



ASOCIACIÓN PERUANA DE ECONOMÍA

*One laptop per Child* en Perú: un modelo  
estructural para cuantificar el *trade-off* entre la  
distribución del tiempo y el método de enseñanza

Jesús Gutiérrez

Pablo Lavado

Luis Paniagua

Documento de Trabajo No. 113, Diciembre 2017

Los puntos de vista expresados en este documento de trabajo corresponden a el(los) autor(autores) y no de la Asociación Peruana de Economía. La asociación no tiene una posición política institucional.

# *One laptop per Child* en Perú: Un modelo estructural para cuantificar el *trade-off* entre la distribución del tiempo y el método de enseñanza<sup>\*</sup>

Jesús Gutiérrez      Pablo Lavado      Luis Paniagua<sup>\*\*</sup>

Universidad del Pacífico

Diciembre 2017

## Resumen

*One Laptop per Child* es un programa que se implementó en 2007 por el Ministerio de Educación del Perú. El estudio cuantifica el efecto del programa sobre los canales que afectan al rendimiento académico de los niños: la distribución del tiempo y el método de enseñanza. Se utilizó la base de datos que recogió el Banco Interamericano de Desarrollo en 2010 y se generó un modelo estructural estático de asignación de tiempo. Los resultados muestran que el programa reduce la probabilidad de aplicar un método de enseñanza eficiente en 0.05 puntos porcentuales y aumenta el tiempo de estudio en aproximadamente 50 minutos diarios, lo cual demostraría la existencia de un *trade - off* entre estos canales. Asimismo, se observa que cualquier política enfocada a la ganancia de tiempo de los niños, generaría efectos positivos sobre su rendimiento académico siempre que se complemente con el acceso a la tecnología.

**Palabras clave:** Educación, modelo estructural, rendimiento académico, tecnología, laptop, OLPC, método de enseñanza, distribución del tiempo.

---

<sup>\*</sup>El presente trabajo se ha visto beneficiado por los comentarios de Juan Francisco Castro, Andrei Bartra y participantes del Encuentro de Economistas del Banco Central de Reserva del Perú (2017). Los autores agradecen su gran aporte.

<sup>\*\*</sup>Jesús Gutiérrez <jm.gutierrez@up.edu.pe> es Bachiller en Economía de la Universidad del Pacífico; Pablo Lavado <plavado@gmail.com> es profesor e investigador principal de la Universidad del Pacífico y Luis Paniagua <luispaniaguame@gmail.com> es Bachiller en Economía de la Universidad del Pacífico.

# 1. Introducción

Existe evidencia de que la presencia de la tecnología puede traer consigo efectos negativos sobre el rendimiento académico. Beuermann et al. (2015) elaboraron un estudio sobre cuáles eran los impactos en el corto plazo de tener una laptop en casa para los niños de Perú. Para ello, utilizaron un experimento aleatorio controlado del programa OLPC. Sus resultados mostraron que los niños que tenían acceso a una laptop, pasaban más tiempo viendo videos o jugando videojuegos que educándose o haciendo tareas. Este efecto negativo se agrava en tanto el niño pasa menos tiempo con su familia ya que reduce la comunicación intrafamiliar, lo cual afecta negativamente al rendimiento académico ya que los adultos dejan de ayudar a los niños en las tareas escolares (Subrahmanyam et al. (2000); Subrahmanyam et al. (2001); Desforges y Abouchar (2003)).

Sin embargo, el uso de la tecnología también puede traer consigo beneficios sobre el rendimiento académico. En particular, los niños pueden apreciar animaciones (como del sistema solar, por ejemplo, en las que se pueden colorear los planetas, diferenciarlos y ubicarlos dentro del sistema) o tener acceso a juegos interactivos que faciliten el aprendizaje (Hatch, 2011). Por su parte, Delen y Bulut (2011) mostraron evidencia de que la exposición a la tecnología era una de las determinantes de las brechas de rendimiento en matemáticas y ciencias entre los estudiantes de Turquía.

En el año 2007, el Ministerio de Educación del Perú (MINEDU) decidió incorporar la tecnología al aprendizaje escolar en las zonas más pobres del país (Laura, 2015). Ello lo hizo a través del programa *One Laptop per Child* (OLPC), el cual tenía como principal objetivo reducir la brecha tecnológica en los países en desarrollo, específicamente, en zonas de escasos recursos. En Perú, OLPC tuvo tres objetivos adicionales: la mejora en la calidad de educación primaria, el desarrollo de capacidades cognitivas de los alumnos y la capacitación a los docentes para potenciar el rendimiento de los estudiantes (Santiago et al., 2010). El programa consistía en la entrega de computadoras portátiles XO<sup>1</sup> que tenían un costo de 188 dólares cada una.

La muestra en evaluación proviene del experimento aleatorio controlado que hizo el BID en 2010. Esta divide a los colegios en dos grupos: un grupo de tratamiento y uno de control. Los colegios beneficiarios del programa constituyen el grupo de tratamiento. De este modo, se puede hallar el efecto del programa mediante una estimación de diferencias en diferencias al comparar las medias de los resultados académicos entre ambos grupos. No obstante, los datos podrían ser mejor aprovechados elaborando un modelo estructural que permita analizar el comportamiento individual de los niños. Este tipo de modelos asumen que los individuos son racionales y toman decisiones según los procesos de optimización explícitos. Asimismo, poseen una gran ventaja so-

---

<sup>1</sup>Se denomina laptop XO a aquellas computadoras portátiles que cuentan con un lenguaje desarrollado para facilitar la interacción con el niño. Estas fueron desarrolladas por la organización OLPC. Incluye programas educativos, libros digitales, entre otros. Su funcionamiento es inalámbrico y cuenta con una batería cuya capacidad permite su uso hasta de 24 horas.

bre los experimentos aleatorios controlados al permitir la simulación de experimentos de política contrafactual (Bernal y Peña, 2011).

Los estudios realizados por el BID en 2012 se enfocaron en la medición del impacto del programa sobre el rendimiento académico en los cursos de matemáticas y lenguaje. La metodología que utilizaron fue la de diferencias en diferencias. En ese estudio, se encontró un efecto positivo y modesto de 0.06 desviaciones estándar (sd) sobre el rendimiento en matemáticas, pero estadísticamente no significativo. El mismo caso se evidenciaba para lenguaje (-0.03 sd). Beuermann et al. (2015), quienes usaron el mismo diseño experimental pero acotaron la muestra únicamente para el sector urbano de Lima Metropolitana, llegaron a los mismos resultados. Asimismo, ellos encontraron que los niños mejoraban su aprendizaje del uso de las computadoras en 0.81 sd.

Haciendo uso de la misma base de datos, Lavado, Montenegro y Yamada (2015) identificaron dos canales por los que OLPC afecta al rendimiento académico y que aparentemente explican el pequeño efecto no significativo: (i) la distribución del tiempo en el hogar y (ii) el método de enseñanza del profesor. Ellos usaron el método de variables instrumentales para evaluar el efecto de cada canal por separado. Sin embargo, no encontraron un efecto positivo sobre el rendimiento académico a través del primer canal, pero sí un efecto negativo a través del segundo. Su hipótesis estaba basada en lo siguiente.

Por un lado, Beuerman et al (2015) afirman que, a medida que los niños dedican más tiempo a los quehaceres domésticos, descuidan más sus actividades académicas. De este modo, los retornos hacia su rendimiento académico son negativos. Por tanto, una reducción del tiempo dedicado a quehaceres podría aumentar el rendimiento académico en los niños. Por otro lado, si un profesor enseña bajo un método de enseñanza que no promueve la participación activa de los niños, el alumno no aprende lo suficiente como para rendir bien en sus evaluaciones. Ello sucede porque estos métodos no contemplan las actividades grupales en la que los niños aprenden haciendo y son capaces de retener mayor información (Vygotsky (1978); Hsiung (2012)).

El problema con estos estudios es que estiman, ya sea el efecto del programa en su totalidad o el efecto del programa sobre cada canal por separado. En otras palabras, no se evalúa de manera conjunta los *trade-off* entre los mecanismos por los que OLPC afecta al rendimiento académico ni los supuestos adyacentes sobre los que descansan los estimadores de la forma reducida. Por ello, el presente trabajo sigue la línea del estudio hecho por Attanasio, Meghir y Santiago (2011), quienes plantean un modelo estructural para evaluar el impacto del programa Progreso en México. A su vez, abren la discusión sobre lo encontrado en su modelo estructural y lo hallado en los modelos de la forma reducida ya aplicados al programa.

El principal objetivo de este trabajo es la cuantificación del impacto del programa OLPC sobre las decisiones del uso del tiempo en los niños y los métodos de enseñanza de los profesores de manera

conjunta. Para ello, se vinculará la información proveniente del experimento aleatorio controlado asociada a la entrega de laptops con un modelo estructural a fin de verificar los resultados obtenidos por los trabajos anteriores ya mencionados.

Esta metodología permitirá identificar a todos aquellos parámetros que no necesariamente fueron considerados en la forma reducida. Asimismo, permite entender bajo qué supuestos descansan los estimadores hallados (o la ausencia de estos), similar a lo hecho por Attanasio, Meghir y Santiago (2011) y Rosenzweig y Wolpin (2000). De este modo, se busca comparar los hallazgos tanto del BID (2012) como de Lavado, Montenegro y Yamada (2015) bajo un enfoque estructural. Pues aún cuando es interesante hacer estimaciones de modelos estructurales, es incluso más interesante realizar la comparación entre los estimadores estructurales y los provenientes de la forma reducida.

Los objetivos secundarios son los siguientes. Primero, darle un contenido estructural a los estimadores de la forma reducida propuestos por Lavado, Montenegro y Yamada (2015). Segundo, simular los efectos del programa OLPC en diferentes escenarios. Entre estos escenarios, se tienen: (i) el impacto de OLPC sobre el rendimiento académico dado que al profesor se le asigna un método de enseñanza centrado en el alumno; (ii) el impacto de OLPC sobre el rendimiento académico dado que al profesor se le asigna un método de enseñanza centrado en el profesor y (iii) el impacto de OLPC sobre el rendimiento académico dado que a todos los hogares se les asigna el acceso a agua (ya sea potable o entubada).

La hipótesis de la cual parte el trabajo es que los canales ya mencionados tienen efectos estadísticamente opuestos e iguales sobre el rendimiento académico. Ello se sostiene debido a que el alumno, por un lado, obtiene habilidades que le permiten dedicar mayor tiempo al estudio y, por otro lado, pierde habilidades dado que el profesor utiliza un método de enseñanza ineficiente. Por lo tanto, el efecto total del programa es modesto y estadísticamente no significativo, tal y como lo evidenciaron los estudios del BID (2012) y Lavado, Montenegro y Yamada (2015).

Realizar la investigación en este campo resulta interesante, pues en la actualidad la literatura es muy limitada. En especial, el enfoque estructural a experimentos aleatorios controlados suele ser nuevo (Attanasio, Meghir y Santiago (2011)). En el Perú, son pocos los estudios que se han llevado a cabo relacionados con el impacto de la tecnología en el sector educativo. Por lo tanto, el presente estudio realiza una contribución a la literatura a través de la implementación de una nueva metodología al momento de evaluar los programas tanto estatales como privados.

El presente trabajo está organizado de la siguiente manera. La sección 2 presenta las especificaciones del programa y la evaluación de la data. La sección siguiente muestra algunos resultados de estudios anteriores bajo la comparación de los grupos de tratamiento y control y discute dichos hallazgos. La sección 4 presenta el modelo estructural (estático) de asignación del tiempo y la implementación econométrica. La sección 5 discute los resultados encontrados y la simulación

de escenarios contrafactuales. Finalmente, la sección 6 muestra las conclusiones; mientras que la sección 7, las recomendaciones y limitaciones.

## 2. El programa OLPC

OLPC es un programa cuyo principal objetivo es mejorar el aprendizaje de los niños en las regiones más pobres del mundo a partir de la introducción de la tecnología. Dicha mejora se lograría a través de la entrega de laptops a los niños para su uso tanto en el colegio como en el hogar (Cristia et al., 2017). En 2007, el Ministerio de Educación (MINEDU) determinó la incorporación del programa en Perú a través de la Dirección General de Tecnologías Educativas en las zonas más pobres del país (Laura, 2015). Dos años después de iniciado el programa, el BID, en acuerdo con el MINEDU, deciden recolectar datos para evaluar la efectividad del mismo (Santiago et al., 2010). En esta sección, se describirán las especificaciones del programa y la evaluación de la muestra a emplear.

### 2.1. Especificaciones del programa OLPC

El programa OLPC nació en el *World Economic Forum* en noviembre de 2005, en Davos, Suiza. La iniciativa de este proyecto fue realizada por un equipo del *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) *Media Lab*. Los ordenadores de la fundación también eran conocidos como “las laptops de cien dólares”. Dicho concepto se fundamenta sobre las bases de la equidad e igualdad de acceso a la tecnología de la próxima generación de niños en el mundo. Por ello, el objetivo fundamental del programa OLPC es revolucionar la forma en la que se educa a los niños mediante la introducción de laptops en los centros educativos (Cristia et al., 2017).

Un argumento a favor es que los niños aprenden y generan conocimiento a partir de sus experiencias propias, las cuales sustituyen a la pedagogía instructorista que impone a los estudiantes a recibir información directamente del profesor (OLPC, 2009). De este modo, OLPC se ajusta a los modelos pedagógicos 1:1<sup>2</sup>, pues se enfoca en la introducción de tecnología a partir de la distribución de equipos de computación portátiles como laptops XO. En consecuencia, estudiantes y docentes pueden realizar múltiples tareas y tener acceso personalizado, directo, ilimitado y ubicuo en todo momento a la información y comunicación. Asimismo, los estudiantes quedan vinculados entre sí al recibir y enviar trabajos por correo electrónico, trabajar en forma colaborativa y participar de redes (Sagol, 2011).

El programa OLPC ha recibido considerable atención en diferentes países llegando a estar presente en 44 de ellos. La evidencia internacional muestra heterogeneidad en los resultados. Malamud

---

<sup>2</sup>En educación, la introducción del modelo 1:1 consiste en la distribución de equipos de computación portátiles a estudiantes y a docentes en forma individual, de modo que cada equipo es un instrumento comparable al pizarrón. En este sentido, los equipos eran las laptops (Sagol, 2011).

y Pop-Eleches (2011) encontraron que las laptops en el hogar generaban menores calificaciones. Sin embargo, incrementaron las habilidades cognitivas luego de un año de su distribución a los estudiantes de Rumania. Del mismo modo, Di Mo (2011), mediante un estudio experimental del uso de las laptops XO en casa para 300 estudiantes migrantes en Beijing, encontró efectos positivos significativos en el rendimiento académico de los estudiantes, en específico en matemáticas y en habilidades de computación. En contraste, Fairlie y Robinson (2013), al realizar el mismo ejercicio para alumnos de educación secundaria en USA, no encontraron impacto en la mejora de rendimiento.

El programa también tuvo efectos sobre el cambio de comportamiento de los estudiantes, pues mostraban mayor interés y energía por aprender en países tales como Etiopía, Mongolia y Uruguay. Para Etiopía, Hansen et al (2009) encuentran resultados positivos con respecto al incremento en la motivación por asistir a la escuela en los niños que viven en el campo. En otras palabras, se puede inferir que el programa tiene un valor instrínseco en cuanto aumenta la probabilidad de que el niño asista a la escuela.

Nugroho & Lonsdale (2009) encuentran el mismo resultado para niños en Mongolia pues se registró una mejora en los niveles de asistencia escolar y en el comportamiento del alumnado. Adicionalmente, evidencian una mejora notable en las pruebas de lenguaje, matemáticas y arte pues registra un incremento promedio de 21.33 % entre las notas ex-ante y ex-post la introducción del programa (Nugroho y Lonsdale, 2010). No obstante, ellos nos contaban con un grupo de control por lo que, en realidad, no todo el incremento de notas puede ser explicado por la entrega de laptops.

El programa OLPC entra a Uruguay a partir del 2007 a través del Plan Ceibal. En el estudio realizado por dicho plan se evidencia que 78 % de los docentes modificaron su método de enseñanza hacia uno centrado en el profesor dado que el nivel de integración de las laptops fue alto (Ceibal, 2011). En cuanto a los resultados académicos, mediante una estimación de efectos fijos en una base de datos panel se demostró que el programa ha generado un efecto positivo y significativo en el rendimiento de los alumnos para los cursos de lenguaje y matemáticas (Ferrando et al., 2011).

## **2.2. Datos y muestra de estimación**

El presente trabajo utiliza el experimento aleatorio controlado (RCT por sus siglas en inglés) conducido por el BID en 2010. El programa estuvo dirigido a escuelas públicas rurales del Perú, con acceso a electricidad, de multigrado y situados entre los distritos más pobres de cada región. El RCT constió en la entrega aleatoria de laptops portátiles XO. En 2008, OLPC abarcó un total de 559 escuelas y alrededor de 2919 estaban en la lista de espera, pues habían sido seleccionadas bajo los mismos criterios de focalización (Santiago et al., 2010). En 2010, el BID recogió datos de 1909 escuelas mediante un muestreo aleatorio estratificado para su evaluación de impacto (Cristia

et al., 2017).

Sin embargo, la muestra tuvo que ser restringida a aquellas escuelas que cuenten con data administrativa de los alumnos tanto para 2005 como para 2007. Esta restricción se hizo con el fin de tener datos previa ejecución del programa así como durante la misma. Las escuelas que cumplían el requisito fueron alrededor de 741, de ellas, dos tercios conformaban el grupo de tratamiento y el tercio restante el grupo de control.

Luego, se procedió a eliminar a los colegios unidocentes, pues no permitían una segmentación eficiente en cuanto al grupo de tratamiento y control debido a que el Estado había priorizado su cobertura. El número de colegios unidocentes eliminados asciendió a 79. Asimismo, se eliminaron 70 colegios más debido a que su lenguaje de instrucción no era el castellano. Además por un tema presupuestal, la muestra se concentró en las ocho (8) regiones más grandes: Amazonas, Apurímac, Cusco, Junín, La Libertad, Lima Metropolitana, Pasco y San Martín. Estas regiones cubrían alrededor del 80 % del grupo de tratamiento hacia agosto de 2009.

Finalmente, para homogenizar la data, se procedió a eliminar a todas aquellas observaciones cuya información era incompleta. Por lo tanto, la muestra final está compuesta por 318 escuelas, de las cuales 197 pertenecen al grupo de tratamiento y 121 pertenecen al grupo de control. La muestra descrita contiene a aquellos colegios donde se presentan datos de observación en el aula<sup>3</sup>, ya que ello permite verificar el método de enseñanza del profesor y el ambiente que promueve. Así, la muestra final contiene 2,274 observaciones correspondientes a alumnos de tercero, cuarto y sexto de primaria. De ellos, 1529 pertenecen al grupo de tratamiento y 745 que pertenecen al grupo de control. Dado que es un RCT y, siguiendo los parámetros de evaluación (potencia del 80 %, nivel de significancia al 95 %, 67 % como grupo de tratamiento y 2,274 observaciones totales), el efecto mínimo detectable se establece en 0,11 desviaciones estándar. No se consideró a los alumnos de segundo grado, pues sus datos estaban incompletos.

### **3. Medición del impacto del programa a partir de la muestra de tratamiento y la de control**

En esta sección se discutirá la evidencia del programa OLPC a la luz de los principales resultados encontrados en los trabajos previos. El trabajo del BID (2012) consistió en utilizar el método de diferencias en diferencias para evaluar el impacto de la introducción de tecnología, sobre el rendimiento académico del niño. Asimismo, buscó evidenciar divergencias del impacto del programa

---

<sup>3</sup>La observación del aula consistió en una supervisión realizada por un examinador externo durante 30 minutos. En cada colegio, las clases fueron observadas por un examinador distinto. La principal ventaja de contar con información provista por dos examinadores distintos es que permite comprobar la robustez de los resultados ya que contar con dos opiniones para cada clase permite comprobar que los resultados permanecen, a pesar del problema de subjetividad de los datos. (Lavado, Montenegro y Yamada, 2015).



entre los cursos de lenguaje y matemáticas. No obstante, la principal limitación de su metodología es que estima el efecto del programa OLPC de manera global, es decir, no considera los canales por los cuales el programa opera.

Realizar la comparación entre los colegios de cada grupo permite obtener una estimación simple y robusta del impacto del programa. Ello ocurre gracias a que la asignación de laptops fue aleatoria entre los centros educativos. La aleatoriedad puede ser evaluada descartando la presencia de diferencias significativas en variables medibles (como el rendimiento) en la línea base para cada grupo de colegios. En 2012, el BID realizó una estimación para medir el rendimiento académico en los cursos de lenguaje y matemáticas en los centros educativos de tratamiento y control antes de que el programa empiece a operar (Cristia et al., 2017).

La **Tabla 2** muestra que el rendimiento académico de los alumnos no presenta diferencias significativas. Sin embargo, se observa que los estudiantes del grupo de control, para el curso de lenguaje, tienen mejor desempeño académico ex-ante. Luego, el BID estimó los efectos ex-post del programa OLPC. La **Tabla 3** muestra los resultados de la evaluación mediante el método de diferencias en diferencias para el programa OLPC. Se observa que existen efectos heterogéneos por curso. Si bien hay una mejora en el curso de matemáticas, también hay una reducción en el de lenguaje. No obstante, ambos efectos no son estadísticamente significativos.

Beuermann (2015) realiza un análisis similar para niños que asisten a escuelas primarias en Lima-Perú. Ellos encuentran que el programa OLPC ha aumentado en 33 puntos porcentuales la probabilidad de usar la laptop en casa durante el fin de semana. Respecto al uso de computadoras fuera de casa, los niños del grupo de tratamiento registraron una probabilidad 11 puntos porcentuales menor que los del grupo de control. Lo anterior indica que el programa OLPC genera un comportamiento sustitutorio en cuanto a que se deja de lado el uso de laptops fuera del hogar y se prefiere hacer uso de las mismas en casa. Asimismo, los niños del grupo de control destinan, en promedio, 18 minutos más cada día a usar las laptops dentro del hogar. Los dos grupos no registraron una variación en la probabilidad de uso de laptops destinado a tareas del colegio. En relación al efecto del programa sobre el rendimiento académico se tiene resultados positivos pero estadísticamente no significativos.

Finalmente, Lavado, Montenegro y Yamada (2015) usaron el método de variables instrumentales para evaluar el impacto del programa OLPC a través de dos canales: el tiempo destinado a actividades dentro del hogar y el método de enseñanza del profesor. Ellos encuentran un efecto diferenciado por curso y grados sobre la distribución del tiempo. Para el cuarto grado y de segundo a cuarto grado no encontraron efectos del programa sobre la distribución del tiempo. No obstante, para la muestra de segundo a sexto grado, encuentran que el programa aumenta la probabilidad de hacer tareas en casa en 0.04 puntos porcentuales (pp). En cuanto al efecto sobre el rendimiento

académico, sólo se encontraron efectos positivos para el curso de matemáticas en 2 desviaciones estándar. En cuanto al curso de lenguaje, no se encontró evidencia alguna entre las actividades del hogar y el rendimiento.

En relación al método de enseñanza, el programa reduce la probabilidad de que el profesor aplique un método de enseñanza centrado en el alumno entre 7 y 10 puntos porcentuales. De este modo, se aparta de un método en el que los alumnos construyen su propio conocimiento con el apoyo de su profesor como mediador y dejan de poner en práctica las lecciones aprendidas (O'Neill y McMahon, 2005). En consecuencia, migra a un método de enseñanza centrado en el profesor que, en principio, es un mecanismo de transmisión de información directa al alumno. Vygotsky (1978) menciona que este último es ineficiente en comparación al primero, pues desincentiva las actividades grupales y el aprendizaje por la práctica en los niños. Guloba et al. (2010) midieron el efecto del método de enseñanza sobre el rendimiento académico de los alumnos de primaria en Uganda. Ellos encontraron que el método de enseñanza centrado en el alumno tiene un mayor impacto sobre el rendimiento respecto al método centrado en el profesor. Finalmente, Bennet y Jordan (1975) mencionan seis factores por los que se caracterizan los métodos de enseñanza: el modo de evaluación, trabajos grupales, control físico en el aula, la selección del contenido, el manejo de la clase y el nivel de decisión del alumno.

## 4. El modelo

Se utilizará un modelo estructural estático simple de asignación de tiempo. El modelo considera que el niño  $i$  deriva utilidad de su rendimiento académico ( $R_i$ ), del ocio ( $L_i$ ) y de un bien o servicio producido en el hogar ( $Q_i$ ).

El modelo asume que el niño  $i$  toma las decisiones luego de recibir la laptop con el fin de maximizar su utilidad. Esto difiere de los modelos convencionales donde era el jefe del hogar quien tomaba las decisiones. La explicación yace en tres razones fundamentales. Primero, la forma funcional del modelo no se vería afectada, la única diferencia estaría en que se debería tomar en cuenta el ocio del jefe del hogar y del tiempo de estudio del niño. Segundo, aún si cambiase la forma funcional al tomar en cuenta el ocio del jefe del hogar, también se debería recoger el grado de complementariedad entre el ocio del padre y del hijo. No obstante, se asumirá que no hay complementariedad o que esta es muy pequeña debido a que no se puede recoger esta información en la base de datos.

Tercero, la distribución de la muestra cuenta con niños de 10.8 años en promedio, por lo que se puede considerar que tienen la capacidad de hacer frente a sus decisiones en cuanto a su rendimiento académico. Ello se sustenta por medio de dos (2) estudios. Primero, según Landsdown (2005), para la toma de decisiones, un niño debe poseer cuatro (4) competencias claves: (i) capacidad de

comprender y comunicar informaciones pertinentes; (ii) capacidad de pensar y elegir con un cierto nivel de independencia; (iii) capacidad de evaluar los beneficios, peligros y daños potenciales y; (iv) posesión de una escala de valores relativamente estable. Segundo, Piaget (1991) plantea que, a partir de los siete años, los niños presentan un progreso en el proceso de reflexión. Sus conversaciones suponen discusiones bien elaboradas y concluyentes. Además, en vez de las conductas impulsivas de la primera infancia y egocentrismo intelectual, el niño piensa antes de actuar, empieza a reflexionar y engendra una moral de cooperación y autonomía personal. De este modo, a partir de esta edad, el niño tiene la capacidad de realizar un análisis suficiente que le permita tomar sus propias decisiones.

El rendimiento académico del niño dependerá de cómo distribuye su tiempo y del método de enseñanza que aplique su profesor. El tiempo total del niño será distribuido entre sus horas de estudio, las horas que dedica a los quehaceres del hogar, las horas que dedica a producir  $Q_i$  y las horas que dedica al ocio. El modelo asume que ningún niño dedica tiempo a participar en el mercado laboral, pues la base de datos no contiene observaciones en este campo. El método de enseñanza será definido al igual que Lavado, Montenegro y Yamada (2015). Ellos distinguen dos (2) métodos: el método A, que está centrado en el alumno y promueve el aprendizaje mediante el trabajo grupal y colaborativo; y el método B, que en oposición al primero, está centrado en el profesor y promueve el aprendizaje mediante actividades individuales.

#### 4.1. Función de utilidad del niño e introducción del programa

Formalmente, se asume que el niño  $i$  presenta la siguiente función de utilidad aditiva y separable:

$$U(R_i; L_i; Q_i) = \alpha_0 + \alpha_1 R_i + \alpha_2 L_i + \alpha_3 \ln(Q_i) + \epsilon_i \quad (1)$$

Donde  $R_i$  es el rendimiento académico,  $L_i$  es el ocio,  $Q_i$  es la cantidad de un bien (o un servicio) producido en el hogar y  $\epsilon_i$  es un término aleatorio que recoge la información de variables no observables como las preferencias de los niños. Se asumirá que esta variable se distribuye como una normal con media cero y varianza  $\sigma_\epsilon^2$ . La producción del bien se expresa como una función Cobb - Douglas, la cual depende de las horas de trabajo dedicadas por la familia ( $l_i$ ) y el nivel de capital exógeno que poseen ( $k_i$ ). Las horas de trabajo de la familia se componen por una fracción (exógena)  $\gamma$  del tiempo de quehaceres en casa por parte del niño ( $tc_i$ ) y las horas que dedica el resto de la familia ( $h_i$ ). Formalmente:

$$\ln(Q_i) = \theta_0 + \theta_1 l_i + \theta_2 k_i \quad (2)$$

$$l_i = \gamma tc_i + h_i \quad (3)$$

Donde  $\theta_0$  expresa la productividad total de los factores; mientras que  $\theta_1$  y  $\theta_2$  son los grados de importancia relativa que tienen el trabajo y capital respectivamente. Por simplicidad, se asumirá

que ambos factores contribuyen de manera equitativa a la producción. El rendimiento académico del alumno es una función que se ajusta al modelo desarrollado por Hanushek (1971), la cual relaciona el rendimiento académico con diversos determinantes: características propias del alumno, características de su hogar, de su escuela, etc.

$$R_i = f(te_i; A_i; OLPC_i; X_i) \quad (4)$$

Donde  $te_i$  mide el tiempo de estudio<sup>4</sup>;  $A_i$  es una variable dicotómica que toma el valor de 1 en caso el profesor opte por un método de enseñanza centrado en el alumno y 0 de otro modo<sup>5</sup>;  $OLPC_i$  es una variable dicotómica que toma el valor de 1 si el alumno es beneficiario del programa y recibe la laptop y 0 de otro modo; y,  $X_i$  es una matriz que contiene los determinantes ya mencionados por Hanushek (1971). El método de enseñanza que el profesor utiliza es una función  $g$  que depende del acceso al programa:

$$A_i = g(OLPC_i) \quad (5)$$

El tiempo total del niño ( $T$ ) es distribuido entre ocio ( $L_i$ ), trabajo en la casa ( $tc_i$ ) y el estudio dentro del hogar ( $te_i$ ):

$$T = L_i + te_i + tc_i \quad (6)$$

De este modo, las decisiones que toma el niño son: (i) cuántas horas estudiar dentro de casa y (ii) cuántas horas dedicarle al trabajo en el hogar. Por lo tanto, el problema (estático) del alumno  $i$  es maximizar su utilidad sobre la base de lo que esperaríamos sea su rendimiento:

$$\max_{tc, te} U = \alpha_0 + \alpha_1[f(te_i; A_i; OLPC_i; X_i)] + \alpha_2[T - te_i - tc_i] + \alpha_3[\theta_0 + \theta_1(\gamma tc_i + h_i) + \theta_2 k_i] + \epsilon_i \quad (7)$$

$$s.a \quad tc \geq 0; te \geq 0$$

$$\epsilon_i \text{ iid}(0, \sigma_\epsilon^2)$$

Las condiciones de primer orden de esta maximización son:

---

<sup>4</sup>Para definir tanto la variable tiempo de estudio como tiempo en quehaceres en el hogar, se agruparon los criterios definidos por Lavado, Montenegro y Yamada (2015). Por ejemplo, si en su paper muestran horas dedicadas al cuidado de hermanos y horas dedicadas a limpiar; ambas forman parte de la variable tiempo destinado a quehaceres en el hogar.

<sup>5</sup>Esta variable se formó a partir de los criterios propuestos por Lavado, Montenegro y Yamada (2015). Dichos criterios están en función de: (i) si hay trabajo en equipo en el salón, (ii) si los alumnos se ayudan entre sí, (iii) si los alumnos solicitan ayuda entre sí y (iv) si el docente promueve una aptitud cooperativa. Para este caso, se tomaron todos los criterios y se formó un indicador en el cual se aplica un método centrado en el alumno si se cumplen todos los puntos anteriores.

$$\frac{dU}{dte} = \alpha_1 f'_{te} - \alpha_2 \quad (8)$$

$$\frac{dU}{dtc} = \alpha_3 \theta_1 \gamma - \alpha_2 \quad (9)$$

La **ecuación 8** refleja la utilidad marginal del tiempo de estudio. Se observa que aumenta a medida que la contribución marginal del tiempo de estudio sobre el rendimiento académico, multiplicada por la utilidad marginal que dicho rendimiento le genere sea mayor. Mientras que se ve disminuida a medida que la utilidad marginal que le genere su ocio aumente. La **ecuación 9** muestra que la utilidad marginal del tiempo destinado a quehaceres domésticos aumenta a medida que la productividad marginal del tiempo dedicado a la producción, multiplicada por la utilidad marginal que le genera producir sea mayor. Al igual que en la ecuación anterior, se ve disminuida a medida que la utilidad marginal del ocio aumente. En ambos casos, se puede afirmar la existencia de una sustitución entre las responsabilidades u obligaciones del niño y su ocio. En el óptimo, la utilidad marginal que le generan las responsabilidades al niño deben ser iguales a la utilidad marginal de no cumplir con ellas y dedicarse al ocio. Matemáticamente:

$$\alpha_1 f'_{te} = \alpha_2 \quad (10)$$

$$\alpha_2 = \alpha_3 \theta_1 \gamma \quad (11)$$

Así, se obtiene que, en el óptimo, la utilidad marginal que obtiene un niño por ser productivo en la actividad  $x$  debe ser igual a la utilidad marginal que reciba por ser productivo en la actividad  $y$ . Es decir, el niño  $i$  debe ser igual de productivo si dedica una hora más a la producción que si la dedica al aprendizaje académico. De este modo, se procede a despejar la contribución marginal del tiempo de estudio sobre el rendimiento que tiene el niño:

$$\begin{aligned} \alpha_1 f'_{te} &= \alpha_3 \theta_1 \gamma \\ f'_{te} &= \frac{\alpha_3}{\alpha_1} \theta_1 \gamma = TMgS_{Q_i, R_i}(\theta_1 \gamma) \end{aligned} \quad (12)$$

La **ecuación 12** muestra la retribución del tiempo de estudio sobre el rendimiento académico. El ratio  $\frac{\alpha_3}{\alpha_1}$  representa la tasa marginal de sustitución entre la producción del bien/servicio y el rendimiento académico. Como se observa, mientras mayor sea el sacrificio del bien producido por una unidad adicional de rendimiento, menor será el retorno adicional de una hora más de estudio.

Lo anterior se debe a que  $Q_i$  está en función del tiempo que pasa el niño realizando quehaceres en el hogar y  $R_i$  está en función al tiempo de estudio. Por tanto, una mayor sustitución implicaría más tiempo de estudio y, con ello, una menor contribución marginal de esta variable sobre la educación. En pocas palabras, indicaría que el tiempo de estudio tiene rendimientos marginales decrecientes. Finalmente, se observa que la productividad marginal del tiempo de quehaceres sobre la producción

del bien afecta positivamente a la retribución del tiempo de estudio sobre el rendimiento. Esto sucede porque si el niño es más productivo fabricando un bien que estudiando, le dedicará mayor tiempo a ello. Así, el tiempo de estudio se torna un recurso escaso y ello le genera mayor retorno marginal.

La solución del problema requiere que se definan las formas funcionales del método de enseñanza ( $A_i$ ) y de la función de producción de educación ( $f(\cdot)$ ). Así, se definen ambas funciones como:

$$A_i = \delta_0 + \delta_1 OLPC_i \quad (13)$$

$$f(te_i; A_i; OLPC_i; X_i) = \beta_0 + \beta_1 te_i + \beta_2 te_i^2 + \beta_3 A_i + \beta_4 te_i OLPC_i + X' \delta + u_i \quad (14)$$

Donde el  $\delta_1$  de la **ecuación 13** representaría el efecto del programa sobre el método de enseñanza centrado en el alumno. A partir de lo estudiado por Lavado, Montenegro y Yamada (2015), se esperaría que este efecto sea negativo. En cuanto a la **ecuación 14**,  $u_i$  es un término aleatorio que recoge todas aquellas variables no observables como la habilidad innata del niño. Al igual que  $\epsilon_i$ , se asumirá que también se distribuye como una normal con media cero y varianza  $\sigma_u^2$ . Por simplicidad, se asumirá que ambos términos aleatorios son ortogonales entre sí.

Resolviendo el sistema de ecuaciones presentado, se puede hallar el tiempo de estudio óptimo para el alumno  $i$ :

$$\begin{aligned} te_i^* &= \left(\frac{1}{2\beta_2}\right) \left[\frac{\alpha_3}{\alpha_1} \theta_1 \gamma - \beta_1\right] - \frac{\beta_4}{2\beta_2} OLPC_i \\ te_i^* &= \psi_0 + \psi_1 OLPC_i \end{aligned} \quad (15)$$

La **ecuación 15** demuestra que el programa OLPC afecta al tiempo de estudio óptimo de los niños. Ello refleja lo planteado por Lavado, Montenegro y Yamada (2015). Pues, dada la linealidad en la distribución del tiempo, un cambio en el tiempo de estudio representaría un cambio en el tiempo en quehaceres pero con el signo opuesto. Si bien Lavado, Montenegro y Yamada postulan que OLPC reduce la probabilidad de hacer quehaceres en el hogar y ello genera un aumento en rendimiento; el presente trabajo plantea que ello es así siempre que esta reducción de tiempo en quehaceres se traduzca en un aumento del tiempo de estudio en casa. De otro modo, es incierto el efecto que podría traer sobre dicha variable. Por lo tanto, se busca capturar el efecto final que tiene el tiempo de estudio sobre el rendimiento.

Otro punto importante a destacar en la **ecuación 15**, es que el programa tiene efecto sobre el tiempo de estudio (y finalmente sobre el rendimiento) si y sólo si existe un grado de complementariedad entre ambos. Esto es, que  $\beta_4$  sea diferente de cero. Sin embargo, esta condición sólo puede ser observada bajo el enfoque estructural. Bajo la forma reducida, no quedaría claro bajo qué supuesto OLPC tiene efecto sobre el tiempo de estudio. Asimismo, se observa que  $\psi_0$  recoge

información proveniente de la utilidad marginal que le genera al niño y producir así como de cuán productivo es en esta última actividad. Ahora bien, si se toma en cuenta el efecto del programa sobre el tiempo de estudio óptimo, se obtiene que:

$$\Delta_{te} = E(te^*/OLPC_i = 1) - E(te^*/OLPC_i = 0) = \psi_1 \quad (16)$$

Entonces, el efecto del programa sobre el tiempo de estudio óptimo viene dado por la complementariedad o sustituibilidad con dicha variable y los rendimientos marginales de la misma, los cuales, por ahora, se asumen como decrecientes. Una vez hallado el tiempo de estudio óptimo, se le puede incorporar en la función de rendimiento académico del niño.

$$R_i = \beta_0 + \beta_1 te_i^* + \beta_2 te_i^{*2} + \beta_3 A_i + \beta_4 te_i^* OLPC_i + X'\delta + u_i$$

$$R_i = \beta_0 + \beta_1(\psi_0 + \psi_1 OLPC_i) + \beta_2(\psi_0 + \psi_1 OLPC_i)^2 + \beta_3(\delta_0 + \delta_1 OLPC_i) + \beta_4(\psi_0 + \psi_1 OLPC_i) OLPC_i + X'\delta + u_i$$

$$R_i \approx \lambda_0 + \lambda_1 OLPC_i + X'\delta + u_i \quad (17)$$

La **ecuación 17** es un esbozo del modelo propuesto por Cristia et al. (2017) en el contexto que propone el presente trabajo. Por tanto, el rendimiento del niño  $i$  se ve afectado por el acceso al programa a través de los canales en discusión. Finalmente, para medir el efecto del programa sobre el rendimiento académico del niño  $i$  se procede a restar el rendimiento académico esperado  $E(R_i)$  cuando el programa OLPC esta presente y cuando no.

$$\lambda_1 = E(R_i/OLPC_i = 1) - E(R_i/OLPC_i = 0) = \hat{\beta}_{OLPC}^{BID} \quad (18)$$

$$\lambda_1 = \underbrace{\beta_3 \Delta A}_{\text{Efecto método de enseñanza}} + \underbrace{(\beta_1 \Delta te + \beta_2 \Delta te^2 + \beta_4 E[te_i/OLPC_i = 1])}_{\text{Efecto tiempo de estudio}} = \hat{\beta}_{OLPC}^{BID}$$

$$\lambda_1 = [EME] + [ETE] = \underbrace{\beta_3 \delta_1}_{\text{Efecto método de enseñanza}} - \underbrace{\frac{\beta_4}{4\beta_2} (2\beta_1 + \beta_4)}_{\text{Efecto tiempo de estudio}} = \hat{\beta}_{OLPC}^{BID} \quad (19)$$

La **ecuación 18** refleja la estimación de diferencias en diferencias hecha por el BID en 2012. Mientras que la **ecuación 19** muestra la misma ecuación pero bajo el enfoque estructural. De este modo, se revela que existen dos fuentes por las cuales se determina lo hallado por el BID en su estudio: (i) el efecto total del método de enseñanza (EME) y (ii) el efecto total del tiempo de estudio (ETE).

Por un lado, se tiene el efecto total del programa sobre el canal método de enseñanza. Según Lavado, Montenegro y Yamada (2015) el efecto del programa sobre el método de enseñanza del

profesor ( $\delta_1$ ) es negativo. Por lo que se esperaría que su efecto total sobre el rendimiento académico fuese negativo también. Puesto que se espera que el efecto de un método de enseñanza eficiente sobre el rendimiento académico fuese positivo (*ceteris paribus*).

Por otro lado, se tiene el efecto total del programa sobre el canal tiempo de estudio. Nótese que, bajo el enfoque estructural, se perciben tres (3) subcanales: (i) un efecto directo de las horas de estudio sobre el rendimiento; (ii) un efecto indirecto producto de los rendimientos marginales; y (iii) un efecto adicional producto de la interacción entre esta variable y el acceso al programa, el cual se asocia a un factor de complementariedad o sustituibilidad entre la tecnología y el tiempo de estudio en casa.

Para asegurar la existencia del *trade-off* entre los canales, ETE debería ser positivo dado que EME es negativo. El signo negativo delante de ETE condiciona a que el producto de  $\frac{\beta_4}{4\beta_2}$  y  $(2\beta_1 + \beta_4)$  también sea negativo. Aquí se observan dos nuevos aportes del modelo estructural. Primero, para que el *trade-off* entre los canales tenga sentido, el tiempo de estudio del niño debe presentar retornos marginales decrecientes sobre su rendimiento académico. De otro modo, se podría esperar un grado de sustituibilidad entre el acceso a la tecnología y el tiempo de estudio. Segundo, el canal tiempo de estudio sólo se activa cuando, en efecto, existe un grado de complementariedad o sustituibilidad entre el programa y el tiempo de estudio ( $\beta_4 \neq 0$ ). Esto debido a lo observado en la **ecuación 15**, que gracias a este componente es que existe una relación entre el programa y el tiempo de estudio.

Por lo tanto, bajo este enfoque, se observa que sí se estaría cumpliendo el *trade-off* entre la distribución del tiempo y el método de enseñanza. Así, el efecto del programa sobre ambos canales explicaría el resultado modesto y estadísticamente no significativo hallado por el BID. Sin embargo, este es un resultado premilinar basado en el modelo teórico. Para corroborar lo encontrado, se deben estimar los parámetros de modo que  $ETE > 0$ ,  $EME < 0$  y  $ETE \approx EME$ . De otro modo, se debería testear que tanto  $ETE$  como  $EME$  son cercanos a cero. Sólo de este modo, los resultados podrían ser comparables con lo encontrado por Cristia et al. (2017).

## 4.2. Implementación econométrica

Para estimar el efecto del programa sobre el rendimiento académico del niño se deben tomar en cuenta los canales por los que se genera dicho efecto. La simple comparación entre el grupo de tratamiento y el grupo de control sólo puede identificar el efecto de la existencia del programa, mas no su efecto a través de los canales. Por ello, el modelo empírico planteado para evaluar las hipótesis de este estudio es el de mínimos cuadrados ordinarios en dos etapas (2SLS).

Cabe resaltar que, al igual que Lavado, Montenegro y Yamada (2015), la primera etapa está compuesta por dos estimaciones independientes: (i) el correspondiente al método de enseñanza y



(ii) el correspondiente al tiempo de estudio óptimo. Posteriormente, dichas variables serán introducidas en la segunda etapa, la cual corresponde al rendimiento académico para hallar el efecto del programa OLPC a través de los canales mencionados.

Formalmente, las dos ecuaciones a estimar en la primera etapa son:

$$A_i = \delta_0 + \delta_1 OLPC_i + \delta_2 DPriv_i + Z_i' \lambda + e_i \quad (20)$$

$$te_i = \psi_0 + \psi_1 OLPC_i + \psi_2 HAgua_i + X_i' \lambda + w_i \quad (21)$$

donde  $DPriv_i$  es una variable dicotómica que toma el valor de 1 si el docente estudió en un centro educativo superior privado y 0 de otro modo. Del mismo modo,  $HAgua_i$  también una variable dicotómica que toma el valor de 1 si el hogar del niño  $i$  tiene acceso a agua (ya sea potable o entubada) y 0 de otro modo. Ambas variables cumplen el rol de restricciones de exclusión para la correcta identificación de los parámetros. Asimismo, se asumirá que, tanto la procedencia del docente como el acceso a agua en el hogar son exógenas a los términos inobservables del niño y lo afectan sólo a través de los canales en discusión. Finalmente,  $Z_i$  es una matriz de variables de control propias del profesor así como del colegio en el que labora y su comunidad.

La explicación de las variables de exclusión sigue la siguiente línea. Si el hogar no cuenta con acceso a agua en casa, significa que algún miembro de la familia, incluyendo al niño, se verá en la necesidad de ir a buscar una fuente de agua alternativa. Independientemente de la distancia existente, el solo hecho de ir a buscar agua implica que se genera un costo de oportunidad en unidades de tiempo de estudio. Asimismo, la calidad de agua también podría afectar la probabilidad de que el niño se enferme, lo cual afectará su nivel de concentración en términos de tiempo de estudio. Por lo tanto, debería existir una relación directa entre el acceso a agua en el hogar y el tiempo de estudio del niño.

Con respecto al profesor, según un estudio realizado por Gustavo Yamada (2007), existen mayores retornos para la educación superior privada que en la pública. Pues, a pesar de la calidad heterogénea de la educación privada, la brecha se habría incrementado debido al deterioro de la educación pública ocurrido en las últimas décadas. Por tanto, se plantea que la calidad educativa de los profesores influye en el rendimiento académico de los niños a través de una mejor metodología de enseñanza. De este modo, se esperaría una relación directa entre la procedencia del docente y su método de enseñanza.

Finalmente,  $w_i$  y  $e_i$  son términos de error asociados a las variables inobservables en cada ecuación. En ambos casos se asume que los términos no observados se distribuyen como una normal con media cero y varianzas  $\sigma_e^2$  y  $\sigma_w^2$ , respectivamente. En cuanto a la segunda etapa, se tiene a la ecuación ya propuesta del rendimiento académico:

$$R_i = \beta_0 + \beta_1 te_i^* + \beta_2 te_i^{*2} + \beta_3 A_i + \beta_4 te_i^* OLPC_i + X'\delta + u_i \quad (22)$$

El modelo tiene la siguiente línea de elección. El profesor es consciente del acceso al programa y opta por una determinada metodología de enseñanza. A su vez, el niño también es consciente de su acceso a la tecnología y todo lo que ello implica. A partir de ello, optimiza su tiempo de estudio. Finalmente, ambos canales le generan un nivel de rendimiento académico de acuerdo a las decisiones anteriores. Por lo tanto, la estrategia a seguir es estimar simultáneamente las decisiones para luego estimar su efecto en el rendimiento académico del niño.

## 5. Resultados

El **Cuadro 1** muestra los resultados de la estimación para el método de enseñanza. Como se observa, una vez que el profesor asociado al alumno  $i$  tiene acceso al programa OLPC, la probabilidad de que aplique un método de enseñanza centrado en el alumno disminuye en 0.05 puntos porcentuales (pp). Asimismo, aquellos profesores que provienen de un centro educativo superior privado son 0.10 pp más propensos de aplicar dicho método de enseñanza. Ello también se puede atribuir a que las instituciones privadas ofrecen servicios superiores a los de las públicas (como instalaciones deportivas, de música, danza, cultura, etc.) cuando la literatura indica que estas actividades permiten desarrollar ciertas habilidades blandas como el trabajo en equipo y el liderazgo (Rongraung, Somprach, Khanthap y Sitthisomjin (2014); Green, Machin, Murphy y Zhu (2010)). De este modo, un profesor cuyas habilidades blandas han sido desarrolladas puede brindar una calidad de enseñanza igual o mejor a la que le ofrecieron en su momento.

**Cuadro 1: Estimación sobre el método de enseñanza**

VARIABLES	Método de enseñanza centrado en el alumno
OLPC	-0.05** (0.022)
Docente proviene de escuela privada	0.10*** (0.027)
Constante	0.42*** (0.095)
Observaciones	2,274

Las desviaciones estándar están en paréntesis.

\*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$

El **Cuadro 2** muestra los resultados de la estimación de la forma reducida del tiempo de estudio óptimo. Es claro que una vez que el niño  $i$  accede al programa, su tiempo de estudio aumenta en 0.83 horas al día (aproximadamente 50 minutos diarios). Ello concuerda con lo planteado por Lavado, Montenegro y Yamada (2015). Sin embargo hay que dejar en claro cuál es la diferencia. En el modelo propuesto por dichos autores, se caracteriza al efecto positivo como una reducción en la probabilidad de hacer quehaceres en el hogar cuando éste reduce el rendimiento académico según la evidencia de Beurman et al (2015). Sin embargo, el presente trabajo da un paso más y plantea que dicha reducción en el tiempo de quehaceres se refleja en un aumento del tiempo destinado al estudio en el hogar.

**Cuadro 2: Estimación sobre el tiempo de estudio**

VARIABLES	Tiempo de estudio
OLPC	0.83*** (0.115)
Hogar tiene servicio de agua	0.35*** (0.125)
Constante	7.34*** (0.657)
Observaciones	2,274

Las desviaciones estándar están en paréntesis.

\*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$

Un argumento a favor para este hallazgo podría ser que tanto el niño como sus padres se dan cuenta de que es más productivo con sus estudios (ahora que posee tecnología), que con los quehaceres del hogar e incluso mucho más productivo que ayudando con la producción de un determinado bien. Por ello, dejan que le dedique más tiempo a esta actividad que a las anteriores. Del mismo modo, el hecho de que el hogar tenga acceso inmediato a una fuente de agua también genera una ganancia en el tiempo de estudio óptimo del alumno en 0.35 horas al día (21 minutos). Esto se explica a partir de una mayor disponibilidad de tiempo del niño, pues deja de lado la actividad diaria de ir a recoger agua a la fuente más cercana y dedica ese tiempo a alguna otra actividad, entre ellas, el estudio.

Adicionalmente, se verificó que las restricciones de exclusión solo afecten a las variables dependientes asociadas. Para ello, se comprobó que no exista relación alguna entre el método de enseñanza y el acceso a agua en el hogar del niño así como que no haya relación entre el tiempo de estudio del niño y la procedencia del profesor. Esto se logró a través de la estimación de las

ecuaciones **20** y **21** con las variables cruzadas. Los resultados se observan en los **Cuadros 3** y **4**.

**Cuadro 3: Estimación cruzada sobre el método de enseñanza**

VARIABLES	Método de enseñanza centrado en el alumno
OLPC	-0.05** (0.022)
Docente proviene de escuela privada	0.11*** (0.028)
Hogar tiene servicio de agua	0.01 (0.023)
Constante	0.41*** (0.098)
Observaciones	2,274

Las desviaciones estándar están en paréntesis.  
\*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$

**Cuadro 4: Estimación cruzada sobre el tiempo de estudio**

VARIABLES	Tiempo de estudio
OLPC	0.83*** (0.123)
Docente proviene de escuela privada	0.02 (0.139)
Hogar tiene servicio de agua	0.35*** (0.129)
Constante	7.33*** (0.682)
Observaciones	2,274

Las desviaciones estándar están en paréntesis.  
\*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$

Los cuadros anteriores muestran que las variables elegidas cumplen las propiedades de una buena restricción de exclusión. Primero, las variables elegidas toman relevancia económica al generar cambios significativos directos sobre las variables de interés. Segundo, las restricciones de exclusión

afectan a la variable principal sólo a través del canal que explican. Finalmente, se pueden asumir como exógenas dado que se está controlando por todo aquello que es observable tanto para niño como para el profesor (características propias, del colegio, de la comunidad y del hogar en el caso del niño).

En cuanto al rendimiento académico promedio, los resultados de la forma estructural se pueden apreciar en el **Cuadro 5**. Al igual que Lavado, Montenegro y Yamada, se observa un efecto moderado (estadísticamente no significativo) para el canal de distribución del tiempo y un ligero efecto por parte del canal método de enseñanza (0.91 sd). La explicación gira en torno a lo encontrado por Beurman et al (2015). A medida que la herramienta es más amigable, si bien pasan más tiempo estudiando, también pueden utilizarla para diversos fines recreativos (escuchar música, ver videos, jugar videojuegos, entre otros.). De este modo, no queda claro qué actividad es la que predomina. Por lo que no se podría asegurar un cambio directo en el rendimiento académico mediante la forma reducida del modelo.

**Cuadro 5: Estimación sobre el rendimiento**

VARIABLES	Rendimiento
Tiempo de estudio	-0.04 (0.185)
Tiempo de estudio 2	-0.00 (0.014)
Método de enseñanza	0.91* (0.473)
Tiempo de estudio*OLPC	0.02** (0.008)
Constante	-0.84 (0.520)
Observaciones	2,274

Las desviaciones estándar están en paréntesis.

\*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$

No obstante, el hallazgo interesante se encuentra en la cuarta fila del **Cuadro 5**. Se observa que, en efecto, existe un componente de complementariedad entre el tiempo de estudio y el acceso a la tecnología que impacta al rendimiento académico. Es decir, el programa no sólo trabaja como un determinante del tiempo de estudio, sino que también lo complementa a medida que el niño se vuelve más eficiente con su uso del tiempo. Así se podría decir que el acceso al programa incrementa el efecto del tiempo de estudio sobre el rendimiento académico en 0.02 sd. Este hallazgo

es interesante ya que según el modelo teórico presentado anteriormente, sólo existiría una relación entre el programa y el tiempo de estudio en cuanto haya complementariedad entre ambas. Por lo tanto, los resultados encontrados en el **Cuadro 2** y en el **Cuadro 5** son coherentes con el modelo teórico planteado.

Si se vuelve la mirada hacia la **ecuación 19**, se tiene que, para el efecto tiempo de estudio, los dos primeros términos que lo componen son muy cercanos a cero mientras que el tercer componente es positivo ya que  $\beta_4 > 0$  al igual que  $E[te_i/OLPC = 1] = \psi_0 + \psi_1 = 8,169$ . Por lo tanto, el efecto total del tiempo de estudio es positivo. Bajo el mismo análisis, se observa que el efecto total del método de enseñanza es negativo debido a la pérdida de eficiencia una vez que se opta por la tecnología. Finalmente, se tiene que:

$$[ETE] + [EME] = \hat{\beta}_{OLPC}^{BID}$$

$$\beta_1\psi_1 + \beta_2(\psi_1^2 + 2\psi_0\psi_1) + \beta_4(\psi_0 + \psi_1) + \beta_3\delta_1 = 0,097 \approx \hat{\beta}_{OLPC}^{BID} = 0,053$$

En promedio, la diferencia entre el resultado del BID y el modelo propuesto no es alta (0.04 sd). No obstante, el siguiente paso debe ser evaluar la significancia de esta diferencia. Para ello, se procedió a emplear la metodología del *Jackknife*. Esta metodología se utiliza especialmente para muestrear la varianza y el sesgo de estimación de algunos parámetros de interés. El *Jackknife*, a diferencia del *Bootstrapping*, utiliza un muestreo sin reemplazo y deja sistemáticamente un determinado número de observaciones a partir de un conjunto de datos, calcula la estimación y luego encuentra el promedio de estos cálculos. De este modo, se obtiene una distribución de los parámetros estimados así como de la combinación presentada en la ecuación anterior. La distribución del parámetro de interés, para 1000 simulaciones y extrayendo 100 observaciones en cada proceso, se observa en la **Figura 1**.

Tomando en cuenta la media y la desviación estándar de esta distribución, se procede a testear la significancia de la diferencia entre el estimador del modelo estructural y el de la forma reducida.

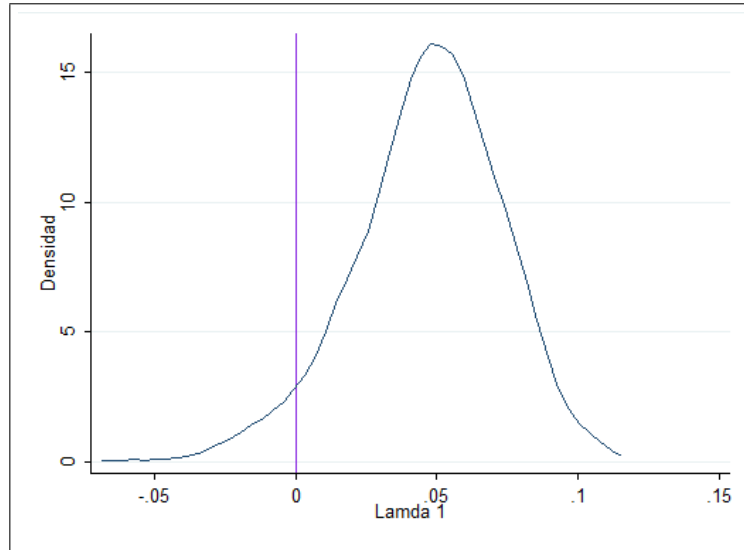
$$H_0 : \lambda_1 - \hat{\beta}_{OLPC}^{BID} = 0$$

$$H_a : \lambda_1 - \hat{\beta}_{OLPC}^{BID} \neq 0$$

$$t = \frac{\lambda - \hat{\beta}_{BID}}{\sqrt{\sigma_\lambda^2}} = \frac{0,047 - 0,053}{0,026} = -0,23 < T_{std}$$

Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula de que la diferencia es cercana a cero o no significativa. Ello induce a concluir que el modelo obtiene resultados similares a los de Cristia et al. (2017) bajo una metodología diferente y que se estarían cumpliendo los supuestos planteados.

**Figura 1: Distribución del parámetro estructural  $\lambda_1$**



Nota: Elaboración propia.

Ahora bien, el **Cuadro 6** toma en cuenta el rendimiento académico diferenciado por los cursos de matemáticas y lenguaje. Para matemáticas, muchos de los estimadores pierden significancia. El único estimador significativo es aquel que refleja la complementariedad entre el tiempo de estudio y el programa dado que refleja los efectos indirectos del mismo. Se observa que dicha complementariedad genera un aumento de 0.03 sd en las pruebas estandarizadas de matemáticas. De la misma manera, para el curso de lenguaje el único estimador significativo es el método de enseñanza. Esto parece indicar que una comunicación eficiente entre el profesor y los alumnos genera un aumento en el aprendizaje que se refleja en un aumento de 0.96 sd en las pruebas estandarizadas de lenguaje.

En la interacción general de los mecanismos de transmisión, parecería que el tiempo de estudio es el canal predominante. Ello podría explicar el porqué los retornos en cursos como matemáticas (donde el conocimiento es mayor cuando se dedica más tiempo a la práctica) son positivos; mientras que los retornos para cursos como lenguaje no necesariamente tal y lo muestran los hallazgos del BID en la **Tabla 3**. Asimismo, al hacer el ejercicio anterior para obtener el parámetro de la forma reducida en las submuestras por curso, los parámetros encontrados tienen los mismos signos que los de Cristia et al. (2017). Por lo tanto, se puede afirmar que existe un *trade-off* entre los canales por los que el programa OLPC impacta al rendimiento académico para la muestra en conjunto.

**Cuadro 6: Estimación sobre el rendimiento en matemáticas y lenguaje**

VARIABLES	Matemáticas	Lenguaje
Tiempo de estudio	-0.13 (0.214)	0.05 (0.216)
Tiempo de estudio 2	0.01 (0.016)	-0.00 (0.016)
Método de enseñanza	0.86 (0.532)	0.96* (0.540)
Tiempo de estudio*OLPC	0.03*** (0.009)	0.00 (0.009)
Constante	-0.35 (0.597)	7.34*** (0.657)
Observaciones	2,274	2,274

Las desviaciones estándar están en paréntesis.

\*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$

Finalmente, para corroborar la robustez de los datos, se procedió a estimar diferentes especificaciones para cada ecuación planteada en el modelo. Se encontró que, tanto la dirección de los parámetros encontrados así como sus niveles de significancia no sufren cambios drásticos. Asimismo, el ejercicio anterior del *Jackknife* mostró que el estimador estructural hallado no tiene una diferencia significativa con el hallado por el BID. Esto conlleva a pensar que los resultados son robustos y consistentes con la literatura antes ya estudiada.

## 5.1. Contrafactuales

Un contrafactual es una situación hipotética de qué pasaría con la variable de interés – en este caso, el rendimiento académico – si se altera alguna de las variables explicativas. Un modelo estructural permite realizar estas comparaciones sin necesidad de que hayan pasado en la realidad (Bernal y Peña, 2012). En esta sección se analizará qué sucede con el rendimiento académico cuando se altera la variable de política - el acceso al programa OLPC - en tres escenarios: (i) cuando a todos los profesores se le asigna un método de enseñanza centrado en el alumno; (ii) cuando a ningún profesor se le asigna dicho atributo y (iii) cuando a todos los hogares se les asigna acceso a agua (ya sea potable o entubada).

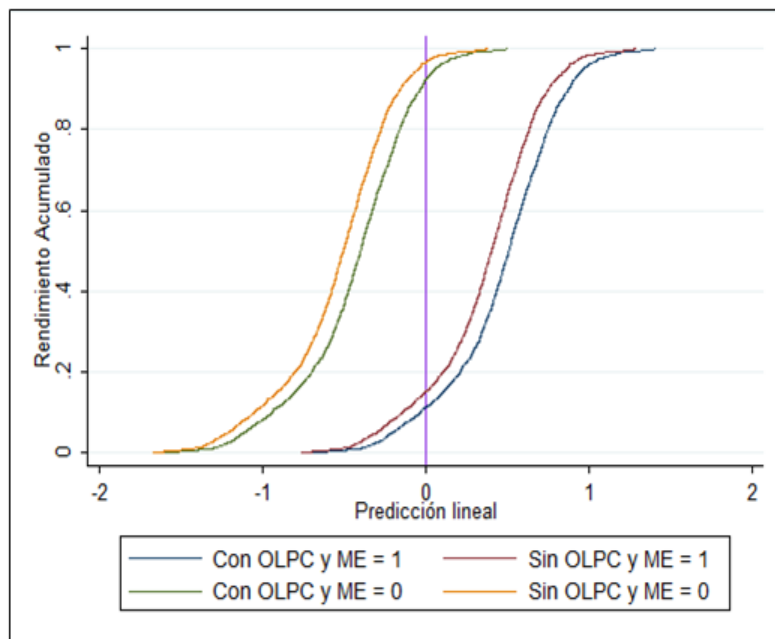
En el primer escenario - a todos los profesores se le asigna un método de enseñanza centrado en el alumno - si todos los alumnos tuviesen acceso al programa, las notas estandarizadas promedio de matemáticas y lenguaje ascenderían a 0.474 sd. Mientras que, si ningún alumno tuviese acceso



al programa, estas serían, en promedio, 0.365 sd. Ello indicaría que, independientemente del acceso al programa, el sólo hecho de tener a un profesor con una buena metodología de enseñanza, garantizaría un rendimiento promedio por encima de la media de todos los estudiantes. Esto se relaciona mucho con la calidad educativa. Un buen profesor (con un buen método de enseñanza) genera un aumento en la calidad de aprendizaje de los niños, lo cual se refleja en sus notas más allá de si usan la tecnología o no. Si bien la tecnología genera un aumento adicional, no sería la determinante para el buen aprendizaje de los niños, sino un complemento adicional.

Para el segundo caso - a ningún profesor se le asigna un método de enseñanza centrado en el alumno - si todos los niños tienen acceso al programa, su rendimiento académico promedio sería de -0.436 sd. Por lo contrario, si ningún niño tuviese acceso al programa, su rendimiento académico promedio sería de -0.545 sd. De este modo, se observa que hay una ganancia en rendimiento académico producto del acceso al programa pero que no compensa la pérdida producto de mal método de enseñanza que tienen los profesores. En ambos casos, las notas estandarizadas son negativas, es decir, los alumnos rinden por debajo del promedio por el simple hecho de que su profesor asociado tiene un método de enseñanza malo.

**Figura 2: Rendimiento Académico con y sin programa dado método de enseñanza centrado en el alumno**



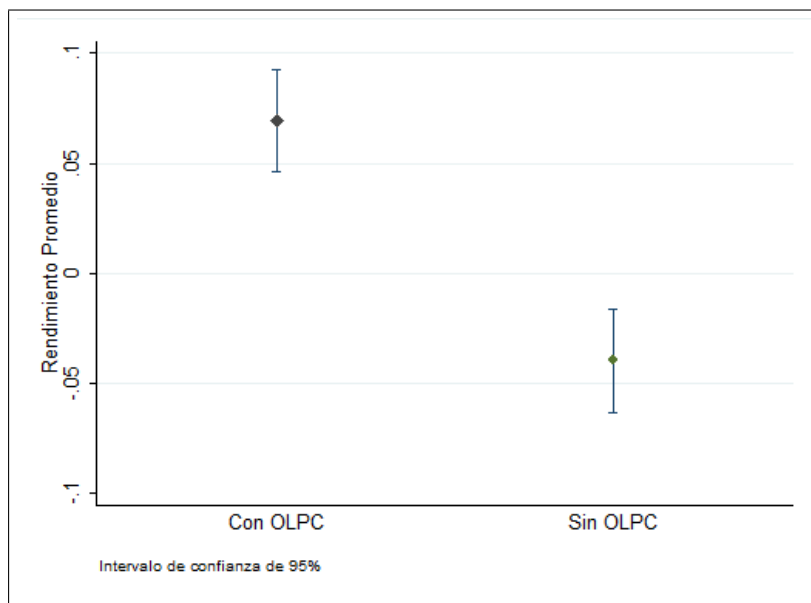
Nota: Elaboración propia.

La **Figura 2** resume lo discutido anteriormente. La interpretación de estos resultados es sencilla: independientemente del acceso a la tecnología, es el método de enseñanza del profesor el factor determinante del rendimiento académico de los niños. Este factor muestra su grado de importancia a tal punto que los resultados de las pruebas estandarizadas pasan de estar por debajo de la media

a estar por encima sólo al cambiar el método de enseñanza. El programa generaría una ganancia de 0.11 sd sobre el rendimiento académico en cualquiera de los casos. Por ello, lo más eficiente en cuestiones de política sería enfocarse, primero, en mejorar el método de enseñanza de los profesores antes que la implementación o expansión del programa.

El tercer contrafactual guarda relación con el acceso a servicios básicos en el hogar. En específico, con el acceso a agua, ya sea potable o entubada, dentro del hogar. Como se sabe, esta variable está se relaciona positivamente con el tiempo de estudio óptimo que escogen los niños. Así, si todos los niños fuesen beneficiarios del programa y sus hogares tuviesen acceso al servicio de agua, su rendimiento académico promedio sería de 0.07 sd. Mientras que, si ningún niño fuese beneficiario del programa, por más que su hogar tenga acceso al servicio de agua, su rendimiento académico promedio sería de -0.04 sd.

**Figura 3: Rendimiento Académico con y sin programa dado el acceso al servicio de agua**



Nota: Elaboración propia.

La **Figura 3** refleja lo discuto. Nuevamente, la interpretación de estos resultados es clara: en este escenario, OLPC sí actúa como herramienta determinante sobre el rendimiento académico. Si todos los niños tuviesen acceso a servicios básicos, las herramientas tecnológicas potencializarían su aprendizaje, ya que poseen más tiempo para familiarizarse con ella y cada minuto adicional trae consigo una ganancia producto de la complementariedad entre ambos factores. Esto es lo que haría la diferencia entre tener un rendimiento por encima o por debajo de la media.

## 6. Conclusiones

La propuesta del modelo estructural para cuantificar el impacto del programa sobre los canales mencionados fue alcanzada mediante un modelo estático simple de asignación de tiempo. De este modo, se logró dar un contenido estructural a los estimadores de la forma reducida planteados por Lavado, Montenegro y Yamada (2015) y Cristia et al. (2017). Los hallazgos más resaltantes del presente estudio son los siguientes. Por un lado, la complementariedad entre el tiempo de estudio y el acceso a la tecnología, la cual afecta positivamente al rendimiento académico; componente que, probablemente, no haya sido tomado en cuenta por el estudio de Lavado, Montenegro y Yamada (2015). Por otro lado, el método de enseñanza del profesor asociado como principal fuente de variación del rendimiento académico de los niños.

Con respecto a la hipótesis, se puede afirmar que el programa OLPC sí genera un *trade-off* entre la distribución del tiempo y el método de enseñanza sobre el rendimiento académico. Primero, el programa aumenta el tiempo de estudio de los niños en aproximadamente 50 minutos y, si bien el tiempo de estudio no parece tener efectos directos sobre el rendimiento, toma relevancia al ser complementado por el programa. Ante ello, se genera un aumento en el rendimiento académico promedio del niño en 0.02 desviaciones estándar. Segundo, el programa reduce la probabilidad de que el profesor aplique un método de enseñanza centrado en el alumno en 0.05 puntos porcentuales, lo cual genera que el rendimiento académico se reduzca en 0.05 desviaciones estándar. Tercero, el primer canal se vuelve relevante en el curso de matemáticas mientras que el segundo toma relevancia en el curso de lenguaje.

El análisis contrafactual permitió identificar el impacto sobre el rendimiento académico a partir de cambios en el acceso al programa OLPC. Este análisis se hizo tomando como base tres escenarios hipotéticos: (i) cuando a todos los profesores se le asigna una metodología centrada en el alumno, (ii) cuando a ningún profesor se le asigna esta metodología y (iii) cuando a todos los hogares de los niños se le asigna el acceso a agua (ya sea potable o entubada).

Se observa que, en los primeros dos casos, el factor clave lo constituye el método de enseñanza, ya que si a todos los profesores se les asigna un método eficiente, el rendimiento académico siempre se encontrará por encima de la media estandarizada, independientemente del acceso al programa. En el tercer caso, se observó que, si todos los hogares tuviesen acceso a servicios básicos, el programa sí actuaría como factor determinante del rendimiento académico. Este rendimiento pasaría de estar por debajo de la media, a estar por encima de la misma sólo por el acceso al programa. El programa OLPC aumenta el rendimiento académico en 0.11 desviaciones estándar en los tres casos. Por lo tanto, en los dos primeros casos, el programa OLPC funciona como factor potenciador del método de enseñanza del profesor; mientras que en el tercer caso como factor determinante, dado que potencializa el tiempo de estudio del niño.

## 7. Recomendaciones y limitaciones

El presente trabajo ha demostrado que el programa OLPC influye sobre el rendimiento académico a través de dos canales: (i) el método de enseñanza y (ii) la distribución del tiempo. Con respecto al primero, se observa que existe una relación negativa debido a una pérdida de eficiencia en el método de enseñanza. En cuanto al segundo, se observa que hay una relación positiva en tanto haya una complementariedad entre el programa y el tiempo de estudio. Asimismo, el análisis contrafactual permitió identificar algunas variables con resultados simulados. Por tanto, las recomendaciones de política deberían estar ligadas a dos objetivos: (i) reducir la pérdida de eficiencia en el método de enseñanza del profesor asociado y (ii) potencializar la complementariedad entre el tiempo de estudio y el programa.

De este modo, se proponen dos recomendaciones de política, una en función de cada objetivo. Primero, en el mediano plazo y largo plazo, se debería poner mayor énfasis en el primer objetivo. Por tanto, una recomendación sería dar capacitaciones a los profesores, las cuales promuevan el uso de un método de enseñanza centrado en el alumno. Esta debería implementarse en los colegios y ser evaluadas al menos dos veces al año (a mitad de año y al final del mismo). Como se mostró en las simulaciones contrafactuales, un método de enseñanza eficiente genera una gran diferencia en cuanto a calidad de aprendizaje en los niños. No obstante, hacer que un profesor cambie de estrategia pedagógica puede ser difícil en el corto plazo. Por ello, se requiere que se dicho objetivo se trabaje progresivamente hasta obtener resultados en un mediano y largo plazo.

Segundo, en el corto, mediano y largo plazo, se debería enfatizar el segundo objetivo. Como se mostró en el análisis contrafactual, el acceso a servicios básicos en el hogar, como el agua, potencializa la complementariedad entre el tiempo de estudio y el programa. Esto es porque el acceso genera un aumento considerable de tiempo de estudio. Así como el acceso a agua, los diferentes servicios básicos juegan un rol importante sobre el aprendizaje de los niños. Estos podrían estar ligados a la disponibilidad y motivación que tienen estos para estudiar. Debido a que el efecto de estos servicios se genera por la ganancia de tiempo que tienen los niños, cualquier política que proponga el Estado, guiado hacia dicha ganancia generaría que el efecto de la tecnología pueda ser notorio en el rendimiento académico.

Asimismo, existen algunas limitaciones en el presente estudio por el lado del origen de los datos. Primero, la data proporcionada no cuenta con la información suficiente como para darle contenido estructural a los factores de decisión de los profesores. El presente estudio toma la forma reducida para el método de enseñanza del profesor propuesta por Lavado, Montenegro y Yamada (2015). Si bien los autores encontraron evidencia suficiente para demostrar el efecto negativo del programa sobre el método de enseñanza, no necesariamente es eficiente tomar la forma reducida. Puesto que pueden existir parámetros que se estén ignorando por el lado de la toma de decisiones del profesor.

Lo ideal sería modelar por qué el profesor asociado al alumno  $i$  decide optar por un método de enseñanza centrado en el alumno y por qué no.

Segundo, esta limitación en los datos hace que las restricciones de exclusión tomadas para identificar los efectos tanto del método de enseñanza como del tiempo de estudio sobre el rendimiento puedan ser criticadas como débiles. Esto sucede por lo siguiente. Primero, porque se asume que los retornos de la educación privada explican la calidad de enseñanza cuando en la práctica no necesariamente es así. Una mejor restricción podría estar ligada al lugar de origen del profesor o al resultado de alguna prueba estandarizada de habilidades socioemocionales. De este modo, también se evitaría el sesgo por variable omitida. Segundo, el acceso a agua potable también está correlacionado con la condición de pobreza de las familias. Probablemente, estimar el salario promedio de jóvenes entre 9 y 12 años en zonas rurales podría ser un mejor instrumento para la segunda variable.

Finalmente, el presente estudio abre paso a investigaciones futuras e invita a explorar y reflexionar sobre el campo de la Economía del Comportamiento. Pues se podría añadir valor si en lugar de un modelo estático se procede a plantear un modelo dinámico. Un mecanismo a explorar podría ser una utilidad intertemporal. Probablemente, un niño no necesariamente quiera mayor rendimiento, sino mayor ocio. No obstante, para conseguir esta ganancia en ocio, necesite estudiar primero. Esto se ve reforzado en tanto que la función de la laptop sea aumentar el aprendizaje (al cumplir con los deberes académicos) en el menor tiempo posible. Por lo que se explotaría más el factor de complementariedad entre el tiempo de estudio y las laptops XO. Asimismo, este estudio revela la utilidad de los modelos estructurales en cuanto su uso en las evaluaciones de impacto. Pues promete ser una herramienta que ayudaría a explicar la historia detrás de los hallazgos al comparar los estimadores estructurales con los de la forma reducida y analizar los supuestos sobre los que descansan estos últimos.

## 8. Bibliografía

Attanasio, O., Meghir, C., y Santiago, A. (2011). Education Choices in Mexico: Using a Structural Model and a Randomized Experiment to Evaluate PROGRESA. *The Review of Economics Studies*.

Bennet, S., y Jordan, J. (1975). A typology of teaching styles in. *British Journal of Educational Psychology*, 45, 20-28

Bernal, R. y Peña, X. (2012). Guía práctica para la evaluación de impacto. Universidad Católica de Chile. Chile.

Beuermann, D. W., Cristia, J., Cueto, S., Malamud, O., y Cruz-Aguayo, Y. (2015). One Laptop per Child at Home: Short-Term Impacts from a Randomized Experiment in Peru. *American Economics Journal: Applied Economics*, 53-80.

Ceibal, P. (2011). Evaluación Anual en Primaria 2009 - 2011. Technical Report Ministerio de Educación y Cultura.

Cristia, J. P., Ibararán, P., Cueto, S., Santiago, A., y Severín, E. (2017). Technology and Child Development: Evidence from the One Laptop per Child Program. *American Economics Journal: Applied Economics*, 295-320

Delen, E., y Bulut, O. (2011). The relationship between students' exposure to technology and their achievement in science and math. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, volume 3 - Issue 3.

Desforges, C., y Abouchar, A. (2003). The impact of parental involvement, parental support and family education on pupil achievement and adjustment: A literature review. DFES Publications Nottingham, UK.

Fairlie, R., y Robinson, J. (2013). Experimental Evidence on the Effects of Home Computers on Academic Achievement among Schoolchildren. Cambridge: National Bureau of Economic Research.

Ferrando, M., Machado, A., Perazzo, I., & Vernengo, A. (2011). Una primer evaluación de los efectos del plan Ceibal en base a datos de panel. Montevideo, Uruguay: Instituto de Economía de la FCEydeA. Mimeographed document.

Green, F; Machin, S; Murphy, R; Zhu, Y (2010). The Changing Economic Advantage from Private School.

Guloba, M., Wokadala, J. y Bategeka, L. (2010). Does teaching methods and availability of teaching resources influence pupils' performance: Evidence from four districts in uganda. *Economic Research Policy, Research Series No, 77*.

Hanushek, E. (1971). Teacher characteristics and gains in student achievement: Estimation using micro data. *The American Economic Review*, 61, 280-288.

Hansen, N.W., Postmes, T., Annemarie, B., & Tovote, A. (2009). Does technology drive social change? Psychological, social and cultural effects of olpc among Ethiopian children. Technical Re-

port University of Groningen.

Hatch, K. E. (2011). *Determining the Effects of Technology on Children*. University of Rhode Island.

Hsiung, C. (2012). The effectiveness of cooperative learning. *Journal of Engineering Education*, Vol 101, 119-137.

Lansdown, G. (2005). *La evolución de las facultades del niño*. UNICEF.

Laura, C. (2015). Maestros y computadoras portátiles en el Perú: ¿Por qué no se usan las computadoras portátiles? *Revista de innovación educativa*. Vol. 7, num. 1.

Lavado, P., Montenegro, G., y Yamada, G. (2015). El efecto de One Laptop per Child en las prácticas de enseñanza y en la distribución del tiempo en el hogar.

Malamud, O., y Pop-Eleches, C. (2011). Home Computer Use and the Development Human Capital. *Quarterly Journal of Economics*. Vol. 126.

Mo, D. J. (2011). Can One-to-One Computing Narrow the Digital Divide and the Educational Gap in China? The Case of Beijing Migrant Schools. *World Development*.

Nugroho, D., & Lonsdale, M. (2009). *Evaluation of olpc programs globally: a literature review*. Melbourne, Australia: Australian Council of Educational Research. Mimeographed document.

Nugroho, y Lonsdale. (2010). *Evaluation of OLPC programs global: a literature review*.

OLPC. (2009). Recuperado el 23 de Agosto de 2013, de <http://one.laptop.org/map>; <http://laptop.org/en/vision/index.shtml>

O'Neill, G. y McMahon, T. (2005). Student-centred learning: What does it mean for students and lecturers. *Emerging issues in the practice of university learning and teaching*, 1.

Piaget (1991). *Seis estudios de psicología*. Traducción de Jordi Marfá. Editorial Labor. S. A. Barcelona, España.

Rongraung, S; Somprach, K; Khanthap, J; Sitthisomjin, j (2013). *Soft skills for private Basic Education schools in Thailand*.

Rosenzweig, M. y Wolpin, K. (2000). Natural "Natural Experiments" in Economics. *Journal of Economic Literature*, Vol. XXXVIII, pp. 827-874.

Sagol, C. (2011). *El modelo 1 a 1 - Notas para comenzar*. Buenos Aires: Presidencia de la Nación.

Santiago, A., Severin, E., Cristia, J., Ibararán, P., Thompson, J., y Cueto, S. (2010). Evaluación experimental del programa *Una laptop por niño*.<sup>en</sup> Perú. *Aportes - BID educación*.

Subrahmanyam, K., Kraut, R. E., Greenfield, P. M., y Gross, E. F. (2000). The Impact of Home Computer Use on Children's Activities and Development. *The future of Children - Children and Computer Technology* Vol. 10 - Nro 2.

Subrahmanyam, K., Kraut, R. E., Greenfield, P. M., y Gross, E. F. (2001). The impact of computer use on children's and adolescents' development. *Applied Developmental Psychology* 22, 7-30.

Vygotsky, L. S. (1978). *Interaction Between Learning and Development*. *Mind and Society*, 79-91.

Yamada, G. (2007) *Retornos a la educación superior en el mercado laboral: ¿vale la pena el esfuerzo?* Primera edición. Centro de investigación de la Universidad del Pacífico, 68-69.



## 9. Anexos

### 9.1. Tablas

Tabla 1: Estadísticos descriptivos

Variable	Control	Tratamiento	Diferencia	N
<b>Rendimiento</b>				
Rendimiento Académico	-0.01 ( 0.868)	0.06 ( 0.833)	0.07* (0.038)	2274
<b>Distribución del tiempo</b>				
Tiempo de estudio en casa	6.51 ( 2.888)	7.35 ( 2.383)	0.85*** (0.114)	2274
Tiempo de trabajo en casa	3.62 ( 3.312 )	2.91 ( 2.680)	-0.70*** (0.130)	2274
Tiempo dedicado al ocio	1.50 ( 1.191 )	1.50 ( 1.162 )	0.00 (0.052)	2274
<b>Características del profesor</b>				
Método de enseñanza centrado en el alumno	0.59 (0.493)	0.54 (0.498)	-0.04 (0.027)	2274
Años de experiencia	15.03 (7.326)	14.99 (8.077)	-0.04 (0.350)	2274
Edad	41.15 (8.020)	41.25 (8.795)	0.9 (0.38)	2274
Sexo	0.47 (0.499)	0.43 (0.496)	-0.04 (0.022)	2274
Satisfecho con las normas y disciplinas	0.87 (0.335)	0.83 (0.375)	-0.04** (0.016)	2274
Ejerce cargo de profesor	0.58 (0.493)	0.64 (0.480)	0.06** (0.022)	2274
<b>Características del niño</b>				
Edad del alumno	10.76 (1.667)	10.81 (1.622)	0.04 (0.073)	2274
Sexo del alumno (varón)	0.52 (0.5)	0.50 (0.5)	-0.02 (0.022)	2274
Lengua materna castellano	0.83 (0.379)	0.81 (0.390)	-0.01 (0.017)	2274
Vive con ambos padres	0.84 (0.369)	0.82 (0.385)	-0.02 (0.017)	2274

Variable	Control	Tratamiento	Diferencia	N
<b>Características de los padres</b>				
Padre tiene secundaria incompleta	0.39 (0.489)	0.37 (0.484)	-0.02 (0.022)	2274
<b>Características del hogar</b>				
Número miembros del hogar	5.57 (1.911)	5.69 (1.796)	0.124 (0.082)	2274
Acceso a luz	0.80 (0.403)	0.80 (0.398)	0.01 (0.018)	2274
Acceso a desagüe	0.15 (0.355)	0.18 (0.383)	0.03* (0.017)	2274
Número habitaciones del hogar	3.24 (1.443)	3.21 (1.590)	-0.03 (0.069)	2274
<b>Características de la escuela</b>				
Años que la IE tiene computadora	1.95 (2.836)	2.30 (2.079)	0.35*** (0.105)	2274
Acceso a desagüe	0.31 (0.463)	0.36 (0.481)	0.052** (0.0212)	2274
Acceso a electricidad	0.95 (0.223)	0.97 (0.162)	0.026*** (0.008)	2274
Número alumnos por docente	18.00 (6.774)	18.92 (6.598)	0.92*** (0.297)	2274
Índice de satisfacción los items de la escuela	0.74 (0.223)	0.78 (0.241)	0.03*** (0.011)	2274
<b>Características de la comunidad</b>				
Acceso a internet	0.14 (0.345)	0.14 (0.348)	0.00 (0.016)	2274

NOTA: Las desviaciones estándar están en paréntesis.  
Elaboración propia.

**Tabla 2: Desempeño académico ex-ante el programa OLPC**

Desempeño académico	Tratamiento	Control	Diferencia ajustada
Matemáticas	-0.006	0.000	-0.007 (0.091)
Lenguaje	0.039	0.000	0.056 (0.092)
Promedio	0.016	0.006	0.025 (0.085)

NOTA: Las desviaciones estándar están en paréntesis.

Fuente: Technology and Child Development: Evidence from the One Laptop per Child Program, BID (2017)

Elaboración propia.

**Tabla 3: Efecto del programa OLPC sobre el rendimiento académico**

Desempeño académico	Tratamiento	Control	Diferencia
Matemáticas	0.110	0.000	0.110 (0.060)
Lenguaje	-0.029	0.000	-0.029 (0.055)
Promedio	0.053	0.000	0.053 (0.056)

NOTA: Las desviaciones estándar están en paréntesis.

Fuente: Technology and Child Development: Evidence from the One Laptop per Child Program, BID (2017)

Elaboración propia.