra, con una muestra total de 7.797 niños menores de cinco años
ENDEMAIN (2004)	Muestra ejecutada total de 11.147 mujeres en edad fértil de 12.334 hogares, y reunió además datos antropométricos.
ENSANUT (2012)	La encuesta obtuvo información de 19.965 viviendas en las 23 provincias del Ecuador, en el área urbana y rural, y está dirigida a los miembros de los hogares entre 0 y 59 años
ECV (1998)	Muestra estratificada extraída de 5.810 hogares, representativa de las regiones de la Costa, Sierra y Amazonía y que reunió datos antropométricos en torno a 2.998 niños menores de cinco años.
ECV(2006)	Se obtuvo información de 13.536 viviendas del área urbana y rural del Ecuador, excluyendo los hogares de la Región Insular. La unidad de análisis o unidad de observación es el hogar.
ECV (2014)	La encuesta toma información de 29.052 viviendas en las 24 provincias del país, en el área urbana y rural, y está dirigida a todos los miembros del hogar

Fuente: INEC & Banco Mundial
Elaboración: Nicole Leines

En ese sentido, en el gráfico a continuación se comparan las encuestas DANS (1986), ENDEMAIN (2004), ENSANUT (2012) y ECV (2014), utilizando el patrón de referencia OMS 2006, y se puede observar que la desnutrición crónica ha descendido moderadamente a lo largo del tiempo. Sin embargo, sigue constituyendo uno de los principales problemas de salud pública de acuerdo a la última información disponible en el Ecuador.

Gráfico 18. Prevalencias comparativas en menores de 5 años entre encuestas nacionales



Fuente: INEC (2014)
Elaboración: Nicole Leines

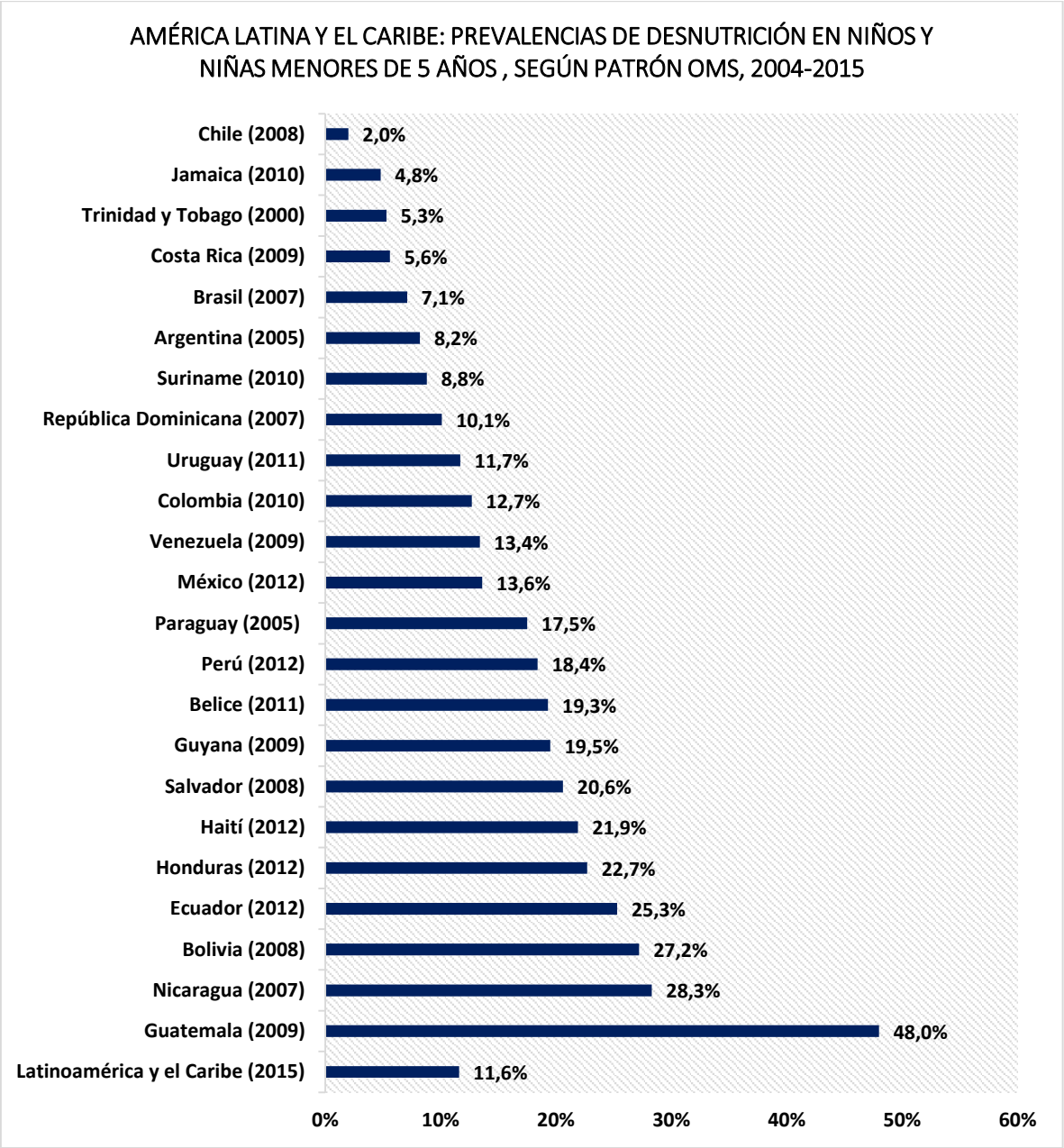
En el gráfico 18 se puede ver que en 28 años entre 1986 y 2014, la desnutrición crónica disminuyó del 40 por ciento a 24 por ciento. Es decir, se ha reducido 16,3 puntos porcentuales, lo que representa una reducción promedio anual de solo 0,6 puntos porcentuales.

Entre los años 1986 – 2004, la desnutrición crónica tuvo una reducción promedio anual de 0,4 puntos porcentuales anuales. Por otro lado, entre los años 2004 – 2012 la reducción promedio anual fue de 1 punto porcentual. Finalmente, si se considera únicamente las mediciones realizadas por la ECV, la evolución de la desnutrición crónica pasó de 25,8 por ciento en 2006 a 23,9 por ciento en el 2014; es decir, se redujo en 1,9 puntos porcentuales en un período de 8 años.

Sin embargo, tal como se observa en el gráfico a continuación la incidencia de baja talla-por-edad en el Ecuador permanece muy por encima de otros países latinoamericanos clasificados según el Banco Mundial (2017) como economías de ingresos medianamente altos, tales como Venezuela y Perú; y de otros países clasificados según el Banco Mundial (2017) como economías de ingresos altos, como Chile y Uruguay.

En el período 1990-2015 en América Latina y el Caribe (ALC), la desnutrición crónica de niños menores de 5 años presenta pasó de 24.5 a 11.6 por ciento (Organización Panamericana de la Salud, 2016: 3). En ese sentido, ha habido una declinación promedio de 0,5 puntos porcentuales por año. Sin embargo, este 11,6 por ciento de baja talla para la edad oculta variaciones importantes por país. En Chile, Brasil y Argentina, menos de 10% de los niños presentan desnutrición crónica. En contraste, Guatemala que supera considerablemente a los países de la región con el 40% de niños y niñas menores de 5 años con desnutrición crónica.

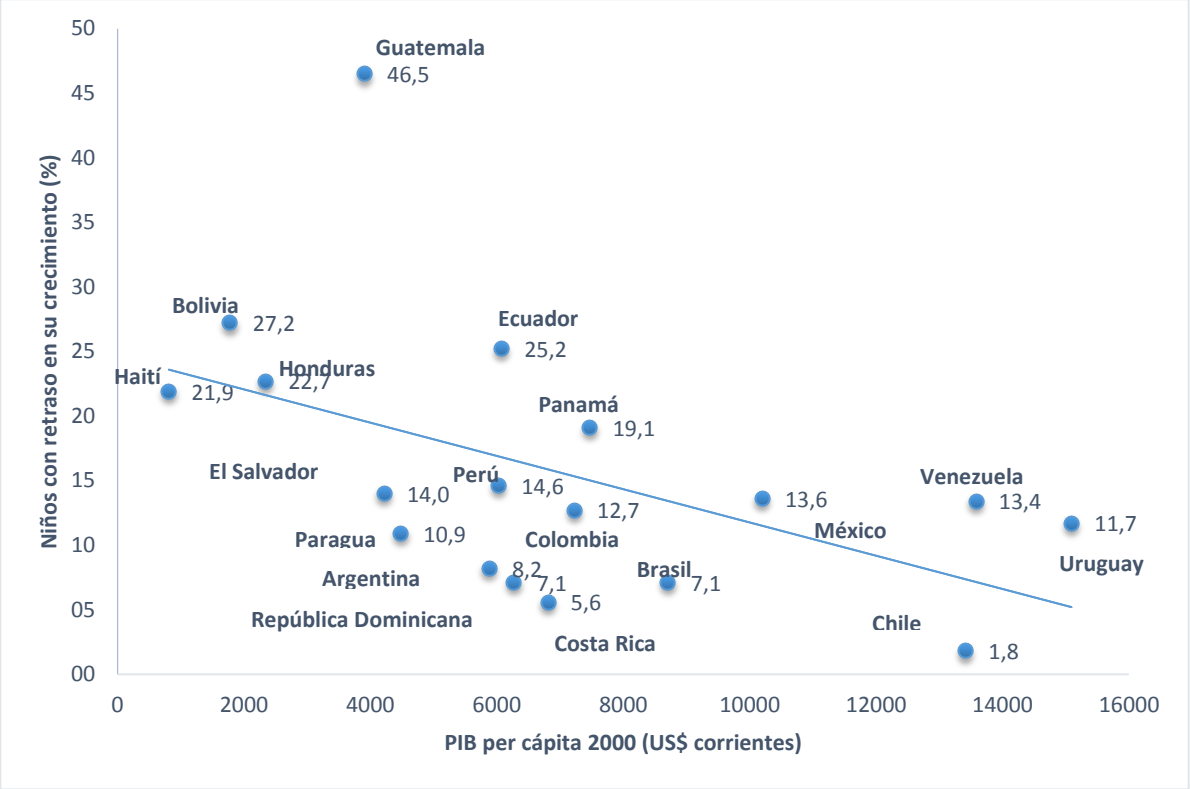
Gráfico 19. Desnutrición crónica en Latinoamérica y el Caribe 2004-2015



Fuente: Banco Mundial
Elaboración: Nicole Leines

Cuando relaciona la prevalencia de niños con baja talla para la edad con respecto al PIB per cápita en varios países de Latinoamérica resulta interesante ver que países como Chile y Costa Rica tienen porcentajes menores de niños con desnutrición crónica en relación con la línea de tendencia que su PIB per cápita predeciría. Por el contrario, países como Venezuela y Uruguay tienen porcentajes más altos de lo que su PIB per cápita predeciría. Además, Guatemala sigue siendo un valor atípico al contar con el 46,5 por ciento de niños y niñas con retraso en su crecimiento.

Gráfico 20. Relación de la desnutrición crónica respecto al PIB per cápita en Latinoamérica



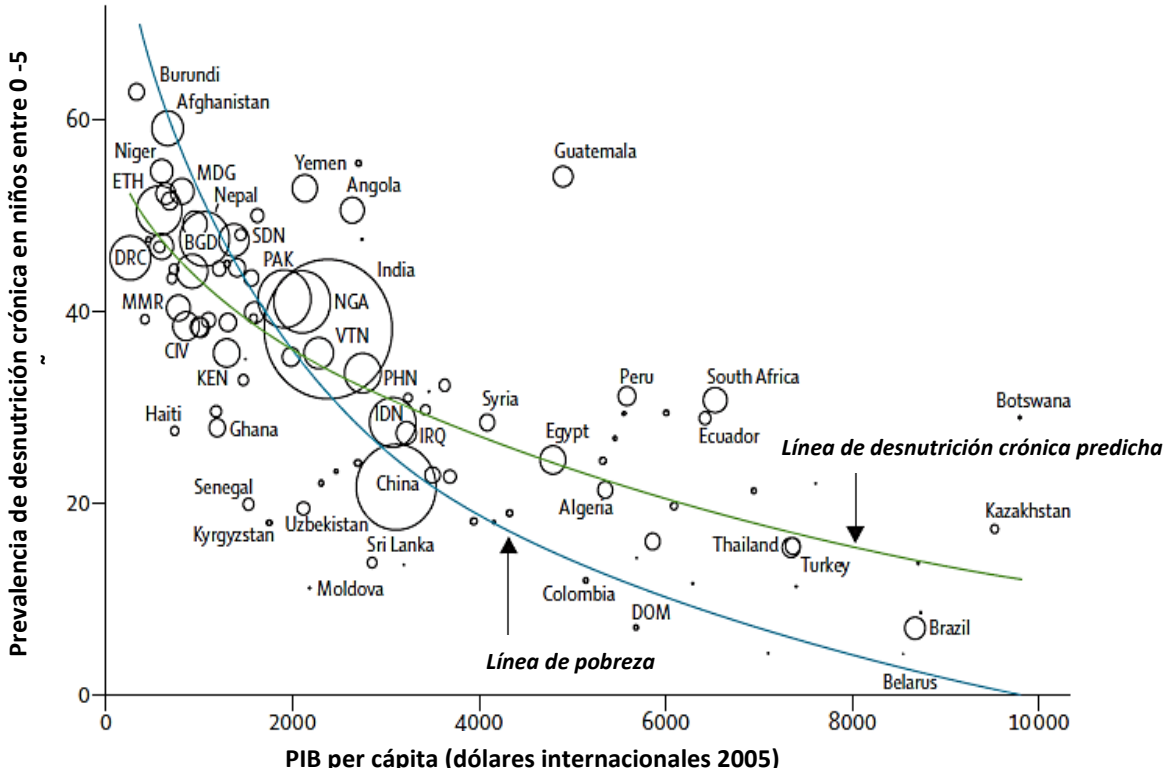
Fuente: Banco Mundial
Elaboración: Nicole Leines

El gráfico anterior, sugiere que los beneficios en términos de PIB per cápita de las economías más fuertes no siempre llegan a las poblaciones vulnerables en la región (Banco Mundial, 2010: 28). En el caso de Ecuador, sus resultados en términos de baja talla para la edad son superiores a lo que predeciría su PIB per cápita. Es decir, no ha logrado convertir su nivel de ingresos medios en mejores resultados nutricionales para su población.

Por otro lado, al comparar el porcentaje de desnutrición crónica entre distintos países con respecto a su nivel de ingresos según la metodología de efectos fijos utilizada por Ruel y su coautores (2013: 68) se puede apreciar que a medida que las economías crecen, las tasas de desnutrición crónica disminuyen. Sin embargo, esta disminución es mucho más lenta que la reducción de la pobreza asociada al crecimiento económico. En ese sentido, el incremento de 10% en el PIB per cápita predice una reducción de 5,9% en la desnutrición crónica y un 11% en la pobreza de individuos que viven con $ 1,25 por persona, por día (Ruel et al. 2013: 68).

Para el caso de Ecuador se puede observar que existe mucha variabilidad inexplicable en el efecto del PIB per cápita sobre la desnutrición crónica puesto que existen mayores tasas de desnutrición crónica de lo esperado para sus niveles de ingreso. En ese sentido, si bien el efecto PIB per cápita sobre la nutrición proviene de la combinación de políticas públicas aún existen factores que los hacedores de políticas públicas no logran controlar.

Gráfico 21. Prevalencia del retraso del crecimiento en niños de 0-5 años y PIB por persona



Nota: La mayoría de las observaciones para la prevalencia del retraso del crecimiento son de 2000-08. Las curvas ajustadas son regresiones localmente ponderadas de prevalencia de retraso en el crecimiento en niños de 0-5 años y pobreza (<$1.25 por persona, por día), con respecto al PIB por persona. El tamaño de los círculos representa la población estimada de niños con retraso de 0 a 5 años, aproximadamente en 2005, sobre la base de la multiplicación de la prevalencia del retraso del crecimiento por las estimaciones de la ONU de la población de niños de 0-5 años. Los datos provienen principalmente de las Encuestas Demográficas y de Salud, con observaciones para algunos países procedentes de la OMS. PIB = producto interno bruto. BGD = Bangladesh. CIV = Côte d'Ivoire. DOM = República Dominicana. RDC = República Democrática del Congo. ETH = Etiopía. IDN = Indonesia. IRQ = Irak. MDG = Madagascar. MMR = Myanmar (Birmania). KEN = Kenia. NGA = Nigeria. PAK = Pakistán. PHN = Filipinas. SDN = Sudán. VTN = Vietnam.

Elaboración: LANCET (2013)

1. Distribución de la desnutrición en el Ecuador

Dentro del país la talla baja para la edad o desnutrición crónica continúa siendo un problema de salud pública puesto que afecta al 23.9% de los niños y niñas de 0 a 60 meses según la Encuesta de Condiciones de Vida (2014). En total, se calcula que 362.810 niños menores de cinco años en el Ecuador presentan desnutrición crónica. Sin embargo, las tasas de prevalencia varían dependiendo del sexo, edad, etnia, nivel socioeconómico, escolaridad de la madre y ubicación geográfica.

La prevalencia de baja talla por edad alcanza el 26 por ciento en niños y un 21,6 por ciento entre niñas. Comparando los datos de la ECV (2014) con la ENSANUT (2012) se puede observar que la brecha entre niños y niñas se ha incrementado.

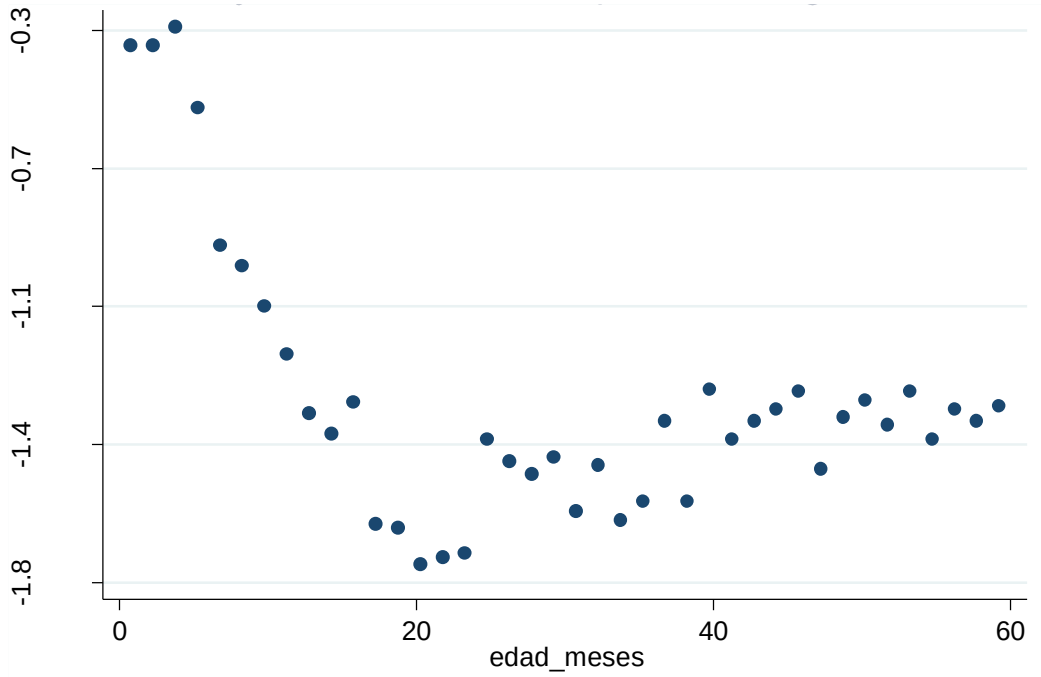
Tabla 15. Prevalencia de baja talla para la edad entre niños y niñas menores de 5 años en el Ecuador

	Desnutrición crónica (2012)	Desnutrición crónica (2014)
Sexo		
Masculino	25.8	26.0
Femenino	24.6	21.6
Edad en meses		
0-5	9.5	14.7
6-11	19.9	20.1
12-23	32.6	31.5
24-35	29.1	27.2
36-47	27.2	22.6
48-60	21.9	20.3
Etnicidad		
Indígena	42.3	48.4
Afroecuatoriana	17.7	19.3
Montubia	21.3	21.8
Mestiza, blanca u otros	24.1	21.6
Quintil económico		
Q1	36.5	35.4
Q2	28.5	26.3
Q3	20	17.7
Q4	18.1	14.7
Q5	13.8	12.6
Escolaridad de la madre		
Analfabeta	38.8	26.1
Primaria	27.6	30.2
Secundaria	20.6	15.0
Superior	15.4	13.1
Subregión		
Sierra urbana	27.1	22.9
Sierra rural	38.4	39.3
Costa urbana	18.5	18.5
Costa rural	24.7	22.4
Amazonía urbana	17.9	19.4
Amazonía rural	27.2	37.9
Galápagos	10.6	17.6
Quito	20.6	25.5
Guayaquil	21.7	15.6
Zonas de planificación		
Zona 1	25.4	25.71
Zona 2	23.2	28.48
Zona 3	39.4	36.64
Zona 4	19.8	18.42
Zona 5	25.7	22.61
Zona 6	30.8	33.76
Zona 7	22.8	19.95
Zona 8	20.7	16.11
Zona 9	21.6	25.36
Nacional	25.2	23.9
Total	1 721 226	1,518,032

Fuente: ENSANUT (2012) & ECV (2014)
Elaboración: Nicole Leines

Cuando se analiza la prevalencia de desnutrición crónica por edad, en el Ecuador se observa que las mayores tasas de retraso del crecimiento son entre los niños entre 12 y 23 meses de edad con 31,5%. Un dato preocupante es el incremento de tasa de desnutrición crónica durante los primeros seis meses de vida de 14.7% a 20.1%.

Gráfico 22. Puntaje Z de talla media para la edad, según la edad



Fuente: Ministerio Coordinador de Desarrollo Social
Elaboración: Nicole Leines

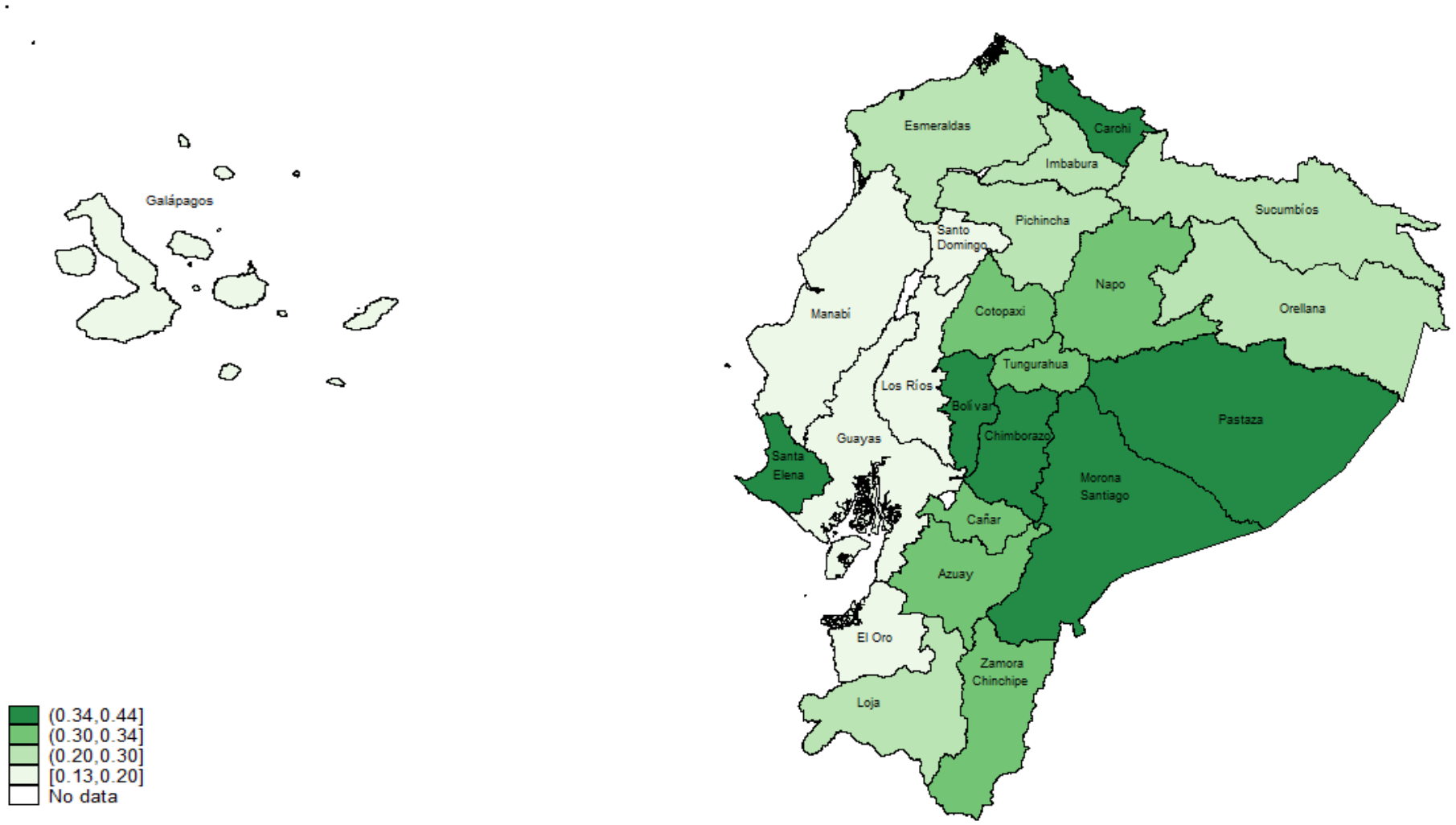
Según el gráfico, el puntaje Z de talla por edad promedio decae dramáticamente durante el primer año de vida. En ese sentido, el momento decisivo para intervenciones que eviten la ocurrencia de desnutrición crónica son los dos primeros años de vida porque es el período en el cual se produce la baja talla por edad.

Por otro lado, la mayor prevalencia de desnutrición crónica es entre la población indígena. Según la ECV (2014) el 48.6% de los niños y niñas indígenas están desnutridos a comparación del 42.3% según la ENSANUT (2012). Es decir, los niños indígenas tienen una probabilidad mucho mayor de tener desnutrición crónica.

Una vez desagregada esta información por quintil económico, el retardo de crecimiento en los quintiles 1 y 2 alcanza 35.4% y 26.3% respectivamente (ECV, 2014). En contraste, en el quintil 5 solamente el 12.6% tiene baja talla para la edad.

La desnutrición crónica en niños y niñas de madres analfabetas es de 26.1% versus el 13.1% que se presenta en hijos de madres con instrucción superior. Con respecto a los datos arrojados por la ENSANUT (2012) el porcentaje de niños y niñas con desnutrición de madres analfabetas ha disminuido. Sin embargo, el porcentaje de niños y niñas con desnutrición de madres con escolaridad primaria se ha incrementado de 27.6% a 30.2%.

Gráfico 23. Prevalencia de retardo en talla (T/E <-2DE) en la población de 0 a 60 meses, por provincias



Fuente: ECV (2014)
Elaboración: Nicole Leines

El mapa contrasta gráficamente las tasas de desnutrición en niños menores de cinco años en las diferentes provincias del Ecuador. Geográficamente, Bolívar, Chimborazo y el Carchi tienen el peor estado nutricional con tasas de retraso del crecimiento superior al 34%. Esas son también las dos provincias con mayor concentración de población indígena en el país con 26% y 38% respectivamente (INEC, 2014). La región de los Andes muestra un peor estado nutricional comparado con la Costa e incluso la Amazonia.

Enfoque de la política pública en términos de nutrición infantil en el Ecuador

La caracterización y dimensión de la desnutrición crónica en el Ecuador refleja que el problema no ha podido erradicarse en su totalidad; en este sentido, la evidencia muestra que sigue siendo un reto para la política pública. Por lo tanto, es necesario conocer qué se ha hecho con respecto a este tema e identificar las potenciales razones por las que este problema no ha podido solucionarse.

Carranza (2011) en su tesis de maestría sistematiza la evolución de los programas de alimentación y nutrición en el Ecuador; y las características de la política pública alrededor de los mismos. En su trabajo se concluye que antes del año 2004 no existió una adecuada planificación y el diseño de los programas fue débil; que no se priorizó el diseño y programación; no se unificaron criterios de focalización; no se realizaron estudios de base; se masificaron programas sin sustentos técnicos; y los órganos de coordinación interinstitucional e intersectorial fueron débiles o inexistentes (Carranza, 2011: 98).

Tabla 16. Sistematización de las etapas en la evolución de los programas de alimentación y nutrición

Período	Características en los Programas	Características de la Política Pública
Antes de 1995	• Conjunto de intervenciones aisladas, intermitentes de poco impacto y de marcado carácter asistencial. • Coberturas bajas. • Problemas de diseño.	• Asistencial. • Poca planificación. • Selección discrecional de los sectores a atender. • Financiamiento externo.
De 1995 a 1999	• Nuevo modelo de gestión, OI (PNUD) administra los recursos públicos y de la cooperación externa, realiza a nombre del Gobierno los procesos contractuales de la logística (producción y distribución). • Incorporación de productos fortificados contratados a las empresas privadas. • Intervenciones continuas, enfocadas a resultados. • Criterios operativos y no técnicos de focalización. • Asistencia Técnica externa, varias consultorías. • Unidad de Gestión de Colación Escolar (ente anexo a PNUD) administra el Programa.	• Procesos de reforma del Estado. • Financiamiento mixto (presupuesto nacional y de la cooperación internacional). • Se entrega la administración de los recursos a OI (PNUD y PMA) quienes cobran una tasa administrativa del 3,5 por ciento. Los OI realizan a nombre del Gobierno los procesos de contratación de los recursos humanos, bienes (alimentos) y servicios de los programas (logística). • **Criterios de eficiencia del gasto público.** • Unidades de Gestión como entes para la implementación de programas y proyectos.

		• Poca incorporación de los programas a los ministerios y **desarticulados de sus otras intervenciones.**
De 2000 a 2003	• Incorporación de Almuerzo Escolar, surgimiento del PANN 2000 y Comedores Comunitarios. • Expansión masiva de los programas (PAE pasa de 500 mil beneficiarios a 1'400.000 escolares atendidos). • Se utiliza el modelo de gestión de PAE para los otros programas. PMA administra los recursos (públicos y donación del USDA) • Utilización política y clientelar de los programas. • Importa atender a más beneficiarios, por ejemplo PAE atiende en promedio a 1'400.000 únicamente entre 40 a 60 de los 120 días programados.	• Crisis económica. • Plan Nacional de Emergencia. Programas aparecen como una red de protección ante la crisis. • **No existe planificación.** • Surgimiento de varios programas PANN 2000 y Comedores Comunitarios. Utilización política y clientelar de los programas. • Funcionarios de los programas designados bajo **criterios políticos.**
De 2004 a 2006	• Énfasis en criterios de focalización, AE utiliza SELBEN. • Intentos por realizar estudios de impacto: PANN 2000 evaluación de Mi Papilla (ICT), AE Línea de Base (STFS), PAE evaluación (UNESCO). • Se definen las poblaciones a atender por cada programa (Ley de Seguridad Alimentaria). • AE se enfoca en preescolares. • Varios intentos (poco efectivos) por armonizar y coordinar intervenciones. • Programas funcionan de manera aislada entre sí y con los ministerios rectores.	• Condicionantes del BM y BID para integración y armonización de los programas. • Definiciones técnicas y programáticas impuestas por OI (BM y BID). • Creación del SIAN y CONASAN. • Susceptibilidad a la utilización clientelar en los programas. • **Incorporación de criterios de focalización en función de pobreza**. • Programas financiados totalmente por el presupuesto público. • **Ley de Seguridad Alimentaria y Nutricional**.
A partir de 2007	• Reestructuración de los programas, buscan tener una perspectiva integral de garantía de derecho a la alimentación, se busca orientar la compra a pequeños y medianos productores. • Unidad de Gestión del PANN 2000 es incorporada al MSP. Restructuración integral de Aliméntate Ecuador. • Se busca el desarrollo de productos alternativos. • MCDS con el mandato de armonizar y coordinar las intervenciones de los distintos programas. Aparece la propuesta INTI (Intervención Nutricional Territorial Integrada) y la	• Estado como garante de derechos; Estado controla, regula y administra los procesos públicos. • Incremento del presupuesto social. • **Concepción de inversión y no gasto.** • **Mayor planificación.** • Recursos crecientes. • Nueva Ley de Contratación Pública permite la administración de procesos desde los programas. • Se crea la Unidad de Compras Públicas para la Alimentación. • La alimentación y nutrición aparecen de manera explícita dentro de los Planes de Desarrollo.

	estrategia nacional para la reducción acelerada de la desnutrición. • Mayor profesionalización de cuadros técnicos y administrativos dentro de los programas. • A partir de 2008 programas administran completamente los recursos públicos y realizan la contratación de bienes y servicios a través del Portal de Compras Públicas.	• **<u>Se busca fortalecer la institucionalidad y rectoría de los ministerios.</u>** Las unidades ejecutoras de los programas son incorporadas dentro de la estructura de los ministerios respectivos.

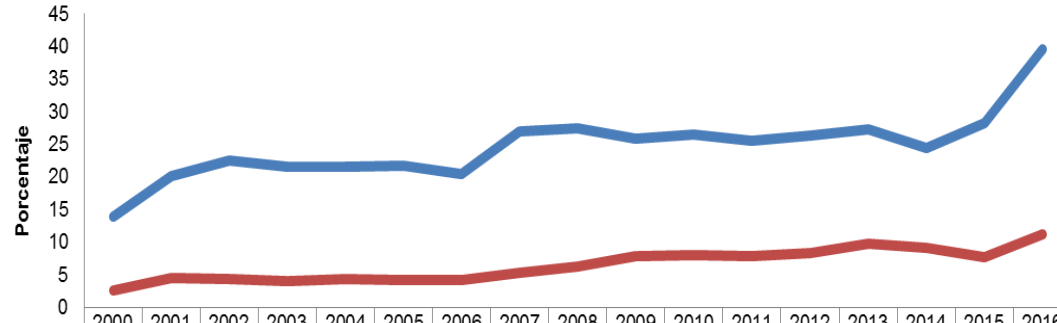
Elaboración: César Carranza Barona (2011)

Adicionalmente, desde el año 2004 hasta el año 2006 no se pudieron identificar instrumentos de política pública en alimentación y nutrición que definan con precisión metas, recursos y se articulen acciones orientadas a garantizar los derechos constitucionales; a su vez continuó existiendo un fuerte matiz político y una débil planificación (Carranza, 2011: 99).

Por otro lado, a partir del año 2007 si bien se promulgó la Agenda Social donde identifican a los programas de alimentación como instrumentos de una política nutricional, no estuvo clara la institucionalidad que debió liderar ese proceso; en consecuencia se generó la duplicación de lineamientos y funciones en los distintos Ministerios (Carranza, 2011: 101). A partir de la Constitución del 2008, se propusieron metas y retos ambiciosos, sin embargo, su alcance estuvo supeditado por prácticas y estructuras institucionales burocratizadas que limitaron las intervenciones (Carranza, 2011: 106).

Para tener un escenario más completo, la evaluación del gasto social es una buena medida de la importancia que se ha dado a la política social. Como se puede observar en el gráfico a continuación, la evolución del gasto social en relación al PIB ha sufrido incrementos a lo largo del tiempo; partiendo en el año 2000 de 2.6% hasta el año 2016 al 11.2% del PIB. Examinando el comportamiento del gasto social, con referencia al PIB, se observa que, en promedio, la participación de la ejecución de recursos alcanzó el 6.4%. A sí mismo, el porcentaje del gasto social con respecto al PGE pasó de 13.9% en el año 2000 hasta el 39.5% en el año 2016.

Gráfico 24. Evolución del gasto social en relación al PIB y al PGE 2000-2016



	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
%Presupuesto General	13,9	20,1	22,5	21,5	21,5	21,8	20,5	26,9	27,5	25,8	26,5	25,6	26,3	27,3	24,4	28,2	39,5
%PIB	2,6	4,5	4,3	4,1	4,3	4,2	4,2	5,3	6,3	7,8	8	7,9	8,3	9,7	9,2	7,7	11,2

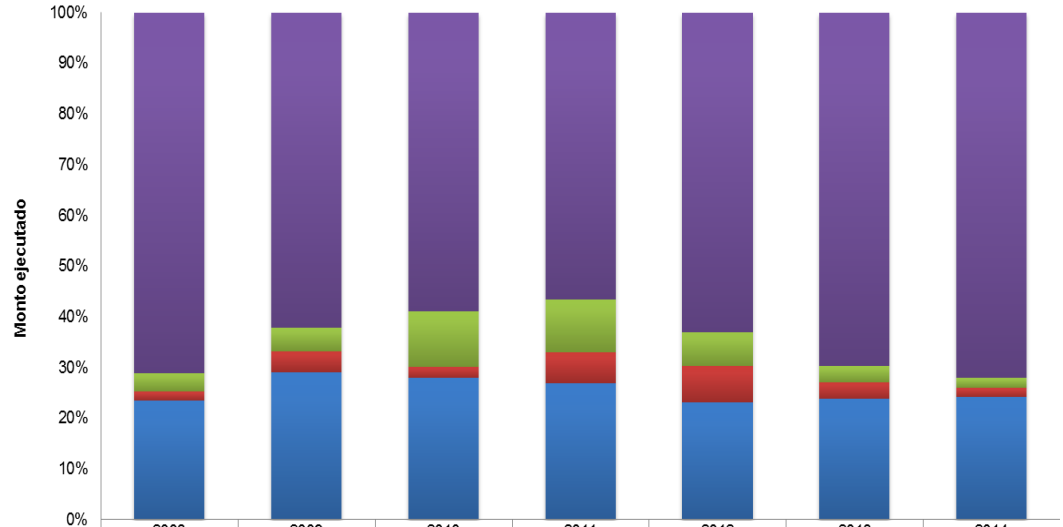
Fuente: MCDS en base a series históricas del BCE
Elaboración: Nicole Leines
Nota: Desde el 2007 se incorpora al Sector Social el MAGAP y la Secretaría Nacional del Migrante; los valores del 2007 y 2008 excluyen estas instituciones para volver la serie comparable en el tiempo.

El permanente incremento de las asignaciones de recursos al gasto social demuestra un compromiso claro del Gobierno Central frente a los retos de política pública. Sin embargo, un desglose más extensivo del gasto social relacionado a nutrición se encuentra en el gráfico a continuación. El Ministerio Coordinador de Desarrollo Social (2015) realizó una estimación de la inversión de programas y proyectos relacionados a la reducción de la desnutrición crónica infantil durante el período 2008-2014.

En el gráfico se puede apreciar que el sector salud ha representado la mayor proporción del monto ejecutado a lo largo del tiempo, seguido por la alimentación y nutrición en los programas de desarrollo infantil. De hecho para el año 2014, salud y desarrollo infantil representan el 96% de los montos ejecutados.

A pesar de que en el año 2014 se gastó 3 veces más que en el año 2008, la inversión en términos de alimentación y nutrición se ha caracterizado por tener una participación baja con respecto al gasto social, y al gasto del PGE. En promedio representa un 2.55% con respecto al gasto social, tomando en cuenta el período 2008-2014; y un 1.6% con respecto al gasto del PGE, considerando el período 2009-2013.

Gráfico 25. Montos ejecutados en proyectos relacionados a la nutrición 2008 – 2014



	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Salud	$63.319.169,70	$90.034.018,15	$105.295.614,64	$105.992.413,14	$132.217.440,65	$157.788.893,63	$200.887.509,83
Programas de Alimentación	$3.172.876,42	$6.615.320,68	$19.777.467,03	$19.431.906,15	$14.170.461,33	$7.362.418,98	$5.378.838,74
Agua y Saneamiento	$1.556.732,97	$5.940.595,70	$3.751.041,21	$11.668.448,67	$14.980.911,13	$7.242.094,24	$5.037.705,75
Alimentación en Desarrollo Infantil	$20.858.154,75	$42.075.331,43	$50.014.768,79	$50.342.546,24	$48.471.511,19	$54.130.798,39	$67.512.312,85

Fuente: Ministerio Coordinador de Desarrollo Social (2015)

Por otro lado, más específicamente considerando el gasto social en programas focalizados relacionados a nutrición, la tabla 17 permite apreciar estos programas representaron el 0,09% del PIB, 0,28% del gasto público total y 1,01% del gasto del sector social para el año 2012.

Tabla 17. Participación de proyectos en alimentación y nutrición en el gasto social

Concepto	2010	2011	2012
Acción Nutrición (millones de dólares)	44,5	109,3	33,5
Proyecto PANI (millones de dólares)	3,1	6,3	17,0
Proyecto Desnutrición Cero (millones de dólares)	13,3	25,0	26,3
Acción Nutrición % Sector Social	0,77%	1,66%	0,44%
Acción Nutrición % PGE	0,21%	0,44%	0,12%
Acción Nutrición % PIB	0,06%	0,14%	0,04%
Proyecto PANI % Sector Social	0,05%	0,10%	0,22%
Proyecto PANI % PGE	0,01%	0,03%	0,06%
Proyecto PANI % PIB	0,00%	0,01%	0,02%
Proyecto Desnutrición Cero % Sector Social	0,23%	0,38%	0,35%
Proyecto Desnutrición Cero % PGE	0,06%	0,10%	0,10%
Proyecto Desnutrición Cero % PIB	0,02%	0,03%	0,03%
Total Acción Nutrición y Proyectos % Sector Social	1,06%	2,13%	1,01%
Total Acción Nutrición y Proyectos % PGE	0,29%	0,57%	0,28%
Total Acción Nutrición y Proyectos % PIB	0,09%	0,18%	0,09%

Fuente: SIISE
Elaboración: Nicole Leines

Ahora bien, específicamente la estrategia Acción Nutrición tiene como objetivo contribuir a erradicar la desnutrición crónica de niños y niñas menores de 5 años, a través del diseño e implementación de mecanismos de política pública y coordinación interinstitucional, nacional y local (MCDS, 2015: 6). Sin embargo, un aspecto importante a considerar es que Acción Nutrición trabaja de manera coordinada con la estrategia Infancia Plena para asegurar niñas y niños bien alimentados y con un adecuado crecimiento y desarrollo (MCDS, 2015: 6). Este aspecto reconoce que la nutrición no puede ser un tema aislado de otros componentes de desarrollo en el niño.

Los ejes de la estrategia acción nutrición son:

- Acceso a servicios
- Hábitos de consumo y cuidado
- Hábitat saludable (de 0 a 5 años)

Por otro lado, los ejes de la estrategia infancia plena son:

- Acceso y cobertura
- Calidad de los servicios
- Trabajo con la familia y comunidad (generación de capacidades)

La estrategia Acción Nutrición en el año 2015 se encontraba liderada por el MCDS y articulaba a los ministerios del frente social (MSP, MIES, MINEDUC, MIDUVI, SENAGUA Y MAGAP) como actores principales. Así también la estrategia infancia plena trabaja en red, es decir, agrupa los servicios sociales de los sectores de salud, inclusión social y educación que actúan en el territorio.

Una característica importante es que el Ministerio Coordinador de Desarrollo Social en base a la Encuesta de Salud y Nutrición (ENSANUT, 2012) desarrolló un modelo estadístico que permite detectar las familias con niñas y niños en situación de vulnerabilidad utilizando el Registro Social (MCDS, 2015: 31).

Sin embargo, la existencia de intervenciones no implica que los programas estén cumpliendo con los objetivos para los que fueron creados. De hecho, es posible que muchas de estas políticas existan en papel, pero no en la práctica. Además, como se vio en el capítulo 1, es necesario considerar el hecho de que la desnutrición es también una intervención conductual. La eficiencia de las políticas que se implementan dependerá de la gente que actúe de maneras específicas.

En el año 2010, se realizó el Taller *"Modelos de atención a la Primera Infancia – Lecciones de política para la Región Andina"* por iniciativa del Ministerio de Coordinación de Desarrollo Social de Ecuador y con el auspicio del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), en el que se encontró que los principales desafíos en términos de política pública para el Ecuador fueron los siguientes:

1. *Cumplir con los mandatos de la Constitución de 2008, que amplía significativamente los derechos sociales y económicos de la población.*
2. *Cumplir con las políticas, estrategias y metas del Plan Nacional del Buen Vivir 2009-2013.*
3. *Articular la intervención pública.*
4. *Definir las mejores y más adecuadas modalidades de atención.*
5. *Mejorar la calidad de los servicios.*
6. *Hacer un efectivo seguimiento y monitoreo de los estándares.*

Con respecto a estos desafíos, se puede precisar tal como lo hace Kagan, et al. (2016: 17) que "a pesar de contar con documentos guías, éstos no son lo suficientemente específicos como para alentar una planificación integral; y, frecuentemente no van acompañados de los recursos, orientación y mecanismos de rendición de cuentas que aseguren su implementación". En el mismo orden de ideas, aunque se tengan en agenda necesidades urgentes, y en consecuencia se utilicen métodos probados y efectivos para cubrir la demanda de servicios de la población; si no se cuenta con infraestructura física y humana, no se generarán resultados sostenibles en el tiempo (Kagan, et al., 2016: 17).

A su vez, aunque existan estándares, esto no significa que haya certeza en el éxito de los programas. Por lo tanto, el uso de un monitoreo efectivo de los programas y de evaluaciones son herramientas de política cuya calidad debe ser examinada (Kagan, et al., 2016: 23). En consecuencia, es importante no poseer diferentes estándares para diversas iniciativas. Debido a que su existencia genera desigualdades involuntarias para los niños atendidos por los proveedores con niveles de calidad variables que exacerban la inequidad y la desigualdad (Kagan, et al., 2016: 23).

Con respecto al punto anterior, generalmente los sistemas de información no son considerados como una herramienta para el reforzamiento continuo de la calidad, el desarrollo de políticas, o para la construcción de indicadores de resultado e impactos (Kagan, et al., 2016: 27). En ese sentido, es necesario generar una cultura a través de acciones estratégicas que conduzcan al correcto uso de la información, en lugar de utilizarlo solamente como un depósito de información. Por ejemplo, tal como lo establece Kagan, et al. (2016: 28) se pueden "construir sistemas de información intersectoriales integrados de tal manera que se puedan rastrear diferentes resultados asociados al bienestar de los niños y sus familias".

Por otro lado, en sus tesis de maestría Sandra Naranjo (2014: 18) señala que el principal reto en el Ecuador en términos de nutrición es la falta de capacidad para implementar efectivamente ciertas políticas públicas; y en su estudio encuentra tres principales problemas en la falta de capacidad para prestar servicios públicos de manera eficiente:

- **Falta de capacidad técnica:** está relacionada principalmente con la complejidad de la desnutrición. Por un lado, se trata de una tarea de implementación intensiva de servicios; un problema de comportamiento que implica múltiples agentes simultáneamente; y tiene una ventana de oportunidad para la acción (Naranjo, 2014: 19).

- **Falta de capacidad organizacional:**

    1. *Trampas de capacidad*: emergen cuando un país no tiene lo que se requiere para funcionar eficazmente. Es decir, las organizaciones parecen estar trabajando bien en forma cuando, en realidad, no tienen la funcionalidad de una institución eficaz (Naranjo, 2014: 20). En ese sentido, solamente la información es un poderoso instrumento para generar un diagnóstico acertado y mejorar las organizaciones.

    2. *Falta de coordinación:* tiene que ver con la identificación de relaciones de rendición de cuentas en cinco aspectos: delegación, finanzas, desempeño, información sobre desempeño y cumplimiento (Naranjo, 2014: 24). Una debilidad en uno de estos elementos implicará un fallo en la prestación del servicio (Naranjo, 2014: 24). Para ello, menciona que es importante el compromiso entre el formulador de políticas y el proveedor final; y la relación entre los responsables políticos.

- **Trampas de capacidad en el nivel de agente:** está relacionado con la falta de creación de un entorno flexible y organizaciones para promover el rendimiento adecuado, y miembros dispuestos a crear valor público (Naranjo, 2014: 25).

Esta visión del problema contribuirá más adelante para establecer diferentes lineamientos en términos de política pública. Sin embargo, aún existen otros problemas que pueden emerger en términos de equidad con respecto a la nutrición.

Si bien es necesario respetar las demandas y necesidades de la comunidad, no se puede perder de vista la dependencia que existe entre las unidades administrativas descentralizadas con respecto al financiamiento (Kagan, et al., 2016: 20). En ese sentido, aquellas localidades que cuenten con capacidades técnicas y de implementación más sólidas, pueden ofrecer servicios de mejor calidad, exacerbando de este modo las desigualdades entre las mismas (Kagan, et al., 2016: 20).

Por otro lado, hay diferencias salariales significativas proporcionalmente a la carrera de educación: inicial, primaria, secundaria, superior. De esta manera, esto se traduce en escasez de trabajadores altamente calificados (Kagan, et al., 2016: 21). Por ejemplo, los educadores del nivel inicial perciben remuneraciones más bajas que las de los profesores de escuela primaria. Esta situación desincentiva al personal profesional.

Finalmente, un aspecto que tiene que ver con las trampas de capacidad a nivel de agente es la sostenibilidad de la política pública. Por ejemplo, si un líder político toma alguna decisión importante, pero esta pasa a ser desmontada en cuanto su sucesor entra en funciones, el esfuerzo realizado se pierde (Kagan, et al., 2016: 26).

Costo de oportunidad de la desnutrición crónica en el Ecuador

Hasta el momento se ha presentado el enfoque de política pública conjuntamente con la inversión que ha representado la nutrición en el Ecuador. Sin embargo, es necesario también presentar el costo de oportunidad que representa la no atención de este problema. De lo contrario, no se podría establecer un profundo sentido de urgencia al respecto. En ese sentido, se utilizan los resultados obtenidos por la CEPAL en el año 2017, los cuales dimensionan las múltiples implicaciones de la desnutrición crónica para la población.

Según CEPAL (2017) los efectos de la desnutrición infantil se presentan en tres dimensiones: salud, educación y productividad. En el caso de salud, toman en cuenta los casos de morbilidad por enfermedad diarreica aguda (EDA), la infección respiratoria aguda (IRA) y las atenciones por desnutrición. En el caso de educación, se considera el número de casos de repetición entre los niños con desnutrición. Y finalmente, en términos de productividad se toma en cuenta las muertes extras que se asocian a la desnutrición, y el menor nivel educativo de quienes han sufrido desnutrición infantil y se incorporan a la población en edad de trabajar (PET).

1. Efectos en salud

Los efectos de la desnutrición en salud se miden a partir de las diferencias de mortalidad y morbilidad entre las personas que tuvieron desnutrición en su infancia y quienes no la presentaron (CEPAL, 2017: 74). La atención de la desnutrición genera un efecto en la salud de la población y un aumento en la demanda potencial de servicios (CEPAL, 2017: 74). En base a las estimaciones de Naciones Unidas de mortalidad para los años previos a 2014, se estima que se habrían generado 338.986 muertes producto de la desnutrición crónica. Esto se traduce en 43.5 millones de dólares.

2. Efectos en educación

La desnutrición genera brechas de aprendizaje en niños y niñas; en consecuencia existe una mayor probabilidad de repetir como de desertar y, asimismo, provoca un menor rendimiento escolar (CEPAL, 2017: 76). De los 84.000 casos repitentes ecuatorianos, los autores estimaron que el 32% de estos individuos habrían sufrido desnutrición antes de cumplir los cinco años de vida (CEPAL, 2017: 76). En este escenario, los costos estimados en términos de educación ascendieron a 27 millones de dólares para el año 2014.

3. Efectos en productividad

El perfil educativo en Ecuador puede generar impactos muy diferentes en la productividad; el 20% de quienes han sufrido desnutrición en Ecuador no alcanzarían a completar la educación primaria, proporción que representa solo 7% entre los no desnutridos (CEPAL, 2017: 77). No obstante, más de la mitad de la población desnutrida alcanza a completar la primaria y un 11% la secundaria, y en la población que no sufre desnutrición la mitad completa la secundaria y cerca de un cuarto termina primaria (CEPAL, 2017: 77). Dada la desnutrición, la diferencia de escolaridad entre la población con baja talla y quienes no padecen de esta problema es de 2,3 años en Ecuador (CEPAL, 2017: 77). En este escenario, los costos ascienden a 2528 millones de dólares.

4. Costos totales

Finalmente, según CEPAL (2017) en el año 2014 el costo total asociado a desnutrición resultó 1,5 veces mayor que el costo asociado a sobrepeso y la obesidad en Ecuador. Para la CEPAL (2017: 91) esta diferencia se presenta principalmente al carácter intertemporal de las consecuencias económicas de la desnutrición infantil, cuya magnitud afecta la productividad potencial de la población en edad de trabajar (PET).

Tabla 18. Costo total asociado a la desnutrición

Costo total asociado a la desnutrición *Millones de dólares*		
	2005	**2014**
Salud	14,8	43,5
Educación	4,2	27,2
Productividad	1217,4	2528
Total	1.237	2.599
Total como % del PIB	3,4%	2,58%

Fuente: CEPAL (2017)
Elaboración: Nicole Leines

Lineamientos de política pública

Al ser la desnutrición un problema sistémico como se pudo evidenciar en el primer capítulo de la presente disertación, que puede influenciar negativamente toda la vida de un individuo, debería ser considerado como un problema social y económico, y ser tratado desde diferentes dimensiones. Por otro lado, el modelo econométrico desarrollado en el capítulo 2 ayudó a dilucidar la importancia de investigar más a fondo con respecto a las variables a nivel de familia que influyen en la relación entre nutrición y habilidades cognitivas. Lo anterior sobre todo aplica en los hogares con características evidentes de vulnerabilidad como en situación de pobreza, quienes deberían ser tratados como prioritarios.

Dadas las consideraciones anteriores, para lograr un desarrollo infantil integral hay dos dimensiones fundamentales que son importantes de tomar en cuenta: la calidad de los servicios y la calidad de las personas que están incorporadas a los programas (Banco Interamericano de Desarrollo, 2010: 41). Más específicamente, para Lynn Kagan la calidad debe enfocarse en el niño, su contexto familiar y comunitario, y, en torno a estos ejes, situar las áreas que deben ser atendidas. Además, debe ser sostenible en el tiempo, y enfatiza que esto sólo es posible si se cuenta con un sistema que trabaje en conjunto (Banco Interamericano de Desarrollo, 2010: 42).

Sin embargo, resalta de sobremanera que en este sistema se necesita contar con siete engranajes imprescindibles que están relacionados unos con otros. De tal manera que si falla uno de los engranajes, falla todo el conjunto. Estos engranajes son los siguientes:

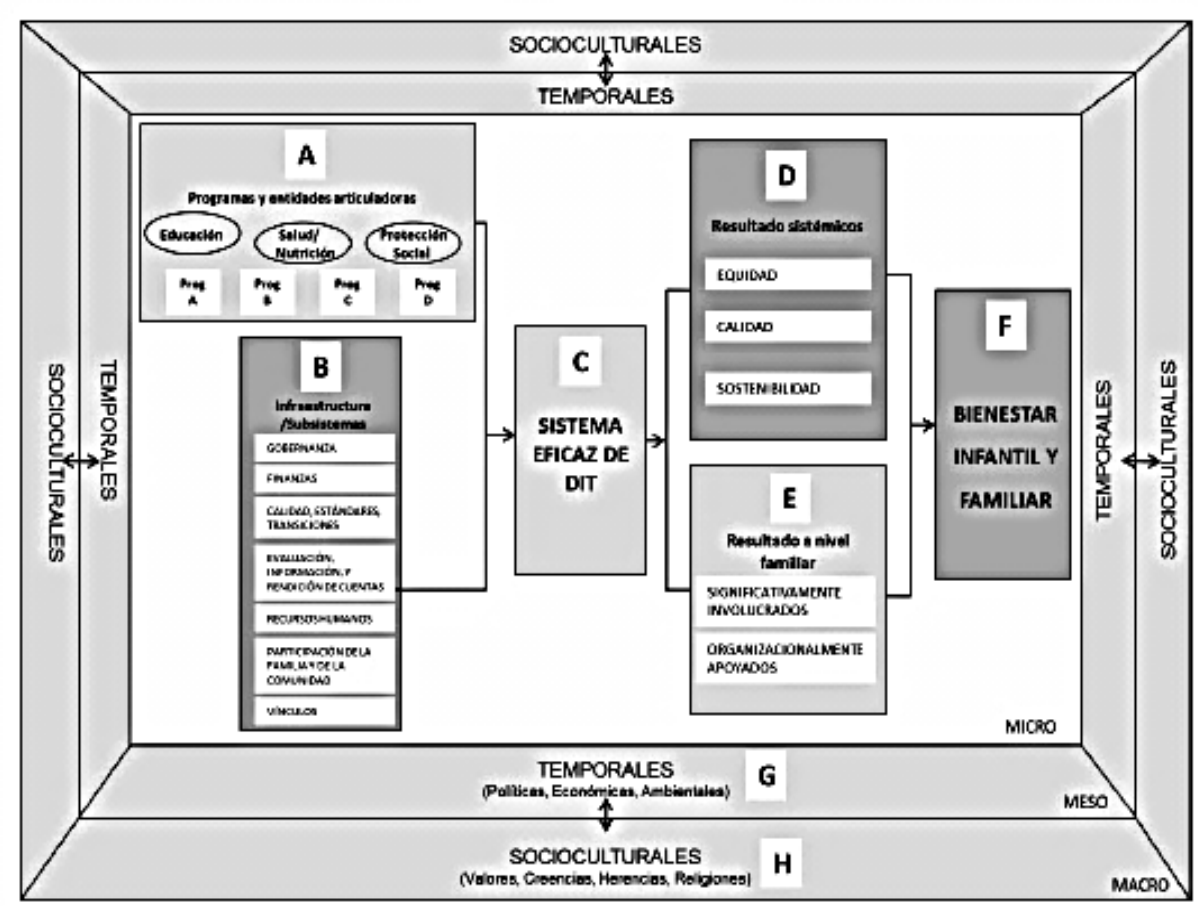
1. Gobernanza
2. Financiamiento
3. Calidad del programa
4. Rendición de cuentas
5. Recursos humanos
6. Involucramiento de la familia y la comunidad
7. Vinculación con otros programas y servicios

Conceptualmente, la integración implica pasar de los servicios organizados desde el punto de vista del proveedor a los servicios organizados alrededor del desarrollo y las necesidades de cada niño y su familia (Kagan, et al., 2016: 15). La ventaja general éste es que ofrece una vía efectiva para recolectar información sistémica como la mencionada anteriormente (Kagan, et al., 2016: 15).

Con el propósito de lograr este objetivo, en muchos países se han desarrollado mecanismos de coordinación horizontal y vertical (Kagan, et al., 2016: 16). La coordinación horizontal busca vincular la provisión de servicios entre sectores; y la coordinación vertical promueven la coherencia de la provisión de servicios en todos los niveles de gobierno (Kagan, et al., 2016: 16). Sin embargo, es importante evaluar la equidad interinstitucional a partir de tres elementos de la provisión de servicios: acceso equitativo a los servicios; distribución equitativa de presupuestos, y tanto distribución como remuneración equitativas de personal (Kagan, et al., 2016: 18).

Es necesario proporcionar documentos reforzados por herramientas de política coadyuvantes y por recursos, y tomar en cuenta que la implementación del sistema no es simple ni puede lograrse a corto plazo (Kagan, et al., 2016: 17).

Gráfico 26. La teoría del cambio de sistemas



Fuente: Kagan (2015)

1. Gobernanza

El propósito del componente de gobernabilidad es que el liderazgo defienda y aproveche recursos fiscales y humanos suficientes para apoyar servicios de calidad familias (Centro de Asistencia Técnica de la Primera Infancia, 2015: 8).
El enfoque de este componente es asegurarse de que existan estructuras y asociaciones para apoyar sistemas eficaces y eficientes de prestación de servicios estatales que provean acceso equitativo a los servicios para todos los niños elegibles y sus familias (Centro de Asistencia Técnica de la Primera Infancia, 2015: 8).

Las características de una gobernanza eficaz incluyen la participación, el aporte de las partes interesadas, el consenso, la transparencia, la capacidad de respuesta y la comunicación efectiva (Centro de Asistencia Técnica de la Primera Infancia, 2015: 8). Es esencial que el liderazgo estatal desarrolle asociaciones de colaboración que incluyan roles y responsabilidades específicos para todas las entidades del sistema a nivel de gobierno dentro del sistema familias (Centro de Asistencia Técnica de la Primera Infancia, 2015: 8). El sistema debería contar con mecanismos que faciliten una comunicación clara, la colaboración y la construcción de relaciones con las partes interesadas y los asociados a todos los niveles.

2. Finanzas

El propósito del componente de finanzas es asegurar que existan los recursos suficientes para apoyar y sostener todos los componentes del sistema, facilitando la implementación de prácticas basadas en evidencia (Centro de Asistencia Técnica de la Primera Infancia, 2015: 15). Los sistemas deben estar actualizados en los datos de utilización de servicios, la demografía de los niños atendidos y las oportunidades de colaboración y alineación con otros programas de atención temprana y educación que sirven a las mismas poblaciones (Centro de Asistencia Técnica de la Primera Infancia, 2015: 15). Este componente incluye: proceso de planificación financiera/previsión; datos fiscales; obtención y asignación de recursos, utilización de fondos y desembolsos; y, la supervisión y rendición de cuentas.

Un sistema fuerte y fiscalmente sólido que es sostenible en el tiempo es impulsado por un proceso de planificación financiera que está alineado con un sistema más grande para satisfacer la infraestructura del programa y las necesidades de prestación de servicios, tanto a corto como a largo plazo (Centro de Asistencia Técnica de la Primera Infancia, 2015: 15). El proceso de planificación debe ser informado por datos actuales y precisos para proporcionar una imagen clara de los costos del sistema, los ingresos y las necesidades proyectadas (Centro de Asistencia Técnica de la Primera Infancia, 2015: 15).

3. Calidad

El propósito del componente de calidad del personal es guiar en la planificación, desarrollo, implementación y evaluación de un sistema integral de desarrollo de personal (Centro de Asistencia Técnica de la Primera Infancia, 2015: 25). Este componente es el principal mecanismo por el cual el estado se asegura de las personas en situación de vulnerabilidad reciban servicios de personal bien informado, capacitado, competente y altamente calificado, y que exista el número suficiente de personal para satisfacer las necesidades de servicio (Centro de Asistencia Técnica de la Primera Infancia, 2015: 25).

Un sistema eficaz debe coordinar y atender las necesidades tanto para el número de personal como para el apoyo y cualificación de sus funciones en el sistema de servicio (Centro de Asistencia Técnica de la Primera Infancia, 2015: 25). Este componente incluye: liderazgo, coordinación y sostenibilidad; normas del personal estatal; desarrollo de personal; desarrollo de personal en servicio; reclutamiento y retención; y evaluación.

4. Rendición de cuentas

El propósito del componente de rendición de cuentas es guiar un proceso continuo de revisión y evaluación de los sistemas de la para identificar áreas para mejorar en todos los niveles de gobierno (Centro de Asistencia Técnica de la Primera Infancia, 2015: 36). El proceso proporciona una dirección en la determinación de estrategias que logren un sistema de calidad, eficaz y eficiente que conduzcan a mejores resultados para los niños y sus familias (Centro de Asistencia Técnica de la Primera Infancia, 2015: 36).

La verdadera rendición de cuentas hace que los estados sean responsables de un proceso sostenible que garantice la calidad y la mejora continua (Centro de Asistencia Técnica de la Primera Infancia, 2015: 36). El enfoque general de este componente es facilitar el logro de resultados positivos para los niños y las familias (Centro de Asistencia Técnica de la Primera Infancia, 2015: 36). Este componente incluye: planificación para la rendición de cuentas y el mejoramiento; recolección y análisis de datos de rendimiento; y el uso de resultados para la mejora continua.

5. Estándares de calidad

El propósito del componente de estándares de calidad es guiar un proceso continuo de evaluación de la calidad de sus programas y servicios, con el fin de apoyar eficazmente el aprendizaje temprano y los resultados positivos para el niño y la familia, estos programas deben guiarse por estándares basados en evidencia para constituir calidad en los programas de atención temprana y educación (Centro de Asistencia Técnica de la Primera Infancia, 2015: 42). Este componente incluye estándares de nivel de niños y estándares de nivel de programa.

Existen tres tipos de estándares importantes. El primero, se refiere a estándares de los resultados precisos y medibles que los niños y niñas deberían obtener como resultado de recibir servicios (Kagan, et al., 2016: 23). El segundo tipo son los estándares del programa, relacionados con la naturaleza de los servicios que los niños y niñas deberían recibir (Kagan, et al., 2016: 23). La tercera clase de estándares tienen que ver con las certificaciones profesionales que determinan lo que educadores, médicos, enfermeras y trabajadores sociales necesitan saber y ser capaces de hacer para proveer los servicios eficazmente (Kagan, et al., 2016: 23).

6. Sostenibilidad

Se refiere a la continuación real de los servicios directos que se entregan a los niños y a los apoyos necesarios para sostenerlos (Kagan, et al., 2016: 26). Así, además la búsqueda de de financiamiento duradero es esencial. Esta cuestión puede ser analizada desde dos perspectivas: primero, la suficiencia de los fondos para la provisión actual de servicios y, segundo, la durabilidad de la fuente de financiamiento en el tiempo (Kagan, et al., 2016: 26).

La capacidad institucional está asociada a todos los desafíos que surgen en el esfuerzo por generar, manejar y utilizar los sistemas de información (Kagan, et al., 2016: 28). La transición hacia sistemas donde la unidad de análisis es el individuo, es necesario para que las personas puedan ser rastreadas a través de su trayectoria de vida (Kagan, et al., 2016: 28). El avance hacia un enfoque más integral y la creación de entidades articuladoras apuntan a la necesidad de construir sistemas de información integrados para propósitos de planificación, monitoreo y rendición de cuentas (Kagan, et al., 2016: 27). El gráfico 27 es un marco desarrollado por Black et al (2013: 16) que refleja las acciones necesarias para lograr una nutrición y desarrollo óptimo del feto y del niño, y está relacionada con los lineamientos de política pública que se consideraron anteriormente.

Modelo de gestión

Sin embargo, para que esta integración funcione es necesario utilizar un modelo práctico para la gestión de los procesos anteriormente mencionados, y aquí se propone la gestión de transición. La gestión de transición es un modelo multinivel de gobernanza que configura procesos de coevolución utilizando visiones, experimentos de transición y ciclos de aprendizaje y adaptación (Kemp., Loorbach., & Rotmans., 2007: 78). La gestión de la transición ayuda a las sociedades a transformarse de una manera gradual y reflexiva, combinando las ventajas del incrementalismo con las ventajas de la planificación (Kemp., Loorbach., & Rotmans., 2007: 78).

La perspectiva coevolucionaria implica que la planificación sencilla así como las estrategias incrementales son insuficientes porque dan lugar a soluciones subóptimas (Kemp., Loorbach., & Rotmans., 2007: 80). El modelo de gestión de transición trata de coordinar diferentes niveles de gobernanza y fomentar el auto organización a través de nuevos tipos de interacción, ciclos de aprendizaje y acción para innovaciones radicales que ofrezcan beneficios de sostenibilidad (Kemp., Loorbach., & Rotmans., 2007: 80). Los problemas que se tratan de solucionar son los siguientes:

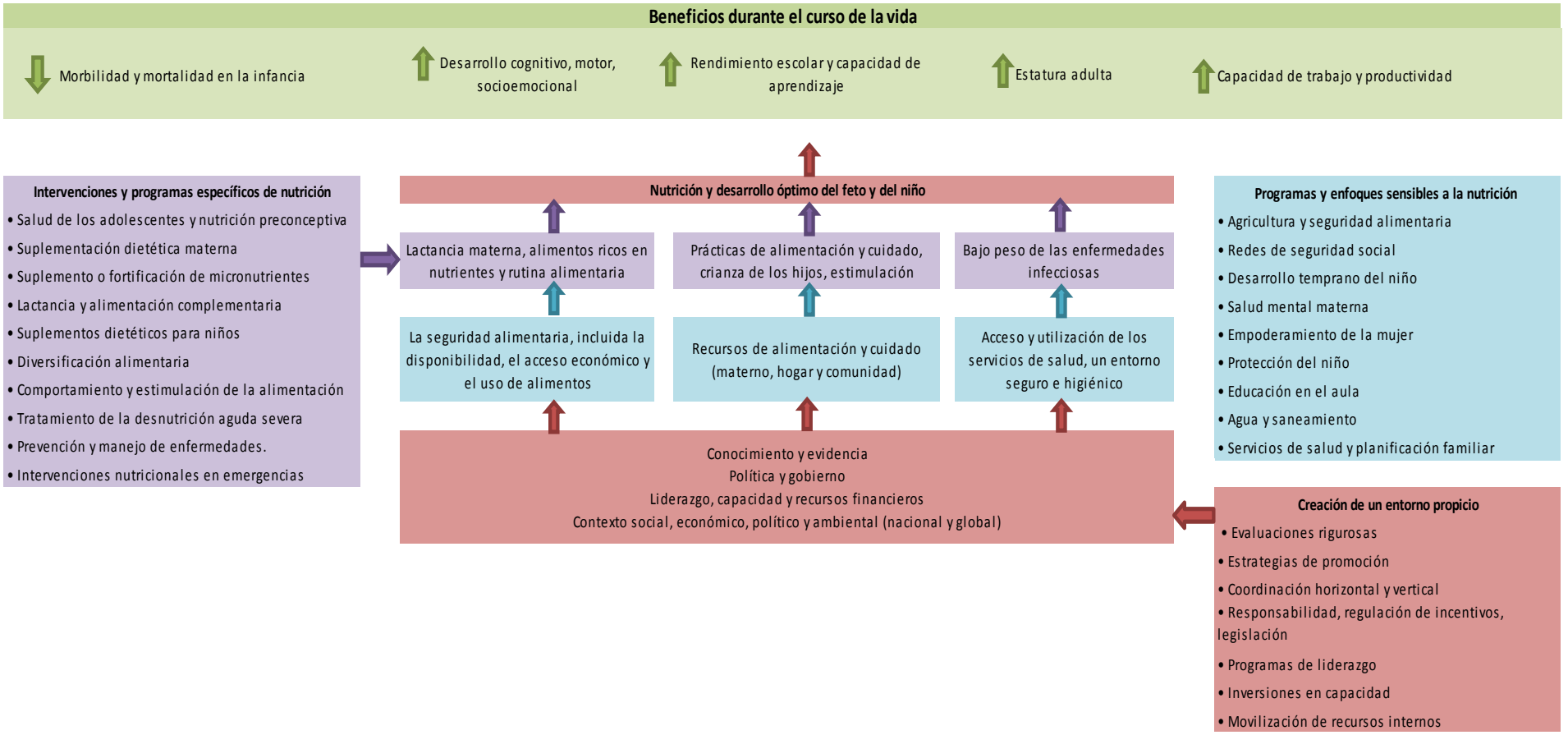
1. Disidencia

Considera que las personas tienen diferentes perspectivas sobre la naturaleza del problema y soluciones al respecto (Kemp., Loorbach., & Rotmans., 2007: 81). Una solución inmediata que señalan Kemp., Loorbach., & Rotmans (2007: 80) es la deliberación continua e iterativa, y la evaluación en un discurso bien organizado (Kemp., Loorbach., & Rotmans., 2007: 81). Para ello se pueden utilizar diferentes métodos de estructuración de problemas y llegar a una definición del problema compartido (Kemp., Loorbach., & Rotmans., 2007: 81). La evaluación a largo plazo puede conducir a su vez a una mejor comprensión de los impactos sistémicos (Kemp., Loorbach., & Rotmans., 2007: 81).

2. Control distribuido

El control se distribuye entre varios actores con diferentes creencias, intereses y recursos; esto exige la cooperación y la gestión en términos de red (Kemp., Loorbach., & Rotmans., 2007: 81). En necesario contar con otra forma de gestión de la red que se ocupe de expresar los objetivos a largo plazo y la gestión de los procesos de transición para que la formulación de visiones conjuntas y metas comunes ayude a los actores a coordinar sus acciones (Kemp., Loorbach., & Rotmans., 2007: 81).

Gráfico 27. Marco de acciones para lograr una nutrición y desarrollo fetal e infantil óptimos



Fuente: LANCET (2013)
Elaboración: Nicole Leines

3. *Determinación de pasos a corto plazo*

La acción a corto plazo para el cambio estructural a largo plazo constituye un gran problema para los responsables de la formulación de políticas (Kemp., Loorbach., & Rotmans., 2007: 81). Para ello se debería utilizar una estrategia dual de razonamiento hacia adelante y razonamiento hacia atrás según Kemp., Loorbach., & Rotmans (2007: 81). El razonamiento adelante se basaría primero en análisis de tendencias y ejercicios de pronóstico. En segundo lugar, el razonamiento hacia atrás consiste en la identificación de lecciones útiles para facilitar los cambios (Kemp., Loorbach., & Rotmans., 2007: 81). La retroalimentación puede ayudar a identificar experimentos estratégicos y ayudar a establecer metas para nuevos sistemas (Kemp., Loorbach., & Rotmans., 2007: 81).

4. *Peligro de bloqueo*

Existe el peligro de que exista un bloqueo en soluciones particulares que no son óptimas desde una perspectiva a largo plazo (Kemp., Loorbach., & Rotmans., 2007: 81). Una manera de evitar este peligro desde una perspectiva de sostenibilidad según Kemp., Loorbach., & Rotmans (2007: 81) es el desarrollo y uso de una cartera de opciones, la misma que debe revisarse y adaptarse periódicamente.

5. *Miopía política*

Los políticos tienen que aceptar que una transición toma una generación o más y estar dispuestos a esperar resultados a largo plazo (Kemp., Loorbach., & Rotmans., 2007: 82). Para ello, es necesario crear un espacio de transición fuera de los ciclos políticos de corto plazo para que puedan surgir soluciones innovadoras y radicales, así como nuevas coaliciones y decisiones de consenso (Kemp., Loorbach., & Rotmans., 2007: 82).

Las actividades de gestión de la transición tienen como objetivo influir, organizar y coordinar procesos a diferentes niveles para que se alineen y se refuercen mutuamente (Kemp., Loorbach., & Rotmans., 2007: 82).

Gráfico 28. Enfoque multinivel para la gestión de la transición



Fuente: Kemp, Loorbach & Rotmans (2009)
Elaboración: Nicole Leines

Esto ayuda a lidiar con el tema del control distribuido porque cada actor está influyendo al menos en alguna parte del sistema. En la gestión de la transición los actores estatales y no estatales se reúnen para coproducir y coordinar políticas de manera iterativa y evolutiva sobre diferentes políticas (Kemp., Loorbach., & Rotmans., 2007: 82). La transición ofrece un marco para la integración de políticas con los siguientes tipos de políticas:

1. Política científica: evaluaciones de la sostenibilidad de las innovaciones de sistemas, estudios de transiciones pasadas y en curso, centrándose en el papel de la política y la utilidad de los diversos modelos de gobernanza.

2. Política de innovación: creación de alianzas de innovación, programas de innovación y desarrollo para tecnologías sostenibles, utilización de experimentos de transición y alineación de las políticas de innovación con los objetivos de transición.

3. Política sectorial: mediante adquisiciones, regulaciones o el uso de incentivos económicos, eliminación de barreras para el desarrollo de innovaciones de sistemas y formulación de metas y visiones a largo plazo para orientar la investigación y la innovación.

En síntesis, la gestión de la transición consiste en organizar un proceso mediante el cual los diferentes elementos del proceso de transición pueden co-evolucionar: la percepción conjunta de problemas, visión, agenda, instrumentos, experimentos y monitoreo a través de un proceso de aprendizaje social sobre innovaciones radicales y nuevos sistemas (Kemp., Loorbach., & Rotmans., 2007: 83).

Conclusiones

El objetivo general de la presente disertación fue identificar el reto para la política pública en el desarrollo integral de la primera infancia en el Ecuador, utilizando la relación entre nutrición temprana y habilidades cognitivas. Para ello, en primer lugar, se dimensionó el rol que tiene la nutrición en la acumulación de capital humano, y la importancia del desarrollo integral durante la primera infancia. En segundo lugar, se estimaron diferentes modelos econométricos que permitieron identificar el signo y magnitud del estado nutricional en el puntaje de vocabulario Peabody en las familias de la muestra. Posterior a ello, se realizó un diagnóstico, se analizó el enfoque de la política pública que se ha adoptado en el Ecuador, y finalmente se propusieron lineamientos de política pública. Las principales conclusiones son las siguientes:

Los modelos econométricos empleados fueron tres: OLS, efectos fijos, y efectos mixtos. Solamente en el modelo de efectos mixtos, el estado nutricional resultó estadísticamente significativo.

La presente disertación considera que los individuos pertenecientes a una misma familia tenderán a ser más similares en su comportamiento entre sí que respecto a los que pertenezcan a distintas familias. En ese sentido, el puntaje estandarizado en los puntos de muestreo se pudo explicar en parte por las diferencias en el estado nutricional en cada uno de ellos, donde un aumento en 1 desviación estándar de talla para la edad incrementa el puntaje en 0.7 puntos el puntaje de vocabulario.

La diferencia de los puntajes estandarizados, una vez se ha considerado el valor del estado nutricional para ellos, se puede atribuir un 25% a la familia a la que pertenecen. Sin embargo, con respecto a la variabilidad dentro de cada familia, que se estimó a través de la variación de los residuos fue del 42%, y por tanto quedó pendiente de explicar.

Los modelos mixtos analizan la relación entre los individuos y el medio en donde se desenvuelven. En términos de política pública, el hecho de poder separar el papel de cada uno de los componentes de la compleja estructura implicada puede llevar a un mejor conocimiento de la realidad para así poder intervenir más eficientemente (De la Cruz, 2008: 7). Por lo tanto, es necesario levantar una mayor cantidad de información a nivel de familia que permita esclarecer esta importante relación.

La razón por la cual se utilizó el estado nutricional fue porque cuanto más temprana se produce la desnutrición, mayor es la reducción del tamaño del cerebro, y cuanto más tiempo la desnutrición continúa, mayor es el efecto sobre el cerebro. En consecuencia, las acciones dirigidas a niños con una severa afectación al cerebro tengan poco efecto para revertir el daño a la productividad a largo plazo y la formación de capital humano.

La situación de la desnutrición en el Ecuador, que permanece muy por encima de otros países latinoamericanos clasificados según el Banco Mundial (2017) como economías de ingresos medianamente altos.

El costo total asociado a la desnutrición asciende a 2.599 millones de dólares para el año 2014. Por lo tanto, entender los mecanismos a través de los cuales la acumulación de capital humano se lleva a cabo, permite a los economistas usar este conocimiento para asignar trayectorias óptimas de inversión en el ser humano para generar a largo plazo crecimiento económico. De lo contrario, como se pudo evidenciar habrá costos para los posibles trastornos en la acumulación de capital humano.

La caracterización y dimensión de la desnutrición crónica en el Ecuador refleja que el problema no ha podido erradicarse en su totalidad. Si bien el permanente incremento de las asignaciones de recursos al gasto social demuestra un compromiso claro del Gobierno Central frente a los retos de política pública, la existencia de intervenciones no implica que los programas estén cumpliendo con los objetivos para los que fueron creados.

La teoría de sistemas se enfoca en la integración de la salud y nutrición con el aprendizaje desde el nacimiento, de tal manera que se produzcan mejores resultados. La teoría sugiere que mejorar el bienestar infantil y familiar solo será posible combinando los resultados sistémicos como equidad, calidad y sostenibilidad con los resultados a nivel familiar. Para lograr un desarrollo infantil integral la calidad debe considerar al niño, su contexto familiar y comunitario, y, en torno a ella, se sitúan las áreas que deben ser atendidas.

Sin embargo, si no se cuenta con infraestructura física y humana, no se generarán resultados sostenibles en el tiempo (Kagan, et al., 2016: 17). El avance hacia una provisión de servicios más integral requiere de compromisos fiscales mayores, se debe contar con el apoyo de una infraestructura articulada en torno a variables de producción esenciales, las que a su vez tienen que ser claras, estar vinculadas y ser consideradas como dignas de apoyo.

La información y la rendición de cuentas son esenciales para la sostenibilidad de cualquier sistema pues proveen las herramientas de información para monitorear la implementación y evaluar el desempeño, dos prerrequisitos para la planificación de largo plazo.

Es esencial llegar a una definición del problema compartido y generar un proceso de cambio estructural que debe ser institucionalizado. El modelo de gestión de transición trata de coordinar diferentes niveles de gobernanza y fomentar el auto organización a través un proceso de aprendizaje social sobre innovaciones radicales y nuevos sistemas para innovaciones radicales que ofrezcan beneficios de sostenibilidad.

Recomendaciones

En países en desarrollo se estima que más de 200 millones de niños menores de 5 años no pueden alcanzar su potencial en el desarrollo cognitivo debido a la pobreza, mala salud, nutrición pobre, y atención deficiente (Grantham-McGregor, et al., 2007: 60). Tomando en cuenta que si el estado nutricional no es el adecuado pueden presentarse problemas de salud que pueden llegar a ser transmitidos a generaciones posteriores, puede ser interesante investigar acerca de la transmisión intergeneracional que se deriva de la relación directa entre estado nutricional y formación de habilidades cognitivas.

Para la presente disertación se utilizó una base de datos de panel del período 2003-2008. Adicionalmente, se utilizó información disponible hasta el año 2014. En ese sentido, la investigación realizada puede verse complementada con información actualizada y con mayor alcance.

La presente disertación ha revelado que 42% de la relación queda pendiente de explicar. Por lo tanto, es importante explorar más a fondo sobre las características que podrían estar influyendo en la relación entre estado nutricional y formación de habilidades cognitivas.

Finalmente, se advierte que la utilización de los modelos multinivel empleados en la presente disertación deben ser acompañados de un modelo teórico y se debe tener cuidado en la interpretación de los resultados, de lo contrario puede dar como consecuencia interpretaciones erróneas.

Referencias Bibliográficas

Albright, Jeremy y Marinova, Dani (2010) Estimating Multilevel Models using SPSS, Stata, SAS and R. Indiana: Indiana University.

Anderson, David., Sweeney, Dennis., Williams, Tomas (2012). *Estadística para administración y economía* (Décimo primera ed.). México D.F.: Cengage Learning, Inc.

Angrist, Joshua y Pischke, Jörn-Ste¤en (2008). *Mostly harmless econometrics: An empiricist's companion* (Primera ed.). Princeton, New Jersey: Princeton university press.

Banco Mundial (2007). *Insuficiencia nutricional en el Ecuador: causas, consecuencias y soluciones* (No. 330.13/B215csnE). Washington D.C.: Banco Mundial. https://doi.org/10.1596/978-0-8213-7042-1

Banco Interamericano de Desarrollo (2011). *Memorias Taller Modelos de Atención a la Primera Infancia: Lecciones de Política para la Región Andina* (No. 7779). Inter-American Development Bank.

Banco Interamericano de Desarrollo (2015). *La crianza de los hijos: a favor de la intervención del gobierno.* En Los primeros años: el bienestar infantil y el papel de las políticas públicas (págs. 1-26). Washington, D.C.: BID.

Becker, Gary (1964). Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education (Tercera ed.). Chicago: The University of Chicago Press.

Becker, Gary y Tomes, Nigel (1986). Human capital and the rise and fall of families. *Journal of labor economics*, *4*(3, Part 2), S1-S39.

Becker, Gary (2011). *Reflections on the Economics of Education*. En Handbook of the Economics of Education, volume 4 *(xi-xiv).* Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53444-6.00015-8

Behrman, Jere (1996). The impact of health and nutrition on education. *The World Bank Research Observer*, *11*(1), 23-37. https://doi.org/10.1093/wbro/11.1.23

Behrman, Jere., Alderman, Harold., y Hoddinott, John (2004). The challenge of hunger and malnutrition. The Copenhagen Consensus 2004 project.

Ben-Porath, Yoram (1967). The production of human capital and the life cycle of earnings. *Journal of political economy*, *75*(4, Part 1), 352-365.

Berniell, Lucila., de la Mata, Dolores., Bernal, Raquel., Camacho, Adriana., Barrera-Osorio, Felipe., Álvarez, F., Brassiolo, Pablo y Vargas, Juan. (2016). Más habilidades para el trabajo y la vida: los aportes de la familia, la escuela, el entorno y el mundo laboral. *Reporte de Economía y Desarrollo*. Bogotá: Corporación Andina de Fomento (CAF).

Black, Robert., Allen, Lindsay., Bhutta, Zuliqar., Caulfield, Laura., de Onis, Mercedes., Ezzati, Majid., Mathers, Colin., Rivera, Juan., y Maternal and Child Undernutrition Study Group (2008). Maternal and child undernutrition: global and regional exposures and health consequences. *The Lancet*, *371*(9608), 243–260. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)61690-0

Blakemore, Sarah-Jayne y Frith, Uta (2007). *Cómo aprende el cerebro: las claves para la educación* (Primera ed.). Barcelona: Ariel.

Borghans, Lex., Duckworth, Angela., Heckman, James., y Weel, Bas (2008). The Economics and Psychology of Personality Traits. *Journal of human Resources, 43*(4), 972-1059.

Borjas, George (2016). Labor Economics (Séptima ed.). New York: McGraw-Hill.

Brewer, Dominic y Hentschke, Guilbert (2010). *Theoretical concepts in the economics of education.* En Economics of Education (págs. 3-8). Elsevier.

Cabrol, Marcelo y Székely, Miguel (Eds.) (2012). Educación para la transformación. Banco Interamericano de Desarrollo. Obtenido de https://publications.iadb.org/handle/11319/392

Cameron, Colin y Trivedi, Pravin. (2005). *Microeconometrics: Methods and Applications* (Primera ed.). New York: Cambridge University Press.

Carranza, César (2011). *Políticas Públicas En Alimentación Y Nutrición: Los Programas De Alimentación Social De Ecuador* (Tesis de maestría). Obtenido de http://www.flacsoandes.edu.ec/libros/125475-opac

Center on the Developing Child at Harvard University (2007). The Science of Early Childhood Development. Obtenido de http://developingchild.harvard.edu/science/national-scientific-council-on-the-developing-child/

Center on the Developing Child at Harvard University (2016). From Best Practices to Breakthrough Impacts: A Science-Based Approach to Building a More Promising Future for Young Children and Families. Obtenido de www.developingchild.harvard.edu

Crujeiras, Rosa y Sánchez, César (2012) Análisis de la varianza con efectos aleatorios.

Cunha, Flavio., Heckman, James., Lochner, Lance., y Masterov, Dimitry (2006). *Interpreting the evidence on life cycle skill formation*. En Handbook of the Economics of Education, volume 1 *(697-812).*

Cunha, Flavio., & Heckman, James (2007). The Technology of Skill Formation. *American Economic Review, 97*(2), 31-47. https://doi.org/10.1257/aer.97.2.31

Cunha, Flavio y Heckman, James (2009). The economics and psychology of inequality and human development. *Journal of the European Economic Association, 7*(2-3), 320-364. https://doi.org/10.1162/JEEA.2009.7.2-3.320

Currie, Janet y Hyson, Rosemary (1999). Is the impact of health shocks cushioned by socioeconomic status? The case of low birthweight. *American Economic Review, 89*(2), 245–250. https://doi.org/10.1257/aer.89.2.245

Currie, Janet y Douglas, Almond (2011). *Human capital development before age five.* En Handbook of labor economics, volume 4 (1315-1486). Elsevier.

Dekking, Frederik., Kraaikamp, Cornelis., Hendrik, Lopuhaa., y Ludolf, Meester (2005). *A Modern Introduction to Probability and Statistics: Understanding why and how*. Springer Science & Business Media.

De la Cruz, Francisco (2008) Modelos multinivel. *Revista peruana de epidemiología, 12*(3), 1-8.

De Onís, Mercedes., Garza, Cutberto., Victora, César. G., Onyango, Adelheid., Frongillo, Edgard., y Martinez, José (2004). El Estudio Multi-centro de la OMS de las Referencias del Crecimiento: Planificación, diseño y metodología. *Food and Nutrition Bulletin*, *25*(1), S15-S26.

Edmonds, Eric y Schady, Norbert (2012). Poverty alleviation and child labor. *American Economic Journal: Economic Policy, 4*(4), 100–124.

Eide, Eric y Showalter, Mark (2010). *Human Capital.* En Economics of Education (págs. 27-32). San Diego: Elsevier.

Equipo Gerencial del PRIDI. (2014). Programa Regional de Indicadores de Desarrollo Infantil (PRIDI). Marco Conceptual, Banco Interamericano de Desarrollo, División de Educación, Washington, DC. https://publications.iadb.org/handle/11319/5392

Fehr, Gerhard., Kamm, Alain., Jäger, Moritz., y FehrAdvice & Partners AG (2017). The Behavioral Change Matrix: A Tool for Evidence-Based Policy Making. En The Behavioral Economics Guide 2017, (47-53). Obtenido de http://www.behavioraleconomics.com.

Fernández, Andrés., Martínez, Rodrigo., Carrasco, Ignacio., y Palma, Amalia (2017). Impacto social y económico de la malnutrición: modelo de análisis y estudio piloto en Chile, el Ecuador y México. Santiago: Comisión Económica para América Latina (CEPAL)

Freire, Wilma., Ramírez, María., Belmont, Philippe., Mendieta, María., Silva, Katherine., Romero Natalia., Sáenz Klever., Piñeiros Pamela., Gómez, Luis., Monge, Rafael (2014). Tomo I: Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de la población ecuatoriana de cero a 59 años, ENSANUT-ECU 2012. Quito: Ministerio de Salud Pública del Ecuador e Instituto Nacional de Estadística y Censos.

Glewwe, Paul., & Jacoby, Hanan (1995). An economic analysis of delayed primary school enrollment in a low income country: the role of early childhood nutrition. *The review of Economics and Statistics*, *77*(2), 156-169.

Glewwe, Paul y King, Elizabeth (2001). The Impact of Early Childhood Nutritional Status on Cognitive Development: Does the Timing of Malnutrition Matter? *The World Bank Economic Review, 15*(1), 81-113. https://doi.org/10.1093/wber/15.1.81

Glewwe, Paul y Miguel, Edward (2007). *The Impact of Child Health and Nutrition on Education in Less Developed Countries.* En Handbook of Development Economics, volume 4 (3561–3606). https://doi.org/10.1016/S1573-4471(07)04056-9

Grantham-McGregor, Sally., Cheung, Yin., Cueto, Santiago., Glewwe, Paul., Richter, Linda., Strupp, Barbara., y International Child Development Steering Group (2007). Developmental potential in the first 5 years for children in developing countries. *The lancet*, *369*(9555), 60-70.

Greene, William (2012). *Econometric analysis* (Séptima ed.). Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.

Grossman, Michael (1972). On the concept of health capital and the demand for health. *Journal of Political economy, 80*(2), 223-255.

Grossman, Michael (2006). Education and nonmarket outcomes. En Handbook of the Economics of Education, volume 1 (577-633). Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/S1574-0692(06)01010-5

Gujarati, Damodar y Dawn, Porter (2010). Econometría (Quinta ed.). México: McGraw-Hill

Hanushek, Eric & Kimko, Dennis (2000). Schooling, labor-force quality, and the growth of nations. *American economic review*, *90*(5), 1184-1208.

Hanushek, Eric (1979). Conceptual and Empirical Issues in the Estimation of Educational Production

Functions. *The Journal of Human Resources, 14*(3), 351-388.

Harris, Douglas (2010). *Education Production Functions: Concepts*. En Economics of Education (págs. 127-129). Elsevier.

Heckman, James y Carneiro, Pedro (2003). Human capital policy. National Bureau of Economic Research, 53(3), 556–581. https://doi.org/10.3386/w9495

Heckman, James., Stixrud, Jora., y Urzua, Sergio (2006) The effects of cognitive and noncognitive abilities on labor market outcomes and social behavior. *Journal of Labor economics, 24* (3), 411-482.

Heckman, James., Lochner, Lance. J., y Todd, Petra (2006). *Earnings functions, rates of return and treatment effects: The Mincer equation and beyond.* En Handbook of the Economics of Education, volume 1 *(307-458).* Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/S1574-0692(06)01007-5

Heckman, James y Cunha, Flavio (2010). Investing in Our Young People Investing in Our Young People. *National Bureau of Economic Research,* (16201). https://doi.org/10.3386/w16201

Heinrich, Carolyn., Maffioli, Alessandro., y Vázquez, Gonzalo (2010). A Primer for Applying Propensity Score Matching: Impact-Evaluation Guidelines. Inter-American Development Bank, Office of Strategic Planning and Development Effectiveness. Inter-American Development Bank.

Hoddinott, John., Maluccio, Jhon., Behrman, Jere., Flores, Rafael., y Martorell, Reynaldo (2008). Effect of a nutrition intervention during early childhood on economic productivity in Guatemalan adults. *The lancet*, *371*(9610), 411-416.

Kagan, Sharon., Araujo, María., Jaimovich, Analía., & Cruz-Aguayo, Yyannú (2016). Una mirada al desarrollo infantil en América Latina y el Caribe desde la teoría y el pensamiento sistémico. Banco Interamericano de Desarrollo: División de Protección Social y Salud.

Kemp, René., Loorbach, Derk., y Rotmans, Jan (2009). Transition management as a model for managing processes of co-evolution towards sustainable development. *The International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, *14*(1), 78-91. http://dx.doi.org/10.1080/13504500709469709

Khandker, Shahidur., Koolwal, Gayatri., y Samad, Hussain (2010). Handbook on Impact Evaluation: Quantitative Methods and Practices. Washington D.C.: The World Bank.

Lassibille , Gérard y Navarro , María (2004). Manual de economía de la educación : Teoría y casos prácticos. Madrid: Piramide Ediciones.

Lassibille , Gérard y Navarro , María (2012). Un compendio de investigaciones en economía de la educación. Presupuesto y Gasto Público, 2012(67), 9-28.

Lleras-Muney, Adriana. (2005). The relationship between education and adult mortality in the United States. *The Review of Economic Studies, 72*(1), 189-221. https://doi.org/10.1111/0034-6527.00329

Lochner, Lance (2011). *Nonproduction Benefits of Education. Crime, Health, and Good Citizenship.* En Handbook of the Economics of Education, Volume 4 *(183-282).* Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53444-6.00002-X

Martorell, Reynaldo (2012). Intervenciones y opciones de políticas para combatir la desnutrición en Guatemala. Banco Interamericano del Desarrollo, Departamento de Países Belice, Centro

América, México, Panamá y República Dominicana. Washington, D.C.: División de Protección Social y Salud.

McCrary, Justin., & Royer, Heather. (2011). The effect of female education on fertility and infant health: Evidence from school entry policies using exact date of birth. *The American economic review, 101*(1), 158-195.

McMahon, Walter. (2006). Education finance policy: Financing the nonmarket and social benefits. *Journal of Education Finance, 32*(2), 264-284.

McMahon, Walter (2010). *The External Benefit of Education*. En Economics of Education (págs. 68-79). San Diego: Elsevier.

Ministerio Coordinador de Desarrollo Social (2015). Manual en RED Cuadernillo 3 Estrategia: Infancia Plena.

Ministerio Coordinador de Desarrollo Social (2015). Manual en RED Cuadernillo 4 Estrategia: Acción Nutrición.

Ministerio de Educación del Ecuador (2008). Resultados de las Pruebas Censales SER Ecuador 2008. Quito – Ecuador. Recuperado el 15 de Noviembre de 2015, de http://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/08/resultadoPruebasWEB.pdf

Ministerio de Educación del Ecuador (2013). Ecuador: Indicadores Educativos 2011-2012. Recuperado el 05 de Abril de 2015, de http://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/10/Indicadores_Educativos_10-2013_DNAIE.pdf

Naranjo, Sandra (2014). *Towards a New Way of Acting. When Willingness and Resources Are Not Enough Enough. Building State Capability: A Case Study Of Child Malnutrition In Ecuador* (Tesis de maestría). Cambridge: Harvard Kennedy School.

National Scientific Council on the Developing Child (2010). Early Experiences Can Alter Gene Expression and Affect Long-term Development. Harvard University, Center on the Developing Child.

Oded, Galor (2011). *Inequality, Human Capital Formation, and the Process of Development.* En Handbook of the Economics of Education, Volume 4 (441-493). Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53444-6.00005-5

Page, Marianne y Jaeger, David (2010). *Signaling in the labor market.* En Economics of Education (págs. 33-36). San Diego: Elsevier.

Paxson, Christina y Schady, Norbert. (2007). Cognitive development among young children in Ecuador the roles of wealth, health, and parenting. *Journal of Human resources, 42*(1), 49-84. https://doi.org/10.3368/jhr.XLII.1.49

Phillips, Deborah y Shonkoff, Jack. (Eds.) (2000). *From neurons to neighborhoods: The science of early childhood development*. Washington, D.C.: National Academy Press.

PREAL, Fundación Ecuador & Grupo Faro (2010). ¿Cambio Educativo o educación para el cambio? Informe de Progreso Educativo: Ecuador.

Ruel, Marie., Alderman, Harold., y Maternal and Child Nutrition Study Group (2013). Nutrition-sensitive interventions and programmes: how can they help to accelerate progress in improving maternal and child nutrition?. *The Lancet, 382*(9891), 536-551.

http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(13)60843-0

Salas, M. (2008). Economía de La educación: Aspectos teóricos y actividades prácticas (Primera ed.). Madrid: Pearson-Prentice Hall.

Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (2013). Plan Nacional Buen Vivir 2013-2017. Quito: Senplades.

Seoane, Javier (2014). ¿ Modelos mixtos (lineales)? Una introducción para el usuario temeroso. ETOLOGUÍA, 24, 15-37.

Schultz, Theodore (1959). Investment in man: An economist's view. *Social Service Review*, *33*(2), 109-117.

Schultz, Theodore (1961). Investment in Human Capital. American Economic Association, 51(1), 1-17.

Shekar, Meera., Heaver, Richard., y Lee, Yi-Kyoung. (2006). *Repositioning nutrition as central to development: A strategy for large scale action*. World Bank Publications.

Shonkoff, Jack. P., Richter, Linda., van der Gaag, Jacques., y Bhutta, Zulfiqar (2012). An integrated scientific framework for child survival and early childhood development. *American Academy of Pediatrics*, *129*(2), e460-e472. https://doi.org/10.1542/peds.2011-0366

Stock, James y Watson, Mark (2012). Introducción a la econometría (Tercera ed.). Pearson.

Strauss, Jhon y Thomas, Duncan (1998). Health, nutrition, and economic development. *Journal of economic literature*, *36*(2), 766-817.

The Early Childhood Technical Assistance Center (2015). *A System Framework for Building High-Quality Early Intervention and Preschool Special Education Programs.* Obtenido de http://ectacenter.org/~pdfs/pubs/ecta-system_framework.pdf

The National Human Genome Research Institute . (06 de Octubre de 2015). The National Human Genome Research Institute. Recuperado de www.genome.gov

UNICEF (2011) Part 2 –Technical Notes: Causes of Malnutrition. Adapted from: Lancet series on Maternal and Child Undernutrition 2008 and United Nations Children's Fund (1997), Conceptual framework for analyzing the causes of malnutrition, UNICEF, New York.

Vegas, Emiliana y Santibáñez, Lucrecia (2010). *La promesa del desarrollo en la primera infancia en América Latina y el Caribe*. Bogotá: Banco Mundial. Obtenido de http://siteresources.worldbank.org/INTLACINSPANISH/Resources/La_promesa_del_desarrollo_en_la_primera_infancia_web.pdf

Victora, Cesar., Adair, Linda., Fall, Caroline., Hallal, Pedro., Martorell, Reynaldo., Richter, Linda., Sachdev, Harshpal., y Maternal and Child Undernutrition Study Group (2008). Maternal and child undernutrition: consequences for adult health and human capital. *The lancet*, *371*(9609), 340-357. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)61692-4

Wooldridge, Jeffrey (2009). *Introducción a la econometría: un enfoque moderno* (Cuarta ed.). México D.F.: Cengage Learning.

World Health Organization. (2006). WHO child growth standards : length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height. WHO Press.

Anexos

Método de mínimos cuadrados ordinarios

Regresión Simple

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_i + u_i$$
$$Y_i = \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 X_i + \hat{u}_i$$
$$\widehat{Y}_i = \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 X_i$$
$$Y_i = \widehat{Y}_i + \hat{u}_i$$
$$\hat{u}_i = Y_i - \widehat{Y}_i$$

$$\sum \hat{u}_i^2 = \sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2 = \sum (Y_i - \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 X_i)^2$$
$$\frac{\delta \sum \hat{u}_i^2}{\delta \hat{\beta}_1} = 2 \sum \left(Y_i - \hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2 X_i\right)(-1) = 0$$
$$\sum \left(Y_i - \hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2 X_i\right) = 0$$
$$\sum Y_i - n\hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2 \sum X_i = 0$$
$$\sum Y_i = n\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 \sum X_i$$

$$\frac{\delta \sum \hat{u}_i^2}{\delta \hat{\beta}_2} = 2 \sum \left(Y_i - \hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2 X_i\right)(-X_i) = 0$$
$$\sum \left(Y_i - \hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2 X_i\right) X_i = 0$$
$$\sum X_i Y_i - \hat{\beta}_1 \sum X_i - \hat{\beta}_2 \sum X_i^2 = 0$$
$$\sum X_i Y_i = \hat{\beta}_1 \sum X_i + \hat{\beta}_2 \sum X_i^2$$

$$(\boldsymbol{La\ 1\ era\ ecuación\ /n})$$
$$\frac{\sum Y_i}{n} = \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 \frac{\sum X_i}{n}$$
$$\hat{\beta}_1 = \frac{\sum Y_i}{n} - \hat{\beta}_2 \frac{\sum X_i}{n}$$
$$\hat{\beta}_1 = \bar{Y} - \hat{\beta}_2 \bar{X}$$

$$(\boldsymbol{La\ 2da\ ecuación} * \boldsymbol{n})$$
$$n \sum X_i Y_i = n\hat{\beta}_1 \sum X_i + n\hat{\beta}_2 \sum X_i^2$$

$$(\boldsymbol{La\ 1era\ ecuación} * \sum \boldsymbol{X_i})$$
$$\sum X_i \sum Y_i = n\hat{\beta}_1 \sum X_i + \hat{\beta}_2 \left(\sum X_i\right)^2$$

$$(\boldsymbol{La\ 2da\ ecuación} * \boldsymbol{n}) - (\boldsymbol{La\ 1era\ ecuación} * \sum \boldsymbol{X_i})$$

$$n\sum X_iY_i - \sum X_i \sum Y_i = n\hat{\beta}_2 \sum X_i^2 - \hat{\beta}_2 (\sum X_i)^2$$

$$\hat{\beta}_2 \left[n\sum X_i^2 - (\sum X_i)^2 \right] = n\sum X_iY_i - \sum X_i \sum Y_i$$

$$\hat{\beta}_2 = \frac{n\sum X_iY_i - \sum X_i \sum Y_i}{n\sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

Sustituyendo en $\hat{\beta}_2$ los valores observados por sus desviaciones con respecto a la media:

$$\hat{\beta}_2 = \frac{n\sum x_iy_i - \sum x_i \sum y_i}{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$Tomando\ en\ cuenta\ que \sum x_i = \sum (X_i - \bar{X}) = \sum X_i - n\bar{X} = 0$$

$$\hat{\beta}_2 = \frac{\sum x_iy_i}{\sum x_i^2}$$

$$\hat{\beta}_2 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum (X_i - \bar{X})^2} = \frac{Cov(x,y)}{Var(x)}$$

Regresión múltiple

$$SSE = E[u_i^2] = E[u'u]$$

$$SSE = E[(y - X\beta)'(y - X\beta)]$$

$$SSE = E[(yy' - \beta'X'y - y'X\beta + \beta'X'X\beta)]$$

$$SSE = E[y'y - 2\beta'X'y + \beta'X'X\beta]$$

$$\frac{\delta SSE}{\delta \hat{\beta}} = -2E[X'y] + 2E[X'X]\beta = 0$$

$$[X'y] = E[X'X]\beta$$

Para que exista β es necesario cumplir ciertos requerimientos:

- La matriz $X'X$ debe ser invertible, es decir, debe ser no singular y tener rango máximo e igual a k.

Dadas las consideraciones anteriores, se puede pre-multiplicar en ambos lados de la matriz $[X'X]^{-1}$

$$E[X'X]^{-1}E[X'y] = E[X'X]^{-1}E[X'X]\beta$$

$$\beta = E(X'X)^{-1}E(X'y)$$

Sesgo de variable omitida

Problema: cuando se omite una variable relevante que en realidad pertenece a la verdadera función de regresión poblacional existirá un error de especificación.

Considerando el siguiente modelo como el PGD: $Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + u_i$

$$cov(X_1, u_i) = 0$$
$$cov(X_2, u_i) = 0$$
$$cov(X_1, X_2) \neq 0$$

Sin embargo, se decide estimar el siguiente modelo: $Y_i = \check{\beta}_0 + \check{\beta}_1 X_1 + \check{v}_i$

Por lo tanto, el $\check{\beta}_1$ del modelo mal especificado será el siguiente:

$$\check{\beta}_1 = \frac{\sum x_1 y_i}{\sum x_1^2}$$

$$\check{\beta}_1 = \frac{\sum x_1 (\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + u_i)}{\sum x_1^2}$$

$$\check{\beta}_1 = \beta_0 \frac{\sum x_1}{\sum x_1^2} + \beta_1 \frac{\sum x_1^2}{\sum x_1^2} + \beta_2 \frac{\sum x_1 X_2}{\sum x_1^2} + \frac{\sum x_1 u_i}{\sum x_1^2}$$

$$\sum x_i y_i = \sum x_i (Y_i - \bar{Y}) = \sum (x_i Y_i - x_i \bar{Y}) = \sum x_i Y_i - \bar{Y} \sum x_i$$
Tomando en cuenta que $\sum x_i = \sum (X_i - \bar{X}) = \sum X_i - n\bar{X} = 0$
$$\sum x_i y_i = \sum x_i Y_i = \sum X_i y_i$$

$$\check{\beta}_1 = \beta_1 + \frac{\beta_2 \sum X_1 X_2}{\sum x_1^2} + \frac{\sum X_1 u_i}{\sum x_1^2}$$

$$E[u_i / X_1] = 0$$

$$E[\check{\beta}_1 / X_1] = \beta_1 + \beta_2 \frac{cov(x1, x2)}{var(x1)}$$

De esta manera, se puede apreciar que el estimador para β_1 estará sesgado tanto por el parámetro β_2 como por la $\frac{cov(x1,x2)}{var(x1)}$. La relación entre $\check{\beta}_1$ y β_1 muestra que hay de dos casos en los que son iguales, es decir, $\check{\beta}_1$ es insesgado:

1. Cuando β_2=0
2. A pesar de que $\beta_2 \neq 0$, cuando X_1 y X_2 no están correlacionadas en la muestra.

Por lo tanto, el tamaño del sesgo estará determinado por:

$$E[\check{\beta}_1/X_1] - \beta_1 = \beta_2 \frac{cov(x1, x2)}{var(x1)}$$

Anatomía de la regresión

Es una aplicación del teorema formulado por Frisch-Waugh (1933) y revivido por Lovell (1963) con respecto a la relación entre el estimador de MCO y cualquier partición vertical de los datos de la matriz X. En este caso, se toma como aplicación la regresión múltiple. A manera de ejemplo se tomará el caso de la regresión con dos variables independientes[24]. El modelo econométrico general es el siguiente:

$$y = X'\beta + u$$

$$donde\ la\ matriz\ X\ tiene\ dimensión\ NxK$$

$$\begin{bmatrix} X_{11} & X_{21} \\ X_{12} & X_{22} \\ \vdots & \vdots \\ X_{1N} & X_{2N} \end{bmatrix}$$

Por otro lado, considerando el siguiente modelo econométrico: 1) $y = x_1\beta_1 + x_2\beta_2 + r$

$$donde\ la\ matriz\ X_1\ tiene\ dimensión\ NxK_1$$
$$donde\ la\ matriz\ X_2\ tiene\ dimensión\ NxK_2$$

$$\overset{X_1}{\begin{bmatrix} X_{11} \\ X_{12} \\ \vdots \\ X_{1N} \end{bmatrix}} \qquad \overset{X_2}{\begin{bmatrix} X_{21} \\ X_{22} \\ \vdots \\ X_{1N} \end{bmatrix}}$$

$y = X_1\gamma + v$ $y = X_1\hat{\gamma} + \hat{v}$ $\hat{y} = X_1\hat{\gamma}$ $\hat{v} = y - \hat{y}$ $\hat{v} = y - X_1\hat{\gamma}$ $\hat{\gamma}$=$(X_1{}'X_1)^{-1}(X_1'y)$ Entonces $\hat{v} = y - X_1(X_1{}'X_1)^{-1}(X_1'y)$ $\hat{v} = [I - X_1(X_1{}'X_1)^{-1}X_1{}']y$ Si $M_1 = I - X_1(X_1{}'X_1)^{-1}X_1{}'$ $\hat{v} = M_1 y$	$X_2 = X_1\alpha + w$ $X_2 = X_1\hat{\alpha} + w$ $\hat{X}_2 = X_1\hat{\alpha}$ $\hat{w} = X_2 - \hat{X}_2$ $\hat{w} = X_2 - X_1\hat{\alpha}$ $\hat{\alpha} = (X_1{}'X_1)^{-1}(X_1'X_2)$ Entonces $\hat{w} = X_2 - X_1(X_1{}'X_1)^{-1}(X_1'X_2)$ $\hat{w} = [I - X_1(X_1{}'X_1)^{-1}X_1']X_2$ Si $M_1 = I - X_1(X_1{}'X_1)^{-1}X_1{}'$ $\hat{w} = M_1 X_2$

[24] Sin embargo, el teorema se aplica a cualquier modelo de regresión con dos o más variables independientes que se pueden dividir en dos grupos.

De esta manera, se establece el siguiente modelo econométrico: 2) $\hat{v} = \hat{w}\beta_2 + \varepsilon$

Por lo tanto, si $\hat{\beta}_2 = (\hat{w}'\hat{w})^{-1}(\hat{w}'\hat{v})$
$\hat{\beta}_2 = [(M_1X_2)'(M_1X_2)]^{-1}[(M_1X_2)'(M_1y)]$
$\hat{\beta}_2 = [X_2{}'M_1{}'M_1X_2]^{-1}[X_2{}'M_1{}'M_1y]$
Si $M_1{}'M_1 = M_1$
$\hat{\beta}_2 = [X_2{}'M_1X_2]^{-1}[X_2{}'M_1y]$

Donde M1 es la matriz que proyecta el sub-espacio cubierto por la columna X1. En esta formulación, tanto y como la columna K_2 de X2 son regresadas en X1. Entonces, el vector de residuos M1y es regresado sobre la matriz de residuos M1X2. El teorema de Frisch-Waugh-Lovell indica que los coeficientes calculados para el modelo (2) son idénticos a los calculados para el modelo (1). De acuerdo con este resultado, dado un modelo con K variables independientes, el coeficiente para la k-ésima variable se puede escribir como:

$\beta_k = \frac{Cov(y_i, \tilde{x}_{ki})}{Var(\tilde{x}_{ki})}$ donde $\tilde{x}_{ki}$ es el residuo obtenido por la regresión de x_{ik} en todas las restantes K-1 variables independientes.

Distribución Conjunta

La distribución de probabilidad conjunta de dos variables aleatorias discretas, X y Y, es la probabilidad de que estas variables aleatorias simultáneamente tomen valores específicos tales como: X=x y Y=y. En ese sentido, la sumatoria de las probabilidades de todas las posibles combinaciones entre *x* y *y* darán como resultado 1. La distribución de probabilidad conjunta puede ser escrita como la función de densidad de la probabilidad conjunta de (X, Y):

$$f_{XY}(x, y) = Pr(X = x, Y = y)$$

Por otro lado, en el caso de dos variables aleatorias continuas también se puede definir la función de densidad de la probabilidad conjunta. Sin embargo, tomando en cuenta que pueden tomar posibles valores continuos, éstos no pueden ser interpretados directamente como probabilidades. En este caso, las probabilidades conjuntas se encuentran calculando el área bajo la función de densidad de la probabilidad conjunta.

Distribución de Probabilidad Marginal

Según Stock & Watson (2012: 30), cuando se considera una sola variable aleatoria Y, la distribución de probabilidad será igual a su distribución de probabilidad marginal. Sin embargo, la distribución de probabilidad marginal de una variable aleatoria Y puede ser obtenida a través de la distribución conjunta Y con respecto a otra variable aleatoria X al sumar las probabilidades de todos los posibles valores que puede tomar X para los cuales Y toma un valor específico. De esta manera, si X puede tomar *l* diferentes valores $x_1, \ldots, x_l$, entonces la probabilidad marginal que Y toma sobre el valor de y es:

$$Pr(Y = y) = \sum_{i=1}^{l} Pr(X = x, Y = y)$$

$$f_Y(y) = \sum_{i=1}^{l} f_{XY}(x, y)$$

Donde la función de probabilidad marginal de Y se obtiene al sumar sobre todos los valores de X. Generalmente, si las variables aleatorias X y Y son independientes para toda x y y, la función de probabilidad conjunta puede ser denotada como la multiplicación de las funciones de densidad de probabilidad marginal: $f_{XY}(x, y) = f_X(x) f_Y(y)$.

Distribución Condicional

La distribución condicional de Y dado X es la distribución de una variable aleatoria Y condicionada sobre otra variable aleatoria X que toma un valor específico. La probabilidad condicional de que Y tome el valor de y cuando X toma el valor de x se define como $Pr(X = x/Y = y)$. Generalmente, la distribución condicional de Y dado X=x es:

$$Pr(Y = y \,/\, X = x) = \frac{Pr(X = x\,, Y = y).}{\Pr(X = x)}$$

Lo cierto es que al requerir conocer la relación entre una variable aleatoria Y con una u otras variables $X_1, X_2, \dots, X_N$, es necesario conocer su distribución condicional. Para el caso en el que se quiera analizar la distribución condicional únicamente de Y dado X, la misma puede ser resumida a través de la función de densidad de probabilidad condicional definida por:

$f_{Y/X}(y/x) = \frac{f_{X,Y}(x,y)}{f_X(x)}$ para todos los valores de x tales que $f_X(x) > 0$.

En el caso de que Y sea una variable continua, la función de densidad de probabilidad condicional $f_{Y/X}(y/x)$ se debe recordar que las probabilidades condicionales se encuentran calculando áreas bajo la función de densidad de la probabilidad condicional.

Independencia de las variables aleatorias

Según Wooldridge (2009: 720) si X y Y son independientes o están distribuidas independientemente, el conocer el valor de la variable aleatoria X no cambia la probabilidad de la variable Y cuando ésta toma distintos valores, y viceversa.

$$f_{Y/X}(y/x) = f_Y(y) \text{ y } f_{X/Y}(x/y) = f_X(x).$$

En otras palabras, si X y Y son variables aleatorias e independientes, la esperanza condicional de Y dado X no dependerá del valor que tome X. En cuyo caso, puede expresarse utilizando únicamente la esperanza incondicional de Y.

$$\mathrm{E}(Y/X) = \mathrm{E}(Y).$$

Este razonamiento también aplica para dos o más variables aleatorias tales como $X_1, X_2, \dots, X_N$. En ese caso, éstas serán independientes si su función de densidad de la probabilidad conjunta es el producto de sus funciones de densidad de probabilidad individuales para toda $(x_1, x_2, \dots, x_n)$.

Por otro lado, si se consideran funciones en términos de variables aleatorias independientes tales como g(X) y h (Y), entonces estas nuevas variables aleatorias también serán independientes (Wooldridge, 2009: 720).

Esperanza

Si X es una variable aleatoria que representa una variable poblacional, la esperanza de X también denominada E(X), es un promedio ponderado de todos los posibles valores de X (Wooldridge, 2009: 722). En este caso la función de densidad de probabilidad de la variable X es relevante puesto que de ésta dependerán los pesos de ponderación.

En el caso de analizar una variable aleatoria discreta X que toma un número finito de valores tales como $\{x_1, \dots, x_k\}$, donde su función de densidad de probabilidad es $f(x)$ y se conocen todos los valores de la función de densidad de probabilidad para cada uno de los valores que puede tomar X, entonces la esperanza de X será igual a:

$$\mathrm{E(X)} = x_1 f(x_1) + x_2 f(x_2) + \cdots + x_k f(x_k) \equiv \sum_{j=1}^{k} x_j f(x_j)$$

Este mismo razonamiento aplica para una variable aleatoria continua, pero la E(X) estará definida a través de una integral tal como:

$$E(X) = \int_{-\infty}^{+\infty} x f(x) dx$$

Por otro lado, si X es una variable aleatoria discreta que representa una variable poblacional y se genera una nueva variable en función de X, tal como g(X), entonces esta nueva variable también será aleatoria. En este sentido, el valor esperado de g(X) también puede ser interpretado como un promedio ponderado:

$$E[g(X)] = \sum_{J=1}^{K} g(x_j) f_X(x_j)$$

Y en el caso de variables aleatorias continuas:

$$E[g(X)] = \int_{-\infty}^{+\infty} g(x) f_X(x) dx$$

Esperanza Condicional

La esperanza condicional de Y dado X es el valor esperado de Y cuando se utiliza la distribución condicional de Y dado X. Precisamente, si Y toma k valores $y_1, y_2, \dots, y_k$, entonces la esperanza condicional de Y dado X=x es:

$$E(Y/X = x) = \sum_{j=1}^{k} y_j \Pr(Y = y_j/X = x)$$

Para Wooldridge (2009: 733) la esperanza condicional "es un promedio ponderado de los posibles valores de Y, pero ahora los pesos de ponderación reflejan el hecho de que X ha tomado un determinado valor". En otras palabras, la esperanza condicional es una función de x e indica el valor de la media de Y cuando X toma un valor específico.

$$E(Y/X = x) = \sum_{j=1}^{k} y_j f_{Y/X}(y_j/x)$$

En el caso de una variable aleatoria continua se tiene que:

$$E(Y/X = x) = \int_{-\infty}^{+\infty} y f_{Y/X}(y/x)dx$$

Ley de las esperanzas iteradas

Intuitivamente, si E (Y/X) es una función de X, tal como E(Y/X) = μ(X), como X es una variable aleatoria entonces μ(X) también lo será. En ese sentido, μ(X) tendrá tanto una distribución de probabilidad como una esperanza condicional. Con base a las ideas anteriores y tomando en cuenta que puede ser complicado calcular de manera directa la esperanza condicional de μ(X), la ley de esperanzas iteradas afirma que la esperanza condicional de μ(X) será igual a la esperanza de Y.

A manera general, la media poblacional de la variable Y será el promedio ponderado de la esperanza condicional de Y dado X, ponderado nuevamente por la distribución de probabilidad marginal de X.

$$E(Y) = \sum_{i=1}^{l} E(Y/X = x_i) * \Pr(X = x_i)$$

De esta manera, según Wooldridge (2009: 735) la ley de las esperanzas iteradas puede establecerse de la siguiente manera "si se obtiene primero la E (Y/X) como función de X y de esto se determina el valor esperado, con respecto a la distribución de X, entonces se acaba obteniendo E (Y)". Por lo tanto, la esperanza externa utiliza la distribución marginal de X, y la esperanza interna utiliza la distribución condicional de Y dado X.

$$E(Y) = E[E(Y/X)]$$

De la misma manera, tal como lo deduce Stock & Watson (2012: 33) una de las implicaciones de la ley de las esperanzas iteradas se da cuando se tienen dos variables independientes U y X, donde E (U/X)=0, entonces E (U)=0 porque el promedio ponderado por la probabilidad de las medias condicionales será cero. Además, indican que esta ley puede ser aplicada también en un contexto en que la esperanza esté condicionada a múltiples variables aleatorias.

$$E(Y) = E[E(Y/X, Z)/X]$$

Convergencia en probabilidad

La convergencia en probabilidad se deriva de la demostración de la desigualdad de Chebyshev. Este concepto según Greene (2011:1067) implica que los valores que puede tomar una variable aleatoria X_n que no son cercanos a una constante c se vuelven cada vez más improbables a medida que el tamaño de la muestra n aumenta.

$$\lim_{n\to\infty} Prob(|X_n - c| > \varepsilon) = 0$$

En otras palabras, la distribución de probabilidad de X_n se concentrará en puntos cercanos a c. En ese sentido, si x_n converge en probabilidad a la constante c, se puede escribir:

$$plim\ x_n = c$$

Convergencia en Distribución

La convergencia en distribución según Greene et al. (2011: 1076) implica que la secuencia de una variable aleatoria X_n indexada por el tamaño de la muestra, converge en distribución a una variable aleatoria con una función de densidad de probabilidad F(X) siempre y cuando $\lim_{n\to\infty} |F_n(X_n) - F(X)| = 0$ para todos los puntos continuos de F(X). Si esto sucede, entonces F(X) es el límite de la función de X_n en términos de funciones de densidad de probabilidad, es decir:

$$X_n \xrightarrow{d} X$$