



UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

# ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA TÉCNICA ESCOLAR EN CHILE PARA LA PROPUESTA DE UN MONTO EFICIENTE DE SUBVENCIÓN PREFERENCIAL

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN GESTIÓN Y  
POLÍTICAS PÚBLICAS

**ANDRÉS EMILIO FERNÁNDEZ VERGARA**

PROFESOR GUÍA:

PABLO GONZÁLEZ SOTO

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:

ALEJANDRA MIZALA SALCES

JUAN PABLO VALENZUELA BARROS

SANTIAGO DE CHILE

2017

**RESUMEN DE LA TESIS PARA OPTAR  
AL GRADO DE:** Magíster en Gestión y  
Políticas Públicas  
**POR:** Andrés Emilio Fernández Vergara  
**FECHA:** Diciembre de 2017  
**PROFESOR GUÍA:** Pablo González Soto

## **ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA TÉCNICA ESCOLAR EN CHILE PARA LA PROPUESTA DE UN MONTO EFICIENTE DE SUBVENCIÓN PREFERENCIAL**

El sistema escolar chileno presenta injusticia educativa, por cuanto los resultados académicos entre los más pobres y el resto de la población son diferentes. La Subvención Escolar Preferencial (SEP) es una política educativa importante, y su objetivo es reducir la brecha de resultados entre estos grupos sociales. La reforma educacional en curso abre la oportunidad para discutir sobre efectividad y eficiencia en el uso de recursos educacionales. Para aportar a esta discusión, esta tesis actualiza las mediciones de eficiencia técnica y del monto SEP en el sistema escolar chileno.

Para esta actualización, se consideran los recursos financieros y humanos de los establecimientos en 2013, sus características financieras/administrativas y de tamaño, la experiencia docente y los niveles socioeconómicos de los estudiantes y sus familias.

En la estimación de la función de producción escolar, para el SIMCE de 4to básico de matemática y lenguaje 2013, se estiman mediante MC3E tres ecuaciones simultáneas para contrarrestar la endogeneidad y simultaneidad al usar el logro educativo y recursos financieros. Para eliminar la endogeneidad del modelo se utilizan los instrumentos de población comunal y gasto promedio de copago, ambos sugeridos en la literatura especializada. Estos instrumentos resultan ser relevantes, y la muestra de estudiantes, suficientemente grande, reduce los sesgos asociados a los instrumentos.

La eficiencia técnica escolar se estima a través del método paramétrico SFA y del método no paramétrico DEA, basándose en las mediciones de Mizala, Romaguera y Farren (2002), incorporando recursos financieros (instrumentalizados) disponibles para las escuelas en 2013. También, se actualiza el cálculo SEP de González, Mizala y Romaguera (2002) incorporando la variable educación materna en la definición de grupos vulnerables y usando un modelo de escuela eficiente de acuerdo a las estimaciones obtenidas por los dos métodos mencionados.

La función de producción escolar estimada muestra una relación significativa de los recursos (particularmente SEP individual) con el logro académico de los estudiantes, controlando por indicadores efectos por nivel. Las estimaciones de eficiencia técnica muestran que existirían diferencias en los niveles de eficiencia escolar de acuerdo al tipo de establecimiento y prueba SIMCE. Las estimaciones también muestran que las pruebas de matemática y lenguaje debiesen ser tratadas y estudiadas diferentemente.

La actualización del monto SEP muestra que se requiere cerca del doble del aporte actual SEP para reducir la brecha de resultados en promedio SIMCE entre el 30% más vulnerable de la población estudiantil y el resto. Al mismo tiempo, la reducción de esta brecha tendría un costo cercano a los \$59 mil millones de pesos.

*“La Educación, en su sentido amplio,  
es el medio para la continuidad social de la vida.”*

John Dewey, 1916

*“una política realmente democratizadora  
debe comenzar desde la educación primaria y media,  
donde se forma la capacidad y la disponibilidad  
para relacionarse con los bienes culturales”*

Néstor García Canclini, 1987

*A mis padres, Pablo y Francisca*

## **Agradecimientos**

Quisiera agradecer en primer lugar a mis padres, Pablo y Francisca, por el apoyo infinito e incondicional, no sólo en este trabajo, sino que en todo el periodo universitario y en mi vida. A mis hermanos y hermana, Jose, Tomi y Fran, por tanto cariño y momentos dulces. También a la Verito por regalarme el tiempo necesario para el trabajo y el estudio; y a mi madrina Ani por su constante presencia.

Quiero agradecer a Pablo por los valiosos comentarios y aportes para este trabajo, y también a Juan Carlos que me ayudó con la elaboración y el hilo de las ideas. Junto a ellos, quiero agradecer a Daniel, David y Mariví por todas las enseñanzas. También, agradezco especialmente al Centro de Sistemas Públicos por su apoyo constante.

Aprovecho de agradecer también a mis amigos, sin los cuáles este proceso universitario habría sido menos divertido. A Cristóbal, Álvaro, Pablo y Rodrigo, por el apañe desde siempre. A Natu, Pancha, Marta y JP, por dejarme crecer con ellos profesionalmente. A Matías, Yerko, Maxi y Guti por estar cerca cuando fuese necesario. También a Piero, Diana, Matías, Rodrigo, Nico, Víctor y Nathy por ayudarme a darle sentido al estudio y al trabajo. Y a Vale, Caro y Monse por tantas risas y reflexiones.

Cualquier publicación surgida a partir de esta tesis habrá sido posible gracias al apoyo de Conicyt y su programa de Capital Humano Avanzado, Magíster Nacional. Se agradece a la Agencia de la Calidad de la Educación por los datos de SIMCE facilitados.

La escuela como institución es la base para la comunicación de ideas, costumbres y hábitos culturales que sean importantes para una sociedad. De allí que surjan, por ejemplo, la educación medio-ambiental, la enseñanza para la no-violencia, la prevención ante el consumo de drogas, la instrucción de las políticas sociales, etc. El fenómeno educativo y pedagógico es infinitamente complejo; esta tesis aborda sólo una perspectiva y no pretende ser exhaustiva ni categórica en su desarrollo. Se requiere de complementar las miradas, y empatizar en los intereses de todos, para llevar adelante los objetivos que como sociedad coloquemos en la educación de nuestros niños y niñas.

## Tabla de Contenido

Agradecimientos.....	4
Tabla de Contenido.....	5
1. Introducción.....	1
1.1. La educación es una inversión de interés para los países.....	2
1.2. Descripción del sistema escolar chileno.....	4
1.3. Modificaciones recientes y en curso.....	18
1.4. La Subvención Escolar Preferencial (SEP).....	19
1.5. Presentación del trabajo.....	22
2. Marco Conceptual.....	23
2.1. Eficiencia técnica escolar.....	23
3. Metodología.....	34
3.1. Función de producción escolar.....	34
3.2. Variables.....	40
3.3. Medición de eficiencia técnica escolar.....	45
3.4. Cálculo de monto de recursos focalizados.....	52
3.5. Datos.....	53
4. Resultados.....	71
4.1. Resultado estimación instrumental de recursos sobre el desempeño.....	71
4.2. Resultados de eficiencia escolar, método SFA.....	77
4.3. Resultados de eficiencia escolar, método DEA.....	88
4.4. Resultados monto estimado de subvención preferencial.....	99
4.5. Análisis de robustez.....	102
5. Conclusiones.....	107
5.1. Función de producción escolar.....	108
5.2. Eficiencia técnica escolar.....	108
5.3. Monto de política de recursos focalizados.....	110
5.4. Limitaciones de este trabajo y propuestas a futuro.....	111
6. Bibliografía.....	112
7. Anexos.....	126

## Índice de tablas

Tabla 1: Variables a utilizar en el modelo.....	44
Tabla 2: Estadísticas descriptivas de las variables a utilizar .....	54
Tabla 3: Número de escuelas por tipo de establecimiento y ruralidad que rindió SIMCE 4to básico 2013.....	56
Tabla 4: Estimaciones de indicador de sesgo del instrumento .....	72
Tabla 5: Regresiones OLS sobre instrumentos.....	73
Tabla 6: Resultados estimación de logro académico sobre recursos Ecuación 2 a) para SIMCE matemática 2013.....	75
Tabla 7: Resultados estimación de logro académico sobre recursos Ecuación 2 a) para SIMCE lenguaje 2013.....	76
Tabla 8: Resultados estimación de ineficiencia con método SFA.....	78
Tabla 9: Resultados predicción de eficiencia técnica por establecimiento método SFA .....	79
Tabla 10: Resultados estimación Tobit para eficiencia técnica estimada por método SFA .....	82
Tabla 11: Distribución de establecimientos según cuadrante de la relación desempeño vs. Eficiencia SFA para SIMCE 2013.....	84
Tabla 12: Grupos de eficiencia según tipo de establecimiento, método SFA (los grupos se forman sobre y bajo la mediana).....	87
Tabla 13: Resultados predicción de eficiencia técnica por establecimiento método DEA .....	88
Tabla 14: Resultados estimación Tobit para eficiencia técnica estimada por método DEA .....	90
Tabla 15: Distribución de establecimientos según cuadrante de la relación desempeño vs. Eficiencia DEA para SIMCE 2013.....	94
Tabla 16: Grupos de eficiencia según tipo de establecimiento, método DEA (los grupos se forman sobre y bajo la mediana).....	96
Tabla 17: Resultados estimaciones monto de subvención preferencial eficiente según poblaciones comparadas, métodos de eficiencia y prueba SIMCE 2013 .....	99
Tabla 18: Resultados estimación de ajuste SEP - promedio .....	100
Tabla 19: Resultados estimaciones monto de subvención preferencial eficiente según poblaciones comparadas, métodos de eficiencia y prueba SIMCE 2013 .....	100
Tabla 20: Resultados estimación de logro académico sobre recursos Ecuación 2 a) en robustez para la prueba SIMCE matemática 2013.....	103
Tabla 21: Resultados estimación de logro académico sobre recursos Ecuación 2 a) en robustez para la prueba de lenguaje SIMCE 2013 .....	104
Tabla 22: Resultados estimaciones monto de subvención preferencial eficiente según poblaciones comparadas, métodos de eficiencia y prueba SIMCE 2013 en robustez.....	104
Tabla 23: Estimaciones de indicador de sesgo del instrumento en robustez.....	105
Tabla 24: Regresiones OLS sobre instrumentos en robustez .....	106

## Índice de Ecuaciones

Ecuación 1: Función genérica de producción escolar .....	34
Ecuación 2: Ecuaciones simultáneas de producción escolar: a) función de producción; b) función instrumental del aporte SEP; c) función de recursos escolares. ....	39
Ecuación 3: Ineficiencia técnica teórica por establecimiento.....	47
Ecuación 4: Estimación por MV de frontera estocástica.....	47
Ecuación 5: Estimador de Battese y Coelli para la eficiencia técnica en SFA.....	47
Ecuación 6: Eficiencia Técnica en modelo DEA ratio o/i .....	49
Ecuación 7: Modelo DEA-BBC de eficiencia técnica.....	50
Ecuación 8: Modelo de variable dependiente acotada Tobit .....	51
Ecuación 9: Diferencia de puntajes SIMCE ceteris patibus .....	52
Ecuación 10: Función de producción escolar con instrumentos explicativos .....	71



## Índice de Figuras

Figura 1: Gasto público en educación primaria y secundaria, como porcentaje del PIB, países de la OCDE 2014.....	3
Figura 2: Gasto privado en educación primaria y secundaria, como porcentaje del PIB, países de la OCDE 2014.....	3
Figura 3: Cuadro resumen de las políticas educacionales chilenas desde 1980 hasta 2014.....	6
Figura 4: Matrícula por año, 2004-2015, según tipo de establecimiento.....	8
Figura 5: Número de establecimientos por año, 2004-2015, según tipo de establecimiento.....	8
Figura 6: Promedio Puntaje prueba PISA Matemática, según países OECD 2015.....	10
Figura 7: Promedio Puntaje prueba PISA Lectura, según países OECD 2015.....	10
Figura 8: Distribución de puntaje PISA matemática 2006 y 2015 según grupo socioeconómico.....	11
Figura 9: Distribución de puntaje PISA lectura 2006 y 2015 según grupo socioeconómico.....	11
Figura 10: Resultados promedio SIMCE por nivel de ingreso familiar SIMCE 2013.....	13
Figura 11: Resultados promedio SIMCE por nivel educacional de la madre SIMCE 2013.....	13
Figura 12: Promedio de nivel de ingreso familiar SIMCE 2013, según tipo de establecimiento.....	14
Figura 13: Promedio de nivel educacional de la madre SIMCE 2013, según tipo de establecimiento.....	14
Figura 14: Diagrama de eficiencia de producción.....	45
Figura 15: Promedio alumnos (matrícula) que rindió 4to básico 2013 según tipo de establecimiento.....	56
Figura 16: a. Nivel de ingreso familiar según tipo de establecimiento. b. Nivel de educación materna según tipo de establecimiento.....	57
Figura 17: Promedio IVE 2013 según tipo de establecimiento.....	58
Figura 18: Promedio de concentración de alumnos prioritarios por tipo de establecimiento.....	59
Figura 19: a. Resultados SIMCE 2013 según nivel de ingreso familiar. b. Resultados SIMCE según educación de la madre del estudiante.....	60
Figura 20: a. Resultados SIMCE 2013 según número de libros en el hogar del estudiante. b. Resultados SIMCE 2013 según expectativa del apoderado del estudiante.....	61
Figura 21 : Distribuciones de resultados y promedios SIMCE 2013 según tipo de establecimiento (a. matemática estudiantes; b. matemática escuela; c. lenguaje estudiantes; d. lenguaje escuelas.).....	62
Figura 22: Promedios de porcentaje de recursos 2013 según tipo de establecimiento.....	67
Figura 23: a. Ingreso total percibido 2013 según tipo de establecimiento. b. Ingreso total percibido por alumno 2013 según tipo de establecimiento.....	68
Figura 24: Promedio de ingresos SEP 2013 por nivel de ingreso y según tipo de establecimiento.....	69
Figura 25: Distribución acumulada de eficiencia técnica SFA, según prueba SIMCE.....	79
Figura 26: Distribución acumulada de eficiencia técnica SFA según tipo de establecimiento.....	80
Figura 27: SIMCE 2013 vs. eficiencia técnica estimada con método SFA.....	83
Figura 28: Variación porcentual de establecimientos por cuadrante método SFA.....	85
Figura 29: Distribución acumulada de eficiencia técnica DEA, según prueba SIMCE.....	89
Figura 30: Distribución acumulada de eficiencia técnica SFA según tipo de establecimiento.....	91
Figura 31: SIMCE 2013 vs. eficiencia técnica estimada con método DEA.....	93
Figura 32: Variación porcentual de establecimientos por cuadrante método DEA.....	95
Figura 33: Variación porcentual de escuelas por cuadrante, según método y prueba SIMCE.....	98

## 1. Introducción

En este trabajo de tesis se estudia la eficiencia técnica escolar en Chile, y su distribución entre los establecimientos. Se propone también una corrección al monto de la subvención escolar preferencial (SEP) para actualizar su efectividad e incorporar el modelo de eficiencia estudiado.

La justicia según John Rawls (2001) debe asegurarse a través de la igualdad de acceso a las oportunidades. En el ámbito educacional, estas oportunidades se visualizan en los resultados que los estudiantes obtienen en las mediciones de aprendizaje. El sistema escolar chileno debe entonces asegurar buenos resultados de aprendizaje de los estudiantes, y que éstos sean accesibles para todos los individuos, sin diferenciar por características como la raza, el origen socioeconómico o el género.

Para introducir esta tesis, el capítulo se ha dividido en 5 secciones. En la sección 1 se muestra cómo en Chile, y en el mundo, el gasto en educación es una inversión de interés: de forma pública aumentará la productividad y el desarrollo, y privadamente aumentará las oportunidades laborales de los individuos. En la sección 2 se describe cómo el sistema escolar chileno se describe por un mercado altamente inequitativo en sus resultados de aprendizaje. En la sección 3 se presenta cómo, frente a esta situación, Chile recientemente ha comenzado a modificar sus políticas educativas, dedicando también más recursos a la educación. En la sección 4 se describe la política educativa chilena diseñada para disminuir de forma focalizada la brecha de resultados de aprendizajes entre niveles socioeconómicos: la Subvención Escolar Preferencial (SEP). Finalmente, en la sección 5 se explicita la propuesta de esta tesis: actualizar las estimaciones de eficiencia técnica y del monto necesario SEP para lograr su objetivo.

La efectividad y la eficiencia del gasto público deben ir de la mano, y el comienzo de una reforma educacional abre la oportunidad para entregar evidencia desde la investigación. La corrección de la SEP planteada en este trabajo incorpora también los resultados del análisis de eficiencia técnica escolar. El cálculo actualizado del monto SEP debe considerar un modelo de escuela eficiente, o de otra manera el Estado estaría gastando más recursos de los que son posibles de ser convertidos en aprendizaje.

El resto de la tesis se estructura de la siguiente manera: en el capítulo 2 se presenta el marco conceptual que define la eficiencia técnica escolar y los factores que la caracterizan. En el capítulo 3 se discute la metodología a utilizar, describiendo modelos, variables y datos. En el capítulo 4 se exponen los resultados de estimaciones, cálculos de eficiencia y monto de corrección de la subvención. Finalmente, en el capítulo 5 se concluye respecto a los resultados obtenidos, y se discuten las limitaciones y proyecciones de este estudio.

El aporte de esta tesis tiene dos pilares. El primero es la descripción de la eficiencia técnica escolar de los establecimientos educacionales en Chile con datos de 2013, incorporando variables de recursos financieros; lo que implica una actualización de la medición realizada por Mizala, Romaguera y Farren (2002). El segundo pilar es la entrega de un monto actualizado de la subvención escolar preferencial, con una metodología instrumental y eficiente, a nivel de estudiante, y considerando una dimensión adicional de vulnerabilidad. Este ajuste permitiría teóricamente reducir la brecha de resultados de aprendizaje entre los grupos más vulnerables y el promedio de la población estudiantil, y fomentar un gasto eficiente.

## **1.1. La educación es una inversión de interés para los países**

Los sistemas escolares frecuentemente se encuentran en el centro de las discusiones públicas y agendas de gobierno de los países. Según la teoría económica del Capital Humano, la educación provee de herramientas de productividad a los individuos de una sociedad. Para un Estado, individuos educados aumentan la productividad laboral y las capacidades del país para volverse competitivo en el mercado internacional y crecer económicamente.

Los países tienen interés de invertir en educación para asegurar a futuro mayores niveles de productividad y capacidad de desarrollo. Esto ha sido mostrado empíricamente en los trabajos de Hanushek y Woessman, y ha sido profundizado con la evidencia de heterogeneidad de efectividad según el estado de desarrollo de los países (Woessman & Hanushek, 2007; Hanushek E. , 2013). Además de los beneficios en productividad, la evidencia del último tiempo ha mostrado que existen beneficios no monetarios asociados a la inversión en educación: aumento en la participación de votantes y aumento de capital cultural, por ejemplo (ver informe del Banco Mundial (2018)).

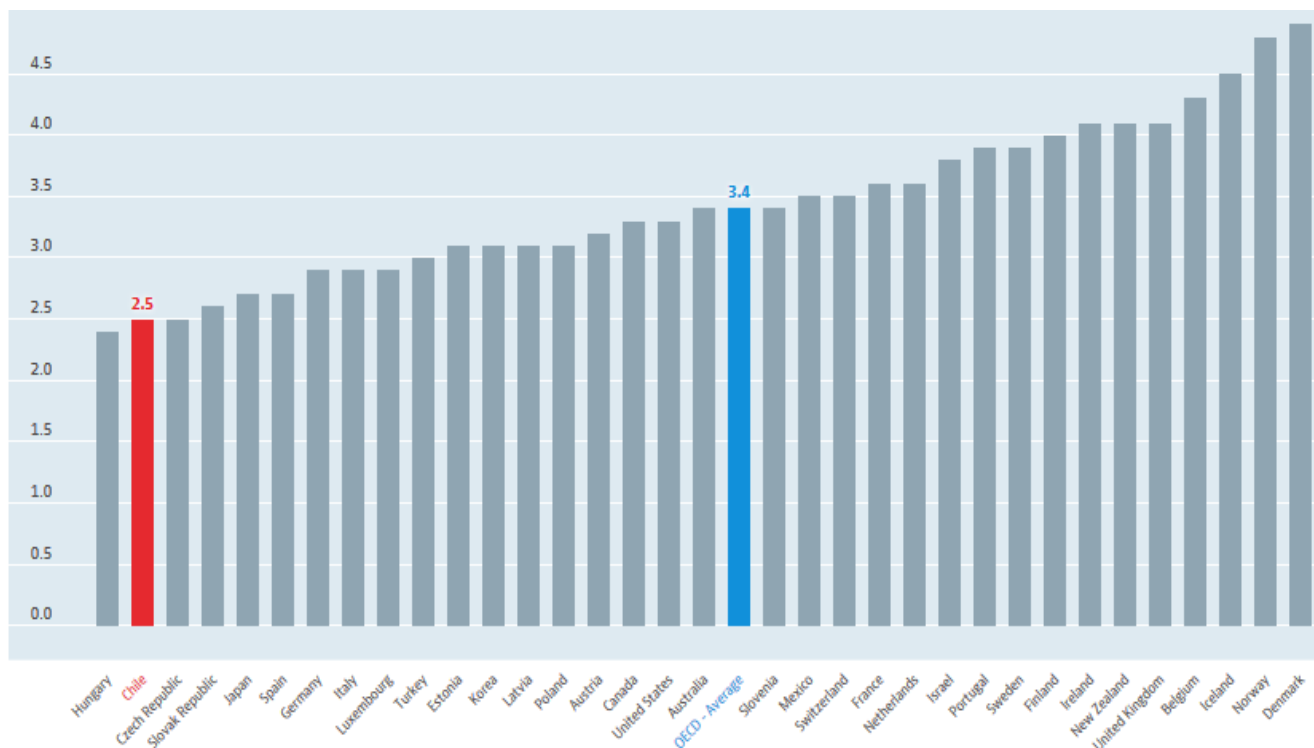
El interés de los países para invertir en educación se puede ver manifestado en los datos de los países desarrollados. En la Figura 1 se muestra el gasto público de los países miembros de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OECD, por sus siglas en inglés), como porcentaje de sus respectivos Productos Internos Brutos (PIB). Se puede ver que la educación se presenta como un gasto importante (sobre el 3,0% en promedio) dentro de las agendas de los países desarrollados. En Chile particularmente, el gasto público en educación primaria y secundaria representaba un 2,5% del PIB en 2014.

Para el individuo, invertir en educación significa esperar a futuro mayores remuneraciones laborales, acceso a mejores condiciones laborales y de salud, y aumento de redes sociales, como muestra la literatura de investigación económica. Una forma de observar el interés de los individuos, es mirar el gasto privado dedicado a educación de manera agregada en los países. En la Figura 2 se muestra el gasto privado en educación de los países miembros de la OECD. Nuevamente, para gran parte de los países y en promedio, el gasto supera el 3,0%. Cabe destacar que en algunos países, como Chile, el gasto privado en educación primaria y secundaria es mayor que el gasto público en esas materias.

Se puede ver que, tanto de manera pública como privada, los países dedican recursos significativos a la educación primaria y secundaria. Parte importante de las discusiones de política educativa dentro de los países radican en cuánto y cómo dedicar esos recursos en el sistema educativo. La investigación económica en educación busca aportar evidencia para alimentar esa discusión, de forma de asegurar que el gasto en educación tenga los resultados esperados y que los recursos se utilicen aprovechándolos al máximo.

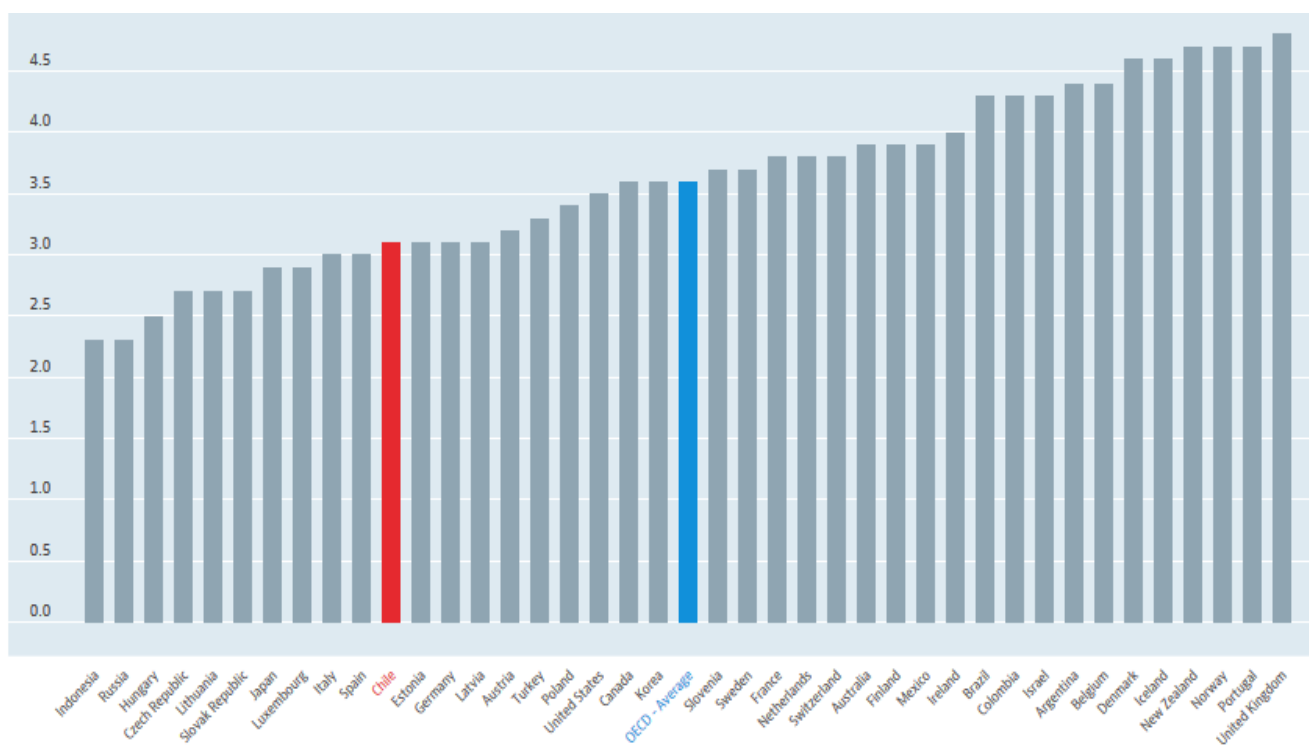
La propuesta de esta tesis, de corregir el monto SEP para mejorar su efectividad y eficiencia, es un aporte desde la investigación empírica a la discusión sobre el gasto en educación. Se espera con este trabajo mostrar que dicho instrumento de política educativa puede ser mejorado en su capacidad de lograr los resultados esperados, tomando en consideración los recursos utilizados por los establecimientos.

**Figura 1: Gasto público en educación primaria y secundaria, como porcentaje del PIB, países de la OCDE 2014**



Fuente: OCDE 2017, Education at a Glance: Education finance indicators

**Figura 2: Gasto privado en educación primaria y secundaria, como porcentaje del PIB, países de la OCDE 2014**



Fuente: OCDE 2017, Education at a Glance: Education finance indicators

## 1.2. Descripción del sistema escolar chileno

### 1.2.1. Historia y estructura del sistema escolar chileno

El sistema educacional chileno presenta una historia particular, y ha sido considerado por algunos autores como “*la experiencia internacional más importante de un sistema educacional basado en la competencia e incentivos*” (Contreras, Larrañaga, Flores, Lobato, & Macías, 2005, pág. 62), o “*un caso extremo de sistema escolar orientado por el mercado*” (Bellei C. , 2016, pág. 232). En los años '80, en dictadura cívico-militar, se estructuró un sistema de mercado con tres actores: establecimientos a cargo de las municipalidades<sup>1</sup> (establecimientos de educación municipal – EM), establecimientos particulares que reciben subvención del Estado (particulares subvencionados – PS) y establecimientos particulares privados que no reciben subvención estatal (PP).<sup>2</sup>

La instauración de los establecimientos PS significó dar libertad de enseñanza al sector privado para instaurar proyectos educativos. Estos proyectos debían cumplir algunos requisitos impuestos por el Ministerio de Educación, y recibirían financiamiento estatal. Se esperaba de estos establecimientos que mostraran eficiencia administrativa. Esta eficiencia empujaría a los establecimientos ineficientes a modificar sus prácticas para mejorar la enseñanza o a cerrar, dejando en el sistema únicamente establecimientos eficientes en la producción de calidad educativa. También los establecimientos municipales entraron en esta lógica competitiva, y se esperaba por tanto la mejora de su producción educativa.

El financiamiento estatal escolar comenzó a entregarse en la forma de una subvención regular (identificada con el *voucher* en la literatura internacional, aunque con algunas diferencias) que se paga mensualmente a los establecimientos por cada alumno que asiste.<sup>3</sup> La entrega de esta subvención genera un incentivo a los establecimientos para atraer y retener estudiantes, y asegurarse de su asistencia a clases. El hecho de que los establecimientos dependieran de la atracción de alumnos para subsistir financieramente, sumado a la libertad de las familias de escoger a quien “entregar su subvención”, estableció la competencia en el sistema escolar chileno.

A la vuelta de la democracia en Chile (años '90) se realizaron reformas que mantendrían el espíritu original del sistema, pero modificando aspectos elementales. En un breve resumen, se listan las tres más relevantes en el contexto de este trabajo: i) el Estatuto Docente (1991) restringe la movilidad de las plantas docentes de los establecimientos municipales, reduciendo su libertad relativa para administrar recursos; ii) la modificación del Financiamiento Compartido (1993) aumenta los montos que los establecimientos PS pueden cobrar a las familias adicionalmente a la

---

<sup>1</sup> Dentro de la administración municipal se diferencian dos formas: Departamento de Administración de la Educación Municipal (DAEM) y Corporaciones Municipales. Los primeros son departamentos internos de cada municipio, las segundas son entidades independientes de la municipalidad, de derecho privado, pero ligada a ella a través del Alcalde y del Departamento de Finanzas Municipales. Leer también sobre la “municipalización” de la educación chilena.

<sup>2</sup> Existe también la figura de establecimientos de Administración Delegada (AD), que representaban a 2013 un 0,58% de los establecimientos, y que se omitirán del análisis de esta tesis.

<sup>3</sup> En la práctica, el cálculo de la subvención se realiza considerando una media móvil cada tres meses.

subvención recibida<sup>4</sup>, lo que aumentaría la diferenciación competitiva del sector subvencionado; iii) la publicación de los resultados del SIMCE<sup>5</sup> (1995) permite que los establecimientos entreguen señales a los apoderados sobre su efectividad en el logro académico. Un resumen de este proceso hasta el año 2004 se puede ver en Contreras y otros (2005).

Las reformas mencionadas significaron consolidar mecanismos de mercado siguiendo la teoría económica, por ejemplo en mejorar la información de señales que la oferta (establecimientos) envía a la demanda (apoderados) respecto a su productividad a través del SIMCE. O bien, permitía a los establecimientos cobrar montos adicionales de acuerdo a las disposiciones a pagar de las familias, aumentando sus recursos.<sup>6</sup> Sin embargo, otras reformas significaron aumentar las diferencias de competitividad entre tipo de establecimientos. Por ejemplo, los establecimientos municipales presentan más restricciones para el manejo del personal docente, y los establecimientos particulares tienen más libertades en la selección de alumnos.

Para finales de la década de los '90, también se realizaron otras reformas. Una gran reforma curricular y la ampliación de la jornada escolar a nivel nacional mediante la implementación de la “jornada escolar completa” (JEC). Sin embargo, de acuerdo al investigador Bellei y otros, las reformas mencionadas y la evolución del sistema escolar chileno no fueron suficientes para satisfacer las expectativas de mejora que la sociedad había puesto sobre el sistema, y en el año 2006 se produjo un estallido social (Berner & Bellei, 2011; Bellei & Vanni, 2015). Este estallido fue liderado por estudiantes secundarios, los cuales pondrían de manifiesto a la ciudadanía un sistema escolar de baja calidad y alta inequidad social.

El estallido social, también llamado “Revolución Pingüina”, llevó el interés de la agenda pública y de la investigación académica hacia el sistema escolar. Se percibía por parte de la sociedad que los resultados de aprendizaje de las escuelas (medidos en el SIMCE) eran muy variados entre tipos de establecimientos (EM, PS, PP) y dentro de los tipos de establecimientos, principalmente en el segmento PS. Esto llevaba a la ciudadanía a sentir injusticia y desigualdad en el mercado de la educación escolar.

La investigación académica al respecto secundó estas percepciones, mostrando un sistema escolar con amplia cobertura, aunque de una alta segregación (económica y académica), con alta inequidad, insuficiente desempeño y debilitación de la educación pública y sus valores (Gonzalez, 2006; Eyzaguirre & Le Foulon, 2006).

Las manifestaciones de la ciudadanía llevaron al Gobierno a llamar a un Consejo Asesor Presidencial para la Calidad de la Educación, que presentaría las bases de una discusión ciudadana para modificar la legislación y la institucionalidad del sistema. En septiembre de 2009

---

<sup>4</sup> La Ley que establece este cobro es de 1988 (Ley N°18.768), identificándose así dos tipos de establecimientos subvencionados: Los PS con copago por parte de los apoderados (PSC) y los PS sin copago (PSS). Esta distinción se mantendrá para todo el análisis realizado en esta tesis.

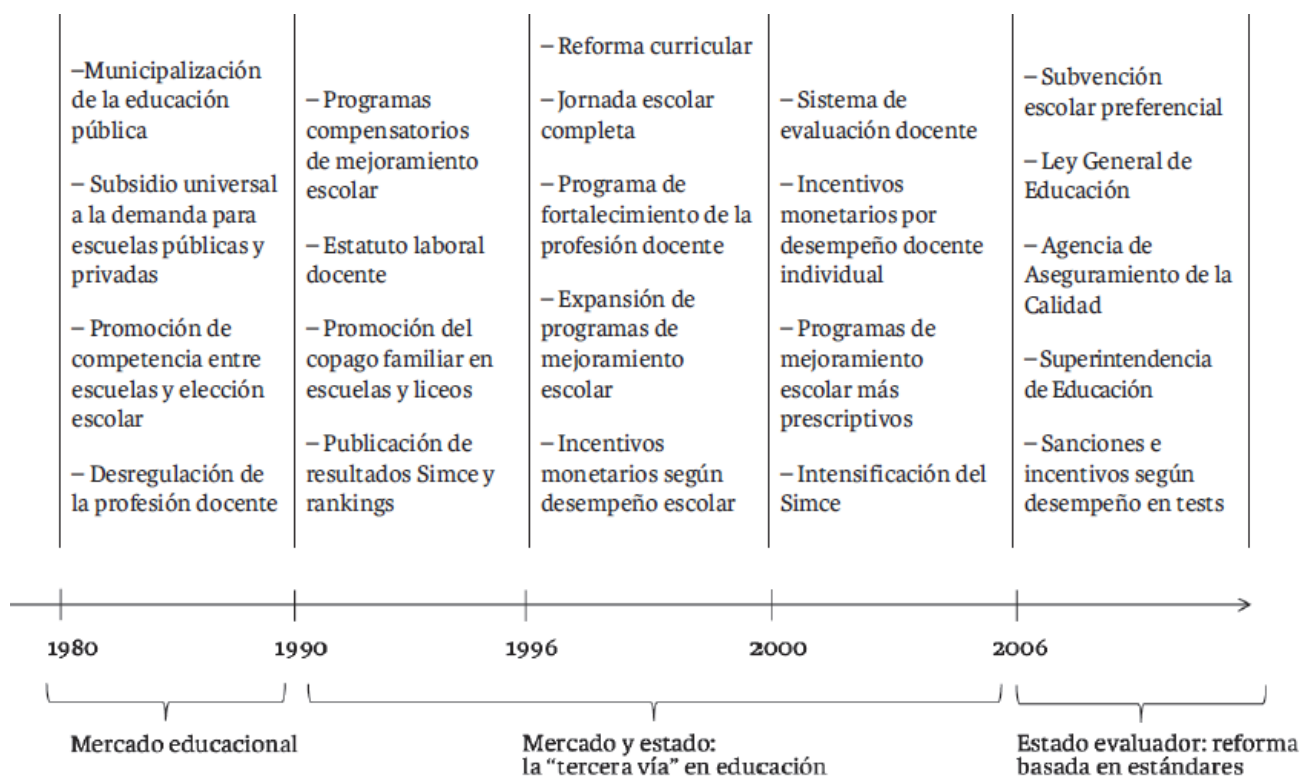
<sup>5</sup> El SIMCE es el Sistema de Medición de la Calidad de la Educación en Chile. Consiste en pruebas estandarizadas de matemáticas, lenguaje y ciencias (recientemente agregadas de inglés y educación física), que se realizan anualmente en diferentes niveles de enseñanza.

<sup>6</sup> El aumento de recursos por el Financiamiento Compartido, de las familias y establecimientos, no es un aumento directo, pues el Ministerio de Educación reduce la subvención regular de acuerdo a los montos cobrados por los establecimientos en el copago.

se promulgó la Ley General de Educación, la cual creaba la Agencia de la Calidad de la Educación, la Superintendencia de Educación y el Consejo Nacional de Educación. Además, introducía cambios curriculares y un sistema de incentivos a los establecimientos y docentes según el desempeño en tests estandarizados (SIMCE principalmente, y evaluaciones a los docentes -SNED). Esta nueva institucionalidad otorgó un rol regulador al Estado, frente al mercado de la educación escolar. No obstante, la libertad de elección de las familias, la libertad de enseñanza de los establecimientos y la existencia de la subvención regular mantuvieron el mercado escolar en vigencia.

Dos análisis acabados de la historia del sistema escolar chileno pueden ser vistos en Bellei, Contreras, y Valenzuela (2010) y en Corvalán y García-Huidobro (2016). Una breve revisión de las políticas educacionales de Chile desde 1980 hasta 2014 se puede ver en Bellei y Vanni (2015), artículo del cual se toma un cuadro resumen, mostrado en la Figura 3.

**Figura 3: Cuadro resumen de las políticas educacionales chilenas desde 1980 hasta 2014**



Fuente: Bellei y Vanni (2015)

La historia particular del sistema escolar chileno ha derivado en resultados que muestran claras diferencias entre establecimientos. En la sección siguiente se discuten dichos resultados y algunas presuntas causas.

## **1.2.2. Resultados del sistema escolar chileno a 2015**

En esta sección se discuten tres importantes resultados de la historia del sistema escolar chileno: la evolución de la matrícula y número de establecimientos, la distribución del desempeño en las pruebas de medición de la calidad SIMCE, y la eficiencia de los establecimientos.

### **1.2.2.1. Evolución de la matrícula y establecimientos**

Las características del mercado escolar chileno han derivado en una evolución particular de los establecimientos educacionales. En la década entre 2004 y 2015 la matrícula de los establecimientos PS ha crecido frente a una disminución sistemática de los EM. La matrícula histórica de alumnos por tipo de establecimiento desde 2004 hasta 2015 se muestra en la Figura 4. En la Figura 5 en tanto, se muestra la evolución del número de establecimientos según tipo desde 2004 hasta 2015. En ambos se puede ver de forma clara que los establecimientos PS han crecido, en número y tamaño, superando a los establecimientos EM.

En 2004, los EM mantenían un 50,69% de los estudiantes chilenos (primaria y secundaria), mientras que los PS mantenían un 41,60%. Los PP enseñaban a un 7,71% de los estudiantes chilenos. A 2015 la acumulación de estudiantes se había revertido: los EM mantenían a un 36,85% de la matrícula, mientras que los establecimientos PS mantenían a un 55,25%. Los PP por su parte mantenían a 2015 a un 7,90%, no muy diferente al porcentaje en 2004. Se puede decir con certeza que existe un segmento (~15%) de la matrícula estudiantil que se ha movilizado desde los establecimientos municipales a los establecimientos particulares subvencionados. Para ver el detalle de los números de estudiantes y establecimientos (considerando la matrícula de establecimientos en Administración Delegada) revisar el Anexo 1.

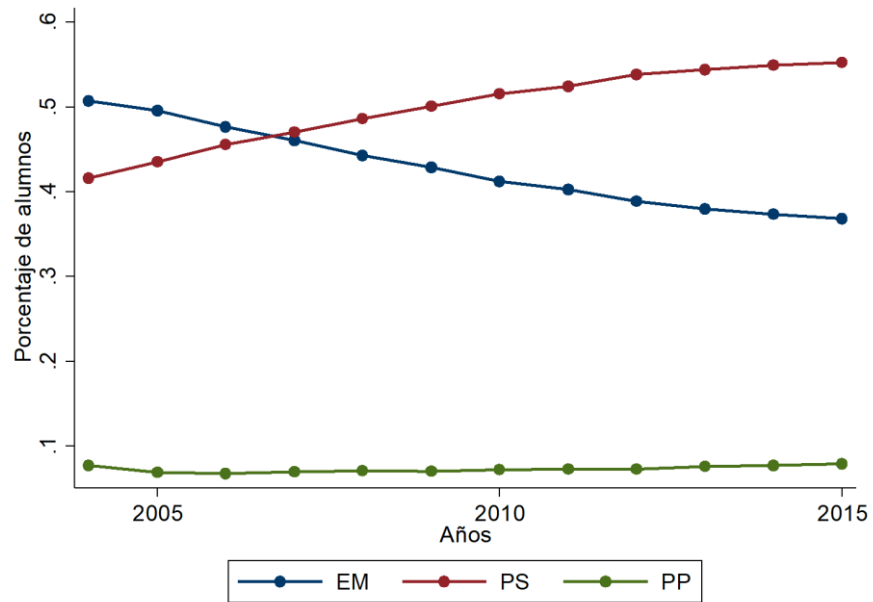
Al mirar el número de establecimientos el análisis es similar. En 2004 los EM representaban un 54,30% de los establecimientos, mientras que en 2015 representaban el 44,25%. Los PS en cambio representaban el 38,03% de los establecimientos, creciendo al 50,79% de los establecimientos en 2015. Los PP han variado del 7,66% al 4,96% de los establecimientos totales. Se puede ver en los números que, en porcentaje de establecimientos, los PS también han conseguido un crecimiento sobre el número de establecimientos PP. Esto quiere decir que los establecimientos PS han aumentado considerablemente en número.

Los datos mostrados en la Figura 4 y la Figura 5, anuncian que las diferencias fundamentales que existen entre los tipos de establecimientos (formas de financiamiento, restricciones administrativas, comunidades educativas, posibilidad de abrir proyectos educativos en áreas sin oferta, etc) son percibidas por las familias, puesto que son éstas quienes optan por un tipo de establecimiento u otro. Es de interés por tanto entender cuáles son esas diferencias, y qué efectos trae para el sistema la evolución presentada en las figuras.

Parte de estas diferencias alimentan la discusión de financiamiento de la educación, y de estructuración de las políticas educativas. Las diferencias entre establecimientos EM, PSS y PSC podrían afectar sus capacidades de eficiencia técnica escolar, y por tanto la capacidad de utilizar los recursos entregados por el Estado. En esta tesis se estudian dichas diferencias.

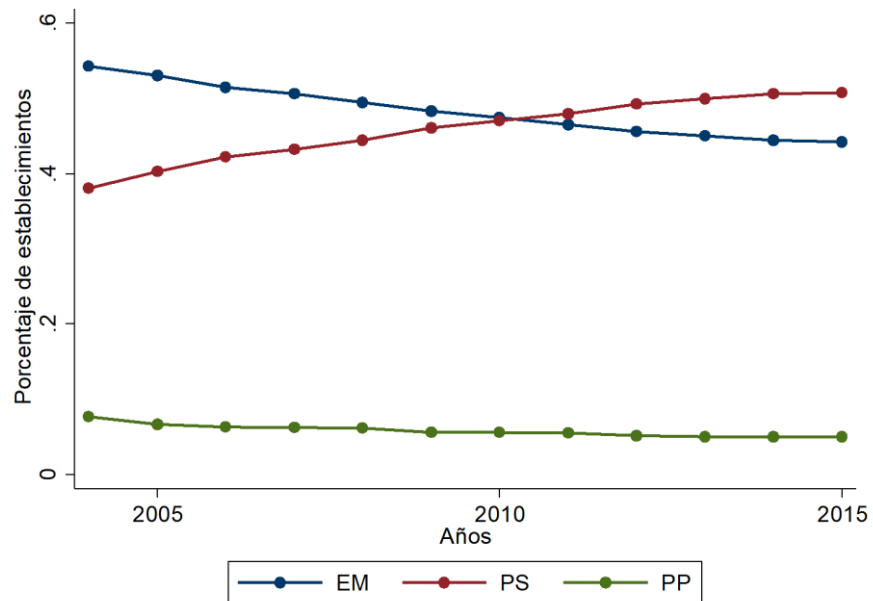


**Figura 4: Matrícula por año, 2004-2015, según tipo de establecimiento.**



Fuente: Elaboración propia con datos MINEDUC, 2017

**Figura 5: Número de establecimientos por año, 2004-2015, según tipo de establecimiento**



Fuente: Elaboración propia con datos MINEDUC, 2017

### **1.2.2.2. Desempeño e inequidad de resultados PISA y SIMCE**

Chile participa de la evaluación internacional de estudiantes (PISA, por sus siglas en inglés) llevada a cabo por la OECD. Esta prueba consiste en una evaluación estandarizada de habilidades cognitivas para estudiantes de 15 años entre 72 países que pertenecen o están asociados a la Organización. En Chile participaron 227 colegios y 7.053 estudiantes.

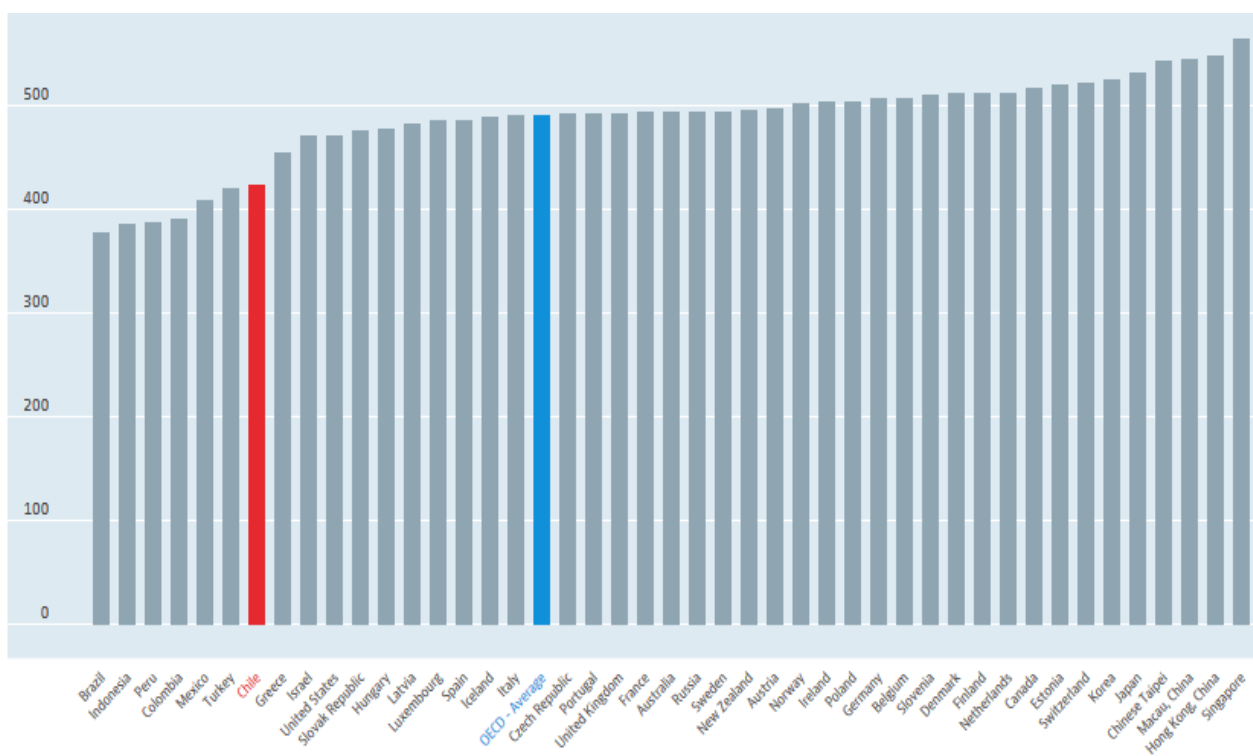
Los resultados del año 2015 de la prueba PISA se presentan en la Figura 6 y la Figura 7, para las pruebas de matemática y lectura respectivamente, y muestran a Chile debajo del nivel promedio de los países miembros de la OECD. Sin embargo, se presenta con mayor puntaje promedio que países de la región como Perú, Colombia, Brasil y también México. Estos resultados llevan a dos conclusiones, la primera es que los resultados de Chile de desempeño en habilidades cognitivas todavía no se encuentran a la altura de países desarrollados. La segunda es que Chile se encontraría en mejor posición que los países vecinos de la región. Esto posiciona a Chile en un buen camino en la comparación internacional.

Al indagar en la distribución de resultados del estudio PISA 2015, la Agencia para la Calidad de la Educación asegura que la brecha de puntajes entre grupos socioeconómicos se mantiene en el tiempo (Agencia de la Calidad de la Educación, 2015a). En la Figura 8 y la Figura 9 se presentan los resultados en Chile de la prueba PISA 2006 y 2015 para matemática y lectura, respectivamente, diferenciando por grupos socioeconómicos. En ella se puede ver que los puntajes se distribuyen de forma poco equitativa en la población según su grupo socioeconómico. Se puede ver en las figuras mencionadas que a medida que aumenta el nivel socioeconómico, el puntaje promedio de la prueba PISA aumenta también.

Los datos de la prueba PISA permiten concluir que Chile, a pesar de posicionarse en un buen lugar frente a los países de la región, todavía posee desafíos en materia de equidad de resultados. La inequidad de resultados académicos en la prueba PISA, entre grupos socioeconómicamente más vulnerables y aquellos grupos menos vulnerables, es una preocupación en materia educativa. Esta inequidad de resultados atenta contra las oportunidades de aprendizaje comentadas anteriormente, pues los estudiantes con mayor capacidad económica tendrían acceso a mejores oportunidades de aprendizaje, reflejadas en mayores puntajes de la prueba PISA.

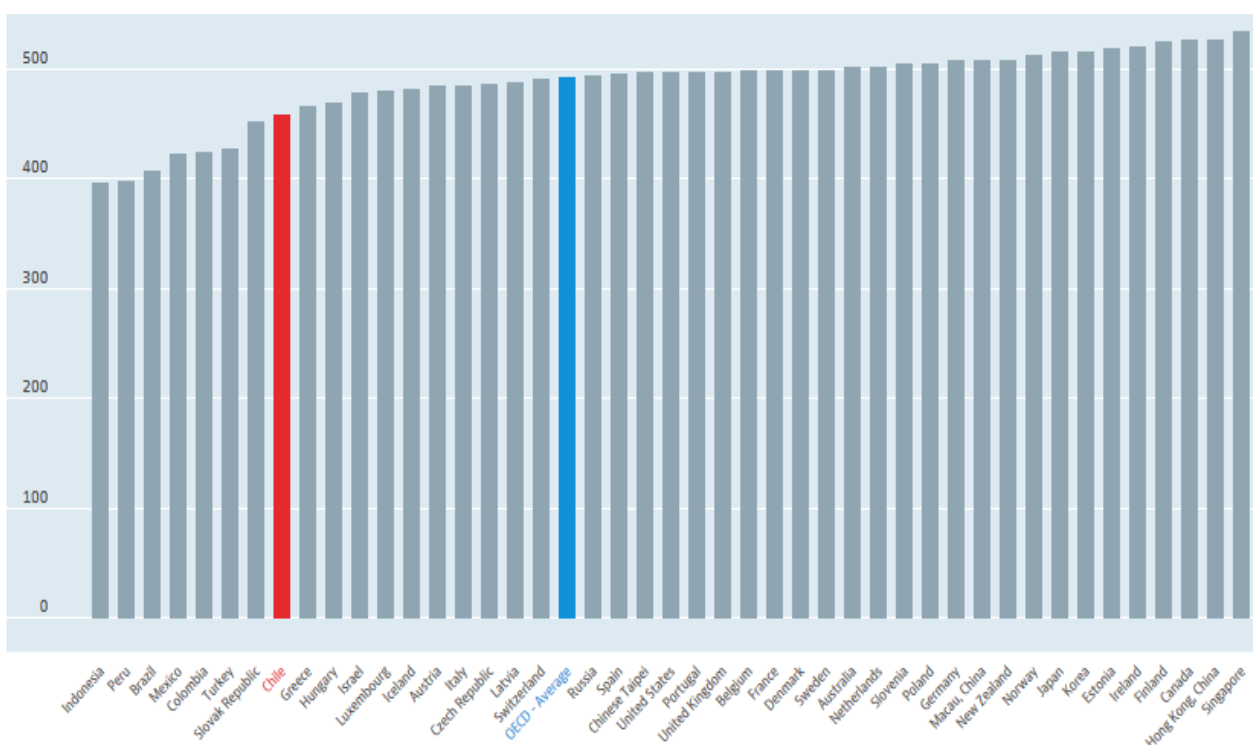
En las mediciones de la prueba estandarizada local de habilidades cognitivas, los resultados muestran el mismo fenómeno. Los datos del Sistema de Medición de la Calidad de la Educación SIMCE, presentan características similares en la población que los datos de la prueba PISA. Los resultados SIMCE se encuentran distribuidos de forma inequitativa en la población, mostrando que los resultados de aprendizaje no son homogéneos entre los niveles socioeconómicos de las familias

**Figura 6: Promedio Puntaje prueba PISA Matemática, según países OECD 2015**



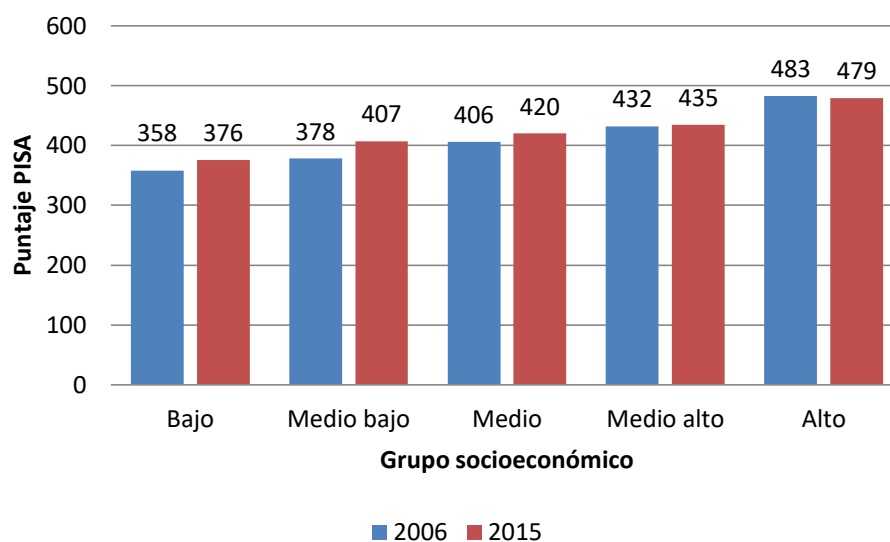
Fuente: PISA: Programme for International Student Assessment. OECD 2017

**Figura 7: Promedio Puntaje prueba PISA Lectura, según países OECD 2015**



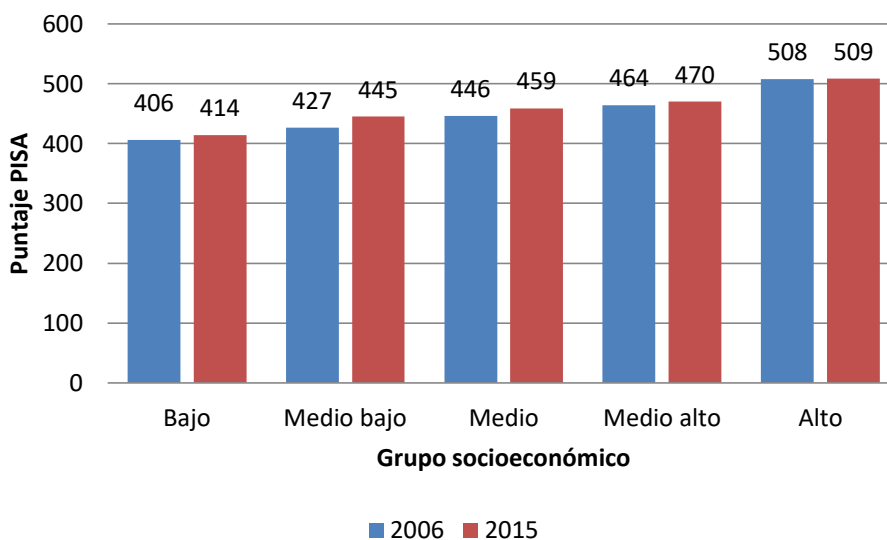
Fuente: PISA: Programme for International Student Assessment. OECD 2017

**Figura 8: Distribución de puntaje PISA matemática 2006 y 2015 según grupo socioeconómico**



Fuente: Agencia de la Calidad de la Educación, 2017

**Figura 9: Distribución de puntaje PISA lectura 2006 y 2015 según grupo socioeconómico**



Fuente: Agencia de la Calidad de la Educación, 2017

La prueba SIMCE contempla un cuestionario dirigido a las familias, las cuales responden preguntas sobre las características socioeconómicas del hogar. Existen dos preguntas de particular interés: el nivel educativo de la madre, y el nivel de ingreso percibido en el hogar en el último mes. La primera de estas preguntas abarca respuestas numéricas desde 0, indicando que la madre no estudió, hasta 20 que indica que la madre tiene un grado universitario de doctorado. En la segunda pregunta, las categorías de respuesta van desde 1, menos de \$100.000, hasta 15, más de \$2.200.000.

En la Figura 10 se presentan los promedios SIMCE para matemática y lenguaje 2013, según las categorías respondidas por los apoderados en la pregunta de ingreso familiar. En ella se puede ver que, en promedio, a medida que aumenta el nivel de ingresos familiar aumenta también el puntaje de la prueba SIMCE en matemática y lenguaje. En la Figura 11 se puede ver, de forma similar, la distribución promedio de los puntajes SIMCE matemáticas y lenguaje 2013 según las categorías de respuesta del nivel educacional de la madre. En ella se puede ver que, en promedio, a medida que aumenta el nivel educacional de la madre aumenta también el puntaje promedio de las pruebas de SIMCE matemática y lenguaje.

Las distribuciones de puntajes de ambas pruebas PISA y SIMCE, que se correlacionan de forma visible con las características socioeconómicas de las familias, describen un sistema escolar donde las habilidades cognitivas de matemáticas y lenguaje no se encuentran distribuidas equitativamente en la población, sino que se relacionan fuertemente con las capacidades económicas y educativas presentes en las familias. Este es un fenómeno que dificulta la consecución de justicia educativa en el sistema escolar chileno.

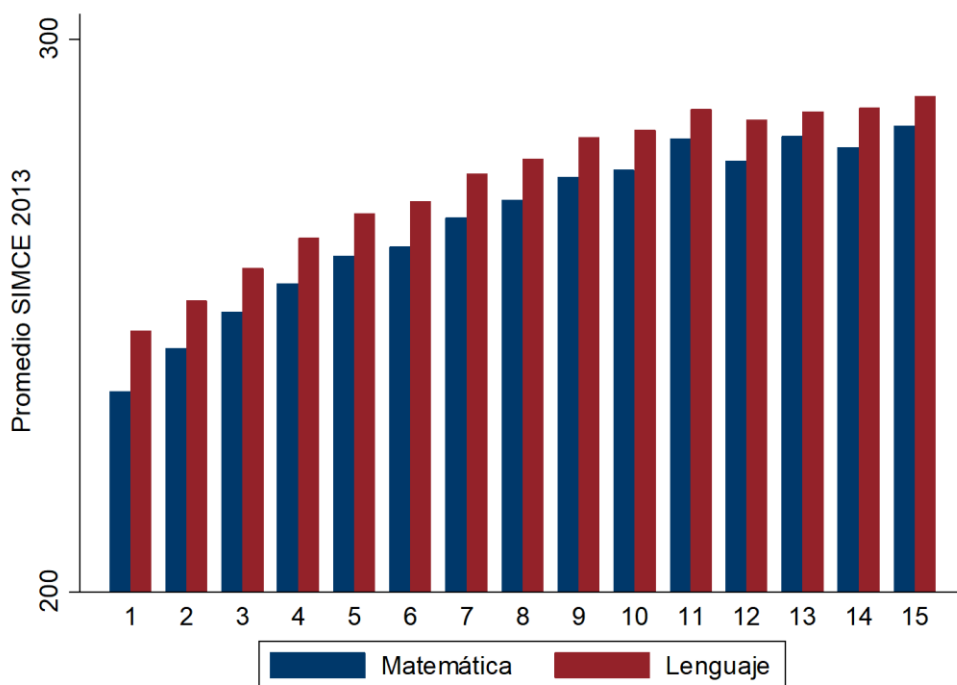
Por otro lado, debe destacarse que la distribución de las familias en los tipos de establecimientos educacionales también presenta heterogeneidad. Las familias se distribuyen en los tipos de establecimientos de forma altamente relacionada a sus características socioeconómicas. Como se puede ver en la Figura 12, los EM y PS concentran en promedio familias de menores ingresos que los establecimientos PP. Particularmente, los establecimientos PS sin Copago concentran familias de ingresos promedio muy similares a los EM, e inferiores a los PSC.

De manera similar, en la Figura 13 se puede ver que en promedio los establecimientos EM y PS concentran familias donde las madres presentan menos años de escolaridad. Nuevamente, los establecimientos EM y PSS concentran promedios de niveles de educación materna similares entre ellos, e inferiores a los niveles de los establecimientos PSC.

Esta distribución, sin embargo, es bastante esperable si se toma en consideración que los establecimientos PS que cobran copago (PSC) establecen una barrera socioeconómica de entrada. Los establecimientos PP hacen lo mismo, con barreras aún más altas, pues deben financiarse sin recursos estatales. De forma similar, la educación de la madre es una variable altamente correlacionada al ingreso socioeconómico, por lo que las distribuciones presentan características similares entre la variable de escolaridad de la madre y la de ingresos familiares.

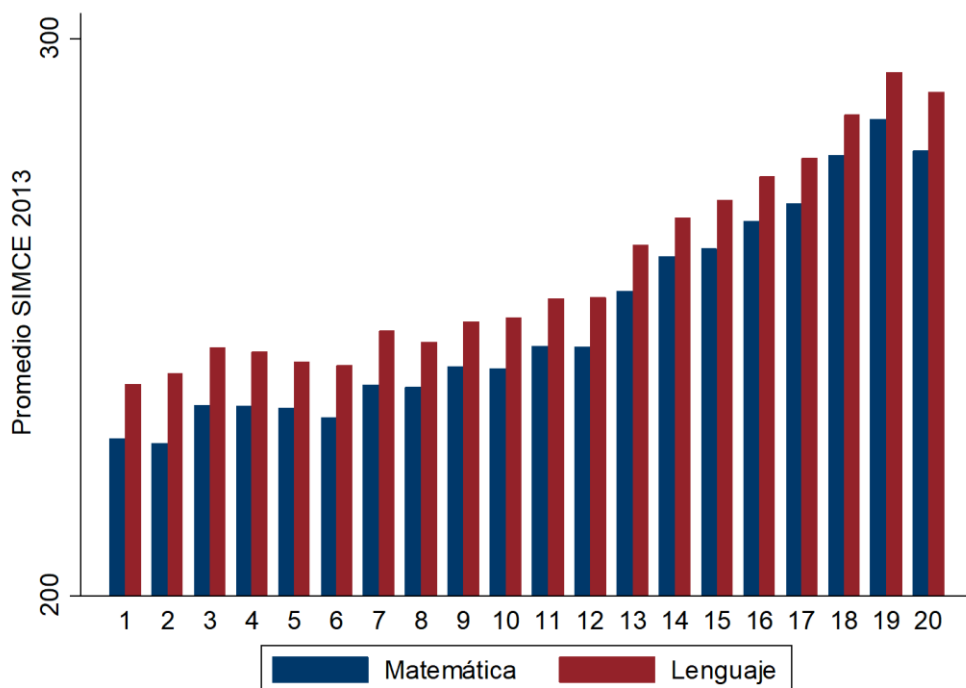
El fenómeno de inequidad de resultados, sujetos a la condición socioeconómica de las familias, es visible en los datos de resultados académicos. Adicionalmente, este fenómeno ha sido largamente estudiado en la literatura académica, mostrando ser un fenómeno estadísticamente significativo.

**Figura 10: Resultados promedio SIMCE por nivel de ingreso familiar SIMCE 2013**



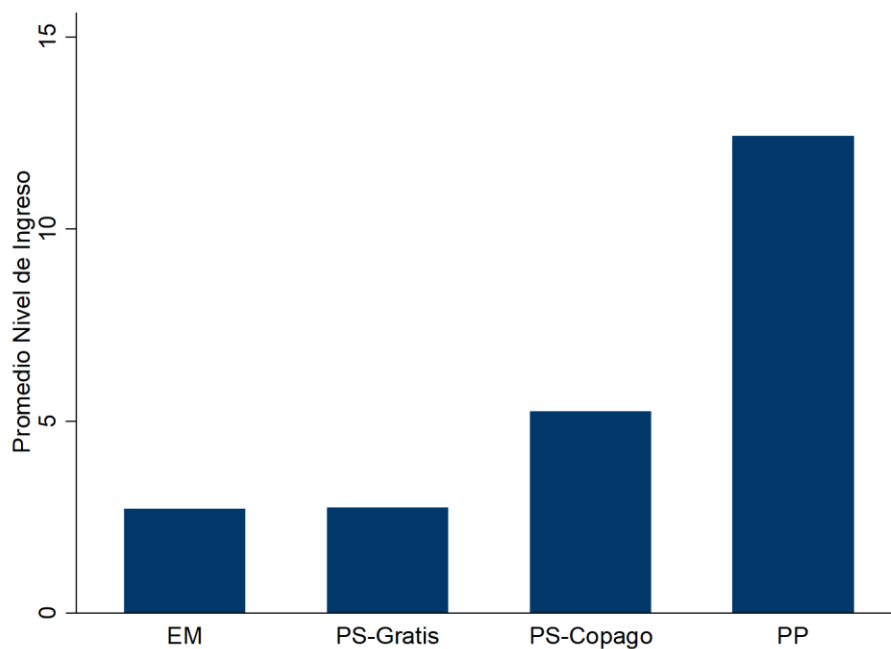
Fuente: Elaboración propia en base a SIMCE 2013, Agencia por la Calidad de la Educación,

**Figura 11: Resultados promedio SIMCE por nivel educacional de la madre SIMCE 2013**



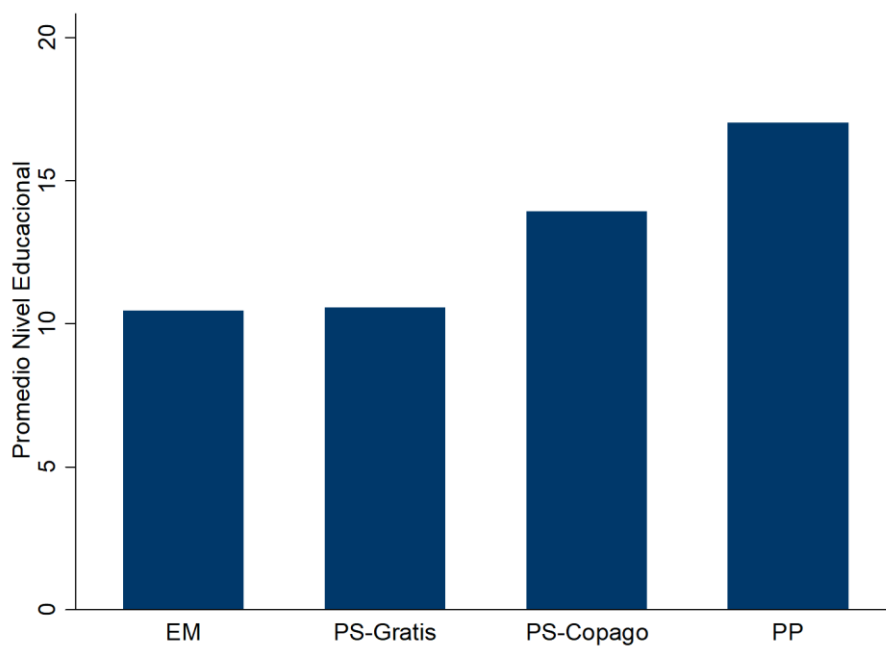
Fuente: Elaboración propia en base a SIMCE 2013, Agencia por la Calidad de la Educación,

**Figura 12: Promedio de nivel de ingreso familiar SIMCE 2013, según tipo de establecimiento**



**Fuente: Elaboración propia en base a SIMCE 2013, Agencia por la Calidad de la Educación**

**Figura 13: Promedio de nivel educacional de la madre SIMCE 2013, según tipo de establecimiento**



**Fuente: Elaboración propia en base a SIMCE 2013, Agencia por la Calidad de la Educación**

De forma adicional a la información gráfica presentada, existen estudios académicos que han profundizado en la relación entre resultados de la prueba SIMCE y el origen socioeconómico de las familias. Mizala, Romaguera y Urquiola (2007) muestran que el SIMCE presenta resultados muy similares a realizar un ordenamiento de escuelas considerando sólo sus características socioeconómicas. Los autores mencionan que entre un 75 y un 86% de la variación en los resultados de la prueba puede ser explicado por el nivel educacional de los padres y el ingreso familiar.

Mizala y Torche (2012) estiman que la proporción de la diferencia de puntajes SIMCE que es explicada entre colegios por condiciones socioeconómicas, es mayor en el sector PS que en el sector EM. En su estudio, además, muestran que la relación entre el nivel socioeconómico agregado del establecimiento y el puntaje SIMCE es mayor en los PS que en los EM.

Valenzuela, Bellei y de los Ríos (2014) por su parte, estiman índices de Duncan de heterogeneidad<sup>7</sup> por tipo de escuela, mostrando altos niveles de heterogeneidad entre los establecimientos, es decir, alta concentración de alumnos por nivel socioeconómico. Son los EM los que concentran el menor nivel socioeconómico, en completa diferencia a los PP. Estas desigualdades han sido objeto de interés para los académicos, y de mayor indignación por parte de la ciudadanía.

Es evidente, gráfica y estadísticamente, que el sistema escolar chileno presenta una alta inequidad. Por un lado, el resultado académico está altamente relacionado al origen socioeconómico de las familias (Figuras 8, 9, 10 y 11), y por el otro lado los establecimientos concentran homogéneamente familias de un determinado origen socioeconómico (Figura 12 y Figura 13).

Considerando esta situación, y asumiendo que los establecimientos tienen incentivos para asegurar las oportunidades de aprendizaje de sus propios estudiantes, cabe preguntarse cómo los establecimientos son capaces de obtener resultados efectivos y eficientes de acuerdo al financiamiento competitivo. En el apartado siguiente se estudia la efectividad y la eficiencia de los establecimientos de acuerdo a la literatura especializada, y a lo que se espera que del mercado escolar.

Una pregunta adicional es cómo el Estado asume el deber de reducir la brecha de resultados que depende de los niveles socioeconómicos de las familias y de los establecimientos, la cual no es posible de reducir desde cada establecimiento. Esta pregunta será discutida en la sección subsiguiente, sobre la subvención escolar preferencial y otras medidas focalizadas.

---

<sup>7</sup> El índice de Duncan, o índice D, estima el porcentaje promedio de los estudiantes que debiese ser repartido en el total de escuelas, para poder obtener una distribución homogénea y equitativa entre todas las escuelas.



### **1.2.2.3. Efectividad y eficiencia escolar**

La efectividad de un establecimiento educativo es la capacidad que éste tiene para producir resultados educativos. Desde otra perspectiva, la efectividad es el porcentaje o nivel de objetivos que son cumplidos dentro del conjunto completo de objetivos propuestos.

La eficiencia, por otra parte, considera la capacidad del establecimiento de ser efectivo teniendo en cuenta la limitación recursos. Un establecimiento puede conseguir mayor eficiencia si es que logra el mismo nivel de efectividad, utilizando menos recursos.

Aunque no existen medidas institucionalizadas de eficiencia, un supuesto de base del sistema escolar chileno es que el mercado y la competencia entre los establecimientos regularían la eficiencia que éstos presentarían para lograr los resultados educacionales. Los establecimientos más eficientes serían capaces de atraer a más estudiantes, obteniendo así más recursos, obligando a establecimientos con peores resultados a mejorar su eficiencia o a salir del mercado. Ver, por ejemplo, Paredes (2016) para un análisis del sistema con enfoque en el mercado, y sus características económicas de interés.

No existe consenso respecto al éxito del mercado escolar chileno en lograr establecimientos efectivos y eficientes en resultados educacionales. La evidencia académica en Chile apunta a que la expansión de las escuelas privadas lograron mejorar la cobertura del sistema escolar (Gonzalez, 2006; Eyzaguirre & Le Foulon, 2006), aunque no se menciona la efectividad individual de esas escuelas. La expansión de la cobertura, de acuerdo a Bellei (2007), habría aumentado también la segmentación de alumnos y la inequidad de los resultados educacionales. Según este autor, este proceso no ha mejorado la calidad agregada de los resultados educativos. Esta situación ha sido confirmada por estudios posteriores, del mismo y otros autores (Bellei, Contreras, & Valenzuela, 2010; Burton, 2012; Valenzuela, Bellei, & De los Ríos, 2014).

La efectividad del sistema ha aumentado si se considera que la cobertura de educación primaria y secundaria creció. Sin embargo, de acuerdo a la evidencia, la efectividad individual de las escuelas es más clara en la selección de alumnos “buenos” que en producir oportunidades de aprendizaje. Esta evidencia será discutida posteriormente, en el capítulo de marco conceptual.

Respecto a la eficiencia de los establecimientos, las mediciones empíricas al respecto muestran que existe heterogeneidad. El estudio de Mizala, Romaguera y Farren (2002) calcula medidas de eficiencia para cada establecimiento, llegando a la conclusión de que existen diferencias de eficiencia promedio entre los establecimientos PS y los EM, siendo los establecimientos PS más eficientes que los EM. De acuerdo a los autores, los establecimientos PP serían a su vez más eficientes que los PS. Sin embargo, este estudio no utiliza los recursos financieros efectivos con los que cuentan los establecimientos.

Otra medida de eficiencia es entregada por Thieme, Prior y Tortosa-Ausina (2013), quienes diferencian entre establecimientos PS que cobran Copago (PSC) y establecimientos PS sin cobro de Copago (PSS). Según estos autores, los establecimientos PSS serían iguales o menos eficientes que los EM. Las mediciones más recientes de eficiencia escolar, hechas por Muñoz y Queupil (2016), muestran que los EM son en promedio menos eficientes que los PS. Sin embargo, ninguno de los estudios mencionados utilizan medidas de recursos financieros de los establecimientos.

A modo de resumen de esta sección sobre la estructura del mercado escolar chileno, se destaca que en él existen heterogeneidades que son de interés de política educativa. Este sistema consiste en un mercado escolar que hace competir a los establecimientos por el financiamiento, que proviene del Estado, a partir de la asistencia de estudiantes al establecimiento. El sistema escolar ha evolucionado conforme a esta estructura, mostrando resultados académicos promedio mayores a los de la región, aunque con camino por recorrer comparado a los países desarrollados. Al mismo tiempo, el sistema escolar presenta una disminución histórica de la educación pública y resultados académicos inequitativos y dependientes de las características socioeconómicas de las familias.

Adicionalmente, los diferentes tipos de establecimiento con financiamiento estatal (EM, PSS y PSC) educan a familias socioeconómicamente heterogéneas y presentan resultados académicos que se relacionan a estas características, perjudicando a las familias de menor nivel socioeconómico. Al mismo tiempo, la efectividad y eficiencia de los establecimientos difiere significativamente. Aunque el Estado chileno gasta considerables montos en la educación primaria y secundaria, los resultados académicos presentan injusticia en su distribución entre los establecimientos que reciben este gasto.

En base a esta situación es que el Gobierno modifica la estructura del sistema, con el objetivo de reducir la brecha de inequidad y asegurar más justicia educativa. Esto se lograría a través de una subvención preferencial, del fortalecimiento de la educación pública, una modificación a los incentivos docentes, y de la reducción de algunas libertades de los establecimientos PS. Estas modificaciones significan también una inyección importante de recursos al sistema.

Así entonces, las modificaciones del sistema significan que los establecimientos contarán con mayores recursos para lograr sus resultados académicos. Sin embargo, si la eficiencia de los establecimientos no es estudiada y tomada en consideración, el aumento de recursos puede no convertirse en logros académicos.

### 1.3. Modificaciones recientes y en curso

Para disminuir la brecha de resultados de aprendizaje en Chile, se han comenzado a implementar políticas educativas que serán destacadas en esta sección.

En primer lugar, está la introducción de la Ley de Subvención Escolar Preferencial (SEP) en el año 2008, que entrega a los EM y PS (inscritos voluntariamente) un monto adicional de subvención por alumno prioritario.<sup>8</sup> Esta subvención ha ido aumentando su asignación y su cobertura sistemáticamente durante la última década, incluyendo los años recientes. En segundo lugar, la nueva Ley de Carrera Docente, que crea el “Sistema de Desarrollo Profesional Docente”<sup>9</sup>, aumentará significativamente el salario de los docentes, y añadirá procesos de inducción y mentoría para los docentes noveles. En tercer lugar, la Ley de Inclusión<sup>10</sup> modifica tres de las reglas fundamentales del sistema: la posibilidad de los establecimientos (particularmente los PS) de cobrar copago, seleccionar y lucrar.

En conjunto, estas 3 leyes modifican estructuralmente los niveles de eficiencia de los establecimientos, por un lado inyectando más recursos (financieros) y por el otro modificando las composiciones del alumnado y de los docentes, modificando así la naturaleza de los recursos por los cuales los establecimientos producen resultados educativos. Sin embargo, se hace necesario conocer la eficiencia técnica de los establecimientos, es decir, su capacidad intrínseca de transformar recursos en resultados, para poder explicar y predecir el comportamiento de estos frente a la reforma. Al estudiar y conocer la eficiencia de los establecimientos, se debe corregir la asignación de la subvención escolar preferencial, para mejorar su efectividad en disminuir la brechas de resultados de aprendizaje, utilizando los recursos de forma eficiente.

Lo reciente de estas modificaciones impide conocer cuáles serán sus resultados dentro del sistema, sin embargo se debe entender que el sistema escolar chileno está en periodo de modificaciones. Es en momentos así donde la discusión académica y la investigación empírica aportan a la toma de decisiones. Este trabajo pretende alimentar la discusión sobre la forma en que los recursos inyectados en el sistema escolar afectarán el comportamiento de los establecimientos educacionales.

---

<sup>8</sup> La Ley SEP (N° 20.248) promulgada en Enero de 2008, entrega una subvención por alumno prioritario o preferente, consideración que hace el MINEDUC a través de dicha Ley y de su posterior actualización Ley N° 20.845 de 2015, que contempla origen socioeconómico, ascendencia étnica, participación en políticas sociales, entre otros indicadores. La situación de prioridad de un alumno se encuentra normada en el artículo 2° de dicha Ley.

<sup>9</sup> La Ley de Carrera Docente (N° 20.903) promulgada en Marzo de 2016 crea un nuevo sistema para regir la carrera profesional de los docentes que ejerzan en establecimientos públicos.

<sup>10</sup> La Ley de Inclusión (N° 20.845) promulgada en Mayo de 2015 regular la admisión de los y las estudiantes a establecimientos educacionales, elimina el financiamiento compartido y prohíbe el lucro en los establecimientos que reciban subvenciones del Estado.

## 1.4. La Subvención Escolar Preferencial (SEP)

La Ley de Subvención Escolar Preferencial establece el monto y la normativa en la que se entregará la subvención escolar preferencial, de inscripción voluntaria para los establecimientos. Esta subvención funciona como política de recursos focalizada, pues otorga un monto a los establecimientos por cada estudiante prioritario, para compensar desigualdades de origen dentro del sistema educacional.

Esta subvención consiste en dos aportes al establecimiento. El primero es una subvención especial que sólo se paga al establecimiento por cada alumno prioritario. El segundo es un aporte adicional por alumno regular, que varía de acuerdo a la cantidad de alumnos prioritarios dentro del establecimiento, llamado “subvención por concentración”. La estructura y monto de las subvenciones se detalla en el capítulo 3, en la sección de Datos.

La teoría detrás de la Ley SEP plantea que se requieren recursos focalizados para igualar el acceso que los individuos tienen a los resultados educativos. Los estudiantes en contextos de vulnerabilidad presentan mayores dificultades para la enseñanza que los estudiantes del promedio de la población, por lo que los establecimientos requieren de mayores recursos para educar a esos estudiantes en el mismo nivel que el promedio (González, Mizala, & Romaguera, 2002; González, Mizala, & Romaguera, 2004; Gallego & Sapelli, 2007).

Otros estudios reafirman este planteamiento y calculan empíricamente que el enfoque de los recursos es preferible al aumento generalizado de éstos. El estudio de Betts y Roemer (2004) estima que aumentar de forma transversal los recursos de los establecimientos educativos en Estados Unidos será mucho menos efectivo en reducir la brecha de salarios posterior entre razas, que dirigir los fondos directamente a los estudiantes de mayor discriminación racial. Una estimación similar repetida en Argentina por Mongan, Santin y Valiño (2011) arroja resultados parecidos: es mejor para la reducción de las brechas de resultados enfocar los gastos en la educación del público objetivo que en aumentar de forma fija los fondos.

La SEP significó importantes cambios en Chile, porque introdujo un monto importante de recursos para uso directo de los establecimientos en contratación de personal, capacitación de equipos directivos y mejoras de las capacidades del establecimiento. La entrega del financiamiento exige la elaboración de un Plan de Mejoramiento Escolar y firmar un Convenio de Igualdad de Oportunidades y Excelencia Educativa.<sup>11</sup> Este amarre institucional para la obtención de recursos es completamente diferente a la subvención regular, que no exige más que la asistencia del estudiante para ser recibida.

La Ley SEP clasifica a los establecimientos en 3 categorías principales de acuerdo a ciertos indicadores, de los cuales el más relevante es el puntaje SIMCE obtenido en las últimas tres mediciones. Estas categorías son: Autónomos (desempeño alto), Emergentes (desempeño medio o medio bajo) y en Recuperación (desempeño insuficiente).

---

<sup>11</sup> Ejemplo de los compromisos exigidos son: metas de efectividad de rendimiento de sus alumnos, planificación anual de profesores, contar con actividades artísticas y/o culturales y deportivas, no discriminación ante alumnos prioritarios, etc. En el capítulo 3 de Datos se detalla la importancia de los recursos SEP dentro de la estructura financiera de los establecimientos escolares.

Aunque todos los establecimientos reciben la misma subvención, varían en las condiciones exigidas respecto al cumplimiento de los PME. Los establecimientos clasificados como Autónomos son otorgados con mayor libertad respecto al cumplimiento de sus planes educativos. Los Emergentes deben constantemente rendir cuentas sobre el mejoramiento de sus proyectos educativos, cumpliendo con plazos. Adicionalmente, la subvención la reciben por partes, a medida que se cumple lo requerido. Finalmente, los establecimientos en Recuperación requieren de intervención directa por parte del Ministerio de Educación (MINEDUC) para la elaboración y cumplimiento de sus planes escolares.

Por otro lado, la subvención preferencial actúa como corrección del esquema de incentivos; antes de ésta, los establecimientos se veían incentivados a seleccionar alumnos de buena condición socioeconómica, debido a su “menor costo” de enseñanza, y porque la subvención era la misma para todos los alumnos. Con la Ley SEP, los estudiantes prioritarios no pueden ser cobrados de copago por parte del establecimiento inscrito en la SEP. Esto significó un aumento en los establecimientos disponibles para las familias prioritarias.

No obstante, los establecimientos que cobran copagos mayores que el valor de la subvención se verían difícilmente incentivados a aceptar alumnos prioritarios. Acevedo y Valenzuela (2011) predicen en base a estimaciones econométricas un ingreso completo de establecimientos municipales al esquema de la ley SEP, y un ingreso heterogéneo de establecimientos particulares subvencionados condicionado al copago cobrado por estos establecimientos.

Otra modificación importante de esta Ley es que permite que los establecimientos puedan recibir apoyo técnico-pedagógico a través de la contratación de agencias de Asistencia Técnica Educativa (ATE), utilizando los recursos de la SEP. Estas agencias, que deben ser primero certificadas por el Ministerio de Educación, sumaban más de 900 a 2014.

Los estudios de evaluación de la política SEP se dividen en sus diferentes etapas. En el diseño e implementación, se ha mostrado a través de estudios cualitativos que la SEP ha tenido una recepción positiva (Treviño, Órdenes, & Treviño, 2009); que cambió significativamente las dinámicas de los establecimientos en relación a gestión escolar y roles en el sistema (Muñoz, y otros, 2010); y que han existido experiencias y logros preliminares en aceptación y cambio de dinámicas institucionales (Weinstein, Fuenzalida, & Muñoz, 2010).

En el estudio de los resultados de la política, se ha mostrado una recepción positiva, cumplimiento de compromisos y mejoramiento de aprendizaje de acuerdo a opinión de actores del mundo escolar (Irrarázaval I. et al., 2012) y que se han modificado significativamente las dinámicas, gestiones y relaciones en el sistema (Raczynski, Muñoz, Weinstein, & Pascual, 2013).

Se ha mostrado recurrentemente a través de metodologías de análisis causal que, en el sector de establecimientos subvencionados, las escuelas que firman convenio SEP han mejorado sus resultados académicos frente a aquellas que no lo han hecho (Villaruel, 2012; Centro de Estudios MINEDUC, 2012; Valenzuela, Villaruel, & Villalobos, 2013; Correa et al., 2014; Mizala & Torche, 2017)

Otros estudios cuantitativos estiman el efecto que la ley SEP ha tenido sobre la brecha de resultados académicos de los grupos socioeconómicos bajos y el promedio de la población. Neilson (2013) encuentra en base a estimaciones de función de elección escolar de las familias y un modelo de diferencias en diferencias, que la SEP aumentó el puntaje de los alumnos

vulnerables en 0,2 desviaciones estándar, y que disminuyó la brecha de resultados entre grupos socioeconómicos en un tercio.

Aunque discuten algunos de los supuestos que Neilson hace en su estudio, Murnane y otros (2017) utilizan series de tiempo multinivel para llegar a resultados similares, mostrando un incremento en el puntaje promedio de los estudiantes de bajo nivel socioeconómico (~0.32 desviaciones estándar) y una disminución de al menos un tercio de la brecha de puntajes entre grupos socioeconómicos bajos y el promedio de la población.

Adicionalmente, Navarro-Palau (2017) utiliza la técnica de regresión discontinua y diferencia en diferencias para llegar a la conclusión de que sólo algunos pocos estudiantes prioritarios mostraban más probabilidades de moverse a un establecimiento PS, y que los EM presentaron un incremento de sus puntajes promedio debido al efecto de la ley SEP.

A diferencia de los estudios mencionados, Feigenberg, Rivkin y Yan (2017) estudian los ingresos escolares para mostrar que la disminución en la brecha de puntajes es debido a una mejora en los contextos familiares de los niños evaluados en el SIMCE, y no a los efectos de la Ley SEP. Una posible explicación del nulo efecto de la ley SEP es que los recursos fueron utilizados de forma imprudente por los establecimientos. De ser así, el estudio de la eficiencia técnica considerando recursos financieros adquiere mayor relevancia para entender el actuar de los establecimientos.

Existen también algunos aspectos negativos de la Ley SEP de manera individual para los establecimientos. Debido al estigma de vulnerabilidad que muchos establecimientos EM poseen, los estudiantes vulnerables y sus familias podrían optar por migrar a establecimientos PS con mejor prestigio y mejores resultados, producto de la “gratuidad” de éstos para los estudiantes prioritarios. Esta migración de estudiantes significa “quitar” recursos a los establecimientos de educación municipal, perjudicándolos. Esto predicen Acevedo y Valenzuela (2011) en sus estimaciones, junto a un aumento en la segregación social de las escuelas municipales.

En conclusión, la evidencia estudiada en Chile sugiere que la Ley SEP, como política focalizada, ha permitido mejorar el desempeño de los estudiantes más vulnerables del país y disminuir la brecha de resultados entre los grupos socioeconómicamente vulnerables y el promedio de la población. Además, la SEP ha mejorado los mecanismos de *accountability* y ha introducido prácticas de planificación estratégica en los establecimientos educacionales. Es decir, es una política educativa que afecta los recursos de los establecimientos y a la vez su utilización.

El espíritu original de la ley SEP, planteada en el estudio de González, Mizala y Romaguera (2002), es entregar el monto preciso para reducir a cero las diferencias en resultados SIMCE entre el 40% más vulnerable de la población, y el 60% restante. El monto calculado en el estudio, que teóricamente resolvería la brecha de resultados, es mayor al monto efectivamente entregado en la subvención preferencial. Para lograr una mayor efectividad de la Ley, su monto debe ser ajustado, considerando indicadores adicionales de vulnerabilidad; como por ejemplo, el nivel educacional materno.

La Ley SEP por tanto, debe ser potenciada a través de una corrección. Esta corrección permite aumentar los resultados esperados en su espíritu original, con una actualización de las variables socioeconómicas a utilizar. También se debe considerar, para su cálculo, un modelo de escuela eficiente, pues es la única forma en la que el Estado puede estimar el monto correcto necesario para lograr el objetivo de esta política.

## 1.5. Presentación del trabajo

Se plantea en la introducción de este trabajo que Chile invierte considerables recursos en educación y que su sistema escolar presenta una brecha injusta de resultados académicos dependiente de los niveles socioeconómicos de las familias. También se muestra que las políticas educativas más recientes conforman una gran reforma y que la SEP es una política educativa que ha mostrado ser importante en el sistema escolar. Lo anterior lleva a proponer en este trabajo de tesis aprovechar el momento de reforma educacional para presentar actualizaciones de la medición de eficiencia técnica escolar en Chile, y actualización del monto de la SEP.

Para lograr dicho objetivo, esta tesis se propone analizar la eficiencia técnica escolar en Chile a través de modelos empíricos de eficiencia y luego entregar una corrección de monto de focalización de recursos que permita a la subvención escolar preferencial igualar las oportunidades de aprendizaje entre grupos vulnerables y el promedio de la sociedad.

La eficiencia técnica se estima a través de dos métodos empíricos, Data Envelopment Analysis (DEA) y Stochastic Frontier Analysis (SFA), y posteriormente se describen las distribuciones de eficiencia técnica estimadas para cada establecimiento. Adicionalmente, se estiman modelos Tobit para estudiar las variables que afectan la eficiencia, y se caracterizan las escuelas según su eficiencia y su desempeño académico. Esta caracterización permite describir las diferencias de resultados entre lo medido por Mizala, Romaguera y Farren (2002) y la nueva estimación que utiliza recursos financieros.

Finalmente se propone una corrección de subvención escolar preferencial que contempla una actualización del cálculo original, a través de una estimación causal y eficiente, complementando con el nivel de educación materno como indicador de vulnerabilidad, y que utiliza un modelo de escuela técnicamente eficiente.

Existen dos diferencias importantes entre este trabajo y el de Mizala, Romaguera y Farren (2002). Una diferencia radica en la utilización de los recursos financieros efectivos con los que cuentan los establecimientos. En este trabajo se consideran todos los recursos, financieros y humanos, con los que cuentan los establecimientos, generando una estimación más ajustada. Esta estimación se realiza a través de variables instrumentales, para hacer frente a la endogeneidad del modelo.

Una segunda diferencia es la estimación de eficiencia para los establecimientos particulares pagados. En este trabajo de tesis no se consideran los establecimientos PP, pues representan un escaso porcentaje de la provisión educacional del país. En esta línea, el análisis de eficiencia de los recursos estatales debe realizarse en base al campo de acción estatal, i.e. la educación subvencionada. Por tanto, se opta por omitir la educación privada de este análisis, por estar fuera de la utilización de (la mayor parte) de los recursos del Estado.

Como se mencionó anteriormente, el aporte de esta tesis es doble. En primer lugar entrega conocimientos cuantitativos y actualizados de la eficiencia técnica escolar en Chile, utilizando los recursos financieros totales de los establecimientos y describiendo las diferencias de resultados que esto conlleva; y en segundo lugar entrega un ajuste para el monto de la SEP, al realizar el mismo cálculo, a nivel de estudiante, con un método instrumental eficiente y con un nuevo indicador de vulnerabilidad, considerando además un modelo de escuela eficiente. Esta corrección no se ha realizado con anterioridad, y permite obtener un monto de subvención que teóricamente aportaría a la efectividad y eficiencia de la ley SEP.

## **2. Marco Conceptual**

En este capítulo se define de forma teórica el concepto de eficiencia técnica escolar, de acuerdo a la literatura especializada. Posteriormente se describen los factores que caracterizan la eficiencia técnica escolar de acuerdo a la evidencia empírica. Estos factores están relacionados al tipo de establecimiento educacional, a sus capacidades administrativas y a los recursos escolares con los que cada establecimiento cuenta. También se define la relación entre recursos y resultados, denominados también inputs y outputs en el concepto de función de producción escolar.

### **2.1. Eficiencia técnica escolar**

#### **2.1.1. Definición y modelos de eficiencia técnica escolar**

La literatura especializada diferencia dos tipos de eficiencias: la de asignación de recursos, que le corresponde a la entidad proveedora de recursos, que es también llamada eficiencia externa; y la eficiencia técnica, o interna, que guarda relación con la capacidad de maximizar los resultados (outputs) de un proceso a un nivel dado de recursos (inputs) (Mizala, Romaguera, & Farren, 2002). En el caso educacional, la entidad proveedores de recursos corresponde a un ministerio o municipio local, que debe decidir cuántos recursos dedicar a cada establecimiento educativo. La maximización interna de resultados educacionales, de acuerdo a los recursos disponibles, es labor de cada establecimiento educacional.

En esta línea, una unidad tomadora de decisiones (DMU, por sus siglas en inglés) al recibir un nivel fijo de recursos, debe tomar decisiones de su asignación para afectar el nivel de producción de resultados. Así, históricamente se ha argumentado que el cálculo y la medición de la eficiencia permiten identificar outputs que puedan ser aumentados tan sólo con una re-colocación de recursos, como plantea Farrell (1957). Lograr este fenómeno se define como un aumento de eficiencia interna. Complementariamente, la medición de la eficiencia permite ordenar a las DMUs según su eficiencia y evaluar comparativamente las unidades que paralelamente realizan el mismo proceso (Lovell, 1993). De esta manera se argumenta que el cálculo empírico de la eficiencia técnica tiene implicancias en la toma de decisiones de recursos, lo que a su vez puede escalar a la elaboración de políticas públicas.

Existen también definiciones conceptuales para las unidades eficientes. Originalmente, se ha definido una DMU como eficiente cuando le es imposible aumentar ningún output sin simultáneamente reducir algún otro output, o aumentar un input (Koopmans, 1951). Este fenómeno es también entendido en economía como una eficiencia de Pareto en las funciones de producción (Kirjavainen & Loikkanen, 1998). En esta definición de eficiencia se pueden diferenciar dos tipos: la eficiencia teórica y la eficiencia empírica. Una unidad será eficiente teóricamente, o de manera absoluta, en la medida en que no sea posible aumentar ninguna unidad de resultado (output) sin aumentar el nivel de recursos (inputs). En cambio, una unidad será eficiente empíricamente, o de manera relativa, en aquel caso donde el desempeño en eficiencia de ninguna de las otras unidades estudiadas muestren que la utilización de recursos, o producción de resultados, puedan ser mejorados sin empeorar la producción de otros resultados o la utilización de otros recursos (Cooper, Seiford, & Zhu, 2011).

El estudio de la eficiencia técnica aplicado en la educación no es nuevo, y se han desarrollado variados modelos, paramétricos y no paramétricos, para su estimación. El núcleo de la modelación de eficiencia técnica escolar consiste en pensar en cada establecimiento como una



unidad productora de educación, la cual utiliza recursos educacionales (referentes al establecimiento, sus directivos, su administración, sus docentes, sus estudiantes, etc) para producir uno o más resultados educativos. Aunque la definición (y medición) de este resultado educativo es de amplia discusión, tanto filosófica como económica y cultural, lo más utilizado en la literatura empírica para la medición de eficiencia son los resultados de los tests estandarizados de habilidades cognitivas, así como las tasas de aprobación y reprobación de cursos, o las calificaciones escolares de los estudiantes. Para efecto del análisis económico en este trabajo, se entenderá resultado educativo como resultados académicos de puntaje en pruebas estandarizadas.

El método no paramétrico Data Envelopment Analysis (DEA, por sus siglas en inglés) ha sido fuertemente utilizado en educación y ha sido desarrollado académicamente en modelos más complejos. Consiste en la resolución de un problema de optimización de los resultados educativos sobre el uso de recursos, y comenzó con los trabajos seminales de W. Bessent, A. Bessent y otros (1979; 1982), y de Charnes, Cooper y Rhodes (1981). Una versión actualizada y variada de modelos con sus aplicaciones puede verse en Thanassoulis y otros (2016).

El modelo paramétrico Stochastic Frontier Analysis (SFA, por sus siglas en inglés), que consiste en asumir una distribución probabilística de errores de ineficiencia en cada unidad, fue propuesto originalmente por Aigner y otros (1977) y trabajado posteriormente por Kirjavainen (2007) y Misra y otros (2012). Una aplicación reciente de este modelo en educación es el estudio hecho en Australia por Chakraborty y Karper (2017). La descripción técnica de estos dos modelos se presenta en el capítulo 3 sobre metodologías.

Otro tipo de análisis, con diferente tipo de modelamiento, consiste en evaluaciones mixtas, como el uso de regresiones canónicas (Chizmar & Zak, 1983; Gyimah-Brempong & Gyapong, 1991) o agregar etapas al uso de los modelos DEA y SFA. Un estudio reciente de De-Witte y López-Torres (2015) es completo y exhaustivo en listar los estudios más influyentes respecto al uso de métodos de eficiencia en el ámbito escolar. A su vez, la eficiencia técnica escolar ha sido estudiada a través de métodos empíricos en todo el mundo, particularmente en República Checa (Franta & Konecny, 2009), Portugal (Portela, Camanho, & Borges, 2012), España (Mancebón, Calero, Choi, & Ximénez-de-Embún, 2012), Tailandia (Kantabutra, 2009), Turquía (Yalcin & Tavsancil, 2014), entre otros.

En este trabajo se utilizará la definición de eficiencia relativa o empírica. Un establecimiento educacional será eficiente relativamente en la medida en que presente niveles de eficiencia técnica mayores que el promedio de la distribución de eficiencia técnica estimada. De cualquier forma, en el análisis DEA existirán también establecimientos que presenten una eficiencia técnica estimada del 100%, que serán también eficientes relativamente.

### **2.1.2. Los factores que caracterizan la eficiencia técnica escolar**

El estudio de la eficiencia técnica en las escuelas permite entender qué recursos y variables son mejor utilizados en la función de producción escolar. La literatura académica en este ámbito ha buscado entender cómo se relacionan las características intrínsecas de los establecimientos en la utilización de los recursos, y qué aspectos explican las diferencias de eficiencia técnica encontradas entre las escuelas.

Algunos de los principales hallazgos en esta materia refieren a una significativa explicación de las diferencias de eficiencia técnica entre los establecimientos, de acuerdo a variables observables

como el tipo de administración (Brewer D. J., 1996), la ruralidad (Mizala, Romaguera, & Farren, 2002; Kirjavainen & Loikkanen, 1998) o su infraestructura (Mongan, Santin, & Valiño, 2011).

También se ha determinado que características intrínsecas de los estudiantes que asisten a los establecimientos explican diferencias observadas en eficiencia técnica; características como la raza, resultados académicos previos, o pertenencia a minorías (De Witte & López-Torres, 2015) y otras características del ambiente escolar (Aaltonen, Kirjavainen, & Moisio, 2006); también el tamaño de los cursos y las pruebas de selección (Kirjavainen & Loikkanen, 1998; Goldhaber, Brewer, Eide, & Rees, 1999); la percepción de los profesores hacia los alumnos (Kirjavainen T. , 2008) o la competencia entre establecimientos (Misra, Grimes, & Rogers, 2012), entre numerosas otras. Se ha visto que el efecto de variables sobre los resultados de eficiencia técnica está presente transversalmente al nivel de agregación: individual, de curso, de familia, de escuela o de comunidades (ver revisión de De Witte y López-Torres, 2015).

Así, las características de los establecimientos, de los docentes y de los estudiantes y sus familias describen diferentes relaciones con la eficiencia técnica de los establecimientos. De la misma manera, las características de la provisión escolar en un país definirán estructuralmente algunas de estas relaciones, permitiendo o restringiendo las capacidades de los establecimientos de producir logro escolar en base a sus recursos.

#### **2.1.2.1. El sistema escolar y los tipos de establecimiento**

El sistema escolar y su estructura es un factor relevante en la eficiencia que puedan presentar los establecimientos. Woessman (2007) ha evidenciado que países con buenos sistemas de rendición de cuentas, de autonomía y elección poseen estudiantes con mayores puntajes de desempeño. El académico muestra en un estudio posterior que esta conclusión varía entre países desarrollados y aquéllos en vías de desarrollo (Woessmann, 2016). La estructura de un sistema escolar se define en los tipos de establecimientos que lo componen, el grado de libertad de las familias para escoger entre dichos establecimientos, los mecanismos de selección de los establecimientos hacia las familias, y las capacidades de los establecimientos de responder a la relación o competencia con otros establecimientos.

##### **a. Elección de escuelas por parte de las familias**

La libertad de las familias y las consecuencias de la elección individual son un tema recurrente en economía (y sociología) de la educación (ver por ejemplo Carrasco, Falabella y Tironi (2016) para el caso chileno). En dicha línea, Goldhaber y otros (1999) discuten cómo la disputa entre elección o azar en la asignación escolar es una profunda discusión político-técnica, y que conlleva consecuencias en el desempeño escolar. Algunas de estas consecuencias en los establecimientos son el tamaño de la matrícula y los cursos, la relación profesor-apoderado, la composición de la comunidad escolar, los recursos indirectos, entre muchas otras.

En el caso chileno, la elección de las familias es fundamental en el mercado escolar pues implica la libertad de las familias de entregar aportes financieros a los establecimientos, a través de la subvención escolar. Por tanto, las variables del sistema que afecten el comportamiento y la decisión de los padres afectarán directamente los recursos, y la eficiencia, de los establecimientos.

Elacqua y otros (2006) argumentan que la libre elección de los padres reduce la presión por mejorar el desempeño, y potencialmente aumenta la estratificación social. Al detallar en los

criterios de elección de las familias chilenas, estos criterios han mostrado ser heterogéneos entre las familias que deben enfrentarse a la elección escolar (Elacqua & Martínez, 2016; Román & Corvalán, 2016; Carrasco, Donoso, & Mendoza, 2016). Las elecciones tienden a perjudicar los resultados finales de las familias más pobres, quienes acaban asistiendo a establecimientos que no satisfacen sus expectativas (Flores & Carrasco, 2016).

La falta de satisfacción de la decisión escolar frente a expectativas educacionales podría estar explicada en Villalobos y Salazar (2004), quienes proponen la existencia de una falta de diversidad de proyectos educativos en el sistema escolar chileno. Posteriormente, Elacqua y Martínez (2016) destacan que aquellos establecimientos subvencionados y con fines de lucro no ofrecerían proyectos educativos que incrementen la diversidad, pues son muy similares a aquéllos de las escuelas municipales. Estos estudios entregan información relevante a la discusión del mercado escolar en Chile, por cuanto la libertad de enseñanza en el sistema escolar chileno pretende un aumento de la diversidad de proyectos educativos.

La evidencia cualitativa en Chile ha determinado que parte importante de la elección de los padres radica en la composición social de la escuela escogida, la ubicación geográfica o distancia al hogar, el precio, la infraestructura y equipamiento, y en comentarios de redes directas de apoyo como familiares o amistades (Román & Corvalán, 2016; Canales, Bellei, & Orellana, 2016). De la misma forma, Quaresma y Valenzuela (2017) resumen la literatura en este ámbito hasta entonces, mencionando que el SIMCE, aunque es parte de los indicadores que miran los padres, no sería la principal razón de elección escolar; que en cambio, la distancia de la escuela al hogar y atributos sociodemográficos serían los aspectos más relevantes en la elección.

No obstante, usando datos georreferenciados para medir la distancia entre la residencia familiar y el establecimiento y evaluar cómo ésta afecta en la elección de los padres, Chumacero, Gómez y Paredes (2012) muestran que los padres se comportan “como si” conocieran la efectividad de las escuelas que escogen.

Otros estudios intentan revelar el efecto que la elección de los padres tiene sobre el desempeño de los estudiantes. En esta línea, Carrasco y San Martín (2012) usan un panel longitudinal de datos para destacar que no existiría una relación entre las preferencias de los padres con la efectividad de la escuela en producir buenos resultados. Es decir, la decisión de los padres de escoger o no un determinado establecimiento no está relacionada a la capacidad intrínseca de éste de producir altos resultados educativos. Esto indicaría que las señales de efectividad que el establecimiento pueda enviar a los padres, no influyen en su decisión de matricular a su hijo o hija en él.

Por tanto, variables que expliquen la elección de las familias, relacionadas a composición del estudiantado, infraestructura o precio, deben estar consideradas en la estimación de eficiencia técnica de los establecimientos. Además, el SIMCE tendría incidencia (aunque con evidencia mixta respecto a su magnitud) en la elección de establecimientos por parte de los padres. Como la elección de los padres significa aportar ingresos a los establecimientos, el efecto del SIMCE sobre los ingresos de los establecimientos es una relación que debe tenerse en consideración al momento de elaborar los modelos de estimación.

#### **b. Selección de los alumnos por parte de las escuelas**

La selección es un mecanismo que caracteriza a los establecimientos privados (PS y PP), pues en general los EM no poseen la autonomía administrativa para hacerlo debido a las políticas de

cobertura y de acceso público universal. Los mecanismos de selección son prácticas en la admisión que limitan el acceso a algunos estudiantes. Por ejemplo, pruebas de habilidades, exigencia de notas anteriores, seguir cierta religión, tests psicológicos, etc. Estos mecanismos permiten a la escuela seleccionar a los estudiantes con mejor desempeño o mayor productividad, y por tanto mejorar el desempeño general de la escuela.

En 1996, Parry (1996) ya habría descrito prácticas de selección en escuelas de Santiago, y argumentado que los establecimientos municipales presentarían peores resultados por su falta de autonomía en la selección de alumnos. Bustos, Contreras y Sepúlveda (2007) evidencian que no existe diferencia efectiva entre escuelas municipales y particulares subvencionadas sin selección. Su principal argumento es que los criterios de selección son los que explican mejores puntaje en el SIMCE. Posteriormente, Contreras y otros (2010) confirman estos resultados y discuten que la selección de las escuelas no es posible si es que hay falta de demanda. De manera explícita, el informe de Carrasco y otros (2014) asegura y describe prácticas de selección en los establecimientos chilenos, explicando que sus beneficios son mayores que el riesgo de no cumplir con la normativa que prohíbe la selección en cursos de educación primaria.

Es importante entonces contar con alguna variable que controle por mecanismos de selección de los establecimientos. No controlar por la selección de estudiantes puede significar comparar establecimientos que educan a grupos de estudiantes muy disímiles, incurriendo así en estimaciones sesgadas (Mizala, Romaguera, & Farren, 2002).

### **c. Competencia y diferencias entre tipos de establecimientos**

Respecto a los sistemas escolares de mercado competitivo, la literatura es poco concluyente. Aunque la definición de un mercado escolar no es única, Bellei (2013) argumenta que son tres los elementos centrales de un mercado escolar: la elección de escuela, la competencia entre escuelas y la privatización del servicio educacional. Así, existen autores que argumentan a favor de los sistemas orientados al mercado, y en cambio existen otros autores que argumentan a favor de políticas educativas con menor influencia de estas características.

En un lado, autores como Chubb y Moe (1990) argumentan que la elección escolar y la autonomía de las escuelas, además de ser un ejercicio público y democrático, permitiría a éstas responder mejor a su clientela y por ende volverse efectivas. Hoxby (2000a) argumenta en base al uso de variables instrumentales que la competencia en el sector público aumentaría la productividad de las escuelas en sus resultados educativos, y Bayer y McMillan (2005) muestran que el aumento en la competencia (medido a través de elasticidades de demanda) de una escuela, está asociada a un aumento en el desempeño de sus estudiantes. Posteriormente Misra, Grimes, & Rogers (2012) muestran que la competencia ha sido positiva para la eficiencia de los establecimientos en un estado de los EE.UU.

Por el otro lado, Downes y Greenstein (1996) evidencian que los criterios de selección mostrados por los oferentes de escuelas privadas radican en factores demográficos y socioeconómicos, diferenciándose de intereses o valores públicos; por su parte Goldhaber (1999) evidencia tendencias similares en los criterios de elección de los padres. En ambos casos, produciéndose sesgos y pérdidas de equidad en el sistema. En otro estudio, Goldhaber (1996) argumenta que los sistemas de *voucher* no resolverían completamente el problema de productividad de las escuelas, y en cambio las prácticas de elección y selección derivarían en discriminación.

El autor Rothstein (2007) discute a Hoxby, mostrando errores en su metodología y falta de robustez, y muestra con un nuevo estudio que existe poca relación entre la competencia de los establecimientos públicos y su productividad. Los autores Brighthouse y Schouten (2016) evidencian que las subvenciones estatales para establecimientos educacionales producen resultados diversos en los estudiantes desaventajados que reciben o pagan los costos. Existen otros estudios en los que se discute que el efecto de la competencia en los establecimientos dependerá de la capacidad del Estado de regularla.

Para el caso chileno, Hsieh y Urquiola (2003; 2006) argumentan que, posterior a la implementación del sistema en los años '80, se produjo una migración de la clase media a escuelas particulares subvencionadas. Sin embargo, este movimiento no se vinculó a mejoras en el desempeño general, sino que a mayor distanciamiento entre escuelas municipales y particulares debido a la auto-selección de los “mejores” estudiantes.

Por el otro lado, Gallego (2002; 2006) presenta que la competencia a la que están sometidos los establecimientos en Chile incentiva el desempeño de los establecimientos subvencionados, mientras que los establecimientos municipales no han respondido de la misma manera; debido principalmente a las restricciones administrativas que éstos poseen. Bellei (2007) sin embargo discute la validez del instrumento usado por Gallego, y de las variables usadas en sus estudios.

Chumacero, Gallegos y Paredes (2016) estiman funciones de preferencias de las familias para medir la presión competitiva sobre las escuelas, y evidencian que la competencia sí aumenta el desempeño de los estudiantes, más en los establecimientos particulares que en los municipales. Pero este resultado puede deberse, como plantean Hsieh y Urquiola (2003, 2006), al reordenamiento de los estudiantes entre los establecimientos.

Respecto a las diferencias de efectividad que los tipos de establecimientos muestran, debido a la competencia y al mercado, la evidencia empírica en Chile ha sido mixta. Poco tiempo después de que los resultados SIMCE fueran publicados regularmente, estudios dieron evidencia de una creciente brecha en resultados de los test de habilidades cognitivas, perjudicando los establecimientos municipales (Bravo, Contreras, & Sanhueza, 1999).

Gran parte de la investigación educativa en Chile se centró en medir la diferencia de efectividad entre establecimientos subvencionados municipales y privados. Sin embargo, la variabilidad de resultados no permite dar una respuesta concluyente a esta interrogante. Bellei (2007) lo atribuye a las diferentes metodologías usadas para enfrentar los sesgos de selección en la composición de los establecimientos, y a la disponibilidad y nivel de agregación de los datos utilizados. Por otra parte Gallego y Sapelli (2007) lo atribuyen al uso de datos no actualizados y a las diferentes técnicas estadísticas para enfrentar los problemas de sesgo.

Una serie de estudios de estimación correlacional muestran como resultado que los establecimientos subvencionados no se desempeñan significativamente mejor que los establecimientos municipales (McEwan & Carnoy, 2000; Mizala & Romaguera, 2000; Tokman, 2002; Bellei C. , 2007). Sin embargo, Drago y Paredes (2011) realizan un meta-análisis de 17 estudios con bases de datos nacionales-censales de los establecimientos en Chile, y replican las estimaciones con modelos multinivel, encontrando que sí existe una ventaja de los establecimientos subvencionados sobre los establecimientos municipales. Sin embargo, no diferencian estudios de carácter correlacional con aquéllos que usan métodos econométricos causales, incurriendo en posibles sesgos metodológicos ya discutidos por Bellei (2007).

Haciendo frente a estas dificultades metodológicas, Carrasco y San Martín (2012) utilizan un método de valor agregado en un panel longitudinal de datos y muestran que las diferencias de los establecimientos particulares subvencionados por sobre los municipales están sobre estimadas; por lo que en realidad no existen diferencias significativas en resultados académicos entre estos tipos de establecimientos. Por su parte, Lara, Mizala y Repetto (2011) utilizan métodos de matching y de cambios-en-cambios (*changes in changes, CIC*) sobre una muestra de estudiantes que pasan de la educación pública a la privada, para mostrar que la diferencia entre tipos de establecimientos comúnmente encontrada en la literatura está sobre estimada, y estaría más cercana a cero.

De manera más desagregada, el análisis de Anand, Mizala y Repetto (2009) utiliza un método de *matching*, para mostrar que un estudiante de bajos recursos se desempeñaría mejor en un establecimiento subvencionado que en uno público. Aunque esto no indica diferencias categóricas entre los tipos de establecimientos, sí entrega luces de efectos heterogéneos en la efectividad escolar.

De esta manera, la estructura del mercado escolar y los tipos de establecimientos deben tenerse en consideración al momento de estimar la eficiencia técnica. La comparación entre tipos de establecimientos debe ser precavida, manteniendo cuidado en las diferencias intrínsecas mostradas por estos establecimientos. De acuerdo a las diferencias constatadas entre establecimientos, en esta tesis se diferencian los establecimientos PS que cobran un copago o financiamiento compartido (PSC) de aquéllos sin copago o financiamiento compartido (PSS).

#### **2.1.2.2. Recursos escolares y desempeño: inputs y outputs**

Un segmento importante de la literatura económica se ha dedicado en el último medio siglo a detectar los factores que mejor predicen y afectan el rendimiento de los estudiantes. Esto, desde la perspectiva de la eficiencia, plantea la inquietud sobre cuáles son los recursos que son efectivamente y eficientemente transformados en resultados en la escuela. El consenso apunta a que las características de los establecimientos, docentes y estudiantes son los principales recursos utilizados de una unidad escolar, pero existe discusión respecto a si los ingresos financieros de los establecimientos son eficientemente convertidos en logro escolar.

##### **a. Recursos financieros**

El trabajo de Hanushek ha cimentado gran parte de la discusión sobre los ingresos escolares en la producción de resultados educativos, planteando que “*no existe relación fuerte ni sistemática entre los gastos escolares y el desempeño de los estudiantes*” (Hanushek E. A., 1989, pág. 47). Evidencia de este estilo ha direccionado la discusión de política educacional a cuestionarse sobre si aumentar el gasto en educación, y cómo priorizar dicho gasto. Otros análisis secundan la afirmación de que el gasto de una escuela no se correlaciona directamente con el desempeño de los estudiantes (Dewey, Husted, & Kenny, 2000; Grosskopf & Moutray, 2001), o bien, que de existir una correlación, ésta es heterogénea (Fuller, 1987).

Sin embargo, críticas metodológicas han sugerido que diferentes interpretaciones de los mismos datos muestran conclusiones diferentes (Hedges, Laine, & Greenwald, 1994; Kremer, 1995). Es decir, que el gasto de un establecimiento está positivamente asociado al desempeño de los estudiantes (Greenwald, Hedges, & Laine, 1996), o bien que al menos vale la pena poner atención en el nivel de gasto de los establecimientos. Así, el aumento aislado de recursos a nivel

escolar no asegura por sí solo una mejora ni en calidad ni en equidad de los resultados obtenidos por los estudiantes, sino que las políticas deben tender a complejizarse y abordar las dificultades asociadas al fenómeno educativo (Hanushek E. A., 1994). Esta reflexión apuntaría a una utilización de recursos focalizados en las poblaciones estudiantiles más desaventajadas (González, Mizala, & Romaguera, 2002; Betts & Roemer, 2004; González, Mizala, & Romaguera, 2004; Gallego & Sapelli, 2007; Mongan, Santin, & Valiño, 2011).

Aunque la evidencia sea mixta, la variables de ingresos financieros en los establecimientos parece ser importante una medida importante de los recursos (inputs) con los que cuenta un establecimiento educacional. Sin embargo, debe evaluarse si existe un impacto de ellos en el resultado mostrado por los estudiantes. Además, como se explicó anteriormente, de existir un efecto del ingreso hacia el SIMCE, se debe tener especial cuidado con el efecto que el SIMCE tiene sobre el ingreso, pues de existir ambas relaciones, la simultaneidad sesgará las estimaciones. Esto se discutirá con mayor detalle en el capítulo 3 de Metodología.

## **b. Recursos humanos**

La investigación económica en educación ha tomado otras direcciones también, intentando vincular las características de los profesores con el resultado de los estudiantes. Originalmente, Hanushek (1989) concluye que “*no se muestra evidencia fuerte de que el ratio de estudiantes-profesores, la educación ni la experiencia de los profesores tienen el efecto positivo esperado en los resultados de los estudiantes*” (pág. 47). Nuevamente, la literatura posterior ha intentado dilucidar esta interrogante, mostrando heterogeneidad en los efectos de la relación profesor-estudiante; irrelevancia en el tamaño de las salas de clases (Hoxby, 2000b) o efectos positivos de éste (Kirjavainen & Loikkanen, 1998).

Por otra parte, aunque se sabe que los profesores son esencialmente importantes en el desempeño académico de los estudiantes (Bruns & Luque, 2014)), la evidencia ha sido heterogénea en mostrar qué variables representan mejor el efecto de los profesores en los estudiantes. Diferentes medidas han sido utilizadas, como los años de experiencia profesional (Greenwald, Hedges, & Laine, 1996; Dewey, Husted, & Kenny, 2000), los años de escolaridad (Fuller, 1987; Dewey, Husted, & Kenny, 2000), la posesión de un posgrado (Berger & Toma, 1994) o el desempeño en tests de asignaturas y conocimiento pedagógico (Strauss & Sawyer, 1986; Greenwald, Hedges, & Laine, 1996; Misra, Grimes, & Rogers, 2012). Parte de la discusión se centra en los efectos de utilizar diferentes medidas y variables observables de las características de los profesores en los resultados estadísticos, aunque se ha mostrado que dichas diferencias no invalidan las estimaciones (Goldhaber & Brewer, 1997).

Los estudios de Chetty, Friedman y Rockoff (2014a; 2014b), se han preocupado de mostrar el carácter insesgado de la medición de valor agregado de los docentes, y su impacto en los resultados de los estudiantes. Al utilizar esta metodología, en datos cuasi-experimentales, muestran que los profesores sí tienen efecto de corto plazo en los puntajes de los estudiantes (2014a) a la vez que efectos de largo plazo en conductas como la asistencia a la universidad, mayores salarios y menor embarazo adolescente (2014b).

De esta manera, la teoría es clara en mostrar la necesidad de contar con variables que representen las características de los profesores en los establecimientos. Los profesores de un establecimiento educacional son parte de los recursos humanos que tiene el establecimiento para enseñar a los estudiantes.

### **c. Efectividad de la relación input-output**

Existe discusión en determinar si los recursos utilizados en los establecimientos educacionales efectivamente mejoran el desempeño de los estudiantes. En otras palabras, se ha cuestionado si las escuelas logran de forma efectiva agregar valor a los alumnos. Parte importante de esta discusión ha surgido debido a la evidencia de que los resultados educacionales son fuertemente predichos por características familiares de los estudiantes, ambos individualmente y en la composición escolar. Esta evidencia surge originalmente en el informe de Coleman y otros (1966), y su conclusión ha sido recurrentemente confirmada (Summers & Wolfe, 1977; Hanushek E. A., 1986; Goldhaber & Brewer, 1997).

Así, estudios en la línea de efectividad escolar han buscado mostrar la significancia de las características escolares, en diferentes niveles, para argumentar que modificaciones en los recursos si afectarán el resultado educativo de los estudiantes (Fuller & Clarke, 1994). Particularmente, Vélez, Schiefelbein, & Valenzuela (1994) realizan una revisión de los estudios aplicados a Latinoamérica, concluyendo que existen relaciones de aumento en el desempeño educativo debido a los inputs de los establecimientos. En su estudio, los autores comparan establecimientos utilizando como variable de resultado el rendimiento cognitivo evaluado en pruebas estandarizadas de desempeño.

Una línea distinta de argumentación muestra que los establecimientos no afectan el desempeño del estudiante, sino que los establecimientos poseen buenas herramientas para identificar y seleccionar a los estudiantes de buen desempeño. Considerando aquellos casos donde el acceso al capital humano está fuertemente correlacionado con el nivel socioeconómico, los establecimientos realizarán selección mediante el alza de costos de ingreso (selección económica) o exámenes de ingreso (selección académica). En esta línea, serían los alumnos que asisten a un establecimiento los que explicarían las diferencias de desempeño medidas entre establecimientos (Goldhaber, Brewer, Eide, & Rees, 1999).

En la discusión sobre eficiencia, se deben tener en cuenta prácticas de selección de los establecimientos, pues ésta puede ser una vía alternativa a mejorar el desempeño con los mismos recursos. Contreras y otros (2010) muestra que los mecanismos de selección de los establecimientos son efectivos, y por tanto inflarían la efectividad de las escuelas privadas. Carrasco y otros (2014) muestran que las prácticas de selección en Chile son sofisticadas y lo suficientemente beneficiosas como para transgredir la ley que lo prohíbe (aunque ésta tiene artículos ambiguos). El trabajo de Santos y Elacqua (2016) también destaca la evidencia de prácticas de selección como pedir la liquidación de ingresos, afinidad religiosa y exámenes de entrada, principalmente en el sector particular subvencionado.

Aunque esta discusión no está zanjada, pues la evidencia existe para ambos argumentos, tanto las variables de recursos como las variables de prácticas de los establecimientos deben estar controladas en las estimaciones de efectividad y de eficiencia escolar. El estudio de la capacidad de los establecimientos de afectar sus resultados (outputs) con la modificación de sus recursos (inputs) es importante para alimentar la discusión de política pública.

A modo de síntesis, la naturaleza del sistema escolar, así como las características de los establecimientos, sus directivos, docentes, familias y estudiantes, afectan los recursos disponibles para los establecimientos, como su capacidad técnica de utilizarlos. El poder de acción de los Estados en dar forma al mercado escolar, o directamente en manipular los recursos entregados a



los establecimientos, motiva el estudio de la eficiencia técnica escolar. Los “policy-makers” se benefician de entender cómo funcionan las cajas negras de la educación, pues les permite mejorar la distribución de los recursos a nivel centralizado. Este acaba siendo el principal foco de estudios de la economía de la educación, de acuerdo con lo planteado por Hanushek (1995).

### **2.1.3. Eficiencia técnica escolar en Chile**

En términos de eficiencia técnica, la evidencia en Chile se centra en las diferencias entre tipos de establecimientos. En uno de los primeros artículos publicados sobre eficiencia del sistema escolar chileno, McEwan y Carnoy (2000) estiman funciones de costos para los diferentes tipos de establecimiento, concluyendo que los EM y los PS católicos son igualmente ineficientes con respecto al resto de los tipos de establecimientos.

Posteriormente, Mizala, Romaguera y Farren (2002) en su estimación empírica muestran que existen diferencias estadísticamente significativas entre establecimientos PS y EM, al utilizar el método DEA. Comparando los costos de los tipos de establecimientos, Días y Barrios (2002) llegan a la conclusión de que para el sector más pobre de la población los establecimientos municipales son eficientes. Posteriormente, Thieme y otros (2013) plantean que los EM serían más eficientes que los PS sin copago, a través del cálculo de frontera de eficiencia. En un estudio reciente, Munoz y Queupil (2016) muestran en sus cálculos de eficiencia técnica que los establecimientos PS serían más eficientes en promedio que los EM.

Existen críticas metodológicas en la estimación de eficiencia técnica escolar de Munoz y Queupil, que merecen ser revisadas. Particularmente, los autores consideran como resultado los puntajes de la Prueba de Selección Universitaria (PSU). La preparación de esta prueba suele hacerse de manera externa a los establecimientos por los estudiantes de mayor nivel socioeconómico (en Pre-Universitarios pagados), lo que oculta parte de los recursos utilizados en algunos establecimientos.

A su vez, se hace necesario actualizar el trabajo de Mizala, Romaguera y Farren (2002) pues el uso doble de metodologías de estimación de eficiencia técnica escolar hace más robustos sus resultados. Con un nuevo cálculo de eficiencia técnica escolar en Chile, utilizando todos los recursos financieros con los que cuentan los establecimientos (instrumentalizados), se podrá aportar a la discusión de las diferencias intrínsecas entre los establecimientos que reciben financiamiento estatal, públicos y privados; además de describir las diferencias de resultados que esto conlleva.

Este capítulo de marco conceptual ha definido lo que se entenderá por eficiencia técnica escolar y las principales variables y consideraciones que deben tenerse en mente para el cálculo de la eficiencia técnica escolar. Dentro de estas consideraciones está la importante diferencia entre los establecimientos subvencionados por el Estado (municipales, y particulares, con copago y sin copago) y la importancia de los recursos financieros y humanos en la producción de resultados educativos, teniendo en cuenta las diferentes posibilidades de su instrumentalización. Además, se incorporan en este trabajo consideraciones metodológicas, como la presencia de sesgos, que son estudiadas en el capítulo de metodología.

El análisis realizado en este trabajo incorpora variables utilizadas en la literatura de efectividad y eficiencia técnica escolar. Al mismo tiempo, utiliza como base teórica y metodológica lo planteado por Mizala, Romaguera y Farren (2002), actualizando las mediciones empíricas de

eficiencia allí descritas, utilizando la disponibilidad de variables de ingreso efectivo y describiendo las diferencias de resultados obtenidos.

Por otra parte, este trabajo de tesis parte de la base teórica ya descrita para proponer la actualización y corrección de una política educativa que ha mostrado ser importante en la consecución de equidad y justicia educativa.

### 3. Metodología

Esta tesis consiste en una investigación cuantitativa y explicativa basada en la observación de datos ya existentes. Estos datos son obtenidos de las bases de datos públicas que se mencionan posteriormente. Para responder a cómo se produce el fenómeno educacional y qué factores son los que explican sus resultados, se utiliza un enfoque econométrico. En éste, el proceso educacional es modelado a través de una función de producción escolar.

La función de producción escolar supone que el desempeño de una unidad educativa<sup>12</sup> está determinado por recursos a nivel comunal, escolar, de profesores, de cursos y de los estudiantes, y que el proceso de transformación de recursos en resultados responde a una función matemática. La elección de las variables que alimentan esta función varía entre un estudio y otro. Las restricciones de los datos, los supuestos económicos subyacentes y la evidencia empírica previa son algunos de los factores que dirigen la elección de algunas variables por sobre otras.

En general, mucha discusión e investigación se ha realizado para buscar las formas óptimas de construir dicha función de producción escolar, ver por ejemplo (Goldhaber & Brewer, 1997; Dewey, Husted, & Kenny, 2000) para diferentes ejemplos de inputs, o (Chizmar & Zak, 1983; Gyimah-Brempong & Gyapong, 1991) para discusiones sobre cantidad y estimación de los outputs. Una referencia adicional puede verse en los meta-análisis, en los cuales se testean diferentes especificaciones de la función de producción usada en investigación econométrica (Hanushek E. A., 1986; 1989; Hedges, Laine, & Greenwald, 1994).

#### 3.1. Función de producción escolar

En el estudio econométrico de las funciones de producción escolar, una parte fundamental de ellos es la construcción de dicha función. En forma general, esta función debe rescatar variables que controlen por características observables de los diferentes niveles incluidos en el análisis. A modo general, en este trabajo se utilizará una función de producción para 2013 tal que

$$L_{ijc}^k = f(X_i, R_j, Y_j, Z_j, C_j, \phi_c) + \varepsilon_{ijc}$$

**Ecuación 1: Función genérica de producción escolar**

Donde  $L_{ijc}^k$  representa el logro escolar (output) en la prueba  $k$ , del estudiante  $i$ , que estudia en el establecimiento  $j$  ubicado en la comuna  $c$ . El resto de las variables corresponden a conjuntos de variables observadas: características del estudiante ( $X_i$ ), los recursos financieros del establecimiento ( $R_j$ ), características del establecimiento ( $Y_j$ ) y características de los profesores ( $Z_j$ ). Se añaden al final un set de controles ( $C_j$ ) y efectos fijos ( $\phi_c$ ), que permiten capturar otros efectos observables. Finalmente, se introduce una perturbación estocástica  $\varepsilon_{ijc}$  que representa todas aquellas características inobservables del proceso que se distribuyen en la población siguiendo una distribución  $N(0, \sigma^2)$  de probabilidades. El supuesto de base es que la relación entre los factores explicativos y el resultado es de naturaleza lineal.

---

<sup>12</sup> En la teoría económica se hablará de unidad educativa en cualquier posible nivel educacional: una zona geográfica, una escuela, un curso o un estudiante.

### **3.1.1. Problemas econométricos y variables instrumentales**

La construcción de una función de producción adecuada puede presentar problemas econométricos en su estimación. Por ejemplo, Goldhaber y Eide (2003) aseguran que gran parte de los estudios comparativos en Educación, entre establecimientos públicos y privados, incurrir en sesgos de selección, debido al desconocimiento de las razones reales por las que los padres escogen unos establecimientos y no otros. La comparación también puede verse afectada por una alta segregación en el sistema, o bien porque los criterios de los establecimientos para presentar su oferta también es desconocida (Downes & Greenstein, 1996; Bellei C. , 2007). Esto quiere decir que la variable de tipo de establecimiento es en realidad una variable de elección para los padres.

También, Hoxby (2000a; 2000b) ejemplifica problemas de endogeneidad que ocurren comúnmente en los estudios educacionales; por analizar tan sólo el lado de la demanda o de la oferta en el mercado, cuando pueden existir variables que afecten a ambos, quedando omitidas. Al intentar medir los factores que determinan la decisión de los padres, estos pueden deberse a, pero a la vez afectar, la eficiencia de las escuelas del sector.

En el Anexo 2 se presenta brevemente una definición matemática de endogeneidad y sesgos en la estimación de coeficientes. Para un estudio en profundidad de la endogeneidad y los sesgos estadísticos, referirse al libro de texto de Wooldridge (2006).

#### **a. Sesgo de selección**

El sesgo de selección ocurre cuando los grupos comparados (por ejemplo, establecimientos municipales y particulares subvencionados) poseen características intrínsecas e inobservables que los hacen incomparables entre ellos. En el caso educacional ocurre cuando se comparan establecimientos que no educan a los mismos estudiantes. La selección escolar puede generar este efecto, por cuanto unos establecimientos permiten el ingreso de ciertos tipos de estudiantes (de buenas calificaciones, de mayores ingresos económicos, pertenencia religiosa, etc.) y otros establecimientos deben educar a los estudiantes sin discriminarlos. Este sesgo afecta la estimación de los coeficientes lineales de la función de producción.

La evidencia en Chile sugiere que la elección de los padres por establecimientos educacionales se basa en el rendimiento académico (SIMCE, PSU) presentado por el establecimiento (Gallego & Hernando, 2009; Corvalán & Román, 2016), el precio de la matrícula, la distancia geográfica hasta el hogar y la composición social del establecimiento (Elacqua, Schneider, & Buckley, 2006; Román & Corvalán, 2016; Cerda, 2016). Estas variables son indicadores de elección de los padres y selección de los establecimientos.

En este trabajo se controlan variables que permiten reducir el sesgo de selección. Se cuenta con un indicador de selectividad de los establecimientos, las características socioeconómicas de las familias y los costos de las matrículas para el financiamiento compartido. Esto implica que las comparaciones entre establecimientos se realizan entre aquéllos que son similares en estas características.

## **b. Sesgo de simultaneidad**

En la literatura se ha discutido la utilización simultánea del logro escolar en pruebas estandarizadas con medidas de recursos escolares (Dewey, Husted, & Kenny, 2000). La utilización de ambas variables, en un contexto de subvención o *voucher* puede generar sesgos de simultaneidad. Este sesgo se produce teóricamente por la simultaneidad de dos efectos: el efecto que tienen los recursos escolares sobre el logro académico, y el efecto del logro académico sobre los recursos del establecimiento.

El primer efecto mencionado surge directamente de los supuestos de la función de producción: un establecimiento con más recursos es capaz de producir mayores logros escolares en sus alumnos. El segundo efecto se puede explicar en la naturaleza del mercado educacional: un establecimiento con mayores logros educacionales envía una señal a las familias de mayor efectividad educativa, lo que atrae a las familias a escoger esos establecimientos, entregándoles, con su subvención, mayores recursos.

Aunque teóricamente este sesgo está presente en la estimación de resultados sobre recursos, Carrasco y San Martín (2012) utilizan un panel longitudinal de escuelas para mostrar que la elección de los padres no estaría realmente influenciada por la señal de logro académico del establecimiento. A pesar de que exista evidencia en contra de este sesgo en la estimación de los datos en Chile, en el presente trabajo se asume que sí existe el riesgo de sesgo de simultaneidad.

## **c. Sesgo de variable omitida**

Este sesgo se produce porque se omite en la función de producción escolar alguna variable relevante y ésta se encuentra relacionada a otra variable ya incluida en el modelo. Cuando existen variables que capturan más de un efecto, el signo y magnitud del coeficiente estimado puede verse sesgado si es que alguno de los efectos predomina sobre el otro, o si no existen variables en el modelo que permitan capturar el mismo efecto.

Un ejemplo de este fenómeno es el aporte SEP individual. Si en una función de producción se utiliza una variable que indique el monto de recursos SEP que un estudiante aporta al establecimiento, esta variable se espera en promedio que muestre un efecto negativo sobre el logro académico, por corresponder a un estudiante prioritario. Por el otro lado, en la misma función econométrica, se espera que la misma variable presente un efecto positivo sobre el logro académico, por cuanto la variable está indicando un aporte de recursos al establecimiento. Esta dualidad de efectos puede volverse endógena si es que un efecto se vuelve inobservable, y por tanto sesgar las estimaciones.

Ya que el aporte SEP individual es una variable de interés para este trabajo, pues es la subvención preferencial la política que se busca ajustar, la presencia del sesgo descrito es tomada en cuenta.

En la estimación econométrica de la función de producción escolar se asume la presencia de endogeneidad, por simultaneidad de causas y por una confusión de efectos en la variable de interés. Como la endogeneidad provoca inconsistencia en las estimaciones econométricas, se decide utilizar métodos que corrijan por esta endogeneidad en la función de producción. Estos métodos son la utilización de variables instrumentales (VI) y una estimación mediante Mínimos Cuadrados en Tres Etapas (MC3E).

#### d. Variables Instrumentales

Uno de los métodos más utilizados para reducir los sesgos en las estimaciones econométricas es la utilización de variables instrumentales. Una variable instrumental (o instrumento) permite remover la endogeneidad de una variable endógena manteniendo el efecto que ésta tiene sobre la variable dependiente de interés. Esto puede ser logrado si el instrumento cumple con dos condiciones fundamentales: relevancia y exogeneidad.

Para un modelo econométrico  $y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_i$  donde la variable explicativa  $x_i$  es endógena y por lo tanto su estimador  $\beta_1$  está sesgado, entonces un instrumento  $z_i$  cumple con ser relevante si es que  $E(z_i \cdot x_i) \neq 0$ , a la vez que cumple con ser exógeno si es que  $E(z_i \cdot \varepsilon_i) = 0$ . El instrumento se utiliza como variable explicativa de una regresión con la variable endógena como dependiente. Para una lectura más profunda ver Wooldridge (2006).

La literatura especializada ha utilizado variables instrumentales para reducir los sesgos descritos en contextos educacionales. Por ejemplo, Hsieh y Urquiola (2006) utilizan la población comunal y la tasa de urbanización de las comunas como instrumentos para capturar el efecto del tamaño de mercado en el grado de entrada a establecimientos privados. Los mismos autores proponen también la utilización del rango inter-cuartil en años de escolaridad observada en adultos como medida de heterogeneidad. La idea es que si los padres consideran características del grupo de pares al escoger escuelas, entonces la demanda de escuelas privadas que son capaces de admitir "buenos" grupos de pares será mayor en comunidades menos homogéneas.

También ha sido utilizada como instrumento la disponibilidad de oferta de establecimientos en las comunas, como medida de la competencia a la que están enfrentados los establecimientos (Contreras, 2001; Bronfman, 2007; Valin, 2011). Figlio y Stone (1997), en Estados Unidos, utilizan el nivel de costo de matrícula promedio (*tuition*), la afiliación religiosa, el porcentaje de católicos en el condado, la densidad de escuelas católicas en el área, y las interacciones entre religión, región y urbanidad como variables instrumentales, que afectan el comportamiento de los estudiantes y las familias.

Otros autores en Chile han usado el grado de ruralidad y población comunal (Gallego, 2002), la distancia entre comunas (Auguste y Valenzuela, 2003), número de escuelas privadas y públicas por kilómetro cuadrado en el vecindario del estudiante y la fracción de estudiantes en el barrio que asisten a un PS (Sapelli y Vial, 2002).

El uso de variables instrumentales puede hacerse de diversas formas. En este trabajo se utilizan dos. Para la estimación de la función de producción se utiliza el método de Mínimos Cuadrados en Tres Etapas (MC3E), pues permite estimar simultáneamente un sistema de ecuaciones simultáneas. Para la estimación de la frontera de eficiencia estocástica (SFA, en inglés) se utiliza una estimación simple (o primera etapa) de las variables endógenas sobre los instrumentos. Este último proceso se realiza debido a la dificultad de estimar una frontera estocástica utilizando un sistema de ecuaciones simultáneas.

### 3.1.2. Modelo instrumental y estimación por MC3E

La estimación de ecuaciones simultáneas consiste en estimar tres etapas sucesivas. La primera etapa consiste en estimar mediante el método MCO el efecto de los instrumentos sobre las variables endógenas de cada una de las ecuaciones, de forma independiente. Los coeficientes de esa primera etapa son guardados y utilizados para la predicción de una variable instrumentalizada. Una segunda etapa consiste en utilizar las variables instrumentalizadas dentro de la ecuación de interés original, a través del método MCO. Para una única ecuación, el uso de estas dos etapas se llama el método de Mínimos Cuadrados en Dos Etapas (MC2E) (Wooldridge, 2006; Angrist & Pischke, 2009).

La tercera etapa del método consiste en obtener el vector de residuos de todas las ecuaciones estimadas mediante MC2E. Luego, se estima la matriz de varianzas y covarianzas utilizando en la estimación los residuos obtenidos de las ecuaciones individuales. Así, esta nueva matriz permite estimar los errores estándar de todas las ecuaciones considerando las correlaciones entre ellas (Bowden & Turkington, 1984).

Como la estimación por OLS entregaría resultados sesgados por endogeneidad, el método MC3E estima las tres ecuaciones considerando las correlaciones entre ellas e instrumentalizando con las variables exógenas. En la literatura, el método MC3E es preferido a MC2E porque es más eficiente y controla por las correlaciones entre ecuaciones (Brasington, 2003; Bakhsh, Rose, Ali, Ahmad, & Shahbaz, 2017).

Este método de estimación instrumental ha sido utilizado en educación, para estimar ecuaciones referidas a mercado y recursos (Sims, 2011) y para resolver endogeneidad en la estimación de ecuaciones del mercado de educación superior (Dolan & Schmidt, 1994; Duchesne & Nonneman, 1998).

La estimación de ecuaciones simultáneas permite abarcar mejor la situación del mercado escolar chileno. En una primera ecuación se estima la función de producción escolar del estudiante, considerando variables que afectan directamente a nivel del estudiante y también características de la escuela. En una segunda ecuación, los instrumentos y las variables exógenas del estudiante permiten instrumentalizar la variable de aporte SEP individual. En una tercera ecuación los recursos financieros regulares del establecimiento pueden ser instrumentalizados, además de considerar el efecto señal que la prueba de SIMCE (rezagada en un año) puede tener sobre la obtención de recursos del establecimiento.

La primera ecuación es una función de producción escolar, que a nivel de escuela es una función de oferta. La segunda ecuación es una ecuación instrumental, y la tercera ecuación es una ecuación del mercado escolar: describe el aumento de recursos por atracción de familias producto de las características del establecimiento.

Para este estudio, se estimó un sistema de tres ecuaciones simultáneas, que se muestran en la Ecuación 2. Las variables endógenas (dependientes) son el logro académico en la prueba SIMCE 2013, para matemática y lenguaje; el (log) aporte SEP individual del estudiante al establecimiento; y la (log) medida de recursos financieros obtenidos por la subvención regular en el establecimiento.

La variable de logro académico es la variable dependiente, y por lo tanto es endógena por construcción. La variable de aporte SEP individual posee endogeneidad por confusión de efectos, como se describió anteriormente. La variable de recursos puede presentar endogeneidad producto de ser causa del logro académico en los establecimientos. Por lo tanto, estas últimas dos variables son instrumentalizadas para reducir la endogeneidad del modelo y no tener resultados sesgados e inconsistentes.

La función a) corresponde a una función de producción escolar instrumental. La función b) corresponde a la instrumentalización de la variable de aporte SEP individual; y la función c) define los recursos regulares de un establecimiento, considerando los instrumentos utilizados y efectos fijos comunales.

Así, se define:

$$\begin{aligned}
 \text{a)} \quad L_{ijc}^k &= \pi_0 + \pi_1 lsep_{ic} + \pi_2 lrec_{jc} + \pi_3 lsepc_j + \sum_{k=4}^{13} \pi^k X_i^k + \sum_{m=14}^{26} \pi^m (Y_j, Z_j, C_j) + u_{ijc} \\
 \text{b)} \quad lsep_{ic} &= \alpha_0 + \alpha_1 lcosto_c + \alpha_2 pob\_com_c + \sum_{k=3}^{12} \alpha^k X_i^k + v_{ic} \\
 \text{c)} \quad lrec_{jc} &= \beta_0 + \beta_1 lcosto_c + \beta_2 pob\_com_c + \sum_{m=3}^{15} \beta^m (Y_j, Z_j, C_j) + \phi_c + w_{jc}
 \end{aligned}$$

**Ecuación 2: Ecuaciones simultáneas de producción escolar: a) función de producción; b) función instrumental del aporte SEP; c) función de recursos escolares.**

Donde  $L_{ijc}^k$  representa el puntaje de la prueba SIMCE de la materia  $k$  del estudiante  $i$  que estudia en la escuela  $j$  ubicada en la comuna  $c$ . Las variables de interés  $lsep$ ,  $lsepc$  y  $lrec$  se distinguen y se describen posteriormente en la sección de variables. Las sumatorias de términos corresponden a los conjuntos de variables del estudiante ( $X_i$ ) y de la escuela ( $Y_j, Z_j, C_j$ ). Se debe tener en cuenta que algunas de las variables de recursos financieros  $R_j$  son endógenas. El coeficiente  $\phi_c$  representa un intercepto a nivel de comuna, como efecto fijo, y  $u_{ijc}$ ,  $v_{ic}$  y  $w_{jc}$  representan el error estocástico inobservable del proceso.

Los residuos relacionados a los errores estocásticos son estimados y utilizados para la estimación de una matriz conjunta de varianzas y covarianzas, para el método MC3E. Las variables usadas en las ecuaciones simultáneas se describen en el apartado Variables y se resumen en la Tabla 1.



## 3.2. Variables

### 3.2.1. Variable dependiente

En la literatura sobre educación, los estudios cuantitativos usan con frecuencia las evaluaciones cognitivas estandarizadas como medición del desempeño escolar. Para el caso chileno, la evaluación frecuentemente usada corresponde al Sistema de Medición de la Calidad de la Educación (SIMCE), test estandarizado de carácter nacional. Para este estudio se utilizará la prueba SIMCE de lenguaje y matemática, rendidas el año 2013 por el nivel de 4to básico (niños de ~10 años). Las fortalezas de utilizar esta variable radican en su consistencia y comparabilidad a través de los años (en escuelas suficientemente grandes), y la información desagregada que entrega a nivel individual del estudiante y su familia, a la vez que en el nivel de establecimiento.

El SIMCE que reportan los establecimientos educacionales está vinculado a entrega de incentivos financieros, autonomía o intervenciones desde el Ministerio de Educación, incentivos a docentes y estándares generalizados de calidad educacional. El SIMCE funciona como indicador para la política pública y la sociedad sobre el desempeño de los estudiantes y establecimientos en el sistema educativo. Por estas razones, es que es una variable de uso relevante (Mizala, Romaguera, & Farren, 2002; Quaresma & Valenzuela, 2017).

En este trabajo se utiliza el resultado (estandarizado) individual de resultado SIMCE 2013 para cada estudiante para ambas materias, matemática y lenguaje (*smat\_i*, *sleng\_i*). También se utiliza, para las estimaciones de eficiencia al nivel de escuela, el promedio SIMCE de los establecimientos para el año 2013 (*smat\_prom*, *sleng\_prom*).

### 3.2.2. Variables independientes

#### a. Establecimientos

A nivel de establecimientos, se utilizarán las variables de dependencia administrativa (*tipo*)<sup>13</sup>, la ruralidad del establecimiento (*rural*) y la comuna a la que pertenece (*comuna*). También se utilizará una variable de vulnerabilidad social, medida como el porcentaje de alumnos vulnerables ó Índice de Vulnerabilidad Escolar (*ive*). Este indicador es calculado y publicado por la Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas (JUNAEB) de acuerdo a características de los estudiantes en educación básica.

Se utiliza además un indicador de selectividad (*indiceigual*) construido a partir de dos indicadores de “igualdad de oportunidades” diferentes. Estos indicadores se elaboran a partir de los cuestionarios SIMCE y de los criterios SNED establecidos por los Departamentos de Educación Provincial (DEPROVs).<sup>14</sup> Esta igualdad de oportunidades abarca prácticas como la selección y la expulsión por características discriminatorias en los estudiantes.

---

<sup>13</sup> Esta variable consta de 3 categorías: Municipales (EM), Particulares Subvencionados que cobran Copago (PSC), Particulares Subvencionados Sin copago (PSS).

<sup>14</sup> Construido a través de una estimación de Factor de Componentes Principales (PCF) a partir de factores latentes de tres indicadores. La escala es de 0 a 12, siendo 12 un establecimiento menos selectivo.

Como medida de recursos se utiliza el logaritmo del ingreso (no SEP) anual por alumno del establecimiento (*lrec*). Esta variable está compuesta por tres factores: ingresos totales transferidos desde el MINEDUC por concepto de subvención regular, ingresos por financiamiento compartido<sup>15</sup> e ingresos municipales estimados de acuerdo al prorrateo de los gastos del sector educacional.

Una medida más usual para las estimaciones econométricas en educación es el gasto efectivo de cada establecimiento. Como dicha información no es fácil de elaborar, se utiliza el ingreso como proxy para el gasto por alumno, asumiendo que existe igualdad entre los ingresos percibidos y los recursos financieros gastados por un establecimiento. Este supuesto se contrapone a la existencia del lucro en la educación escolar, pues el lucro supone que no todo el ingreso se convierte en gasto educacional, sino que es retirado como utilidades. De acuerdo a Murnane y otros (2017), en el año 2007 alrededor de un 13% de las escuelas chilenas poseía fines de lucro. Considerando este porcentaje, el lucro no presenta problemas para la utilización del ingreso en las estimaciones.

Utilizar los ingresos efectivos de las escuelas, reportados por el MINEDUC, facilita el análisis de la eficiencia de las escuelas porque se pueden modelar como unidades que buscan maximizar sus resultados en base a un nivel fijo de ingresos. Esto puede indicar que las escuelas que lucran presentan niveles de eficiencia diferentes a los establecimientos que no lo hacen.

Por otra parte, se utiliza el (log) ingreso anual de subvención escolar preferencial por establecimiento por alumno. Esta variable se descompone en dos niveles: un nivel estudiantil que aporta por alumno una subvención preferencial (*lsep*) al establecimiento, y un nivel escolar que recibe una subvención preferencial por concentración de alumnos vulnerables (*lsepc*), la que significa un monto adicional por alumno que asiste al establecimiento.

Como usualmente en el uso académico de variables de ingreso, se utiliza una transformación logarítmica para suavizar las altas diferencias de nivel, y para interpretar las variaciones de forma porcentual. La variable de recursos SEP se utiliza diferenciada del resto de los ingresos regulares por estar sujeta a un amarre institucional para su utilización.

También se utilizan medidas de tamaño de la escuela (*matricula*) y cursos (*curso*), agregando términos cuadráticos (*matricula2*, *curso2*). Este polinomio busca capturar los efectos de la estructura de costos de los establecimientos, que responden a economías de escala.<sup>16</sup> Finalmente, se controlará por los puntaje SIMCE del año previo 2012 (*mat12* y *leng12*) de la escuela. Esta medida permite controlar por características de la escuela no observables en la fecha de estudio

Finalmente, se controlará por los puntaje SIMCE de los años 2007 y 2008 promediados de la escuela. El año 2007 es antes de la intervención, y en 2008 el ingreso a la ley SEP no había sido total ni significativa para afectar los puntajes. Esta medida permite controlar por características de la escuela no observables, en una cierta persistencia de los puntajes, además de evitar presentar efectos que la SEP haya tenido ya en los puntajes SIMCE.

---

<sup>15</sup> La información del ingreso efectivo regular y compartido por establecimiento fue facilitada por MINEDUC.

<sup>16</sup> Se debe tener en cuenta que las escuelas pequeñas (con menos de 400 estudiantes) presentan altas dispersiones en su puntajes SIMCE a través de los años, por lo que no se utilizarán en el análisis (ver en el Anexo 3 los gráficos de dispersión de diferencias de puntajes según tamaño).

Estudios anteriores apoyan el uso de variables de escuela, debido a que diferencian los objetivos y metas para la utilización de recursos. Por ejemplo, la administración o la ruralidad (Fuller, 1987; Kirjavainen & Loikkanen, 1998). Como se explicó anteriormente, en Chile la evidencia sugiere que gran parte de las diferencias de resultados se expresan en las diferencias de administración pública o privada. La concentración de estudiantes vulnerables en las escuelas afecta los resultados educacionales por dos vías, por la recepción de recursos diferenciados debido a la subvención SEP, y por el efecto de pares dentro de la sala de clases (Misra, Grimes, & Rogers, 2012).

El nivel de ingreso es quizás la variable más relevante en términos de recursos, aunque también la más discutida y de evidencia heterogénea, como se discutió anteriormente en el marco conceptual (Hanushek E. A., 1986; Fuller, 1987; Dewey, Husted, & Kenny, 2000; Grosskopf & Moutray, 2001; Kirjavainen T. , 2007; Misra, Grimes, & Rogers, 2012).

### **b. Docentes**

En la teoría, tanto la variabilidad de los salarios, como las medidas más directas de *expertise* académica (en grados y títulos) de los docentes han sido utilizadas para explicar los resultados de los estudiantes (Fuller, 1987; Greenwald, Hedges, & Laine, 1996). Así, la eficiencia técnica de un establecimiento se ve afectada por la capacidad intrínseca de sus docentes de poder afectar el aprendizaje de los alumnos. Este efecto, sin embargo, no es homogéneo en los niveles escolares (Misra, Grimes, & Rogers, 2012), y también se pueden presentar heterogeneidades en las materias específicas de las especializaciones docentes (Goldhaber & Brewer, 1997). En la literatura se han utilizado otras medidas, como la experiencia o cantidad de contratos de tiempo completo (Dewey, Husted, & Kenny, 2000; McEwan & Carnoy, 2000) para capturar efectos similares de los docentes.

En este trabajo se utiliza el número de años que un profesor lleva dentro del sistema escolar como medida de su experiencia (*exppr*). Esta variable se ajusta con un término cuadrático (*exppr2*), para capturar los efectos variables entre los docentes con muy poca experiencia y los docentes más antiguos. Las variables de docentes son utilizadas a nivel de escuela. Es decir, se calcula un promedio de edad de los docentes para cada establecimiento.

### **c. Estudiantes**

A partir del cuestionario SIMCE 2013 relleno por los estudiantes y sus apoderados, se obtuvieron el nivel educacional de las madres (*educm*), el nivel de ingreso mensual de los hogares (*ingfam*) y el nivel de libros en el hogar (*nlibros*).<sup>17</sup> Otras variables a utilizar, del mismo cuestionario, son la asistencia del estudiante a sala cuna (*salacuna*), a jardín infantil (*jardín*), a pre-kinder (*prekinder*), y a kínder (*kinder*). Finalmente, se utilizan las respuestas de los

---

<sup>17</sup> El nivel educativo de las madres está descrito por una escala del cuestionario SIMCE, cuyas respuestas abarcan desde 0 “No estudió”, hasta 20 “tiene un grado de doctor universitario”. La escala para nivel de ingreso económico está caracterizada por ingreso mensual 1 “Menos de \$100.000”, hasta 15 “más de \$2.200.000”. El nivel de libros está caracterizado como 1 “ninguno” hasta 5 “más de 100”.

apoderados sobre las expectativas del nivel educacional más alto que esperan que el estudiante complete (*expectativa*). Esta expectativa va desde el nivel 1 (“no creo que complete IV° medio”) hasta el nivel 6 (“estudios de postgrado”).

La literatura es vasta en sugerir la utilización de dichas variables, tanto para aproximar por los efectos del capital humano y cultural de los niños en sus hogares (Kirjavainen & Loikkanen, 1998; Mizala, Romaguera, & Farren, 2002; Kirjavainen T. , 2007) o para capturar el efecto par en la sala de clase que la agrupación de niveles socioeconómicos similares produce (McEwan & Carnoy, 2000; Mizala, Romaguera, & Farren, 2002; Kirjavainen T. , 2007).

La utilización de los factores socioeconómicos es fundamental para evitar sesgos por malas especificaciones (Gyimah-Brempong & Gyapong, 1991) y la evidencia ha mostrado su alto efecto explicativo en desempeño escolar, en diferentes estudios (Goldhaber & Brewer, 1997).

El impacto académico posterior de la estimulación temprana y los programas de educación inicial y pre-escolar, han sido demostrados de manera empírica en el trabajo de Weiland y Yoshikawa (2013). Por otra parte, estudios han mostrado que altas expectativas de los padres hacia el futuro académico de sus hijos tienen efectos positivos en su desempeño académico, particularmente las expectativas de las madres (Zhan & Sherraden, 2003; Kim & Sherraden, 2011).

### **3.2.3. Variables instrumentales**

Para reducir el sesgo de endogeneidad que existe en la estimación de la función de producción se añaden variables instrumentales de nivel comunal tomados de la literatura. Estas variables buscan capturar el efecto de la competencia en la comuna, de forma que afecte el nivel de recursos que obtienen los establecimientos. Estas variables no se relacionan a cada estudiante de forma individual, por lo que no tiene correlación con la variable dependiente de logro académico. En cambio, estos instrumentos afectan el nivel de ingreso en los establecimientos, por cuanto afecta la competencia de la comuna y la atracción de estudiantes.

La teoría económica indica que el comportamiento del mercado en un determinado sector, por ejemplo comuna, afectará la provisión de recursos de un establecimiento. Por ejemplo, una comuna con alta demanda educativa, proveerá de un mayor nivel de recursos promedio a los establecimientos que otra comuna con menos demanda, y un número similar de establecimientos. Así, los instrumentos a utilizar reflejan características del mercado y la competencia local que afectan la obtención de recursos por parte de los establecimientos.

Los instrumentos a utilizar son propuestos en la literatura. Hsieh y Urquiola (2006) usan la población comunal (*pob\_com*) para representar el nivel de demanda que existe en un determinado sector.

Contreras (2001) utiliza la disponibilidad de escuelas a nivel comunal, y Sapelli y Vial (2002) usan el número de escuelas privadas por km<sup>2</sup> para capturar el efecto de la oferta que existe en un sector poblacional. Para este efecto se utilizará el número de establecimientos particular subvencionados (*num\_ps*) en una comuna.

Figlio y Stone (1997) usan el costo promedio de los establecimientos en cada condado de los Estados Unidos para representar diferencias de competitividad entre los condados a partir del costo de sus establecimientos. En este trabajo se usa el (log) pago promedio en FICOM de cada

comuna (*lcosto*). La transformación logarítmica permite equiparar las unidades de medida y las variaciones porcentuales.

Por otra parte, la literatura sugiere que la elección de escuelas por parte de los padres se relaciona a las características sociales y demográficas de las familias que asisten a ella (Quaresma & Valenzuela, 2017). A partir de esto, se utiliza también el nivel socioeconómico de la comuna del establecimiento (*nse\_com*) para capturar un efecto de elección de las familias en los establecimientos. La elección de las familias está directamente relacionada con el nivel de recursos que el establecimiento recibirá.

De acuerdo a los autores mencionados, dichas variables no se relacionan con el logro escolar individual de cada estudiante, y en cambio, sí afectan la disponibilidad de recursos de los establecimientos de cada comuna, por la atracción de mayor nivel de estudiantes y las subvenciones correspondientes. Por tanto, estos instrumentos serán evaluados en su capacidad de reducir la endogeneidad del modelo. El resumen de las variables utilizadas en este trabajo se presenta en la Tabla 1.

**Tabla 1: Variables a utilizar en el modelo**

Nivel	Conjunto	Variables	Nombre Variable
Estudiante	$L_i^k$	Puntaje SIMCE estudiante estandarizado matemática y lenguaje 2013	<i>smat_i, sleng_i</i>
	$X_i$	Logaritmo del aporte anual SEP del estudiante al establecimiento por ser estudiante prioritario	<i>lsep</i>
Sexo, Nivel educacional de la madre, nivel de ingresos de la familia, número de libros en el hogar, asistencia a educación pre-escolar, expectativas educacionales de los padres		<i>sexo, ingfam, educm, nlibros, salacuna, jardín, prekinder, kínder, expectativa.</i>	
Establecimiento	$L_j^k$	Puntaje SIMCE establecimiento estandarizado matemática y lenguaje 2013	<i>smat, sleng</i>
	$R_j$	Logaritmo del ingreso anual SEP por concentración	<i>lsepc</i>
		Logaritmo del ingreso anual de recursos por subvención	<i>lrec</i>
	$Y_j$	Tipo (tres categorías), tamaño escuela, tamaño curso*, rural, IVE	<i>EM,PSS, PSC, matricula, curso, rural, ive</i>
	$Z_j$	Experiencia del docente	<i>exppr</i>
$C_j$	Puntaje SIMCE 2012, Índice de Igualdad del establecimiento.	<i>smat12, sleng12, indiceigual,</i>	
Comuna	$\phi_c$	Comuna	<i>comuna,</i>
	Instrumentos	población comunal, promedio socioeconómico comunal número de establecimientos PS disponibles, pago promedio mensual de financiamiento compartido	<i>pob_com, nse_com, num_ps, costo_ficom</i>

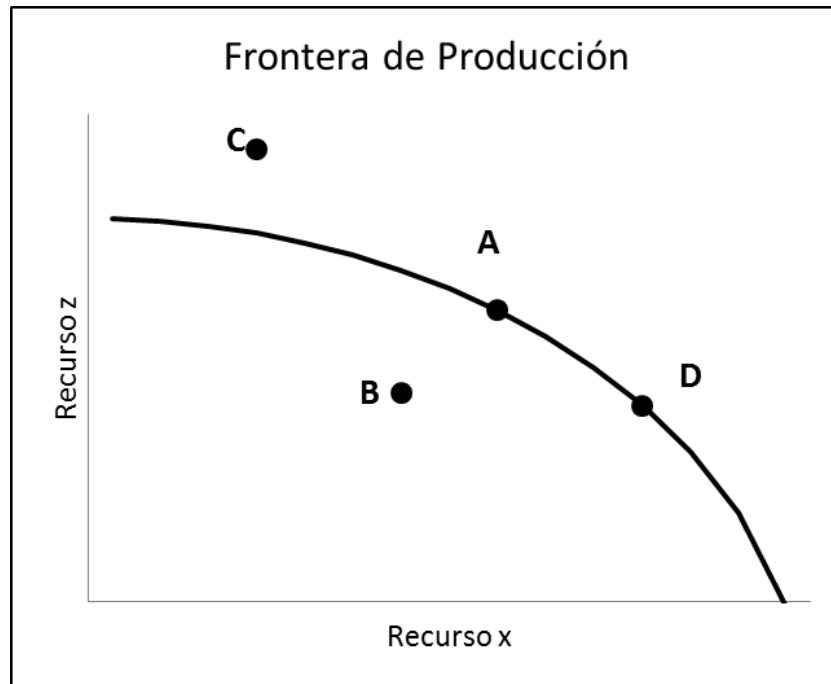
\*Nota: En el modelo, se utilizarán también componentes cuadráticos de experiencia, matrícula y curso.

Fuente: Elaboración propia

### 3.3. Medición de eficiencia técnica escolar

La medición de la eficiencia técnica debe hacerse a través de la estimación de una frontera de producción. Esta frontera de producción se define como el límite máximo de resultados que se pueden obtener con los recursos disponibles. En la Figura 14 se presenta esta situación. La curva representa un nivel máximo de producción de resultado, utilizando los recursos  $x$  y  $z$ . Todo el recorrido de la curva presenta el mismo nivel de producción en la frontera de eficiencia.

Figura 14: Diagrama de eficiencia de producción



Fuente: Elaboración propia

Una unidad ubicada en el punto A, se encuentra en la frontera de eficiencia, pudiendo moverse al punto D tan sólo re-localizando los recursos, pero es imposible moverse a una curva de mayor producción sin aumentar el nivel de recursos.

El punto B representa una unidad en producción sub-eficiente. Ésta podría aumentar su producción con los recursos con que se cuentan, por ejemplo utilizando de forma óptima el recurso  $x$  y manteniendo el uso de recurso  $z$ . Esta modificación llevaría a la unidad en B al punto D, ubicándose en la frontera de producción. En cambio, el punto C representa un nivel de producción que no es factible de alcanzar con la tecnología y los recursos actuales. Este nivel sólo podría ser alcanzado aumentando los recursos  $x$  o  $z$ .

Tanto la economía como la investigación de operaciones proponen modelos para realizar la estimación de la frontera mencionada. Se dividen en dos categorías, los modelos paramétricos y los no paramétricos. Los modelos paramétricos, particularmente el Análisis de Frontera Estocástica (SFA por sus siglas en inglés), se basan en la suposición de una distribución estocástica para estimar la ineficiencia de las unidades tomadoras de decisiones (DMU). Estos modelos son comunes en la literatura, aunque presuponer una distribución estocástica presenta limitaciones en la medición de la eficiencia técnica.

Por otro lado, los métodos no paramétricos, como el Análisis de Envoltura de Datos (DEA por sus siglas en inglés), no requieren de estas suposiciones. Estos métodos usan los datos para resolver un problema de programación lineal y establecer la frontera de eficiencia. Aunque virtualmente exista, puede ser que ninguna unidad consiga desempeñarse en la frontera.

Algunas de sus desventajas son la sensibilidad a la selección de variables, y la medida relativa de eficiencia con las unidades que se estudien empíricamente. En el caso de esta investigación, como se trabajará con el universo de escuelas en Chile, no existirán dificultades asociadas a sensibilidades de muestreo.

La literatura no es categórica en recomendar alguno de los dos modelos, pero sí es vasta en discutir algunas aprensiones. Kirjavainen y Loikkanen (1998) muestran en el análisis de variados modelos que aumentar el número de variables puede mantener o aumentar los niveles de eficiencia; sin embargo, los resultados no pueden ser comparados entre modelos con diferentes variables. Respecto a SFA, al ser una estimación paramétrica, datos alejados de la muestra (*outliers*) pueden afectar severamente los resultados (Greene, 2008).

En síntesis, la utilización de ambos métodos otorga robustez al estudio. Se ha mostrado que los resultados no son comparables entre métodos, aunque aportan información por sí mismos (Weill, 2004). Basándose en el estudio de Mizala, Romaguera y Farren (2002), en este trabajo se utilizarán ambos métodos, comparando los resultados de cada método con lo planteado por los autores en su medición. Se destacarán también las conclusiones similares, que hayan sido obtenidas de forma independiente con cada método.

La frontera de producción determina la posición en la que una escuela debería estar para estar aprovechando al máximo sus recursos, sin tener la posibilidad de obtener ningún otro avance en desempeño sin obtener un aumento de recursos. En este trabajo se considera una escuela eficiente relativamente (o de forma empírica) como aquella ubicada sobre el promedio de eficiencia técnica de todos los demás establecimientos.

Se debe destacar que en los modelos para la estimación de eficiencia se utilizan sólo variables a nivel de escuela. De esta forma, se promedian las variables de estudiante  $X_{ij}$  al nivel de escuela  $\bar{X}_j$ , y también el logro académico  $L_{ij}^k$  al promedio  $\bar{L}_j^k$  para las pruebas SIMCE 2013 de matemática y lenguaje. La variable de aporte SEP individual (*lsep*) es sumada (*lsep\_sum*) para cada establecimiento, y así se puede controlar por recursos financieros que cada establecimiento presenta.

### 3.3.1. Stochastic Frontier Analysis (SFA)

Este método consiste en estimar una frontera de producción estocástica, a partir de un modelo paramétrico. El supuesto de base es que los niveles de ineficiencia de cada establecimiento ( $u_j$ ) se distribuyen en toda la población siguiendo una distribución estocástica. El término de error adicional de ineficiencia que se asume para cada unidad, se le resta a la función de producción escolar con variables explicativas.

Tomando la función de producción genérica planteada anteriormente en la Ecuación 1, se le agrega el término  $u_j$  de la ineficiencia del establecimiento  $j$  como se presenta en la Ecuación 3.

$$\bar{L}_j^k = f(\bar{X}_j, R_j, Y_j, Z_j, C_j) - (u_j - \varepsilon_j)$$

**Ecuación 3: Ineficiencia técnica teórica por establecimiento**

Para estimar la ineficiencia, se utiliza el método de máxima verosimilitud, que modela la eficiencia de los establecimientos según una distribución de probabilidad, homologándose el rango entre 0 y 1 de la eficiencia. Esto implica maximizar la función de verosimilitud ( $L(\cdot)$ ) que contempla la función de logro mostrada en la Ecuación 3. Así, el problema de estimación queda planteado como se presenta en la Ecuación 4.

$$\begin{aligned} \text{máx } L &= L(\beta_i, \lambda, \sigma_\varepsilon, \sigma_u | \bar{L}_j^k, \bar{X}_j, R_j, Y_j, Z_j, C_j) \\ \text{s. a.} \quad \lambda &= \frac{\sigma_u}{\sigma_\varepsilon} \end{aligned}$$

**Ecuación 4: Estimación por MV de frontera estocástica**

Donde  $\beta_i = (\alpha, \beta, \gamma, \delta, \pi, \phi)$  son descritos en la Ecuación 2. Siguiendo lo propuesto en la literatura, se asume una distribución normal para el error idiosincrático  $\varepsilon_i$  y una distribución media-normal de parámetros 0 y  $\sigma_u^2$  para la ineficiencia  $u_i$  (Jondrow et al., 1982; Greene, 2008; Mizala, Romaguera, & Farren, 2002).

Así, se construye el término  $\lambda$ , el cual permite interpretar la varianza en ineficiencia sobre el nivel de varianza idiosincrática; y testear estadísticamente si esta ineficiencia es insignificante sobre el valor de error idiosincrático ó existe evidencia de su existencia. Un valor  $\lambda$  estadísticamente diferente de cero indica que existe evidencia de ineficiencia en los datos.

Para estimar un valor de eficiencia técnica para cada escuela, se utiliza el estimador de Battese y Coelli (1988), el cual se encuentra implementado en el software Stata (versión 13.1). Este estimador se presenta en la Ecuación 5.

$$ET_j = \frac{E(\bar{L}_j^{k*} | u_j, \bar{X}_j, R_j, Y_j, Z_j, C_j)}{E(\bar{L}_j^{k*} | u_i = 0, \bar{X}_j, R_j, Y_j, Z_j, C_j)}$$

**Ecuación 5: Estimador de Battese y Coelli para la eficiencia técnica en SFA**

Donde  $\bar{L}_j^*$  es el nivel de output calculado utilizando las variables dadas.



La principal distinción (y problemática) de este método consiste en el supuesto *a priori* de una distribución paramétrica. Esto genera irregularidades cuando la distribución no se ajusta a la realidad. A su vez, los datos fuera de muestra presentan dificultades en ajustarse a la distribución presupuesta, por lo que aumenta la sensibilidad de los resultados. Finalmente, los errores heterocedásticos influyen en la sensibilidad del modelo, por la misma razón (Kumbhakar & Lovell, 2000).

Debido a la presencia de variables endógenas en el sistema presentado en la Ecuación 2, es que se mostrarán dos estimaciones de SFA para cada prueba SIMCE 2013. La primera contempla el uso de las variables endógenas, y la segunda utiliza las predicciones de una “primera etapa” de instrumentalización. Esto quiere decir que se estiman primero las funciones b) y c) de la Ecuación 2, a través de un modelo MCO, y luego se predice la variable dependiente para imputarla directamente en la Ecuación 3.

La comparación entre los resultados permite estimar la robustez de la ineficiencia estocástica y la magnitud del sesgo por variables endógenas. Sin embargo, esta estimación es menos eficiente que la estimación por MC3E.

### 3.3.2. Data Envelopment Analysis (DEA)

El DEA es un método no paramétrico “orientado a los datos” que estima una frontera de producción a través de combinaciones lineales de inputs y outputs de los datos observados, resolviendo un problema de programación lineal. A través de combinaciones lineales entre inputs y outputs se construyen productores virtuales eficientes, los cuales se comparan con las escuelas reales para obtener valores de eficiencia relativa. Este productor virtual no necesariamente existe en la muestra.

La metodología DEA usa herramientas de la programación lineal para encontrar el producto virtual más eficiente para cada escuela. Como se comentó, el método DEA es sensible a las variables especificadas en el modelo, puesto que no posee intervalos de confianza o inferencia a partir de una distribución paramétrica a priori (Johnes, 2006). Aunque se han elaborado métodos para agregar inferencia estadística a este método no paramétrico (Banker & Natarajan, 2011), la implementación computacional supera los límites de este trabajo.

En el modelo DEA general, se asumen  $n$  unidades, que consumen  $m$  diferentes inputs, produciendo  $s$  diferentes outputs. De forma particular, la unidad  $j$  consume  $x_{ij}$  unidades del input  $i$ , con lo cual produce  $y_{rj}$  unidades del output  $r$ . Se debe tener en cuenta que  $x_{ij} > 0$  así como  $y_{rj} > 0$ , tal que todos los establecimientos tienen al menos un input y un output. La medida de eficiencia se basa en una eficiencia virtual, calculada a partir de ponderaciones (combinaciones lineales) de unidades reales de eficiencia.

En un modelo de ratios de outputs/inputs se define la eficiencia  $h_0(u, v)$  de la unidad  $j = 0$  dependiente de una ponderación  $u_r$  de la producción del output  $r$ ; y de una ponderación  $v_i$  de la utilización del recurso  $i$ . La suma corresponde a la producción total de resultados y a la utilización total de recursos. Se define entonces la Ecuación 6.

$$\max_{u,v} h_0(u, v) = \frac{\sum_r u_r y_{r0}}{\sum_i v_i x_{i0}}$$

**Ecuación 6: Eficiencia Técnica en modelo DEA ratio o/i**

La cual es la función objetivo a maximizar.<sup>18</sup> La Ecuación 6 no es lineal en las variables, y esto no puede ser resuelto directamente en programación lineal. Para poder resolver esta problemática, Charnes, Cooper, & Rhodes, (1978) proponen una transformación para convertir la Ecuación 6 en un problema de programación lineal. Este nuevo modelo es llamado modelo DEA CCR.

Al modelo CCR propuesto, posteriormente Banker, Charnes y Cooper (1984) le añaden una restricción adicional para permitir capturar el efecto de retornos a escala (modelo BCC). Estos retornos se definen como un aumento (disminución) proporcional de recursos resultante en un incremento (disminución) más que proporcional en el resultado (Banker, Cooper, Seiford, & Zhu, 2011).

---

<sup>18</sup> Se toma como referencia la notación presentada en Mizala, Romaguera y Farren (2002).

A estas restricciones se le añade un término de ineficiencia que permite dividir la ineficiencia en dos componentes: ineficiencia técnica e ineficiencia de escalas. Esto se vuelve relevante en la situación en que establecimientos educacionales pueden volverse más eficientes debido a economías de escala. Así, al agregar esta distinción, el problema se expresa como lo mostrado en la

Ecuación 7.

$$\begin{aligned}
 \max_{u,v} h_0(u, v) &= \sum_r u_r y_{r0} + u_0 \\
 s. a. \sum_r u_r y_{rj} - \sum_i v_i x_{ij} + u_0 &\leq 0 \quad \forall j = 1, \dots, n \\
 \sum v_i x_{i0} &= 1 \\
 u_r, v_i &\geq 0 \quad \forall r = 1, \dots, s \quad \forall i = 1, \dots, m \\
 u_0 &\text{ libre}
 \end{aligned}$$

**Ecuación 7: Modelo DEA-BBC de eficiencia técnica**

Al resolver computacionalmente este problema (utilizando el lenguaje AMPL de programación lineal), el valor de  $h_j(u, v)$  permite obtener los niveles de eficiencia técnica para cada establecimiento  $j$ .

En consistencia, los outputs  $r = \{L^{mat}, L^{leng}\}$  y los inputs  $i = \{\bar{X}_j, R_j, Y_j, Z_j, C_j\}$ . Se debe tener en cuenta que los efectos fijos comunales no son posibles de agregar al problema de programación lineal.

### 3.3.3. Métodos de análisis de la variable de eficiencia

Posterior a la estimación de eficiencia técnica para los establecimientos, se estudia el efecto que las variables explicativas de la función de producción tienen sobre la estimación de eficiencia. Esto se hace mediante un modelo de variable dependiente acotada, modelo Tobit. Este análisis ha sido mostrado en la literatura como una alternativa provechosa (Kirjavainen & Loikkanen, 1998).

El modelo Tobit restringe la variable dependiente en la función de producción para ser estimada con valores estrictamente positivos (y limitados por 1), asumiendo una variable latente inobservable. Este modelo se define en la Ecuación 8.

$$ET_j^* = f(\overline{X_j^k}, R_j, Y_j, Z_j, C_j) + v_j$$
$$ET_j^* = \max(0, ET_j)$$

**Ecuación 8: Modelo de variable dependiente acotada Tobit**

Así, la variable latente de eficiencia técnica  $ET_{ij}^*$  cumple los supuestos del modelo lineal clásico, con distribución normal y distribución de errores homocedásticos (Wooldridge, 2006). Este modelo permite evaluar cuál es el efecto de las variables explicativas sobre los niveles de eficiencia técnica estimados para los establecimientos a través de los coeficientes lineales estimados para la función lineal  $f(\cdot)$ .

El siguiente análisis que se lleva a cabo para la eficiencia técnica estimada es la ubicación relativa de los establecimientos en términos de efectividad y eficiencia. Esto se hace mediante la definición de un gráfico de desempeño SIMCE vs. Eficiencia técnica. La posición de los establecimientos bajo o sobre el nivel de desempeño y eficiencia promedio, permite clasificarlos entre efectivos y no efectivos / eficientes y no eficientes.

Esta comparación se lleva a cabo para cada tipo de establecimiento (EM, PSS y PSC), y se analizan los porcentajes de establecimientos que ocupan posiciones de efectividad y eficiencia relativa. Esta comparación fue llevada a cabo en el estudio de Mizala, Romaguera y Farren (2002), y por lo tanto la nueva comparación permite dar luces de cómo la consideración de los recursos efectivos de los establecimientos afecta su posición desempeño relativo.

### 3.4. Cálculo de monto de recursos focalizados

La segunda parte de este trabajo consiste en entregar una corrección al monto entregado en la subvención escolar preferencial. Esta corrección considera establecimientos eficientes relativamente, y busca igualar promedios de logro académico entre grupos sociales.

La actualización del cálculo del monto de subvención radica en que la estimación se realizará en grupos de escuelas eficientes establecidas según los cálculos empíricos de eficiencia. La estimación del ajuste a la subvención se basará en lo presentado por González, Mizala y Romaguera (2002) en el insumo para la generación de la política de Subvención Escolar Preferencial.

El cálculo de esta corrección contempla utilizar los valores de coeficientes lineales de la estimación econométrica de la función de producción escolar presentada en la Ecuación 2 a), particularmente el efecto del aporte SEP individual en el logro escolar ( $\pi_1, \pi_3$ ). Este cálculo contempla igualar el logro académico estimado para diferentes grupos sociales, y luego diferenciar los montos SEP que corresponden a cada logro académico obtenido.

Es decir, primero se obtiene una diferencia de puntaje SIMCE entre grupos sociales, dígase a modo de ejemplo, entre el grupo social compuesto por el percentil 40 menor de estudiantes vulnerables y el percentil 60 superior:  $\Delta SIMCE_{ji} = \left( \overline{SIMCE_{ij}^{60}} - \overline{SIMCE_{ij}^{40}} \right)$ .

Esta diferencia de logros académicos es la que debe ser reducida a cero. Así, utilizando la estimación realizada en la Ecuación 2 bajo el supuesto econométrico “ceteris patibus”, esta diferencia puede ser expresada en términos de las variables explicativas SEP de la función de producción, como se muestra en la Ecuación 9.

$$\Delta SIMCE_{ji} = \pi_1 \cdot \Delta lsep_{ij} + \pi_3 \cdot \Delta lsepc_j$$

**Ecuación 9: Diferencia de puntajes SIMCE ceteris patibus**

Así, el factor de corrección del monto puede ser obtenido resolviendo la Ecuación 9 para la diferencia de monto SEP en ambos niveles, estudiante y concentración. Debido a la transformación logarítmica, se debe tener en consideración que el factor final de ajuste se calculará en base a la función exponencial de la razón entre los montos<sup>19</sup>.

Se debe destacar que el cálculo de una subvención de este estilo no busca “premiar” a las escuelas eficientes más que a las ineficientes, pues esto podría derivar en círculos viciosos donde los mayores perjudicados son las escuelas con peores condiciones. En cambio, es el cálculo del monto teórico el que considera un modelo de escuela eficiente, pues es la única forma en la que el Estado puede conocer el monto que sería utilizado para que la política sea efectiva.

---

<sup>19</sup> Es decir,  $lsep^{60} - lsep^{40} = \log\left(\frac{sep^{60}}{sep^{40}}\right) \rightarrow \frac{sep^{60}}{sep^{40}} = \exp(lsep^{60} - lsep^{40})$ .

### 3.5. Datos

En este apartado se describen los datos utilizados. Los datos se obtuvieron a partir de las bases de datos recopiladas del Centro de Estudios del MINEDUC<sup>20</sup>, además de bases solicitadas a la misma institución directamente para este estudio; asimismo, se usaron datos de la Agencia de Calidad de la Educación<sup>21</sup> (2013), el Sistema Nacional de Información Municipal (SINIM) y la encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional 2013 (CASEN). La Tabla 2 presenta estadísticas descriptivas de las variables a utilizar.

La variable SIMCE 2013, solicitadas a la Agencia de la Calidad de la Educación, se encuentra normalizada como desviaciones estándar respecto de la media, por lo tanto el puntaje SIMCE para matemática va desde -3,34 hasta 2,69 en el caso de los estudiantes, y desde -2,73 hasta 1,68 en el caso de los establecimientos. El puntaje SIMCE lenguaje va desde -2,87 hasta 2,25 para los estudiantes y desde -2,36 hasta 1,78 en el caso de los establecimientos.

La base de datos consiste en 186.213 estudiantes, que asisten a 6.430 establecimientos ubicados en 341 comunas (ver identificadores *idalumno*, *rbd*, *comuna* en Tabla 2) de acuerdo a los datos 2013 del MINEDUC. Sin embargo, existen numerosos datos faltantes para algunas variables. El uso efectivo de estudiantes y escuelas varía de acuerdo al análisis.

Las variables de transferencias financieras del MINEDUC a los establecimientos, correspondientes al año 2013 y solicitadas al MINEDUC directamente para este estudio, se encuentran transformadas con la función logarítmica. Para evitar problemáticas en el uso de la función, a las variables se les sumó el valor 1 al transformarlas. De esta manera, para recuperar el valor original de la variable (en millones de pesos) debe aplicarse la función inversa y restarle 1. A modo de ejemplo, la variable de recursos financieros del establecimiento *lrec* va desde 1,40 hasta 8,38. Sin embargo, la variable de recursos original estaría en el rango desde los 3,05 hasta los 4.361 millones de pesos anuales.

En esta sección se muestra que las variables de recursos y resultados se encuentran distribuidas heterogéneamente entre los establecimientos. Los estudiantes y sus familias, así como sus resultados en el SIMCE, se distribuyen en los diferentes tipos de establecimientos de forma altamente relacionada a variables socioeconómicas, como se mostró anteriormente. De esta manera, las familias de menor nivel socioeconómico, que se concentran en los establecimientos EM y PSS de preferencia, presentan los menores puntajes SIMCE.

Por otra parte, los establecimientos reciben diferentes montos de recursos dependiendo de su naturaleza, pero todos los establecimientos se financian principalmente de la subvención regular que proviene del MINEDUC. Los recursos SEP, también transferidos desde el MINEDUC, son la segunda fuente más importante de recursos para los establecimientos EM y PSS. Sin embargo, dentro de los recursos SEP, es el aporte de subvención individual de cada estudiante la fuente más importante, sobre el aporte por concentración.

---

<sup>20</sup> Obtenidas desde la página web del Centro de Estudios MINEDUC: <http://centroestudios.mineduc.cl/>

<sup>21</sup> Esta investigación utilizó como fuente de información las bases de datos de la Agencia de Calidad de la Educación. El autor agradece a la Agencia de Calidad de la Educación el acceso a la información. Todos los resultados del estudio son de responsabilidad del autor y en nada comprometen a dicha Institución.

**Tabla 2: Estadísticas descriptivas de las variables a utilizar**

<b>Variable</b>	<b>Obs.</b>	<b>Únicos</b>	<b>Prom.</b>	<b>Mín.</b>	<b>Máx.</b>	<b>Descripción</b>
idalumno	185701	185701	121146,6	2	246003	Identificador alumnos
smat_i	185701	21637	-0,056	-3,338	2,686	Ptje estudiante matemática SIMCE 2013
sleng_i	185701	19374	-0,055	-2,873	2,245	Ptje estudiante lenguaje SIMCE 2013
lsep	185701	2	0,171	0	0,342	Log Aporte SEP del estudiante al establecimiento
ingfam	170450	15	4,125	1	15	Nivel ingreso familiar
educm	170435	20	12,533	1	20	Nivel educacional de la madre
nlibros	169309	5	2,841	1	5	Nivel de libros en el hogar
salacuna	170439	2	0,843	0	1	1 si estudiante asistió a salacuna
jardin	170701	2	0,387	0	1	1 si estudiante asistió a jardín infantil
prekinder	170548	2	0,139	0	1	1 si estudiante asistió a prekinder
kinder	170852	2	0,028	0	1	1 si estudiante asistió a kinder
expectativa	167656	6	4,599	1	6	Nivel de expectativa de los apoderados hacia el estudiante
rbd	185701	6430	10865,740	5	40459	Identificador establecimiento
smat_prom	185701	192	0,220	-2,728	1,685	Ptje escuela SIMCE matemática 2013
sleng_prom	185701	183	0,131	-2,363	1,783	Ptje escuela SIMCE lenguaje 2013
lsepc	185701	5653	2,477	0	5,224	Log Ingreso 2013 del establecimiento por concentración SEP
lrec	185701	6428	6,242	1,400	8,381	Log Recursos financieros del establecimiento por ingresos 2013
EM	185701	2	0,408	0	1	1 si es Establecimiento Municipal
PSS	185701	2	0,149	0	1	1 si es PS Sin Copago
PSC	185701	2	0,443	0	1	1 si es PS Con Copago
matricula	185701	1284	742,736	2	4062	Número de alumnos en el establecimiento
curso	185701	169	32,798	2	54	Prom. de alumnos por curso
rural	185701	2	0,118	0	1	1 si estab. es rural
ive	185023	4147	0,671	0,137	1	Índice de Vulnerabilidad Escolar - JUNAEB
exppr	176063	3276	13,763	0	43	Años de experiencia promedio de los docentes

**Continuación tabla 2: Estadísticas descriptivas de las variables a utilizar**

smat12	182750	190	0,299	-3,486	3,152	Ptje escuela SIMCE matemática 2012
sleng12	182651	177	0,211	-4,457	2,846	Ptje escuela SIMCE lenguaje 2012
indiceigual	179164	4366	10,437	0	12	Índice predicho ACP de prácticas de discriminación
comuna	185701	341	174,824	1	341	Identificador Comuna del Establecimiento
nse_com	185696	340	0,007	-1,611	2,499	Promedio NSE comunal
pob_com	183570	322	183,155	0,861	947,371	Población Comunal en miles de personas
num_ps	185701	71	50,562	1	126	Número de establecimientos PS disponibles en la comuna
lcosto	185701	181	58,938	0	243,488	(Log) Promedio pago FICOM en la comuna

Fuente: Elaboración propia



### 3.5.1. Caracterización de los datos en Chile

#### 3.5.1.1. Distribución de estudiantes y familias en las escuelas

La base de datos está conformada por los 6.430 establecimientos de Chile que rindieron SIMCE de 4to básico durante el 2013 y que cuenta con información actualizada y válida. A continuación se describe la situación actual chilena respecto a sus establecimientos. La Tabla 3 muestra el número de establecimientos según el tipo de administración y financiamiento: municipal, particular subvencionado con copago, particular subvencionado sin copago; rural o urbano. En esta tabla se puede ver que el número mayor de establecimientos corresponde a municipales. También, existe un mayor número de establecimientos urbanos que rurales.

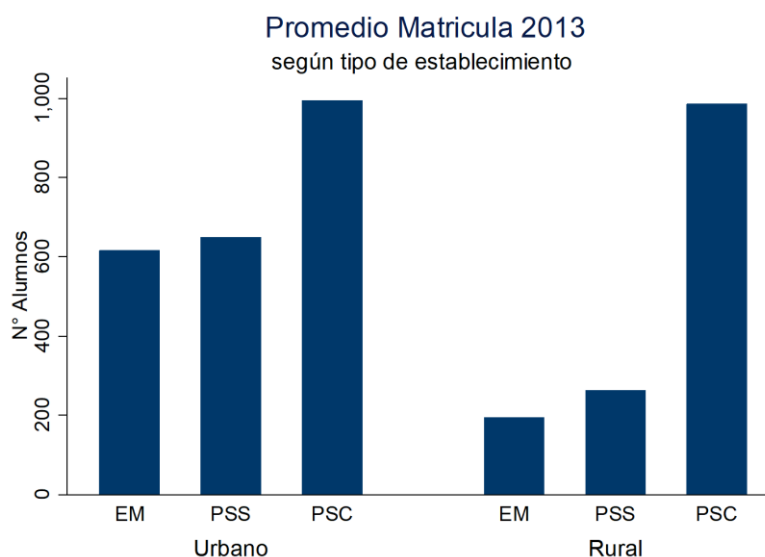
Tabla 3: Número de escuelas por tipo de establecimiento y ruralidad que rindió SIMCE 4to básico 2013

Tipo / Rural	Urbano	Rural	Total
<b>E. Municipal (EM)</b>	1601	1913	3514
<b>PS - sin copago (PSS)</b>	688	548	1236
<b>PS - con copago (PSC)</b>	1654	26	1680
<b>Total</b>	3943	2487	6430

Fuente: Elaboración propia, datos MINEDUC 2013.

Sin embargo, al visualizar los datos de tamaños de las escuelas (ver Figura 15), en cuanto a número de alumnos, se puede ver que los establecimientos más grandes corresponden a los PSC. Se puede ver también, que los establecimientos rurales son en promedio más pequeños que los urbanos. Se destaca de la Tabla 3 y la Figura 15 que los pocos establecimientos PSC rurales son igualmente grandes.

Figura 15: Promedio alumnos (matrícula) que rindió 4to básico 2013 según tipo de establecimiento

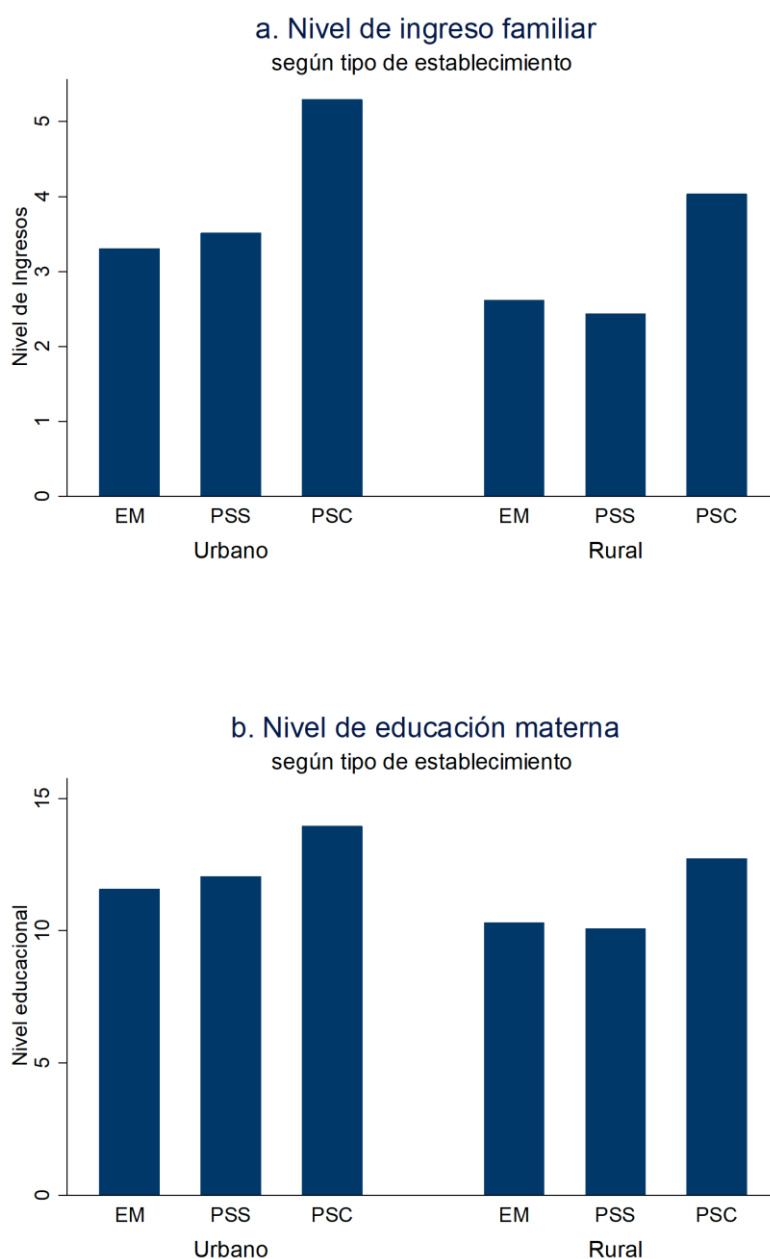


Fuente: Elaboración propia, datos MINEDUC 2013

Al mismo tiempo, los establecimientos PSC son los establecimientos que concentran a las familias de mayores ingresos, como se ve en la Figura 16a. y a la vez las familias de mayor educación materna, como se ve en la Figura 16b. Esto es esperable, puesto que la existencia de financiamiento compartido funciona como barrera económica para las familias.

Al mismo tiempo, y también de forma esperable, los establecimientos rurales presentan niveles promedio inferiores de ingresos familiares y educación materna que sus contrapartes urbanas. Esto también se puede ver en la Figura 16.

**Figura 16: a. Nivel de ingreso familiar según tipo de establecimiento. b. Nivel de educación materna según tipo de establecimiento**



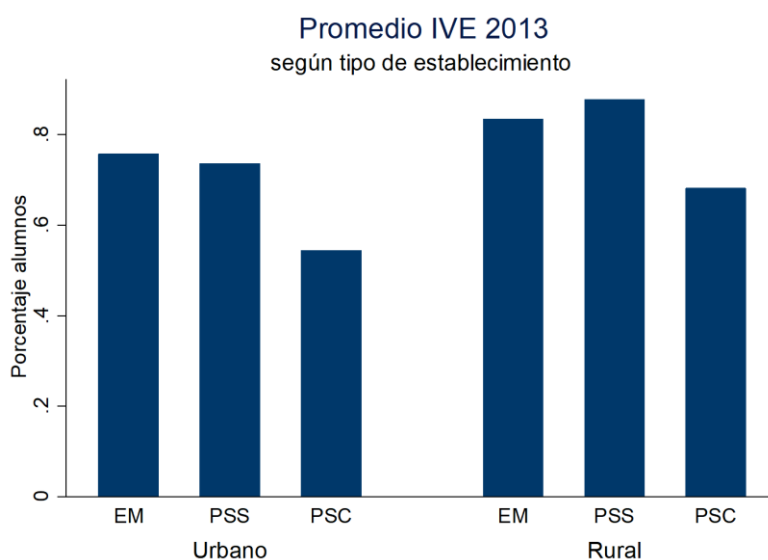
Fuente: Elaboración propia, datos SIMCE 2013

Llama la atención las claras diferencias de promedios de ingresos familiar y educación materna entre los establecimientos subvencionados por el Estado. Esto es un indicador de la heterogeneidad de los establecimientos de acuerdo a las familias y estudiantes a los que educan.

En la misma línea, los EM y los PSS son los establecimientos que concentran en promedio la mayor cantidad de alumnos de enseñanza básica vulnerables, en términos del índice JUNAEB. Esto se puede ver en los promedios de Índice de Vulnerabilidad Escolar mostrados en la Figura 17. Los establecimientos PSC concentran un porcentaje notablemente menor de estudiantes vulnerables de enseñanza básica, de acuerdo a los datos JUNAEB.

Los indicadores socioeconómicos de las familias mostrados en las Figura 16 y Figura 17 muestran que los establecimientos EM y PSS son más similares entre ellos, que los establecimientos PSS y PSC. Esto apoya la separación de los establecimientos PS en aquéllos con copago y aquéllos sin él.

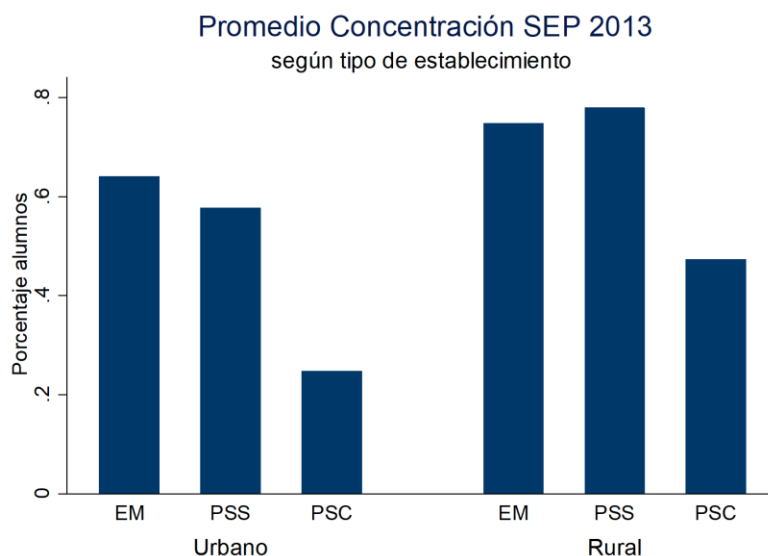
**Figura 17: Promedio IVE 2013 según tipo de establecimiento**



**Fuente: Elaboración propia, datos JUNAEB 2013**

Siguiendo en la misma descripción de datos, en la Figura 18 se puede ver el promedio de concentración de estudiantes prioritarios (SEP) de ambos niveles de enseñanza, básica y media, según el tipo de establecimiento. Dicha figura muestra que los establecimientos PS con Copago concentran un porcentaje menor de estudiantes prioritarios, comparados con los establecimientos EM y PSS. De la misma manera, los establecimientos rurales concentran mayor número de estudiantes prioritarios que los establecimientos urbanos.

**Figura 18: Promedio de concentración de alumnos prioritarios por tipo de establecimiento**



**Fuente: Elaboración propia, datos MINEDUC 2013**

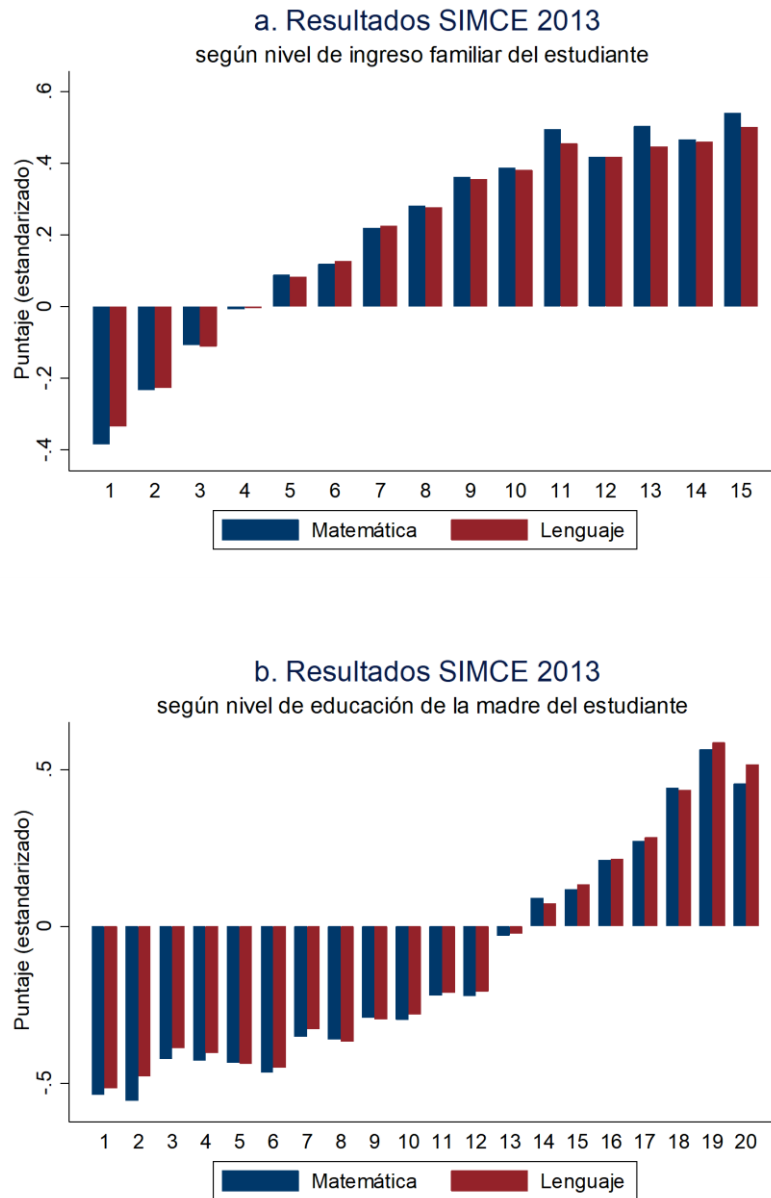
De los gráficos presentados (cuyas tablas de datos pueden verse en el Anexo 4) se puede concluir que los establecimientos rurales en Chile son en promedio más pequeños que los urbanos, y que aquellos rurales municipales y particulares subvencionados sin copago son los establecimientos en promedio más vulnerables del país. Estos establecimientos concentran a familias de menor ingreso económico y de menor nivel de capital educacional.

La presencia de este fenómeno, con varios indicadores, establece la existencia de segregación socioeconómica en los establecimientos. Los datos aquí presentados van en la línea con el trabajo de Valenzuela, Bellei y De los Ríos (2014), quienes presentan evidencia robusta de la segregación socioeconómica en el mercado escolar chileno.

### **3.5.1.2. Distribución de resultados SIMCE**

Los resultados SIMCE no se distribuyen homogéneamente entre las características socioeconómicas de las familias del país. En la Figura 19 se presentan los promedios SIMCE 2013 (en desviaciones estándar respecto al promedio) para los estudiantes de acuerdo a los niveles de ingreso familiar (sub-figura a.) y educación de la madre (sub-figura b.). Se puede observar en los datos que existe una tendencia de aumento de puntaje a medida que aumentan el nivel de ingreso y el nivel de educación materna.

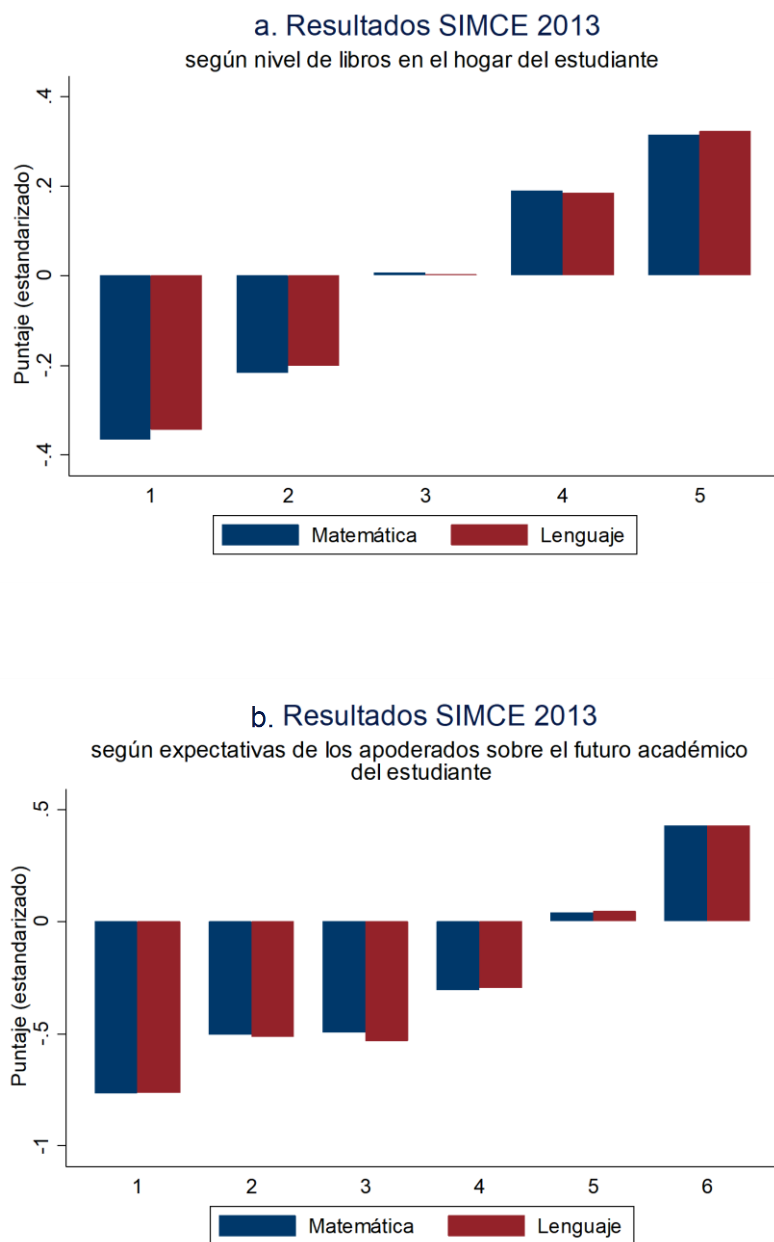
**Figura 19: a. Resultados SIMCE 2013 según nivel de ingreso familiar. b. Resultados SIMCE según educación de la madre del estudiante**



**Fuente: Elaboración propia, datos SIMCE 2013**

Una tendencia similar se puede observar en variables que capturan el capital cultural de las familias (nivel de libros) o la valorización de la educación (expectativas del futuro académico de los estudiantes). La Figura 20 presenta los resultados SIMCE 2013 (estandarizados respecto al promedio) de acuerdo a las variables de nivel de libros en el hogar (sub-figura a. ), y las expectativas de los apoderados sobre el futuro académico del estudiante (sub-figura b. ). Se ve en los datos una tendencia de aumento del puntaje SIMCE frente al aumento del nivel de libros en el hogar y frente al aumento de la expectativa del futuro académico de los padres hacia el estudiante.

Figura 20: a. Resultados SIMCE 2013 según número de libros en el hogar del estudiante. b. Resultados SIMCE 2013 según expectativa del apoderado del estudiante



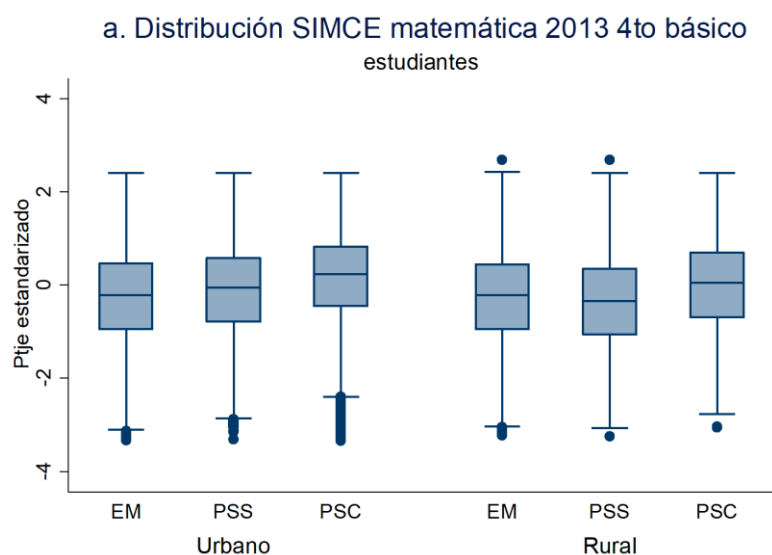
Fuente: Elaboración propia, datos SIMCE 2013

Al mirar las figuras mostradas se puede concluir que los puntajes SIMCE no se distribuyen homogéneamente de acuerdo a las variables que caracterizan a las familias chilenas. En cambio, los puntajes crecen al aumentar el nivel socioeconómico y cultural de las familias. En la misma línea, se mostró que dichas variables no se distribuyen de forma homogénea entre los establecimientos educacionales. Queda expuesta la inquietud sobre la capacidad de los establecimientos de revertir esta situación, o bien de reflejarla.

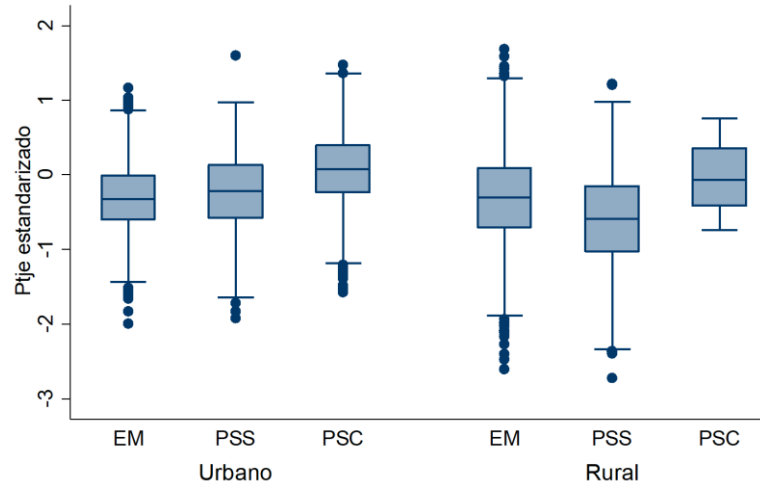
Las distribuciones de puntajes SIMCE 2013 se muestran en los gráficos de caja de la Figura 21. En dicha figura se puede ver que, dentro de los establecimientos urbanos, la mediana de puntaje de los establecimientos PSC es mayor que la de los PSS, y ésta es mayor que la mediana de los EM. En cambio, en los establecimientos rurales, la mediana de los PSC es mayor que la EM, y a su vez ésta es mayor que la mediana de los establecimientos PSS.

Los datos presentados no cumplen los supuestos de normalidad (ver Anexo 5), por lo tanto, se utilizan los tests de Kolmogorov-Smirnov (KS), Wilcoxon-Mann-Whitney (WMW), Kruskal-Wallis (KW) y Dunn's adhoc (D) para testear las relaciones entre distribuciones en diferentes categorías. Los resultados de los tests (ver Anexo 5 para los resultados de los tests para matemática; las conclusiones son iguales para el caso de lenguaje) permiten concluir que, en todos los casos, los establecimientos presentan distribuciones de puntaje SIMCE estadísticamente diferentes según el tipo de establecimiento.

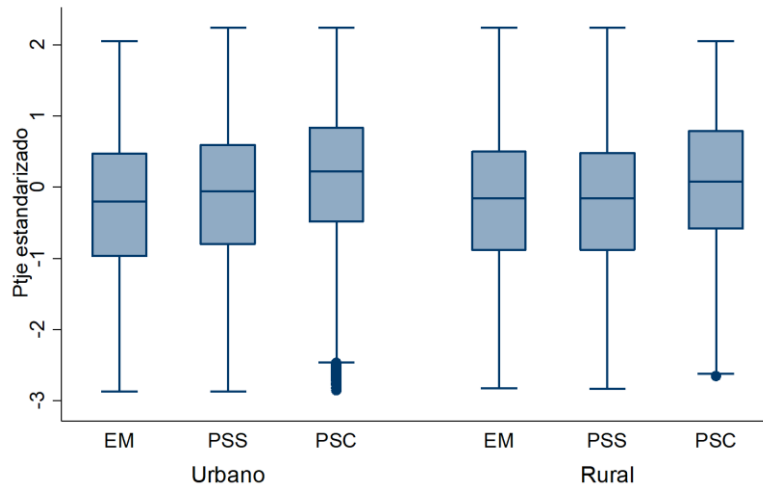
**Figura 21 : Distribuciones de resultados y promedios SIMCE 2013 según tipo de establecimiento (a. matemática estudiantes; b. matemática escuela; c. lenguaje estudiantes; d. lenguaje escuelas.)**



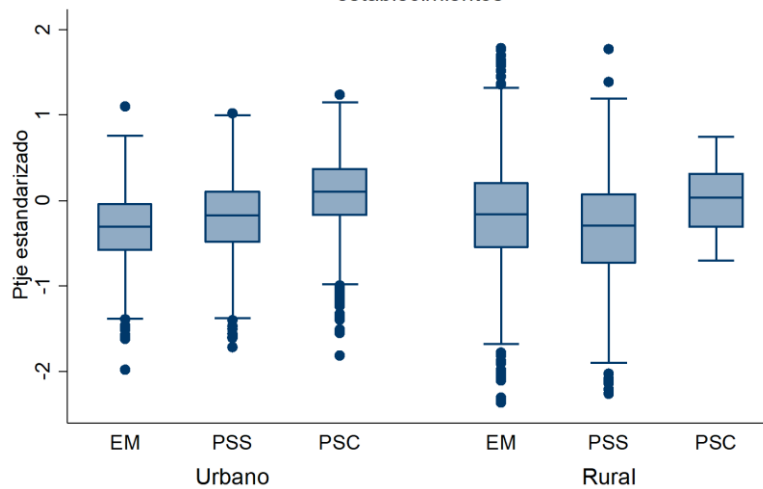
b. Promedios SIMCE matemática 2013 4to básico establecimientos



c. Distribución SIMCE lenguaje 2013 según establecimiento estudiantes



d. Promedios SIMCE lenguaje 2013 4to básico establecimientos



Fuente: Elaboración propia, datos SIMCE 2013



Se puede concluir en base a los tests planteados que, escogiendo aleatoriamente a un estudiante de un establecimiento PSC, y a uno de un establecimiento PSS, la probabilidad de que el primero tenga un puntaje mayor que el del segundo es mayor a un 50%. Lo mismo sucede para un estudiante de establecimiento urbano PSS sobre un establecimiento urbano EM. Estas conclusiones se repiten en el nivel de estudiantes y en el nivel de escuela (para el nivel de escuela, se escoge aleatoriamente una escuela y se comparan los promedios).

De manera similar, para los establecimientos rurales la probabilidad de escoger un estudiante de establecimiento PSC que tenga mayor puntaje que uno de EM es mayor al 50%. Sin embargo, en los establecimientos rurales la probabilidad de escoger un alumno de establecimiento EM que tenga un puntaje mayor a un alumno de establecimiento PSS es mayor al 50%. Nuevamente, estos resultados se mantienen en ambos niveles, de estudiantes y establecimientos.

Los establecimientos PSS rurales, en tanto, tienen la distribución más baja de puntajes SIMCE, lo cual difiere de los establecimientos urbanos donde son los establecimientos EM los que presentan la distribución más baja de puntajes SIMCE. Esto es visible en la Figura 21 y en los resultados estadísticos de los tests.

Los gráficos presentados en esta sección muestran que los establecimientos PSC educan a las familias de mayor nivel socioeconómico, y adicionalmente presentan una distribución de puntajes SIMCE mayor que los otros establecimientos. Lo opuesto ocurre con los establecimientos EM (urbanos) y los establecimientos PSS (rurales). Así, los establecimientos educacionales en Chile reflejan la realidad esperada de las familias a las que educan. Esto quiere decir que el sistema escolar chileno no logra hacer frente a las diferencias socioeconómicas de origen que están presentes en las familias, y por lo tanto es un sistema reproductor de injusticias sociales.

Sin embargo, los gráficos aquí planteados no permiten responder a una pregunta dinámica de si la reproducción de inequidades ha sido constante o variada en el tiempo. Los datos aquí presentados corresponden a una fotografía del año 2013. El análisis de los recursos con los que cuentan los establecimientos subvencionados permite dar luces sobre el actuar del Estado en transformar esta realidad en el sistema escolar chileno.

La subvención escolar preferencial es un instrumento utilizado para hacer frente a la situación de inequidad recién descrita. Esta es una subvención enfocada en aquellos establecimientos que concentren vulnerabilidad socioeconómica, y afecta directamente la capacidad de los establecimientos de generar resultados educativos.

Vale decir, la estructura de recursos de subvención en los establecimientos permite establecer si el Estado afecta las capacidades de producción escolar de los establecimientos de acuerdo a sus características.

### 3.5.1.3. Distribución y estructura de subvenciones

En esta sección se detallan algunas de las subvenciones que existen en Chile, para comprender cómo se estructuran los recursos financieros en los establecimientos. Se describirán las fuentes más importantes del ingreso: la subvención regular, la subvención por ruralidad, la subvención preferencial SEP, el financiamiento compartido (FICOM) y el aporte municipal. Existe un conjunto adicional de subvenciones y bonificaciones, que no son descritos en esta sección y que forman parte de los ingresos regulares.

La subvención regular (o base) es aquella que el MINEDUC paga directamente al establecimiento por cada alumno que asiste al establecimiento. Este valor utiliza como base la Unidad de Subvención Escolar (USE), que a 2013 valía \$20.055,498.<sup>22</sup> Las subvenciones que el MINEDUC entrega a los establecimientos se establecen por ley en factores que multiplican la USE. De esta manera la subvención se corrige por inflación y otras variaciones a través de los años.

La subvención regular de un establecimiento multiplicará la USE por un factor que varía de acuerdo al nivel de enseñanza y, dependiendo si el establecimiento cuenta con la Jornada Escolar Completa (JEC) incorporada. Por ejemplo, en 2013, para alumnos de 4to básico en establecimientos con JEC, el monto de la subvención era de \$55.574,79 por alumno. Esto quiere decir que la subvención regular para 4to básico en establecimiento JEC correspondía a 2,771 USE. Se puede ver la tabla completa de factores de subvención regular para el año 2013 en el Anexo 5.

Esta subvención regular es importante, pues representa un alto porcentaje de los ingresos de los establecimientos (ver Figura 22). Se debe tener en cuenta que los establecimientos más grandes, en término de cantidad de estudiantes que educan, son los que reciben mayor cantidad de subvención regular. Así entonces, existen también otras subvenciones para establecimientos en condiciones de vulnerabilidad, ruralidad y otras. Este tipo de subvenciones adicionales surge por la necesidad de apoyar los establecimientos que muestran dificultades en recibir demanda de estudiantes, por ejemplo por condiciones de ruralidad o de baja densidad poblacional del área.

De acuerdo a lo establecido en la normativa de subvenciones (leer el documento de trabajo “Guía de Subvenciones Educativas”, DIPLAP, 2007), se entrega una subvención adicional a los establecimientos que sean rurales, es decir, que estén ubicados a más de 5 kilómetros del límite urbano más cercano. A esto también se añaden establecimientos urbanos de comunas pequeñas y poco pobladas (que no excedan 5.000 habitantes y densidad poblacional no superior a 2 habitantes por kilómetro cuadrado). El monto de esta subvención tiene un valor mínimo (piso rural) y se calcula multiplicando por un factor el valor de subvención regular. El factor de aporte es variable dependiendo de la cantidad de alumnos (ver en el Anexo 5) (DIPLAP, 2007).

---

<sup>22</sup> Se utiliza el valor de 2013 por corresponder a los datos utilizados, al momento de escribir esta tesis el valor de la USE es de \$23.980,545 de acuerdo a la información del MINEDUC. El cálculo de la subvención se realiza a partir de la estimación de una media móvil de asistencia cada tres meses.

El valor, a 2013, del piso rural era de 60,504 USE para establecimientos rurales sin JEC, y de 74,920 USE para establecimientos rurales con JEC. Los factores de subvención rural van desde 1,015 USE para establecimientos con 88 a 90 alumnos, hasta 2,00 USE para establecimientos con 1 a 19 alumnos. Ver en el Anexo 5 la tabla de valores.

Como se describió anteriormente, la subvención escolar preferencial (Ley SEP N°20.248) otorga una subvención adicional por alumno a los establecimientos que acepten estudiantes prioritarios. La condición de prioritario la establece la misma Ley, de acuerdo a indicadores de nivel socioeconómico del estudiante. Esta subvención se divide en una componente individual y una escolar. Para alumnos prioritarios de 4to básico, la subvención en 2013 ascendía a \$33.974,01 (~1,694 USE).

El monto de subvención dirigida al establecimiento, que depende de la concentración de alumnos prioritarios y del nivel escolar en el que se encuentren éstos, tenía un factor USE desde 0,078 USE, si la concentración es entre un 15 y un 30% de alumnos prioritarios sobre el número de alumnos (en enseñanza media), hasta 0,302 USE si la concentración es 60% o más de alumnos prioritarios (en la enseñanza entre 1° y 4to básico). Ver el detalle de factores en el Anexo 5.

Otras subvenciones son la de internado, que considera alojamiento y alimento de alumnos, y varía por región; la subvención por zona, que varía según la localidad del establecimiento; la subvención a profesores encargados, para profesores que offician también de director, en escuelas rurales; la subvención de desempeño difícil para escuelas aisladas geográficamente o de extrema pobreza; las subvenciones de asignación para profesores (determinadas por negociaciones sindicales); subvenciones para los no docentes; subvenciones al mantenimiento de las escuelas; entre otras subvenciones y bonos de particular naturaleza, como bonificaciones al desempeño docente (DIPLAP, 2007).

Los establecimientos particulares subvencionados tienen la posibilidad de cobrar a las familias un financiamiento adicional, llamado copago o financiamiento compartido. Exigir este cobro a las familias implica, de acuerdo a la Ley de Financiamiento Compartido N°19.247, que el cobro no puede ser mayor a 4 USE mensuales, y que se descontará de la subvención regular un porcentaje de acuerdo a la magnitud del cobro. Por ejemplo, si el cobro no sobrepasa los 0,5 USE, no se descontará subvención. Si el cobro adicional sobrepasa los 0,5 USE pero no 1 USE, entonces se descuenta 10% de la subvención regular. Se puede ver el detalle de valores en el Anexo 6.

Finalmente, el aporte municipal corresponde a la transferencia monetaria que cada municipio hace hacia el departamento de educación correspondiente, ya que son los municipios los sostenedores y administradores de los establecimientos de educación municipal (EM).

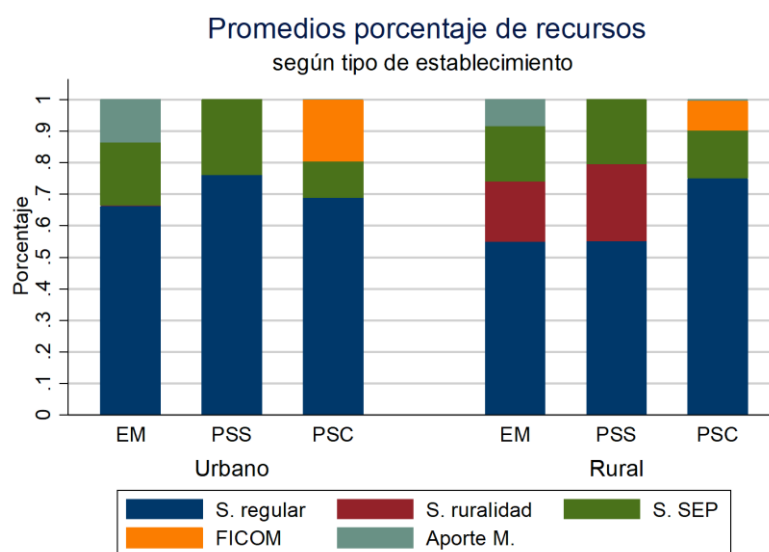
En este trabajo se utilizó el aporte 2013 del municipio al sector educacional, prorrateado por el tamaño de cada establecimiento sobre la matrícula municipal, como una aproximación del ingreso por establecimiento del aporte municipal. Esto supone que los municipios gastan proporcionalmente en cada establecimiento de acuerdo al número de estudiantes. Este supuesto puede ser discutido, por cuanto un municipio podría dar prioridad a algunos establecimientos sobre otros, en términos de entrega de recursos, independiente del tamaño de los establecimientos. O bien, el municipio podría hacer una distinción de recursos entre establecimientos escuelas básicas sobre otros que impartan educación básica y media, por ejemplo. Por simplicidad, se trabajó con el prorrateo según tamaño.

La Figura 22 muestra los promedios de porcentajes de cada fuente de recursos sobre el total de recursos de los establecimientos<sup>23</sup> de acuerdo a los tipos de establecimientos. En la figura se puede ver que la subvención regular es la fuente más importante de recursos para los establecimientos, con un promedio de porcentaje sobre el 63% de todos los recursos.

Luego, tanto para los establecimientos de educación municipal (EM) como los establecimientos particulares subvencionados sin copago (PSS) la segunda principal fuente de financiamiento es la ley SEP; ésta representa un 18,63% de los recursos para los EM, y un 22,25% para los PSS. No así para los establecimientos particulares subvencionados con copago (PSC), en los cuales el financiamiento compartido es la segunda principal fuente de ingresos, representando un 19,31% (ver el Anexo 6 e.).

En la Figura 22 se puede ver que la subvención de ruralidad es importante para los establecimientos rurales, pues representa 20,13% de sus recursos. Al mismo tiempo, el aporte municipal varía levemente, en su porcentaje como fuente de recursos, entre los establecimientos rurales y urbanos. En el Anexo 6 e. se puede ver el detalle de esta distribución.

**Figura 22: Promedios de porcentaje de recursos 2013 según tipo de establecimiento**



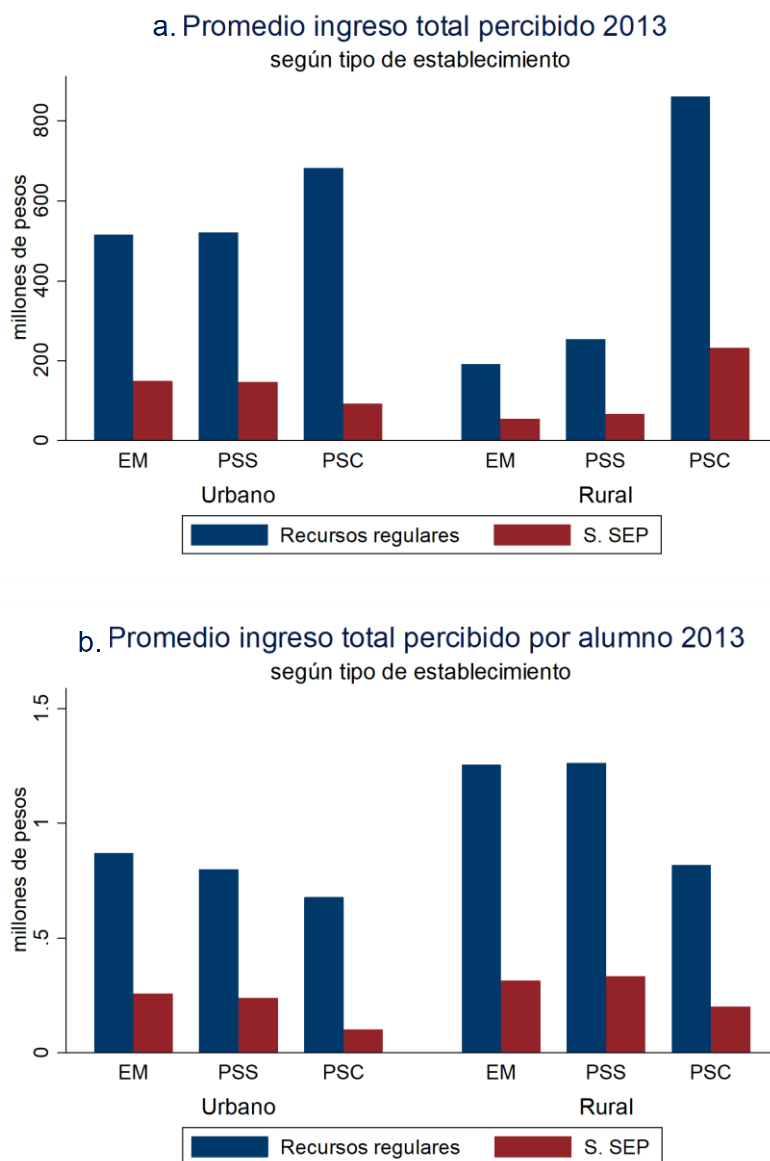
**Fuente:** Elaboración propia, datos MINEDUC, SINIM 2013 [ver tabla en anexo 5)

Lo que debe destacarse de la figura presentada es que la subvención regular del Estado, a través del MINEDUC, es de similar relevancia para todos los tipos de establecimiento. Es decir, en la subvención regular no existe una consideración hacia la naturaleza inequitativa del mercado escolar chileno presentada en la sección anterior. Son otras subvenciones (SEP, ruralidad, por ejemplo) las que hacen frente a esta situación.

<sup>23</sup> El aporte municipal a los establecimientos, como se discutió anteriormente, es un prorrateo del aporte municipal completo al área de educación, de acuerdo a la matrícula de cada establecimiento sobre la matrícula municipal.

En la Figura 23a. se muestra el promedio de los ingresos totales según el tipo de establecimiento. En ella se puede ver que, en promedio, los establecimientos PSC reciben un mayor nivel de recursos (incluso SEP) que el resto de los establecimientos. La Figura 23b., en cambio, muestra el promedio de los ingresos por estudiante según el tipo de establecimiento. Lo que se puede ver de estas figuras es que el tamaño de los establecimientos PSC y el aporte de Copago implican un mayor nivel de recursos, aun cuando el ingreso por estudiante no aumente. Así, se puede esperar de los establecimientos PSC aprovechen economías de escala, por ejemplo.

**Figura 23: a. Ingreso total percibido 2013 según tipo de establecimiento. b. Ingreso total percibido por alumno 2013 según tipo de establecimiento**



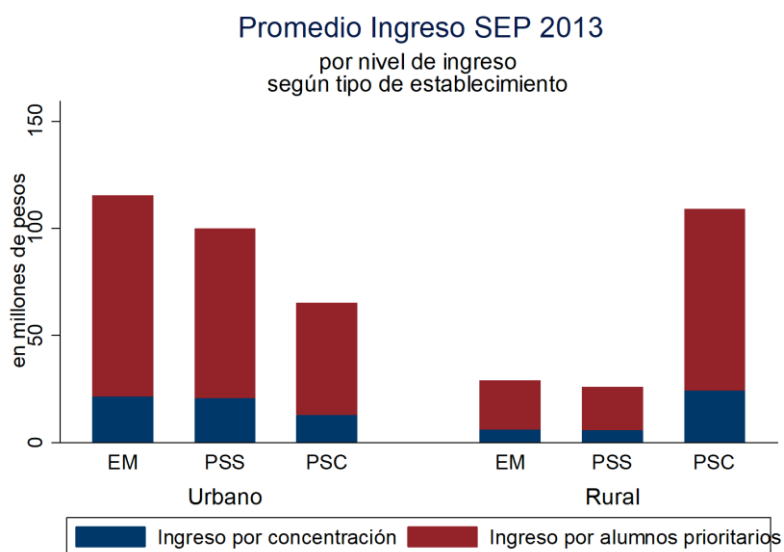
Fuente: Elaboración propia, datos MINEDUC, SINIM 2013.

Los datos presentados se alinean con lo descrito en las secciones anteriores. Los establecimientos PSC educan a estudiantes de familias de mayor nivel socioeconómico, presentan una distribución de puntajes SIMCE mayor que las distribuciones de los otros tipos de establecimientos, y adicionalmente perciben más recursos financieros.

La SEP es una política que está dirigida a resolver la brecha de puntajes SIMCE para los grupos socioeconómicos vulnerables. Esto significa que los establecimientos EM y PSS recibirían en mayor medida esta subvención, debido a la distribución de estudiantes prioritarios entre establecimientos (y no por construcción de la política). La Figura 24 muestra esta situación, para los establecimientos urbanos. En el caso rural, los establecimientos PSC reciben estudiantes prioritarios, sin cobrarles copago. Nótese en la Figura 22 que el porcentaje de FICOM es menos relevante en los establecimientos PSC rurales que en los urbanos.

La subvención SEP se entrega en dos niveles a los establecimientos: el nivel de estudiante (aporte de subvención regular por alumno prioritario) y el nivel de escuela (aporte de subvención por concentración, por alumno del establecimiento). En la Figura 24 se muestra el total de ingreso SEP diferenciado por nivel. En dicha figura se puede ver que el aporte individual de cada estudiante prioritario es mayor que el ingreso por concentración. El promedio del porcentaje de aporte individual es 78,5% para los establecimientos EM, 76,2% para los PSS y 80,2% para los establecimientos PSC.

**Figura 24: Promedio de ingresos SEP 2013 por nivel de ingreso y según tipo de establecimiento**



**Fuente: Elaboración propia, datos MINEDUC 2013.**

De esta manera, la SEP entrega más recursos a los establecimientos que muestran necesitarlo más, y funciona como instrumento contra la inequidad de resultados que presenta el sistema escolar chileno.

Sin embargo, los datos de recursos mostrados abren dos cuestionamientos que sustentan este trabajo de tesis. El primero de ellos es si la SEP, en su monto para 2013, está teóricamente bien calculada o existe la posibilidad de que se logren mejores resultados si ésta es ajustada con variables actualizadas y métodos más eficientes de estimación.

El segundo cuestionamiento es sobre la eficiencia técnica del uso de recursos. Con la presencia de variadas fuentes de recursos en el sistema escolar, para mejorar los resultados educativos y además reducir la brecha de inequidad que se presenta, ¿está el sistema y los establecimientos utilizando estos recursos de forma eficiente?

Nuevamente, esta tesis busca ajustar el monto de la subvención SEP por medio de la utilización de una variable adicional de dimensión de vulnerabilidad (la educación materna) y el modelo de escuela eficiente. Además, esta tesis pretende entregar información sobre la eficiencia técnica del sistema escolar considerando los recursos financieros de los establecimientos. La nueva información sobre eficiencia técnica permitirá describir la variación del sistema en el último quinquenio, y aportar a la discusión de la utilización de recursos educativos.

## 4. Resultados

En este capítulo se presentan los resultados de las estimaciones realizadas. En primer lugar, se presentan los resultados de la estimación instrumental con el método MC3E, de la relación entre los recursos escolares y el desempeño (Ecuación 2). Estos resultados permiten asegurar que la función de producción existe y está estimada de forma satisfactoria. La relación de los recursos con los resultados asegura que el cálculo de eficiencia tiene sentido.

En segundo lugar, se presentan los resultados de la estimación de eficiencia utilizando el método SFA, que maximiza la Ecuación 4. Estos resultados indican la presencia de ineficiencia estocástica significativa en los establecimientos, la cual difiere según la prueba SIMCE 2013 que se considere como resultado académico.

En tercer lugar, se presentan los resultados de la estimación de eficiencia al usar el método DEA de estimación no paramétrica. Este método maximiza la Ecuación 7, cuyo resultado indica que 37,83% de los establecimientos presentan niveles de eficiencia del 100%, mientras el resto presenta algún nivel de ineficiencia.

Finalmente, se presenta la estimación de la corrección de subvención SEP, a partir de los coeficientes obtenidos de la regresión instrumental y la consideración de eficiencia relativa de los establecimientos.

### 4.1. Resultado estimación instrumental de recursos sobre el desempeño

#### 4.1.1. Estimación de instrumentos

Como se describió anteriormente, se estudiarán 4 instrumentos para eliminar los sesgos de endogeneidad presente en el modelo. Para una instrumentalización adecuada, estos instrumentos deben cumplir con ser exógenos y relevantes (ver capítulo de metodología). Ambas condiciones se discuten en este apartado.

#### Exogeneidad

Aunque no es posible testear empíricamente la exogeneidad del instrumento, sí se puede evaluar un indicador de sesgo directo en la relación entre los instrumentos y la variable dependiente a estimar (Gelman & Hill, 2007). Se estima la Ecuación 2 a) incluyendo los instrumentos, en una nueva ecuación (Ecuación 10).

$$L_{ijc}^k = \alpha_i lsep_i + \beta_{ij} lsepc_{ij} + \gamma_{ij} lrec_{ij} + \sum_k^K \delta_i^k X_i + \sum_m^M \pi_{ij}^m (Y_j, Z_j, C_j) \\ + \pi_1 lcosto_c + \pi_2 pob\_com_c + \pi_3 num\_ps_c + \pi_4 nse\_com_c + \varepsilon_{ijc}$$

**Ecuación 10: Función de producción escolar con instrumentos explicativos**

Al estudiar la magnitud y significancia de los coeficientes  $\pi_1, \pi_2, \pi_3, \pi_4$  se puede evaluar si es que el estimador de VI estará directamente sesgado por la correlación de los instrumentos con la variable dependiente (Gelman & Hill, 2007).



Al estimar la Ecuación 10 mediante los métodos OLS (con efectos fijos por comuna) y Modelo Multinivel –MLM (para corregir por efectos fijos de estudiantes, escuela y comuna) se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 4 (se muestran sólo los coeficientes de interés).

**Tabla 4: Estimaciones de indicador de sesgo del instrumento**

VD: SIMCE 2013	Matemática		Lenguaje	
	MLM	OLS	MLM	OLS
<i>lsep</i>	-0,123 (7,45)**	-0,121 (7,20)**	-0,18 (10,50)**	-0,189 (10,99)**
<i>lrec</i>	0,103 (5,76)**	0,098 (9,18)**	0,053 (3,24)**	0,052 (4,72)**
<i>lsepc</i>	0,028 (4,83)**	0,017 (6,65)**	0,018 (3,51)**	0,012 (4,62)**
<i>pob_com</i>	-0,000 (0,38)	-0,005 (0,75)	-0,000 (1,78)	-0,009 (1,27)
<i>num_ps</i>	0,000 (0,44)	0,064 (1,14)	0,001 (2,03)*	0,072 (1,25)
<i>lcosto</i>	0,001 (0,19)	-0,165 (1,06)	-0,012 (1,77)	-0,248 (1,56)
<i>nse_com</i>	-0,1 (3,62)**	0,42 (-0,79)	-0,099 (4,01)**	0,783 (1,44)
N	144988	144988	144900	144900
R2		0,17		0,15

\*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$

Fuente: elaboración propia, datos SIMCE 2013

De la Tabla 4 se puede concluir que el instrumento de NSE comunal ciertamente correlaciona con el puntaje SIMCE, por lo que no es posible utilizarlo como instrumento exógeno. También se puede concluir que *num\_ps* sesgaría la estimación al ser usado para la prueba de lenguaje, por lo que no se usará en ninguna de las estimaciones. En cambio, los instrumentos de población comunal y costo promedio del FICOM pueden ser utilizados sin sesgar directamente el estimador de VI.

## Relevancia

Para evaluar la relevancia de los instrumentos, se corre una regresión de las variables endógenas sobre los instrumentos. Los indicadores a evaluar son el estadístico F- de Fischer (Angrist y Pischke, 2009), el índice  $R^2$  y las pendientes de la estimación (Wooldridge, 2006).

Debido a que existen dos variables endógenas a instrumentalizar (ver Ecuación 2), se verán por separado las ecuaciones a utilizar, con y sin controles. La variable *lsep* se controla por variables exógenas individuales del estudiante y la variable *lrec* es explicada por el resultado SIMCE matemática de la escuela del año 2012, y además en la estimación se controla por variables exógenas a nivel escuela y efectos fijos comunales. Esto permite capturar el efecto rezagado de la prueba SIMCE, como señal de la efectividad del establecimiento hacia los apoderados, la cual podría estar afectando la elección de las familias.

Los resultados de las estimaciones (por OLS) de las funciones b) y c) de la Ecuación 2 se muestran en la Tabla 5, según variable endógena y considerando los controles mencionados.

**Tabla 5: Regresiones OLS sobre instrumentos**

VD:	lsep	lsep	lrec	lrec	lrec
lcosto	-0,032 (112,05)**	-0,02 (68,58)**	0,162 (119,08)**	-0,026 (45,33)**	0,311 (16,84)**
pob_com	-0,000 (5,09)**	-0,000 (2,19)*	-0,000 (39,35)**	-0,000 (9,16)**	-0,016 (26,67)**
controles		estudiante		escuela	escuela comuna
F	9361,08**	5709,83**	14763,73**	100484,19**	6125,00**
R2	0,09	0,24	0,14	0,89	0,92
N	183570	158590	183570	167998	167998

\* p<0,05; \*\* p<0,01

Fuente: elaboración propia, datos SIMCE 2013

Los resultados de la Tabla 5 muestran que los dos instrumentos son significativos en las estimaciones de las funciones b) y c) de la Ecuación 2. Agregando los controles (exógenos) correspondientes, los indicadores  $R^2$  aumentan a valores adecuados para ambas regresiones. Esto permite concluir que los instrumentos son suficientemente relevantes para ser usados en las estimaciones por MC3E. Los estadísticos F son grandes para cualquier caso, y el gran tamaño de la muestra permite reducir el efecto del sesgo producido por instrumentos débiles de baja relevancia (Angrist & Pischke, 2009).

Así, al asegurar la relevancia, y un indicador de exogeneidad, de los dos instrumentos (*lcosto*, *pob\_com*), se procede a utilizarlos en la estimación de las ecuaciones simultáneas (ver Ecuación 2). El método de estimación usado es Mínimos Cuadrados en 3 Etapas (MC3E), el cual es preferido en la literatura al método de MC2E por capturar mejor las correlaciones entre ecuaciones, y por ser más eficiente (Bowden & Turkington, 1984; Brasington, 2003; Bakhsh, Rose, Ali, Ahmad, & Shahbaz, 2017).

#### 4.1.2. Resultados estimación de recursos sobre el desempeño

Los resultados de la estimación por OLS y por el método MC3E del desempeño escolar individual en la prueba SIMCE 2013 sobre los recursos individuales, escolares y características de la comuna, se presentan en la Tabla 6. En ella se presentan ambos modelos, OLS y MC3E, para mostrar la comparación y evaluar la magnitud del sesgo, el cual es reducido a través de las variables instrumentales. Adicionalmente, en el Anexo 8 se presentan los resultados de las estimaciones de las funciones b) y c) de la Ecuación 2.

De la Tabla 6 se puede ver que existen variables cuyos coeficientes no difieren de forma sistemática entre los dos métodos de estimación. En cambio, las variables *lsep*, *lrec*, *lsepc*, e *ive* presentan diferencias de coeficientes mayores a 0,05. Las variables *lsep* e *ive* cambian de signo. La variable *ive* adquiere significancia y el signo esperado para su variable en el caso de matemática. Estas variables están relacionadas a la obtención de recursos de los establecimientos, y son las principales afectadas por la endogeneidad del modelo.

El test de Hausman permite corroborar si la diferencia entre coeficientes es sistemática y atribuible a la endogeneidad del modelo (Bowden & Turkington, 1984). Bajo su hipótesis nula, los coeficientes del método OLS son consistentes y eficientes; bajo la hipótesis alternativa, sólo los coeficientes del método MC3E son consistentes.

Los resultados del test permiten rechazar la hipótesis nula de una diferencia no sistemática para los coeficientes de matemática ( $\chi^2=83414,30$ ;  $p\text{-valor}=0,000$ ) y los de lenguaje ( $\chi^2=112050$ ;  $p\text{-valor}=0,000$ ). Es decir, el test entrega evidencia sobre la presencia de endogeneidad en el modelo, puesto que de no rechazarse la hipótesis nula, la estimación realizada por OLS debiese ser eficiente y similar a la realizada por MC3E. Ya que existe endogeneidad, y los instrumentos mostraron ser relevantes, la estimación por MC3E es adecuada.

Al analizar la Tabla 6 (método MC3E) se puede ver que los coeficientes van en línea con lo esperado, en general. El efecto de los recursos es positivo y significativo (con excepción del aporte SEP por concentración en la prueba de lenguaje). Se visualiza una diferencia positiva de las mujeres en la prueba de lenguaje, pero positiva para los hombres en matemática, en la prueba SIMCE del año 2013.

Los coeficientes de capital social y cultural del estudiante son positivos y significativos en general. Las excepciones son prekinder y kínder. El coeficiente de la primera variable no es significativo en ningún caso, pero el coeficiente de la segunda variable es negativo y significativo. Este último caso puede explicarse por una sobre-declaración de asistencia a kinder<sup>24</sup>, o por establecimientos pre-escolares de baja calidad.

El coeficiente del efecto del tipo de establecimiento sobre el logro es mayor para los establecimientos PSC que para los PSS; y ambos son significativamente mayores que los establecimientos EM (caso base). Esto sucede en ambas pruebas.

La evidencia sobre el tamaño de la escuela y los cursos es mixta. La matrícula de la escuela no es significativa en lenguaje, y el tamaño de los cursos presenta un coeficiente lineal negativo con un efecto cuadrático positivo. Esto puede explicarse en el efecto del tamaño del curso a nivel individual, pues a medida que el curso crece, el aprendizaje se hace más difícil, de forma decreciente. Algo semejante parece ocurrir con la experiencia de los docentes (en contra de lo esperado), que a medida que aumenta dicha variable perjudica en promedio el resultado SIMCE.

El efecto de la ruralidad del establecimiento es positivo, contra lo esperado. De acuerdo a Mizala, Romaguera y Farren (2002) esto puede deberse a que otras variables ya capturan el efecto de pobreza y tamaño, características de la ruralidad. El efecto del índice de vulnerabilidad económica es negativo y significativo como se espera que sea.

Se deben destacar los coeficientes de las variables de desempeño anterior (*smat12*, *sleng12*), las expectativas paternas sobre los alumnos (*expectativas*) y el aporte individual SEP. Estos coeficientes causarían (suponiendo efectos causales gracias a las variables instrumentales) el mayor impacto sobre el logro académico individual.

---

<sup>24</sup> Se debe recordar que en 2013 se comunicó (en mayo) y promulgó (en diciembre) la Ley que establece la obligatoriedad del Kínder.

**Tabla 6: Resultados estimación de logro académico sobre recursos Ecuación 2 a) para SIMCE matemática 2013**

VD: SIMCE 2013	Matemática			
	MC3E		OLS	
	Coef.	t-value	Coef.	t-value
lsep	0,589	5,37 **	-0,111	-6,61 **
lrec	0,037	2,23 *	0,086	9,65 **
lsepc	0,011	2,6 **	0,020	8,35 **
sexo	-0,047	-9,94 **	-0,045	-9,51 **
educm	0,022	19,75 **	0,016	18,09 **
ingfam	0,018	12,02 **	0,008	7,07 **
nlibros	0,053	18,27 **	0,051	17,71 **
salacuna	0,029	4,28 **	0,026	3,86 **
jardin	0,061	11,51 **	0,057	10,93 **
prekinder	-0,000	-0,06	0,003	0,37
kinder	-0,070	-4,09 **	-0,066	-3,91 **
expectativa	0,137	56,52 **	0,135	55,81 **
PSS	0,029	3,08 **	0,049	6,15 **
PSC	0,049	5,35 **	0,062	7,82 **
matricula	0,000	2,19 *	-0,000	-1,2
matricula2	-0,000	-3,11 **	-0,000	-0,75
curso	-0,012	-6,34 **	-0,017	-10,73 **
curso2	0,000	4,98 **	0,000	8,39 **
rural	0,053	5,58 **	0,063	6,77 **
ive	-0,065	-1,98 *	0,033	1,34
exppr	-0,007	-2,9 *	-0,007	-3,04 **
exppr2	0,000	2,1 *	0,000	2,27 *
indiceigual	0,004	1,69	0,005	2,16 *
smat12/sleng12	0,324	87,45 **	0,325	89,64 **
cons.	-1,376	-16,32 **	-1,411	-23,12 **
N		144405		144758
R		0,152		0,163

\* p<0,05; \*\* p<0,01

Fuente: Elaboración propia datos SIMCE 2013

Finalmente, se destacan tres principales resultados a partir de las Tabla 6 y Tabla 7. Primero, que los establecimientos particulares subvencionados con copago PSC son diferentes a los establecimientos particulares subvencionados sin copago PSS, por lo tanto, cualquier análisis escolar en Chile debiese hacerse separando ambos tipos.

**Tabla 7: Resultados estimación de logro académico sobre recursos Ecuación 2 a) para SIMCE lenguaje 2013**

VD: SIMCE 2013	Lenguaje			
	MC3E		OLS	
	Coef.	t-value	Coef.	t-value
lsep	0,869	7,77 **	-0,169	-9,89 **
lrec	0,103	6,19 **	0,071	7,87 **
lsepc	-0,001	-0,3	0,013	5,45 **
sexo	0,190	39,1 **	0,193	40,03 **
educm	0,027	24,22 **	0,020	21,03 **
ingfam	0,021	13,92 **	0,007	5,97 **
nlibros	0,053	17,68 **	0,049	16,5 **
salacuna	0,049	6,95 **	0,043	6,23 **
jardin	0,058	10,63 **	0,051	9,62 **
prekinder	0,011	1,36	0,017	2,18 *
kinder	-0,028	-1,62	-0,017	-0,98
expectativa	0,148	59,55 **	0,144	58,68 **
PSS	0,057	6,00 **	0,055	6,66 **
PSC	0,061	6,52 **	0,046	5,64 **
matricula	-0,000	-1,87	-0,000	-1,1
matricula2	0,000	0,65	-0,000	-0,53
curso	-0,020	-10,11 **	-0,019	-11,95 **
curso2	0,000	8,72 **	0,000	9,49 **
rural	0,061	6,29 **	0,072	7,54 **
ive	-0,137	-4,08 **	-0,053	-2,1 *
exppr	-0,010	-4,26 **	-0,008	-3,59 **
exppr2	0,000	3,96 **	0,000	3,32 **
indiceigual	0,003	1,26	0,004	1,48
smat12/sleng12	0,241	61,25 **	0,249	64,43 **
cons.	-2,000	-23,42 **	-1,573	-25,33 **
N		144294		144669
R		0,122		0,145

\* p<0,05; \*\* p<0,01

Fuente: Elaboración propia datos SIMCE 2013

Segundo, el nivel socioeconómico de los establecimientos, medido en su índice de vulnerabilidad y en la condición SEP, da cuenta de un efecto importante sobre el desempeño escolar, tanto en matemática como en lenguaje. Así, la inequidad educacional en Chile se ve en los datos y apoya la necesidad de reducir la brecha de resultados relacionada a condiciones socioeconómicas.

Tercero, los recursos educacionales estudiados tienen un efecto significativo en el logro académico de los estudiantes. Este efecto indica que los establecimientos tienen la capacidad de producir logro académico a partir de sus recursos, y por lo tanto se puede analizar la eficiencia de esa función de producción. La evidencia presentada entonces apoya la hipótesis de este trabajo de investigación.

## 4.2. Resultados de eficiencia escolar, método SFA

El método SFA es un método paramétrico, que supone una distribución estocástica a priori para la ineficiencia en los establecimientos. La presencia de ineficiencia estocástica se puede asegurar si es que el término  $\lambda$  presenta significancia estadística. Los resultados de la estimación a través de metodología SFA para datos transversales, se presenta en dos columnas: una que utiliza variables endógenas, y otra que considera una primera etapa de estimación de las variables endógenas a través del método MC3E. Esta primera etapa estima sólo las funciones b) y c) de la Ecuación 2, y luego imputa las predicciones de sus variables dependientes en la estimación SFA de la Ecuación 4. Los resultados de este proceso se presentan en la Tabla 8<sup>25</sup>.

En la Tabla 8 se puede notar que sí existe evidencia de ineficiencia para los establecimientos educacionales en Chile, en ambos casos: endógeno e instrumentalizado. Al ver la diferencia entre los coeficientes de las estimaciones se puede intuir la existencia de sesgo por endogeneidad, particularmente en las diferencias del coeficiente  $\lambda$ . Las diferencias de los coeficientes entre los dos métodos son significativas y permiten rechazar la hipótesis nula de consistencia y eficiencia del método OLS para el cálculo SFA, en la prueba de matemática ( $\chi^2=45,27$ ;  $p\text{-valor}=0,002$ ) y en la prueba de lenguaje ( $\chi^2=94,11$ ;  $p\text{-valor}=0,000$ ), a través del test de Hausman (tablas completas en el Anexo 7).

La presencia de eficiencia estocástica es levemente mayor en el caso de lenguaje (coeficiente  $\lambda$  de 0,611)<sup>26</sup> que para el caso de matemática ( $\lambda = 0,587$ ). Esto puede explicarse si los recursos educacionales son más directa y eficientemente usados en la obtención de resultados de lenguaje que resultados de la prueba de matemática. A partir de la estimación del coeficiente de ineficiencia, se calcula un nivel de eficiencia técnica estimada para cada establecimiento. Variables descriptivas para la predicción de eficiencia técnica estimada para ambos métodos se puede ver en la Tabla 9.

En la Tabla 9 se muestra que el promedio de eficiencia técnica estimada es levemente mayor para la prueba de lenguaje (0,85) que para la prueba de matemática (0,83) así como la mediana de lenguaje (0,85) es mayor que la de matemática (0,84). Los niveles de eficiencia estocástica relativa van desde 0,55 hasta 0,95 para el caso de la prueba de lenguaje y hasta 0,94 para la prueba de matemática.

Los resultados del estudio de Mizala, Romaguera y Farren (2002) con esta metodología indican un promedio de eficiencia estimada de 0,93, en un rango que va desde 0,73 hasta 0,98. Esto indicaría que en el periodo de 15 años entre las estimaciones, la curva de eficiencia técnica estocástica se habría desplazado, marcando diferencias entre ambas mediciones.

---

<sup>25</sup> Se debe notar que los resultados presentados en la Tabla 8 no coinciden completamente con los resultados de la estimación simultánea MC3E de la Tabla 6, pues la primera etapa manual considerada en la Tabla 8 supone la estimación SFA y no es una estimación simultánea de la Ecuación 2 a).

<sup>26</sup> Se debe tener cuidado en este resultado, puesto que no se conocen los errores estándar de la estimación de eficiencia para lenguaje, no puede hacerse inferencia estadística. Como el comportamiento de los coeficientes es similar para el caso de matemática, se trata como un valor válido.

Tabla 8: Resultados estimación de ineficiencia con método SFA

	Matemática				Lenguaje			
	OLS		1ª Etapa MC3E		OLS		1ª Etapa MC3E	
	Coef.	t-valor	Coef.	t-valor	Coef.	t-valor	Coef.	t-valor
lsep_sum	-0,008	-3,42 **	0,002	0,61	-0,007	-4,11 **	0,004	1,76
lrec	0,089	4,99 **	0,109	2,93 **	0,045	3,27 **	0,195	6,17 **
lsecp	0,049	5,06 **	0,027	3,42 **	0,037	5,04 **	0,012	1,76
sexo_prom	0,048	1,5	0,049	1,54	0,267	10,83 **	0,270	9,86 **
nlibros_prom	0,035	1,77	0,035	1,74	0,032	2,07 *	0,045	2,61 **
educm_prom	0,013	2,38 *	0,012	2,07 *	0,037	8,48 **	0,026	5,37 **
ingfam_prom	0,019	2,26 *	0,025	2,98 **	0,014	2,16 *	0,014	1,91
salacuna_prom			0,138	2,43 *			0,205	4,23 **
m	0,151	2,69 **			0,222	5,12 **		
jardin_prom	0,113	3,53 **	0,124	3,87 **	0,078	3,17 **	0,082	3,01 **
prekinder_prom	-0,037	-0,8	-0,036	-0,77	0,031	0,89	0,040	1,01
kinder_prom	-0,018	-0,37	-0,062	-1,28	0,057	1,55	-0,007	-0,16
expectativa_prom			0,174	13,21 **			0,152	13,51 **
PSS	0,171	13,12 **			0,153	15,2 **		
PSC	-0,014	-0,84	-0,002	-0,09	0,013	0,96	0,065	3,67 **
matricula	0,038	1,76	0,047	1,94	0,028	1,67	0,083	4,02 **
matricula2	0,000	1,1	0,000	-0,14	0,000	1,76	0,000	-3,25 **
curso	0,000	-0,99	0,000	-0,63	0,000	-1,01	0,000	1,79
curso2	-0,018	-5,95 **	-0,019	-5,12 **	-0,017	-7,80 **	-0,033	-10,67 **
ive	0,000	4,69 **	0,000	4,1 **	0,000	5,66 **	0,000	9,14 **
exppr	0,055	0,74	0,091	1,21	-0,065	-1,15	-0,016	-0,25
exppr2	-0,002	-0,58	-0,002	-0,48	0,006	2,15 *	-0,006	-1,77
indiceigual	0,000	0,65	0,000	0,62	0,000	-0,77	0,000	1,16
rural	0,008	1,06	0,004	0,48	0,021	3,5 **	0,008	1,15
simce12	0,076	3,86 **	0,086	4,34 **	0,089	5,81 **	0,109	6,44 **
constante	0,269	36,13 **	0,269	35,1 **	0,186	33,61 **	0,177	28,05 **
Usigma	-1,836	-8,96 **	-1,858	-7,77 **	-2,115	-16 **	-2,391	-12,46 **
Vsigma	-3,228	-2,82 **	-2,904	-4,81 **	-2,227		-3,161	
sigma_u	-1,809	-17,71 **	-1,838	-23,73 **	-2,669	-104,99 **	-2,174	-106,44 **
sigma_v	0,199	1,75	0,234	3,31 **	0,328		0,206	
lambda	0,405	19,58 **	0,399	25,83 **	0,263	78,66 **	0,337	97,91 **
Wald-chi2	0,492	3,67 **	0,587	6,85 **	1,247		0,611	
LL		3282,57 **		3232,84 **		4189,19 **		3224,66 **
N		-3038,85		-3031,89		-2927,74		-2691,01
		5459		5423		5459		5416

Nota: Los Errores Estándar del coef. lambda en lenguaje no son reportados

\* p<0,05; \*\* p<0,01

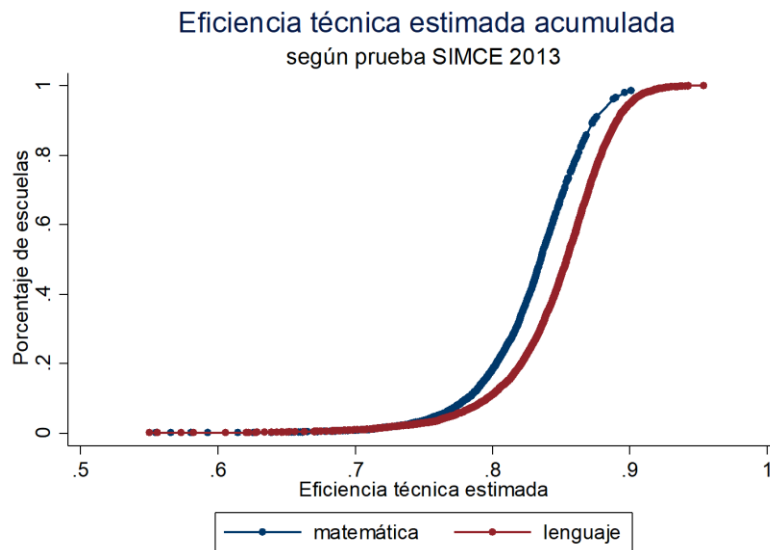
Fuente: Elaboración propia, datos SIMCE 2013

variable	mean	sd	min	25%	mediana	75%	máx
sfa_mat	0,83	0,03	0,55	0,82	0,84	0,85	0,94
sfa_leng	0,85	0,03	0,55	0,84	0,85	0,87	0,95

Fuente: Elaboración propia, datos SIMCE 2013

La diferencia de coeficientes de ineficiencia visible en la Tabla 8 entre pruebas, se visibiliza en distribuciones diferentes de eficiencia en los establecimientos. Esta diferencia se puede ver en la Figura 25. En ella se muestran las frecuencias acumuladas de eficiencia técnica estimada según la prueba SIMCE utilizada como logro académico, y se puede ver una distribución caracterizada por una mayor eficiencia para la prueba de lenguaje.

**Figura 25: Distribución acumulada de eficiencia técnica SFA, según prueba SIMCE**



Fuente: Elaboración propia, datos SIMCE 2013

La hipótesis visible de manera gráfica, se confirma a través de tests no paramétricos. Se utilizan los tests de Wilcoxon-Mann-Whitney (WMW) y Kolmogorov-Smirnov (KS) para comparar distribuciones entre dos grupos de datos. El primer test asimila una versión no paramétrica del test t de comparación de medias, y el segundo test permite comparar la bondad de ajuste entre dos distribuciones. Posteriormente se usa también el test de Kruskal-Wallis (KW) para la comparación de distribuciones entre más de dos grupos. Este test es considerado la versión no paramétrica del test ANOVA.

La conclusión de los tests mencionados es que la eficiencia técnica estimada se distribuye de forma estadísticamente diferente según la prueba SIMCE utilizada (KS=0,23; p-valor= 0,000); además, la distribución de eficiencia técnica para lenguaje presenta una mediana significativamente mayor que la distribución de matemática (WMW=25,67; p-valor=0,000). Sin embargo, esto no quiere decir que para un determinado establecimiento, su eficiencia técnica en lenguaje sea sistemáticamente mayor que su eficiencia técnica en matemática (ver Anexo 7).



Para estudiar la relación de las variables explicativas del modelo de función de producción escolar, se estiman modelos Tobit descritos en la Ecuación 8. Los resultados de esta estimación se muestran en la Tabla 10.

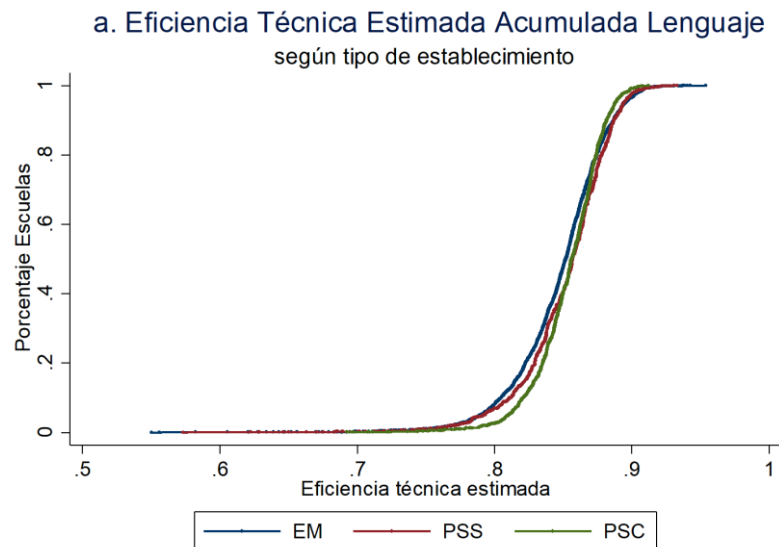
De los resultados mostrados en la Tabla 10 se puede ver que las variables explicativas no tienen significancia individual sobre la eficiencia técnica estimada mediante el método SFA. Los modelos ajustan de forma adecuada globalmente, de acuerdo a los indicadores chi-cuadrado.

Una excepción son los coeficientes de la variable curso, lineal y cuadrático, que presentan un efecto significativo sobre la prueba de lenguaje. Como se puede ver en la Tabla 10, el efecto cuadrático presenta un coeficiente negativo, lo que expresa un efecto decreciente a medida que mayor es el tamaño del curso. La variable curso a su vez está fuertemente relacionada a la clasificación SEP, de manera que la distribución de los tamaños de los cursos es significativamente diferente de acuerdo a la clasificación SEP (KW=1337,88; p-valor=0,000).

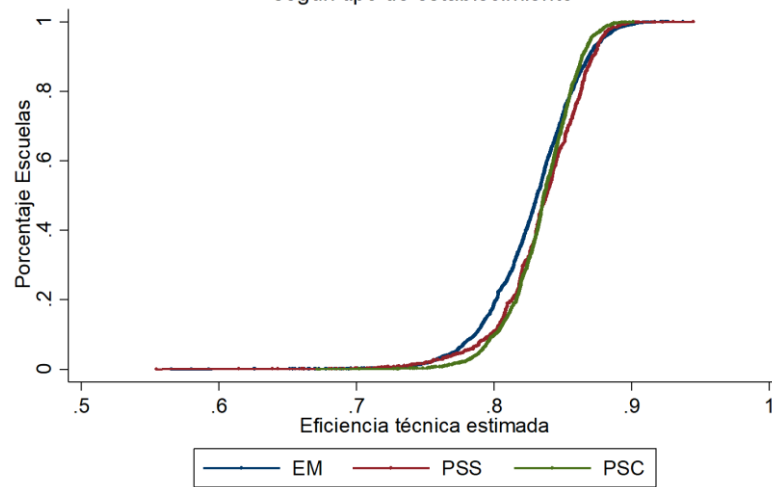
Se debe destacar que ninguna de las variables de recursos (*lsep*, *lrec*, *lsepc*) presentan un efecto significativo individual (tampoco en conjunto las tres, F=0,24 p-valor=0,869 lenguaje, F=0,09; p-valor=0,964 lenguaje) sobre la eficiencia estimada por el método SFA.

Se estudia también la diferencia de distribuciones entre los tres tipos de establecimientos, EM, PSS y PSC. Las tres distribuciones acumuladas, para ambas pruebas, se muestran en la Figura 26. En la figura, las diferencias entre las distribuciones son menos visibles.

**Figura 26: Distribución acumulada de eficiencia técnica SFA según tipo de establecimiento**



b. Eficiencia Técnica Estimada Acumulada Matemática  
según tipo de establecimiento



Fuente: Elaboración propia, datos SIMCE 2013

El test de Kruskal-Wallis no permite rechazar la hipótesis nula de equivalencia de distribuciones entre los tipos de establecimientos para la prueba de lenguaje ( $\chi^2(2)=3,852$ ;  $p\text{-valor}=0,146$ ) ni para la prueba de matemática ( $\chi^2(2)=1,830$ ;  $p\text{-valor}=0,401$ ). El test indica que las distribuciones son equivalentes y no muestran diferencias significativas entre sus medianas.

La falta de diferencias significativas en las distribuciones de eficiencia técnica entre los tipos de establecimientos usando el método SFA va en la misma línea que lo encontrado por Mizala, Romaguera y Farren (2002). Estas diferencias, esperadas entre los tipos de establecimientos, pueden no encontrarse en este método producto del supuesto a priori de una distribución paramétrica.

**Tabla 10: Resultados estimación Tobit para eficiencia técnica estimada por método SFA**

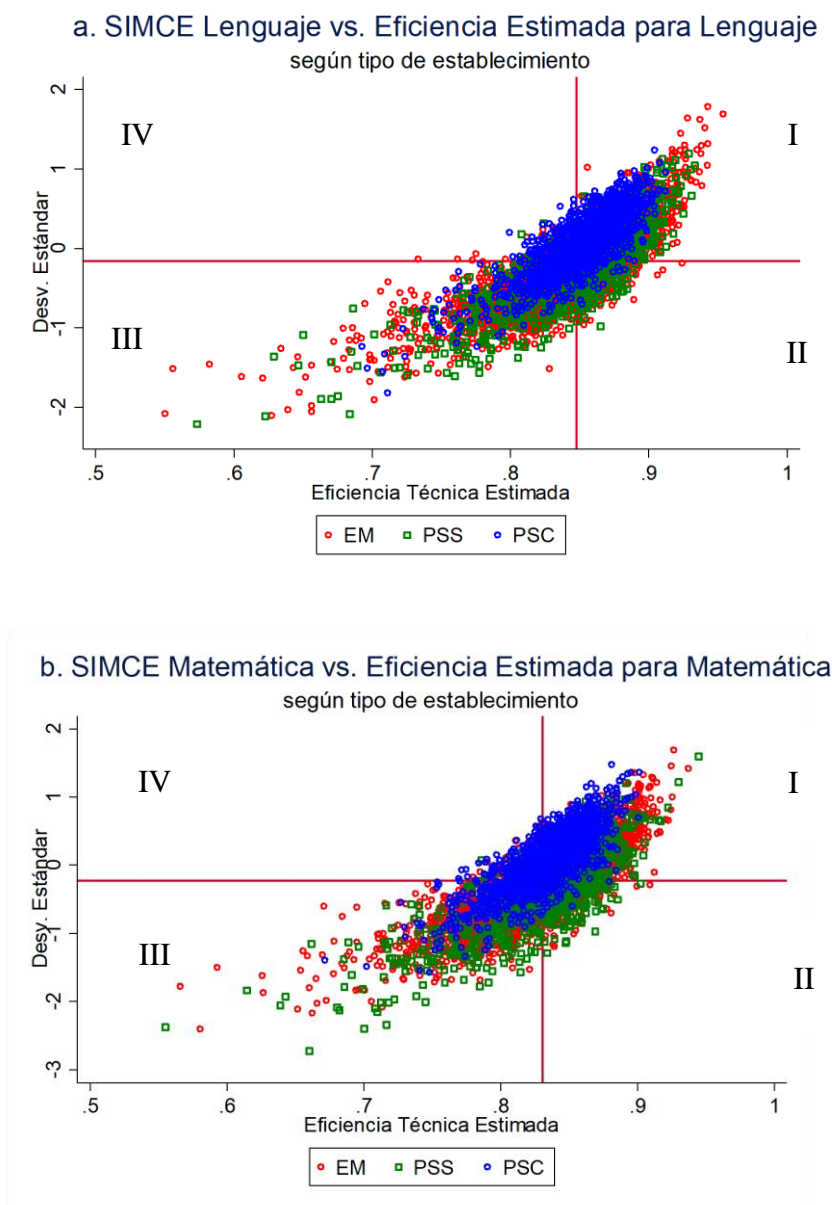
	Lenguaje		Matemática		
	Coef.	t-valor	Coef.	t-valor	
lsep_mc3e_sum	0,000	0,54	0,000	0,29	
lrec_mc3e	0,001	0,22	0,001	0,42	
lsepc	0,000	0,41	0,000	0,06	
sexo_prom	0,001	0,2	-0,001	-0,33	
nlibros_prom	0,001	0,46	0,001	0,29	
educm_prom	0,000	0,4	0,000	0,23	
ingfam_prom	0,000	0,23	-0,000	-0,21	
salacuna_prom	-0,002	-0,3	-0,000	-0,09	
jardin_prom	-0,001	-0,44	-0,000	-0,13	
prekinder_prom	0,003	0,64	-0,001	-0,24	
kinder_prom	-0,003	-0,59	0,001	0,3	
expectativa_prom	0,000	0,00	-0,000	-0,21	
PSS	0,001	0,38	0,000	0,16	
PSC	0,001	0,43	0,001	0,44	
matricula	0,000	0,35	-0,000	-0,13	
matricula2	-0,000	-0,73	-0,000	-0,03	
curso	0,001	2,14 *	0,001	1,59	
curso2	-0,000	-1,99 *	-0,000	-1,55	
ive	0,000	0,03	-0,002	-0,23	
exppr	0,000	1,05	0,000	0,21	
exppr2	-0,000	-0,25	-0,000	-0,16	
indiceigual	0,000	0,06	0,000	0,11	
rural	0,001	0,46	0,001	0,48	
sleng12/smat12	0,000	0,19	-0,000	-0,49	
_cons	0,820	37,38 **	0,816	39,01 **	
/sigma	0,041	104,08 **	0,039	104,13 **	
LR chi2(24)		106,39 **		39,41 *	
LL		9598,61		9894,35	
N		5416		5423	

\* p<0,05; \*\* p<0,01

Fuente: Elaboración propia, datos SIMCE 2013

Finalmente, se estudia la relación entre el desempeño SIMCE y la eficiencia técnica estimada mediante el método SFA. Esto permite caracterizar a las escuelas en su posición relativa en su efectividad (logro académico) y eficiencia (estimada mediante SFA). Esta posición se describe en base a cuadrantes. En la Figura 27 se pueden ver las escuelas caracterizadas por estas variables, en un gráfico que divide en cuatro cuadrantes las posiciones relativas de las escuelas de acuerdo a su posición bajo o sobre el nivel promedio de logro académico y eficiencia técnica.

**Figura 27: SIMCE 2013 vs. eficiencia técnica estimada con método SFA**



**Fuente: Elaboración propia, datos SIMCE 2013**

Se pueden identificar cuatro cuadrantes, respecto a los niveles promedio de logro académico y eficiencia técnica estimada: (I) escuelas eficientes y de buen desempeño (efectivas), (II) escuelas eficientes de bajo desempeño, (III) escuelas ineficientes poco efectivas y (IV) escuelas ineficientes de buen desempeño. De la Figura 27 se puede observar que existen establecimientos de todos los tipos en los cuatro cuadrantes.

Los porcentajes de establecimientos por cuadrante se pueden ver en la Tabla 11. La distribución de escuelas por cuadrante está significativamente relacionada a su tipo de administración y financiamiento, tanto para matemática ( $\chi^2(6)=414,71$ ;  $p\text{-valor}=0,000$ ) como para lenguaje ( $\chi^2(6)=505,76$ ;  $p\text{-valor}=0,000$ ). En ella se muestra que los establecimientos PSC son los que mayor porcentaje poseen en el cuadrante I. Un porcentaje considerable de establecimientos EM y PSS están en el cuadrante III, a diferencia de establecimientos PSC. Los porcentajes entre EM y PSS son similares, mientras que ambos son diferentes a la distribución de los PSC.

**Tabla 11: Distribución de establecimientos según cuadrante de la relación desempeño vs. Eficiencia SFA para SIMCE 2013**

Cuad.	SIMCE Matemática			SIMCE Lenguaje		
	EM	PSS	PSC	EM	PSS	PSC
I	1552 (51%)	473 (49%)	828 (58%)	974 (32%)	342 (36%)	754 (53%)
II	100 (3%)	73 (8%)	5 (0,4%)	724 (24%)	223 (23%)	120 (8%)
III	817 (27%)	274 (28%)	106 (7,6%)	1281 (42%)	374 (39%)	378 (27%)
IV	578 (19%)	140 (15%)	477 (34%)	63 (2%)	20 (2%)	163 (12%)
Total	3047	960	1416	3042	959	1415

Fuente: Elaboración propia, datos SIMCE 2013

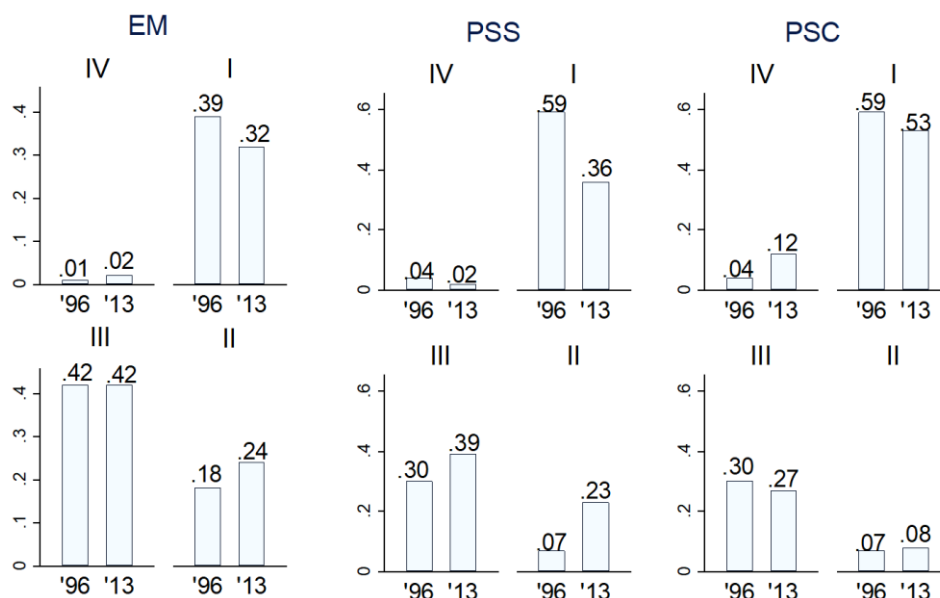
De acuerdo a lo presentado por Mizala, Romaguera y Farren en 2002, con los datos del SIMCE de 1996, los porcentajes de establecimientos por cuadrante han variado. En la Figura 28 se presentan dichas variaciones (donde '96 representa el año 1996 de los datos SIMCE de la estimación de los autores citados, y '13 representa la estimación actual) para el método SFA. Se considera, para la comparación, que ambos establecimientos PSS y PSC en el año 1996 eran establecimientos PS, y además se analiza la posición de los establecimientos para ambas pruebas.

Se debe tener en consideración al momento de comparar, que la estimación realizada por dichos autores no utiliza recursos financieros de los establecimientos. Otros supuestos son tomados en cuenta en la comparación: los recursos del sistema han aumentado de forma generalizada, pero las diferencias de resultados SIMCE entre establecimientos no han variado de forma sistemática. En el Anexo 9 se puede ver la evolución temporal de los puntajes SIMCE, matemática y lenguaje, desde 2004 hasta 2013 por tipo de establecimiento.

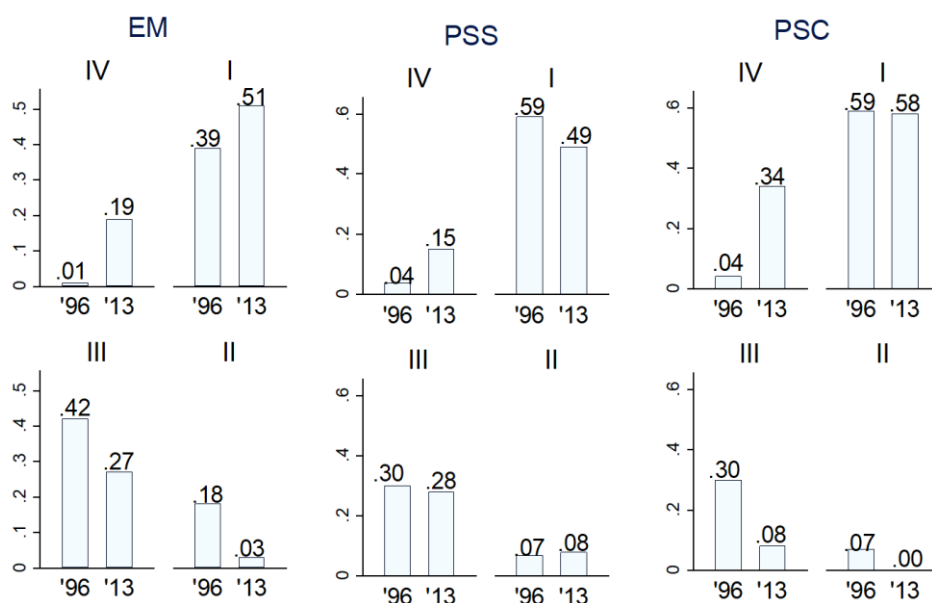
Lo que se muestra en la Figura 28, es que los establecimientos EM presentan para esta medición mayor presencia en el cuadrante II para la prueba de lenguaje 2013. Esta situación significa una pérdida de logro académico relativo, aunque manteniendo una posición relativa de eficiencia aun considerando los escasos recursos con los que cuentan los EM. Significa que los recursos municipales estarían siendo utilizados eficientemente para la obtención de logros en lenguaje.

**Figura 28: Variación porcentual de establecimientos por cuadrante método SFA**

**Variación porcentual de establecimientos por cuadrante método SFA, prueba SIMCE lenguaje 2013**



**Variación porcentual de establecimientos por cuadrante método SFA, prueba SIMCE matemática 2013**



Fuente: Elaboración propia, datos SIMCE 2013

En la Figura 28 se ve también que, para la prueba de lenguaje, los establecimientos PSS presentan más presencia en el cuadrante II y III que anteriormente en el cuadrante I. Esta fluctuación indica que al considerar los recursos financieros, los establecimientos PSS pierden eficiencia relativa; y que a 2013 presentan también pérdida de logro académico relativo.

Para la misma prueba, los PSC pierden presencia en cuadrante I y adquieren presencia en el cuadrante IV. Considerar los recursos financieros indicaría una pérdida de eficiencia relativa, manteniendo un mayor logro académico relativo que el promedio de PS en 1996.

La prueba de matemática, por otra parte, presenta resultados diferentes. En la Figura 28 se puede ver que los establecimientos EM pierden presencia del cuadrante III y el II y adquieren en los cuadrantes I y IV. Estas variaciones indican un aumento del logro relativo en matemáticas, con posiblemente igual nivel de eficiencia técnica relativa al considerar sus recursos financieros.

Además, la Figura 28 muestra que los PSS, en cambio, reducen su presencia en el cuadrante I para aumentar la presencia del IV principalmente. Esta fluctuación mostraría una pérdida de eficiencia a un nivel fijo de efectividad académica.

Para la prueba de matemáticas, los establecimientos PSC parecieran variar desde los cuadrantes II y III hacia el cuadrante IV. Estas diferencias indicarían un aumento del desempeño relativo, aunque perdiendo eficiencia relativa cuando se consideran los recursos financieros.

Así, los datos muestran que los establecimientos EM presentan mejor desempeño relativo a los establecimientos PS en la prueba 2013 (matemática) que en 1996, y que si se consideran sus bajos niveles de recursos monetarios, son más eficientes relativamente.

Según lo estudiado con el método SFA, la tendencia de las variaciones en matemática es una mayor efectividad académica con igual eficiencia técnica para los EM y PSC cuando son considerados los recursos financieros; y una clara pérdida de eficiencia relativa para los establecimientos PSS.

La tendencia de las diferencias en lenguaje es una pérdida de efectividad académica para los establecimientos EM, manteniendo su eficiencia técnica cuando se consideran los recursos financieros; una pérdida de efectividad y eficiencia para los establecimientos PSS; y una pérdida de eficiencia relativa para los establecimientos PSC.

Al comparar grupos de eficiencia relativa estimados en este trabajo, con los presentados por Mizala, Romaguera y Farren (2002), se muestran resultados similares. Los autores muestran que para el SIMCE de 1996, un 56,2% de los EM estarían bajo la mediana de eficiencia, un 44,8% de establecimientos PS y sólo un 19,5% de particulares pagados. En la estimación realizada en este trabajo de tesis no se consideran los establecimientos particulares pagados, sin embargo, la comparación se hace dentro de cada grupo de establecimientos.

Como se muestra en la Tabla 12, un 51% de establecimientos EM están bajo la mediana de eficiencia. Asimismo, los establecimientos PS habrían subido desde un 44,8% hasta niveles entre 48% y 49%. Estos resultados son similares en ambas pruebas. Adicionalmente, la distribución de los establecimientos bajo o sobre la mediana de eficiencia no estaría correlacionada con el tipo de establecimiento en matemática ( $\chi^2=3,06$ ;  $p$ -valor=0,217) ni en lenguaje ( $\chi^2=4,197$ ;  $p$ -valor=0,123).

**Tabla 12: Grupos de eficiencia según tipo de establecimiento, método SFA (los grupos se forman sobre y bajo la mediana)**

	Matemática			Lenguaje		
	<0,8352	>0,8352	Total	<0,8541	>0,8541	Total
PSC	694 (49,01%)	722 (50,99%)	1416 (100%)	678 (47,92%)	737 (52,08%)	1415 (100%)
PSS	463 (48,23%)	497 (51,77%)	960 (100%)	474 (49,43%)	485 (50,57%)	959 (100%)
EM	1555 (51,03%)	1492 (48,97%)	3047 (100%)	1556 (51,15%)	1486 (48,85%)	3042 (100%)
Total	2712 (50,01%)	2711 (49,99%)	5423 (100%)	2708 (50,00%)	2715 (50,00%)	5416 (100%)

Fuente: Elaboración propia, datos MINEDUC 2013

Esto indicaría una pérdida de eficiencia de los establecimientos PS frente a los EM cuando son considerados los recursos financieros en la estimación de eficiencia.

A modo de síntesis, los resultados de la eficiencia técnica estimada a través del método SFA muestran diferencias en las estimaciones de eficiencia en el sistema cuando son considerados los recursos financieros de los establecimientos, en comparación con lo mostrado por Mizala, Romaguera y Farren (2002). Esto es visible en la distribución estocástica de la eficiencia técnica, en ambas pruebas, y en la diferencia de medidas de los establecimientos hacia una distribución menos eficiente.

Así, la consideración de recursos financieros en la medida de eficiencia técnica por método SFA parece mostrar que la utilización de los recursos del Estado en los establecimientos educacionales estaba sobre estimada en el estudio de Mizala, Romaguera y Farren (2002).

No obstante, los recursos no muestran un efecto significativo sobre los niveles de eficiencia, de acuerdo a los modelos Tobit. Sí muestran un efecto significativo, en cambio, el tamaño de los cursos; aunque solamente para la eficiencia técnica sobre la prueba de lenguaje<sup>27</sup>. Esto indicaría que los valores absolutos de recursos no son por sí solos causantes de la ineficiencia, pero sí que su consideración en los modelos de estimación provoca una diferencia.

En mayor detalle, las estimaciones para las pruebas de matemática y lenguaje presentan diferencias de distribución de eficiencia entre los establecimientos. Asimismo, los establecimientos no muestran diferencias significativas en sus distribuciones. La explicación de la falta de diferencias entre distribuciones y la falta de efectos de las variables puede deberse al supuesto paramétrico de una misma distribución de eficiencia para todos los establecimientos.

Para evaluar estos resultados, se realiza la estimación de eficiencia a través de un método no paramétrico.

<sup>27</sup> Este resultado debe analizarse con cautela, pues el tamaño de los cursos puede ser una variable endógena, en cualquier caso en que los docentes o directivos asignen a los estudiantes en los cursos de acuerdo a los resultados en la prueba SIMCE, dejando en cursos más pequeños a los estudiantes con menor desempeño académico.



### 4.3. Resultados de eficiencia escolar, método DEA

El método DEA, a diferencia del SFA, calcula para cada escuela un productor virtual óptimo y eficiente, considerando los niveles de recursos utilizados por todas las escuelas. Cada escuela presentará un término de eficiencia según qué tan alejada esté de dicho productor virtual. Este método deriva en resultados completamente diferentes a los del método SFA, y de hecho, no son comparables entre sí. Sin embargo, al no estar amarrado a la distribución a priori, las escuelas serán “más exigidas” de acuerdo a qué tan heterogéneas sean las categorías de escuelas comparadas.

Debido a que el método DEA no es paramétrico y no se estima un coeficiente de efecto de las variables sobre el resultado, sino que se obtiene de un problema de programación lineal, no existe un problema de sesgo en las mediciones de eficiencia. Las correlaciones entre las variables de eficiencia con variables endógenas y variables instrumentalizadas son del orden del 0,996. De todas maneras, para efecto de ser consistente con las variables entre modelos, se utiliza la eficiencia calculada con variables instrumentalizadas.

Los resultados de la estimación de eficiencia técnica por el método DEA para cada establecimiento presentan las estadísticas descriptivas mostradas en la Tabla 13. La eficiencia técnica estimada por método DEA va desde 84% de eficiencia hasta el valor máximo 100%. Al mirar los resultados se puede ver que al menos un 25% de los establecimientos presenta un nivel de eficiencia máxima, igual a 1 (100%).

**Tabla 13: Resultados predicción de eficiencia técnica por establecimiento método DEA**

variable	prom.	SD	min	25%	mediana	75%	max
dea_leng	0,96	0,04	0,84	0,93	0,96	1,00	1,00
dea_mat	0,96	0,04	0,84	0,93	0,96	1,00	1,00

Fuente: Elaboración propia, datos SIMCE 2013

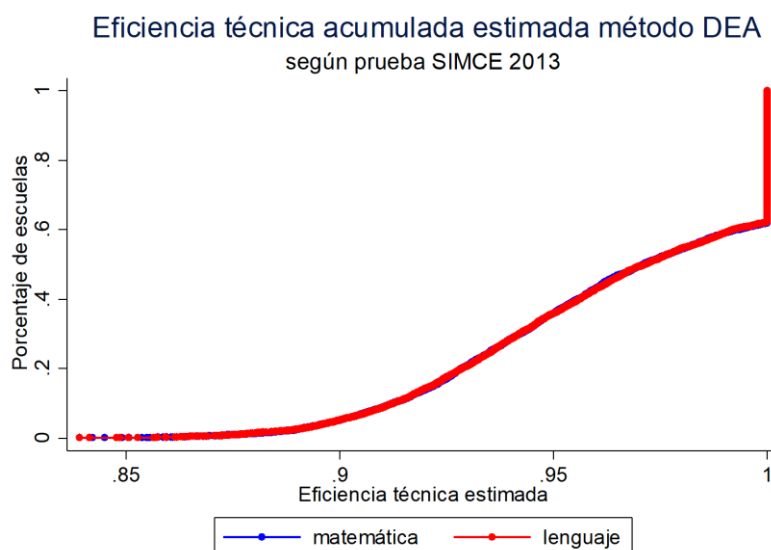
Comparativamente, la distribución actual de eficiencia técnica está más concentrada hacia la derecha de lo que mostraron Mizala, Romaguera y Farren (2002) en sus resultados con método DEA. En su artículo, los autores describen que la muestra tenía un promedio de eficiencia de 95,39% y un 58% de los establecimientos tenía el nivel máximo de eficiencia. Al mismo tiempo, la distribución de eficiencia técnica iba desde el 53% hasta el 100% según lo presentado por los autores<sup>28</sup>. Esta diferencia puede deberse a la consideración actual de los recursos financieros de los establecimientos, que perjudica a los establecimientos subvencionados. Por otra parte, la ausencia de establecimientos particulares pagados también puede cambiar las referencias comparativas.

Adicionalmente, de la Tabla 13 se puede ver que las distribuciones entre las pruebas de lenguaje y matemática presentan estadísticas iguales. La Figura 29 muestra la similitud de distribuciones acumuladas de eficiencia técnica entre ambas pruebas, y se intuye que no existen diferencias entre ambas distribuciones.

---

<sup>28</sup> Esta comparación debe hacer con precaución, ya que en la estimación actual no se estudian los establecimientos particulares pagados, y adicionalmente la función de producción estimada es diferente.

**Figura 29: Distribución acumulada de eficiencia técnica DEA, según prueba SIMCE**



**Fuente: Elaboración propia, datos MINEDUC 2013**

El resultado del test Kolmogorov-Smirnov muestra que ambas distribuciones son significativamente equivalentes entre sí ( $\chi^2=0,008$ ;  $p\text{-valor}=0,998$ ). De la misma forma, el test de Wilcoxon-Mann-Whitney también corrobora que ambas muestras provienen de distribuciones con la misma mediana ( $W\text{-M}\text{-}W=-0,042$ ;  $p\text{-valor}=0,967$ ). No hay diferencias significativas entre las distribuciones de eficiencia para ambas pruebas SIMCE por el método DEA.

La variable de eficiencia técnica estimada se regresa sobre las demás variables del modelo a través del método Tobit descrito anteriormente en la Ecuación 8. Los resultados de esta estimación se encuentran en la Tabla 14. En ella se puede ver que todas las variables, con excepción de los recursos SEP individuales instrumentalizados, y el tamaño de las escuelas, poseen un efecto significativo sobre la eficiencia técnica estimada. Esta es una diferencia importante con lo presentado en el modelo Tobit del método SFA.

Se debe destacar que la ausencia de significancia de la variable de recursos SEP puede deberse a la magnitud de su efecto sobre el logro académico de los estudiantes. Es decir, si el efecto de esta variable sobre el resultado académico es igualmente comparable al aporte de recursos que realiza, entonces es esperable que el signo del efecto sobre la eficiencia sea nulo. En cambio, si el efecto sobre el logro fuera menor, el coeficiente de la Tabla 14 sería significativo y negativo (como sucede con las demás variables de recursos).

Es posible notar también que el índice de vulnerabilidad escolar IVE presenta el mayor coeficiente de las variables, seguido por la ruralidad. En ambos casos el signo es el esperado, pues a mayor concentración de vulnerabilidad es menor el logro académico. En el caso rural, aun con subvenciones especiales para su corrección, la ruralidad y tamaño de los establecimientos es una dificultad para el uso eficiente de los recursos.

Los coeficientes de las variables PSS y PSC muestran que ambos tipos de establecimientos presentarían, en promedio, menor eficiencia que los establecimientos EM. Para ver más en detalle esta relación, se estudian las distribuciones de eficiencia técnica entre tipos de establecimiento.

Tabla 14: Resultados estimación Tobit para eficiencia técnica estimada por método DEA

VD: DEA	Lenguaje		Matemática		
	Coef.	t-valor	Coef.	t-valor	
lsep_mc3e_sum	0,000	0,01	-0,000	-0,53	
lrec_mc3e	-0,006	-2,82 **	-0,008	-3,97 **	**
lsepc	-0,012	-28,37 **	-0,013	-29,14 **	**
sexo_prom	-0,024	-13,39 **	-0,026	-14,10 **	**
nlibros_prom	-0,008	-6,88 **	-0,007	-6,14 **	**
educm_prom	-0,004	-11,60 **	-0,004	-13,11 **	**
ingfam_prom	-0,004	-8,61 **	-0,004	-8,48 **	**
salacuna_prom	-0,020	-6,36 **	-0,023	-7,04 **	**
jardin_prom	-0,011	-5,86 **	-0,009	-5,14 **	**
prekinder_prom	-0,020	-7,68 **	-0,020	-7,65 **	**
kinder_prom	0,009	3,34 **	0,007	2,56 *	*
expectativa_prom	-0,002	-3,22 **	-0,003	-3,73 **	**
PSS	-0,010	-8,82 **	-0,013	-11,29 **	**
PSC	-0,022	-16,05 **	-0,024	-17,30 **	**
matricula	0,000	-0,26	0,000	0,61	
matricula2	0,000	1,38	0,000	0,84	
curso	-0,003	-14,47 **	-0,003	-12,25 **	**
curso2	0,000	12,49 **	0,000	10,43 **	**
ive	-0,125	-29,40 **	-0,127	-29,87 **	**
exppr	-0,005	-22,05 **	-0,005	-21,83 **	**
exppr2	0,000	17,13 **	0,000	16,94 **	**
indiceigual	-0,009	-20,40 **	-0,009	-20,90 **	**
rural	-0,040	-36,43 **	-0,035	-31,38 **	**
sleng12/smat12	-0,002	-4,57 **	-0,000	-0,94	
_cons	1,473	116,44 **	1,494	116,72 **	**
sigma	0,024	104,09 **	0,024	104,12 **	**
LR chi2		4611,77 **		4537,79 **	**
LL		12580,776		12559,441	
N		5416		5423	

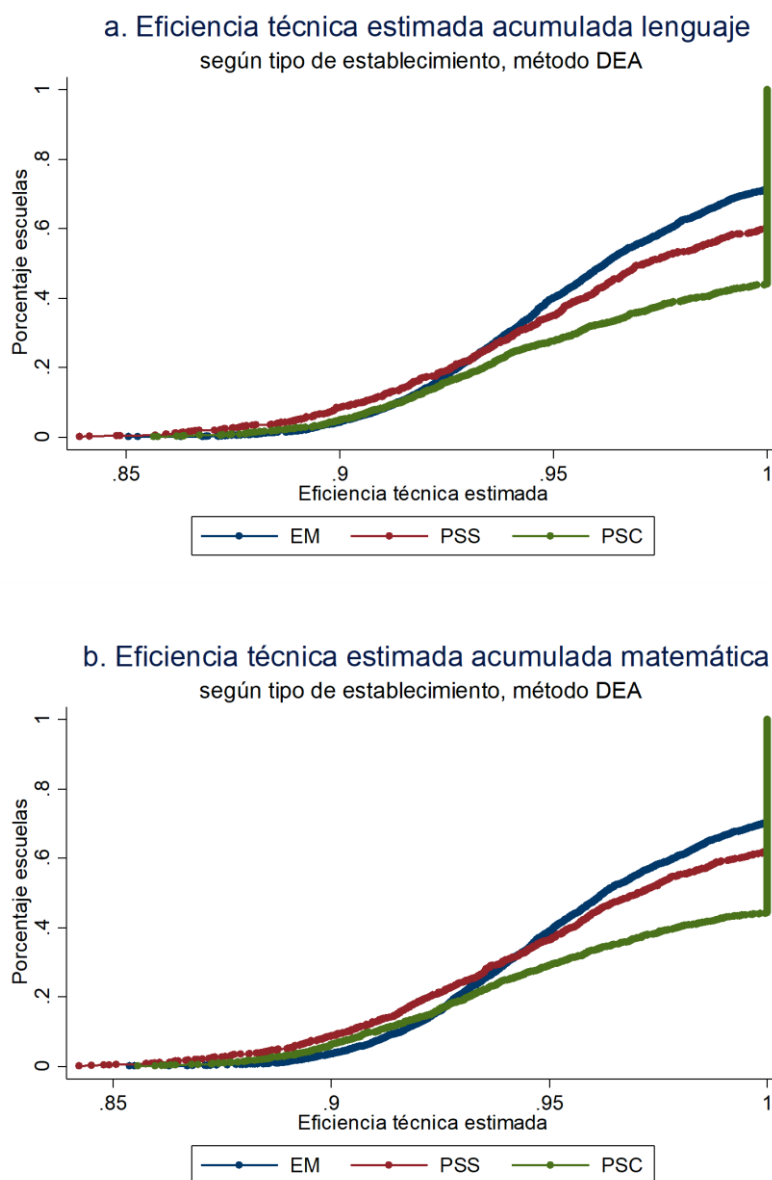
\* p<0,05; \*\* p<0,01

Fuente: Elaboración propia, datos SIMCE 2013

Se estudian las distribuciones acumuladas de la eficiencia técnica estimada mediante el método DEA según el tipo de establecimiento. En la Figura 30 se presentan las distribuciones acumuladas según el tipo de establecimiento. De la figura puede verse que existen diferencias entre estas distribuciones. Los establecimientos PSC presentan eficiencia máxima en un mayor porcentaje que el resto de los establecimientos.

**Figura 30: Distribuciones aculadas de eficiencia según establecimiento por método DEA (a. Lenguaje, b. Matemática)**

**Fuente: Elaboración propia, datos SIMCE 2013**



Se testean las hipótesis mencionadas anteriormente con tests no paramétricos. De acuerdo al test de Kruskal-Wallis, la eficiencia estimada para los diferentes tipos de establecimientos proviene de diferentes distribuciones, tanto en matemática ( $\chi^2=119$ ;  $p$ -valor= 0,000), como en lenguaje ( $\chi^2=154,47$ ;  $p$ -valor=0,000). Más aun, el test post-hoc de Dunn's permite establecer diferencias ordenadas entre las medianas, definiendo una distribución mayor que la otra si es que, al escoger un establecimiento de cada distribución aleatoriamente, la probabilidad de que uno sea mayor que el otro es mayor al 50%. Así, para lenguaje, los establecimientos PSC serían más eficientes que los PSS ( $D=-6,64$ ;  $p$ -valor=0,000), y, a su vez, los establecimientos PSS serían más eficientes que los EM ( $D=-3,61$ ;  $p$ -valor=0,000).

Para la prueba de matemáticas se replican los resultados. El test de Dunn's permite establecer que la eficiencia de los establecimientos PSC es mayor (de acuerdo a lo definido en el párrafo anterior) que los establecimientos PSS ( $D=-11,10$ ;  $p$ -valor=0,000); a su vez, los establecimientos PSS serían más eficientes que los EM ( $D=-1,76$ ;  $p$ -valor=0,039).

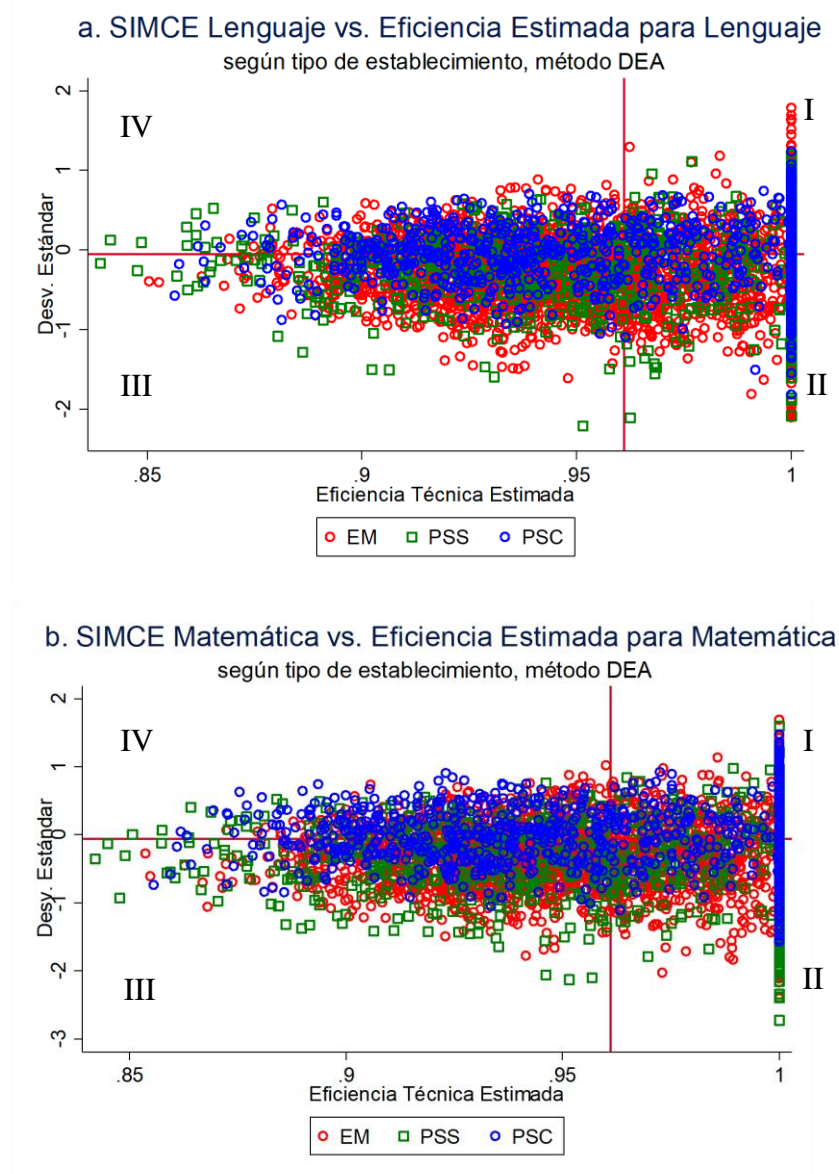
Hay que notar que el  $p$ -valor de la última comparación es mayor que las demás comparaciones. Esto indicaría que la diferencia entre las eficiencias técnicas para matemática de los establecimientos PSS y EM presenta evidencia menos precisa. De hecho, al comparar solamente los establecimientos PSS y EM para la eficiencia en matemática, se puede asegurar que provienen de distribuciones equivalentes de acuerdo al test W-M-W ( $WMW=-1,64$ ;  $p$ -valor=0,102). Pero, no ocurre lo mismo para la prueba de lenguaje ( $WMW=-3,489$ ;  $p$ -valor=0,001).

Se estudian la efectividad y eficiencia de los establecimientos de la misma manera que se hizo para el método SFA. La Figura 31 muestra gráficos de puntos del desempeño en SIMCE según el nivel de eficiencia de los establecimientos. En la figura se muestran los cuadrantes descritos anteriormente, que dividen: (I) establecimientos eficientes y de buen desempeño, (II) eficientes de mal desempeño, (III) ineficientes de mal desempeño, y (IV) ineficientes de buen desempeño.

La Figura 31 permite ver que existen numerosos establecimientos en cada uno de los cuadrantes, y que la relación entre logro académico y eficiencia técnica no es tan clara como la mostrada para el método SFA. Esto permite que existan establecimientos con nivel de eficiencia máxima para todo el rango de resultados SIMCE. En la figura se puede ver que los puntos que están por debajo y a la izquierda de la nube de puntos suelen ser PSS.

El número y porcentaje establecimientos de cada tipo que se encuentran en los cuadrantes se muestran en la Tabla 15. Para el caso de matemáticas ( $\chi^2=681,19$ ;  $p$ -valor=0,000) y de lenguaje ( $\chi^2=459,39$ ;  $p$ -valor=0,000) existe dependencia significativa entre los tipos de establecimientos y el cuadrante en el que se distribuyen. Esto quiere decir, que la distribución de los establecimientos en los cuadrantes no es debido al azar sino que a sus propias características.

Figura 31: SIMCE 2013 vs. eficiencia técnica estimada con método DEA (a. Lenguaje, b. Matemática)



Fuente: Elaboración propia, datos SIMCE 2013

En ella se puede ver que los establecimientos EM y PSS presentan distribuciones similares entre ellos, diferenciándose de los establecimientos PSC. Al mismo tiempo, los establecimientos PSC presentan los porcentajes más altos dentro del cuadrante I, luego el cuadrante IV en matemática pero similarmente los cuadrantes II, III y IV en lenguaje. Esto indicaría una alta efectividad y eficiencia para matemáticas, pero no tan alta para lenguaje. Los establecimientos EM y PSS se concentran entre los cuadrantes I y IV para matemáticas, pero en los cuadrantes II y III para lenguaje. Esto indicaría mayores logros relativos en matemática que en lenguaje para estos establecimientos, con los mismos niveles de eficiencia.

**Tabla 15: Distribución de establecimientos según cuadrante de la relación desempeño vs. Eficiencia DEA para SIMCE 2013**

Cuad.	SIMCE Matemática			SIMCE Lenguaje		
	EM	PSS	PSC	EM	PSS	PSC
I	1087 (36%)	334 (35%)	873 (62%)	605 (20%)	228 (24%)	673 (48%)
II	51 (17%)	202 (21%)	71 (5%)	950 (31%)	320 (33%)	283 (20%)
III	403 (13%)	145 (15%)	40 (3%)	1055 (35%)	277 (29%)	215 (15%)
IV	1043 (34%)	279 (29%)	432 (30%)	432 (14%)	134 (14%)	244 (17%)
Total	3047 (100%)	960 (100%)	1416 (100%)	3042 (100%)	959 (100%)	1415 (100%)

Fuente: Elaboración propia, datos SIMCE 2013

A partir de las posiciones de los cuadrantes descritos, se presentan en la Figura 32 las variaciones entre los resultados actuales considerando recursos financieros ('13) y los mostrados por Mizala, Romaguera y Farren (2002) para el años 1996.

Para la prueba de lenguaje, la Figura 32 muestra una variación de los establecimientos EM desde el cuadrante I al IV principalmente, lo que indicaría una pérdida de eficiencia cuando se consideran los recursos financieros, aunque sin pérdida notoria de logro académico relativo.

La misma figura muestra que los establecimientos PSS varían desde el cuadrante I a los cuadrantes II y III principalmente, en la prueba de lenguaje. Esto equivaldría a una pérdida de ambas efectividad relativa a los otros establecimientos en la prueba SIMCE 2013, y a una pérdida eficiencia relativa cuando se consideran los recursos financieros.

Los establecimientos PSC en cambio, mantuvieron parte de la presencia en el cuadrante I, pero se movieron hacia el cuadrante IV principalmente. Esto indicaría una pérdida de eficiencia relativa si es que se consideran en la estimación sus recursos financieros; manteniendo un logro académico alto en relación a los demás establecimientos.

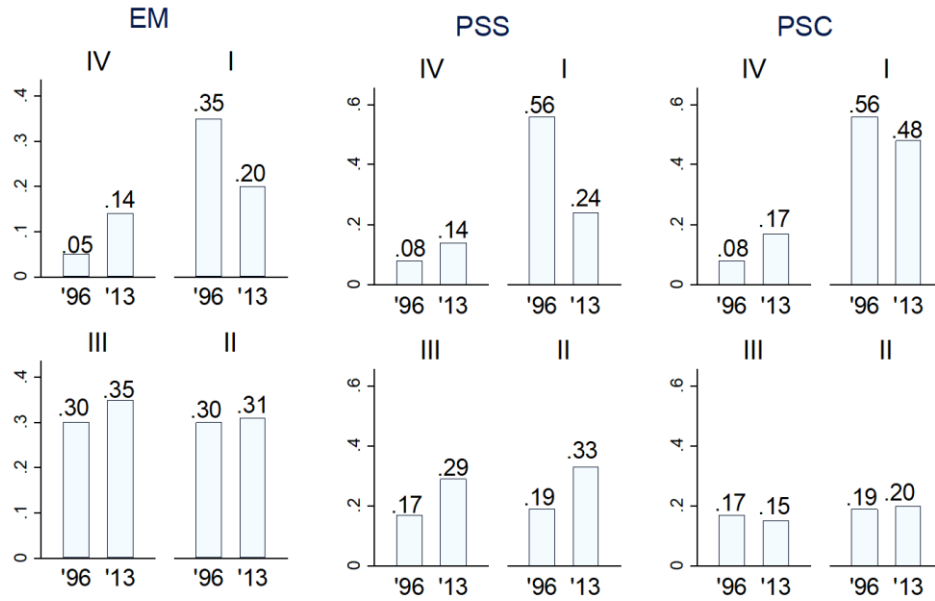
Se debe notar que este método de estimación de eficiencia coincide con el método SFA en mostrar que los establecimientos EM y PSC pierden eficiencia relativa, particularmente para lenguaje, cuando se consideran sus recursos financieros en ambas pruebas.

Para la prueba de matemáticas, la Figura 32 muestra que los establecimientos EM se mantienen en el cuadrante I, pero fluctúan de los cuadrantes II y III al IV principalmente cuando son considerados los recursos financieros. Esto indica un aumento del logro académico relativo a los demás tipos de establecimientos para la prueba 2013, aunque probablemente sub-óptimo en términos de la eficiencia relativa de sus recursos financieros.

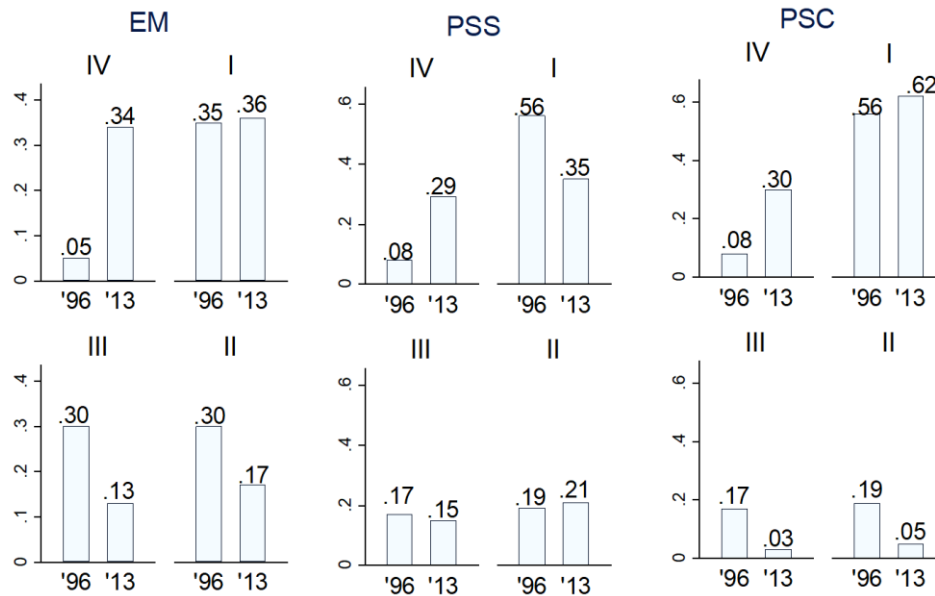
Los establecimientos PSS por su parte muestran variación del cuadrante I al cuadrante IV principalmente, mostrando una pérdida de eficiencia relativa cuando se consideran sus recursos financieros. Los establecimientos PSC en cambio, fluctuaron desde los cuadrante II y III hacia el IV principalmente, y hacia el I levemente. Este comportamiento mostrado por los establecimientos PSC es similar a las fluctuaciones de los establecimientos EM, cuando se consideran los recursos financieros en la estimación de eficiencia.

Figura 32: Variación porcentual de establecimientos por cuadrante método DEA

Variación porcentual de establecimientos por cuadrante método DEA, prueba SIMCE lenguaje 2013



Variación porcentual de establecimientos por cuadrante método DEA, prueba SIMCE matemática 2013



Fuente: Elaboración propia, datos SIMCE 2013



Así, los datos muestran que los establecimientos EM muestran un mejor desempeño relativo en la prueba SIMCE matemática de 2013, al igual que los establecimientos PSC. En cambio, los establecimientos PSS muestran una disminución de eficiencia cuando se consideran sus recursos.

Según lo estudiado con el método DEA, la tendencia de las variaciones en matemática es una mayor efectividad académica con igual (o peor) eficiencia técnica para los EM y PSC; y una clara pérdida de eficiencia relativa para los establecimientos PSS al considerar sus recursos financieros.

La tendencia de las variaciones en lenguaje es una pérdida de eficiencia técnica (con igual o peor desempeño relativo) para los establecimientos EM y PSC al considerar sus recursos financieros; y una clara disminución de desempeño relativo en esta prueba, junto a una disminución de eficiencia técnica para los establecimientos PSS.

Con excepción de la pérdida de eficiencia técnica para los EM en la prueba de lenguaje, los resultados obtenidos son similares entre los métodos SFA y DEA. Como las variaciones son porcentuales entre los mismos tipos de establecimiento en relación a los promedios correspondientes, las comparaciones internas son válidas.

Al comparar los grupos de eficiencia por tipo de escuela mostrados por Mizala, Romaguera y Farren (2002) para el método DEA, se pueden notar algunas variaciones. Ellos presentan que existe un 54,9% de establecimientos EM con nivel de eficiencia igual a 1 (100%), un 63,0% de establecimientos PS y un 74,2% de establecimientos PP.

Los establecimientos EM de total eficiencia habrían disminuido de un 54,9% (en Mizala, Romaguera y Farren, 2002) hasta un 29 o 30% dependiendo de la prueba considerada. Los PSS habrían disminuido de un 63% hasta un 38 o 40%; y los PSC habrían disminuido de un 63% hasta un 56%, lo que significa una menor eficiencia en todos los grupos cuando se consideran los recursos financieros de los establecimientos.

Por el otro lado, el número de establecimientos eficientes en general para la prueba SIMCE habría disminuido notoriamente desde el 58,9% hasta un 38%. Esto nuevamente indicaría una pérdida de eficiencia generalizada del sistema, al tomar en cuenta las eficiencias relativas de los establecimientos y sus recursos financieros.

**Tabla 16: Grupos de eficiencia según tipo de establecimiento, método DEA (los grupos se forman sobre y bajo la mediana)**

	Matemática						Lenguaje					
	< 100		= 100		Total		< 100		= 100		Total	
PSC	627	(44,28%)	789	(55,72%)	1416	(100%)	623	(44,03%)	792	(55,97%)	1415	(100%)
PSS	593	(61,77%)	367	(38,23%)	960	(100%)	576	(60,06%)	383	(39,94%)	959	(100%)
EM	2138	(70,17%)	909	(29,83%)	3047	(100%)	2168	(71,27%)	874	(28,73%)	3042	(100%)
Total	3358	(61,92%)	2065	(38,08%)	5423	(100%)	3367	(62,17%)	2049	(37,83%)	5416	(100%)

Fuente: Elaboración propia, datos SIMCE 2013

Existen resultados que coinciden entre ambos métodos de estimación de eficiencia técnica, aun cuando los valores obtenidos de cada uno no son comparables directamente entre sí.

En un primer lugar, existen diferencias entre las pruebas de lenguaje y matemática como resultados académicos de la función de producción. Aunque otros estudios (Mizala, Romaguera Farren, 2002; Quepil y Munoz, 2016) utilizan ambas pruebas indistintamente (como promedio en el primero, y en outputs simultáneos en el segundo), los resultados actualmente descritos muestran que los resultados varían si se usa una u otra prueba como output. Tanto en las distribuciones de eficiencia (método DEA) o en las variables significativas (método SFA).

También, los resultados en ambos métodos permiten visualizar una pérdida generalizada de eficiencia técnica en los establecimientos, cuando se toman en cuenta los recursos financieros de los establecimientos.

La caída de los indicadores de eficiencia general del sistema podría explicarse por la falta de los establecimientos PP en la estimación. Sin embargo, las variaciones internas de cada tipo de establecimiento no apoyarían esta explicación, pues no deberían verse afectados dentro de las comparaciones porcentuales.

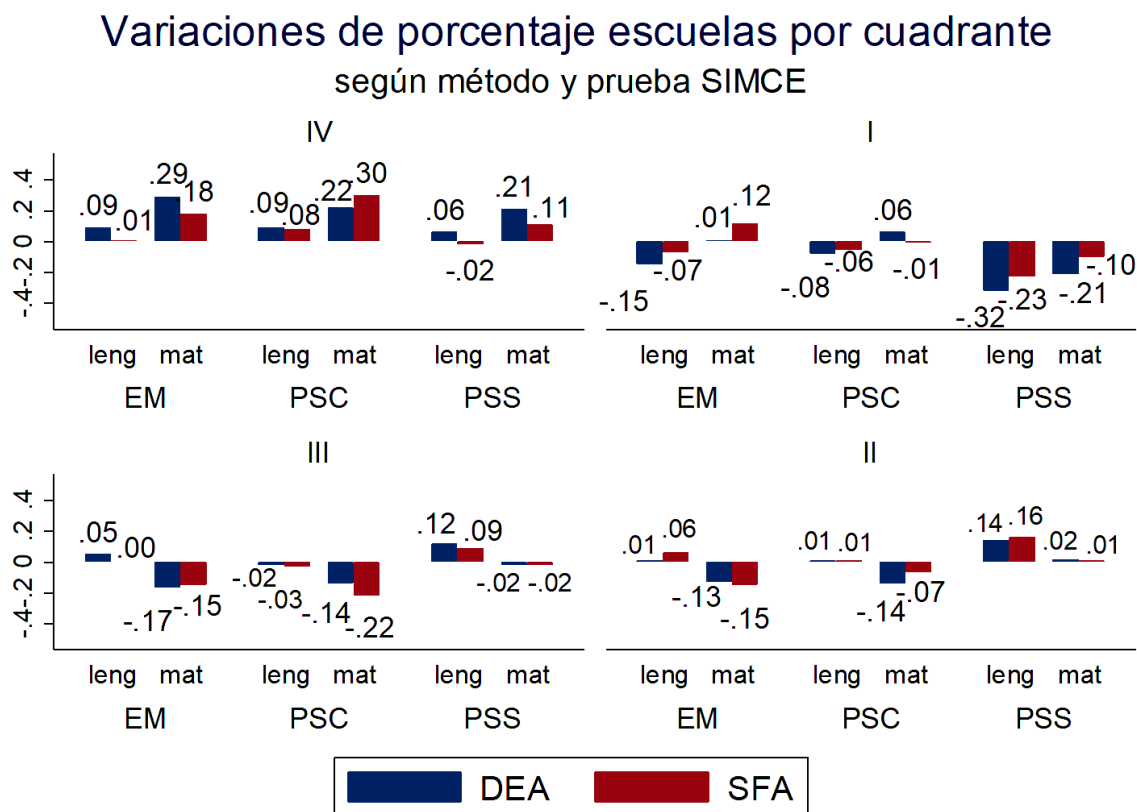
Un tercer resultado son las diferencias en eficiencia técnica entre los diferentes tipos de establecimiento. Aunque las diferencias en las distribuciones de eficiencia es más precisa y significativa en el método DEA, en el método SFA se pueden ver diferencias significativas en la distribución de los establecimientos en los cuadrantes de desempeño y eficiencia relativas.

Junto a lo anterior se debe notar la similitud entre los métodos para describir las variaciones porcentuales de los establecimientos frente a lo estimado en el 2002. En la Figura 33 se muestran las variaciones por cuadrante, de acuerdo a los métodos usados. En sólo tres casos los métodos difieren en el signo entregado.

Las conclusiones más destacables de estas diferencias radican en un aumento generalizado del cuadrante IV (para ambas pruebas) de todos los tipos de establecimientos, junto a una disminución del cuadrante I (excepción es matemática para EM y PSC). Otras variaciones altas y consistentes entre métodos son la disminución de los cuadrantes II y III de matemática para los establecimientos PSC.

Estas variaciones destacadas apoyan la hipótesis de que considerar los recursos financieros de los establecimientos de educación en la medición de eficiencia técnica es importante. Sin embargo, en algunos casos, como los establecimientos EM y PSC en matemática, la disminución de eficiencia vendría acompañada de un aumento relativo de desempeño académico. Este fenómeno daría la idea de que la separación del análisis entre establecimientos PS con copago (PSC) y sin copago (PSS) establece una clara diferencia de resultados académicos. Esta última conclusión apoya la idea de que la reciente Ley de fin al copago permite homogenizar la oferta educacional particular subvencionada.

Figura 33: Variación porcentual de escuelas por cuadrante, según método y prueba SIMCE



Fuente: Elaboración propia, datos SIMCE 2013

Finalmente, se debe destacar un cuarto resultado, similar entre ambos métodos, en la ausencia de un efecto significativo de la variable de recursos SEP individual (instrumentalizada) en la eficiencia técnica estimada. Como se describió anteriormente, este resultado puede considerarse evidencia de una magnitud no nula del efecto del aporte SEP individual (instrumentalizado) sobre el logro académico, al mismo tiempo que tiene un efecto directo sobre los recursos que dispone el establecimiento. La ausencia de un signo positivo indica que el aporte SEP todavía no es eficiente, pues no tiene un efecto positivo y significativo sobre la eficiencia técnica.

Frente a este particular resultado, se apoya la idea de que el aporte SEP individual debe ser corregido considerando un modelo de establecimiento eficiente, para que el efecto sobre el logro académico sea sobre una frontera eficiente de utilización de los recursos adicionales.

#### 4.4. Resultados monto estimado de subvención preferencial

La corrección del monto SEP se sustenta en el argumento de que la subvención SEP es efectiva pero no eficiente (por diseño). La efectividad de la subvención SEP ha sido mostrada empíricamente en la literatura (ver revisión bibliográfica del capítulo introductorio), y parte de esa evidencia se ha mostrado recientemente en las estimaciones de producción escolar. Al mismo tiempo, el sentido común sugiere que sean los establecimientos eficientes los cuales sean capaces de convertir los recursos SEP en resultados de aprendizaje.

Una hipótesis importante es que los recursos SEP no poseen el mismo efecto que los recursos regulares. Las estimaciones mostradas en la Tabla 6 presentan coeficientes de estos recursos (regulares y SEP) que son significativamente diferentes entre ellos ( $\chi^2=43.05$ ;  $p$ -valor=0,000).

Se realiza un ajuste del monto de aporte SEP que permite igualar el desempeño SIMCE entre grupos vulnerables a través de una estimación con método eficiente (MC3E), causal (instrumentos) y a nivel de estudiante. Adicionalmente, se utiliza una dimensión adicional de vulnerabilidad (educación materna) y se incorpora un modelo de escuela eficiente en el cálculo. Para corregir el monto SEP, se calcula la razón entre el gasto SEP necesario y el gasto SEP efectivo, para los datos 2013 (ver Ecuación 9).

La ecuación se resuelve para la diferencia de resultados académicos entre grupos socioeconómicamente diferentes, considerando la educación de la madre y el ingreso familiar; y a través de dos variables libres: aporte individual y aporte a la concentración escolar.

##### Aporte individual

Al resolver la Ecuación 9, para obtener una corrección del monto SEP a través del aporte individual, se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 17. La tabla presenta el factor de corrección para cada par de percentiles socioeconómicos, según método de eficiencia y prueba usada como logro académico. Vale decir, que para igualar el resultado académico de matemática del 10% más vulnerable con el 90% restante, se requiere de un aporte de 2,29 veces el aporte usado en la subvención SEP en el año 2013.

**Tabla 17: Resultados estimaciones monto de subvención preferencial eficiente según poblaciones comparadas, métodos de eficiencia y prueba SIMCE 2013**

		10/90	20/80	30/70	40/60
<b>Matemática</b>	<b>SFA</b>	2,29	2,19	2,13	2,08
	<b>DEA</b>	2,54	2,42	2,35	2,28
<b>Lenguaje</b>	<b>SFA</b>	1,70	1,66	1,63	1,60
	<b>DEA</b>	1,82	1,78	1,74	1,71

**Fuente: Elaboración propia, datos SIMCE 2013**

De acuerdo a los resultados de la Tabla 17, las correcciones por método DEA son mayores que las correcciones correspondientes al método SFA. Al mismo tiempo, las correcciones para la prueba de matemática son mayores que para la prueba de lenguaje.

Cabe destacar que, al realizar el mismo ejercicio de corrección sin el modelo de escuela eficiente, los montos de corrección son menores a los establecidos con el modelo de escuela eficiente (ver tabla en el Anexo 10). Este fenómeno puede deberse a dos factores. El primero es que las diferencias en los logros académicos SIMCE se acrecienta al considerar los establecimientos eficientes (porque serían en su mayoría PSC por un lado, y EM y PSS de desempeño medio-bajo por el otro); o un segundo factor que diferencia la cantidad de recursos SEP utilizados (los bajos recursos SEP de los establecimientos PSC eficientes).

La utilización de dos métodos de cálculo de eficiencia permite establecer un rango de dónde se encontraría el valor real del monto de subvención preferencial eficiente. Al considerar los 16 datos mostrados en la Tabla 17, se puede obtener un promedio y su respectivo intervalo de confianza; resultados ambos mostrados en la Tabla 18. De acuerdo a los datos, el promedio de corrección por aporte individual es de 1,995 con un 95% probabilidades de estar en el rango [1,824; 2,166]. Sin embargo, este indicador es sólo ilustrativo, puesto que cada valor responde a un objetivo diferente de equidad.

**Tabla 18: Resultados estimación de ajuste SEP - promedio**

	Promedio	Err. Estándar	IC: lim inferior	IC: lim. superior
corrección	1,995	0,0803	1,8239	2,1661

Fuente: elaboración propia

### Aporte por concentración

En el caso del aporte por concentración, se utilizaría el coeficiente de efecto mostrado en la Tabla 6 de estimaciones para la prueba de matemática. Esto, porque el resultado del coeficiente para la prueba de lenguaje no es significativo. La subvención por concentración se entrega de forma diferente de acuerdo a categorías de concentración, como se muestra en las tablas del Anexo 2, por lo que debe considerarse que su intención es compensar la desigualdad “efecto par” que ocurre en el establecimiento producto de las disímiles composiciones socioeconómicas de las comunidades de aprendizaje.

De esta manera, el cálculo de corrección se realiza igualando los promedios de logro de aprendizaje de todas las categorías de concentración con el promedio de la categoría de 0 concentración de estudiantes prioritarios, para establecimientos eficientes. Los resultados de este cálculo se encuentran en la Tabla 19. De dichos resultados se puede ver que la diferencia de categorías de concentración 0 y 1, no requieren de aumento.

**Tabla 19: Resultados estimaciones monto de subvención preferencial eficiente según poblaciones comparadas, métodos de eficiencia y prueba SIMCE 2013**

	Categoría	1	2	3	4
<b>Matemática</b>	<b>SFA</b>	0,00	3298,39	2,8e+11	4,4e+18
	<b>DEA</b>	0,00	8,0e+05	4,6e+11	4,0e+19
<b>Lenguaje</b>	<b>SFA</b>	0,16	7392,51	7,5e+10	3,5e+15
	<b>DEA</b>	0,00	63739,78	2,2e+10	1,9e+16

Fuente: elaboración propia

Los altos resultados de la estimación de la Tabla 19 se deben al bajo efecto que el aporte por concentración presenta en las estimaciones de logro académico (ver Tabla 6). Se debe notar que en la estimación de la prueba de lenguaje, este aporte no es significativo. Por tanto, no hay forma de establecer, con los resultados obtenidos, un monto de corrección realista para el aporte por concentración SEP a nivel de establecimientos.

### **Política de corrección**

Así, considerando únicamente el aporte individual SEP, y tomando en consideración que el valor de subvención SEP para el año 2013 era de \$33.974 para los niveles desde transición hasta 4° básico en categoría autónomo (también para 5to y 6to básico, ver Anexo 2). Esto significaría, aproximadamente, que se necesita un monto de \$66.674 promedio por alumno (de 4to básico) para resolver la brecha de inequidad en el SIMCE en Chile (del 2013) entre el 30% más vulnerable (considerando ingreso familiar y educación materna) y el restante 70% de la población. Esto es, utilizando el promedio obtenido entre los valores de corrección de ambas pruebas SIMCE 2013 y ambos métodos de cálculo de eficiencia técnica escolar (~1,96).

Utilizando datos de 2013, por haberse realizado la estimación con estos, se estima cuánto le costaría al Estado dicho aumento transversal del aporte SEP individual. De acuerdo a los datos MINEDUC de 2013, el número total de beneficiados SEP fue de 1.073.507 alumnos (de todos los niveles educacionales), que corresponden al 30,35% de la matrícula estudiantil del 2013.

Para realizar una estimación a nivel agregado se considera un valor promedio SEP de \$28.308. Entonces, el monto promedio aproximado de subvención necesario para lograr disminuir la brecha entre el 30% más vulnerable y el restante 70% de la población es de \$55.484. De forma agregada, el monto total de costo para el Estado la disminución de esta brecha es de alrededor de \$59.563 millones de pesos, para todos los alumnos que recibieron la subvención en 2013.

De acuerdo a la partida presupuestaria aprobada para el año 2013 por la Dirección de Presupuestos (DIPRES), el monto destinado a subvención escolar preferencial (en ambos, aporte individual y por concentración) desde el MINEDUC fue \$340.060 millones. Como el aporte individual representa, en promedio, un 78,3% de los recursos SEP totales significa que desde el MINEDUC se destinaron \$266.267 millones en aportes individuales SEP.

Esto quiere decir que un aumento del 22,36% del presupuesto de dicho año para SEP individual es el costo aproximado de la disminución eficiente de la brecha de resultados SIMCE entre el 30% más vulnerable de la población y el resto. Este cálculo supone dejar constante el monto de subvención por concentración.

De extenderse esta política de subvención preferencial, es importante discutir sobre sus resultados esperados. Por una parte, se esperaría una migración mayor de los establecimientos que no están inscritos a la SEP, a hacerlo. Esto es esperable, pues el “valor relativo” de los alumnos prioritarios habría aumentado. Con esto, el costo de oportunidad de educar a estudiantes no prioritarios aumentaría también.

Sin embargo, aunque los establecimientos tengan mayores incentivos a atraer estudiantes prioritarios, con la Ley de Inclusión, ya no tendrán los mismos mecanismos para hacerlo. Se debe tener en cuenta de que los mecanismos de ordenamiento serán a través de las preferencias de las familias junto a sorteos aleatorios.

#### 4.5. Análisis de robustez

Existen ciertos aspectos que deben tenerse en cuenta al momento de estimar el efecto de la política SEP y su eventual ajuste de costos. Por ejemplo, se mencionó en los aspectos metodológicos la dificultad de la comparación inter-temporal de la variable dependiente (SIMCE). Al mismo tiempo, las variables de recursos escolares pueden ser analizadas per cápita (de alumno) para contrarrestar las comparaciones entre diferentes tipos de establecimientos.

En esta sección se discuten los resultados del análisis al considerar las correcciones mencionadas. Estos resultados permitirán evaluar la robustez del análisis, y manifestar la existencia de posibles sesgos.

Las diferencias a analizar corresponden a la utilización de las variables de recursos a nivel escolar (*lrec* y *lsepc*) divididas por el número de alumnos del establecimiento (*matricula*). Al mismo tiempo, se utilizan los resultados de la prueba SIMCE de los años 2007 y 2008 (promediados) de las escuelas para evitar sobre-representar el efecto SEP en los años de intervención sobre la prueba SIMCE. Finalmente, se utiliza una base sin establecimientos pequeños, quitando todas las escuelas de menos de 400 estudiantes.

Los resultados de la estimación de la función de producción en ecuaciones múltiples a través del método de MC3E se muestran en la Tabla 20 y la Tabla 21. Las variables de recursos cambian sus magnitudes de forma esperable: al dividir por la matrícula la variable de recursos, ésta disminuye en magnitud, y su efecto marginal promedio crece. Sin embargo, es de interés notar que adicionalmente la variable de recursos SEP por concentración (*lsepc*) se vuelve significativa para la prueba de lenguaje. Esto indicaría un resultado robusto para el aporte individual, pero poco robusto para el aporte de concentración.

Otra diferencia destacable frente a los resultados estimados, es el aumento en el efecto marginal promedio de los tipos de establecimiento (*PSS*, *PSC*) en matemática. También lo es el crecimiento del coeficiente de la variable *ive*, el cual refleja el efecto marginal promedio que la vulnerabilidad tiene sobre el puntaje SIMCE. Ambos aumentos pueden deberse a correlaciones con el puntaje antes usado (SIMCE 2012) y con el puntaje controlado en esta oportunidad (SIMCE 2007-2008). Se debe notar que los valores de los coeficientes estimados son más similares entre pruebas una vez se han quitado las escuelas pequeñas, puesto que ellas aportan dispersión al análisis del SIMCE.

Sin embargo, la variación en la magnitud del efecto SEP individual altera en una baja magnitud los valores estimados de correcciones SEP (ver Tabla 17 y Tabla 22). Al tomar un nuevo valor de corrección promedio para disminuir la brecha de resultados SIMCE entre el 30% más vulnerable y el 70% restante de la población (1,63), el costo individual SEP aumenta a \$46.142. Al multiplicar por el número de estudiantes que recibieron la subvención en 2013, el indicador del costo total para la disminución de la brecha entre estos grupos sociales es cercano a los \$49.534 millones. Este monto significa un 18,60% del presupuesto destinado a SEP individual.

Esto quiere decir que existen resultados robustos en cuanto a los efectos individuales de los recursos asociados a la ley SEP individual. No obstante, existiría poca robustez en cuanto a los resultados de los recursos asociados a la subvención SEP por concentración a nivel de escuela. Esta diferencia en los resultados requiere de analizar la robustez de los instrumentos utilizados para dicho análisis.

**Tabla 20: Resultados estimación de logro académico sobre recursos Ecuación 2  
a) en robustez para la prueba SIMCE matemática 2013**

VD: SIMCE 2013	Matemática			
	MC3E		OLS	
	Coef.	t-value	Coef.	t-value
lsep	0,879	(7,58)**	-0,168	(8,28)**
lrec	0,156	(3,74)**	0,409	(11,19)**
lsepcc	2,713	(11,12)**	3,033	(15,43)**
sexo	-0,05	(8,67)**	-0,05	(8,77)**
educm	0,022	(17,02)**	0,014	(12,28)**
ingfam	0,022	(12,92)**	0,009	(6,84)**
nlibros	0,056	(15,83)**	0,053	(15,24)**
salacuna	0,027	(3,29)**	0,02	(2,53)*
jardin	0,063	(9,79)**	0,054	(8,46)**
prekinder	-0,009	(-0,91)	-0,007	(-0,79)
kinder	-0,045	(-1,53)	-0,045	(-1,53)
expectativa	0,15	(47,16)**	0,144	(45,72)**
PSS	0,081	(7,30)**	0,112	(8,85)**
PSC	0,087	(8,50)**	0,109	(9,90)**
matricula	0,000	(8,60)**	0,00	(6,20)**
matricula2	0,000	(4,75)**	0,00	(2,17)*
curso	-0,019	(4,42)**	-0,018	(3,57)**
curso2	0,00	(4,01)**	0,00	(3,55)**
rural	0,04	(2,22)*	0,063	(3,05)**
ive	-0,281	(6,96)**	-0,239	(5,58)**
exppr	-0,009	(2,59)**	-0,007	(-1,92)
exppr2	0,000	(-1,34)	0,000	(-0,83)
indiceigual	0,006	(2,09)*	0,008	(2,56)*
simce0708	0,196	(45,46)**	0,174	(33,68)**
cons.	-1,137	(-11,30)**	-1,087	(-8,20)**
N		99051		99162
R		0,11		0,16

\* p<0,05; \*\* p<0,01

Fuente: Elaboración propia datos SIMCE 2013



**Tabla 21: Resultados estimación de logro académico sobre recursos Ecuación 2 a) en robustez para la prueba de lenguaje SIMCE 2013**

VD: SIMCE 2013	Lenguaje			
	MC3E		OLS	
	Coef.	t-value	Coef.	t-value
lsep	0,932	(7,96)**	-0,225	(10,95)**
lrec	0,188	(4,49)**	0,294	(7,89)**
lsepc	1,762	(7,15)**	2,523	(12,64)**
sexo	0,176	(30,08)**	0,179	(31,02)**
educm	0,027	(20,52)**	0,018	(15,19)**
ingfam	0,021	(12,51)**	0,008	(5,65)**
nlibros	0,053	(14,82)**	0,05	(14,29)**
salacuna	0,042	(5,14)**	0,032	(3,89)**
jardin	0,061	(9,37)**	0,051	(7,94)**
prekinder	-0,001	(-0,14)	0,000	(-0,05)
kinder	-0,036	(-1,19)	-0,027	(-0,92)
expectativa	0,162	(49,99)**	0,154	(47,86)**
PSS	0,066	(5,89)**	0,069	(5,36)**
PSC	0,062	(6,04)**	0,071	(6,33)**
matricula	0,00	(6,32)**	0,00	(5,01)**
matricula2	0,00	(3,85)**	0,00	(2,43)*
curso	-0,018	(4,04)**	-0,015	(2,98)**
curso2	0,00	(3,62)**	0,00	(2,87)**
rural	0,041	(2,27)*	0,088	(4,19)**
ive	-0,268	(6,48)**	-0,375	(8,39)**
exppr	-0,012	(3,42)**	-0,014	(3,74)**
exppr2	0,000	(2,67)**	0,000	(2,93)**
indiceigual	-0,001	(-0,21)	0,000	(-0,03)
simce0708	0,168	(38,61)**	0,133	(24,14)**
cons.	-1,516	(-14,88)**	-1,037	(-7,67)**
N		99086		99197
R		0,11		0,15

\* p<0,05; \*\* p<0,01

Fuente: Elaboración propia datos SIMCE 2013

**Tabla 22: Resultados estimaciones monto de subvención preferencial eficiente según poblaciones comparadas, métodos de eficiencia y prueba SIMCE 2013 en robustez**

		10/90	20/80	30/70	40/60
<b>Matemática</b>	<b>SFA</b>	1,67	1,64	1,61	1,59
	<b>DEA</b>	1,76	1,72	1,69	1,66
<b>Lenguaje</b>	<b>SFA</b>	1,64	1,60	1,57	1,54
	<b>DEA</b>	1,72	1,68	1,65	1,61

Fuente: Elaboración propia, datos SIMCE 2013

La estimación de un indicador de sesgo (por endogeneidad) se presenta en la Tabla 23, de la misma manera en que se presentó en el capítulo 4 de Resultados. En ella se pueden ver resultados similares a los mostrados en la Tabla 4, mostrando que el instrumento *nse\_com* presentaría clara endogeneidad y por lo tanto no puede usarse como instrumento.

Sin embargo, el instrumento *num\_ps* no presenta correlaciones significativas en la Tabla 23, y en cambio sí lo hace en la Tabla 4. Esto indicaría cierta inconsistencia entre los análisis realizados, y podría significar una falta de robustez en términos generales.

**Tabla 23: Estimaciones de indicador de sesgo del instrumento en robustez**

VD: SIMCE 2013	Matemática		Lenguaje	
	MLM	OLS	MLM	OLS
<i>lsep</i>	-0,166 (8,22)**	-0,167 (8,24)**	-0,222 (10,80)**	-0,225 (10,96)**
<i>lrec</i>	0,400 (11,29)**	0,409 (11,19)**	0,301 (8,48)**	0,294 (7,90)**
<i>lsepc</i>	2,985 (15,45)**	3,032 (15,42)**	2,427 (12,50)**	2,524 (12,64)**
<i>pob_com</i>	0,000 (0,51)	0,006 (0,00)	-0,000 (0,48)	0,001 (0,06)
<i>num_ps</i>	-0,000 (0,31)	0,004 (0,00)	0,001 (0,94)	-0,007 (0,07)
<i>lcosto</i>	-0,011 (0,89)	-0,035 (0,00)	-0,009 (0,90)	0,058 (0,23)
<i>nse_com</i>	-0,088 (2,13)*	-0,336 (0,00)	-0,104 (3,22)**	-0,262 (0,30)
R2		0,16		0,15
N	99051	99051	99086	99086

\* p<0,05; \*\* p<0,01

Fuente: elaboración propia, datos SIMCE 2013

Respecto a la relevancia, surge también una diferencia entre los resultados en robustez (ver Tabla 24) y el análisis realizado (ver Tabla 5). Al utilizar las correcciones de robustez, el instrumento utilizado de población comunal pierde su relevancia una vez se controlan por variables de estudiantes en la ecuación para la variable *lsep*.

Esto indicaría que la población comunal es un instrumento débil en su utilización, lo que puede perjudicar la estimación de interés. Sin embargo, el gran tamaño de la muestra permite reducir el efecto del sesgo producido por instrumentos débiles y explicar la robustez de resultados en el efecto de la variable *lsep* a pesar de la baja relevancia (Angrist & Pischke, 2009).

La baja robustez en el coeficiente de la variable de recursos SEP por concentración puede deberse a la presencia de sesgos. La utilización de instrumentos mostrados en la literatura no asegura de forma objetiva una perfecta adecuación a todos los contextos, y la falta de exogeneidad en ellos puede sesgar aún más los resultados de estimación. Cabe recordar que la exogeneidad de un instrumento no es demostrable en términos empíricos.

**Tabla 24: Regresiones OLS sobre instrumentos en robustez**

VD:	lsep	lsep	lrec	lrec	lrec
lcosto	-0,034 (86,57)**	-0,022 (57,09)**	0,005 (16,91)**	-0,005 (17,83)**	0,109 (9,18)**
pob_com	-0,000 (2,21)*	-0,000 -1,71	-0,000 (22,66)**	-0,000 (18,02)**	-0,006 (18,20)**
controles		estudiante		escuela	escuela comuna
F	4984,02	2964,26	275,14	3199,94	589,52
R2	0,07	0,23	0,00	0,28	0,58
N	128657	110717	128657	115115	115115

\* p<0,05; \*\* p<0,01

Fuente: elaboración propia, datos SIMCE 2013

## 5. Conclusiones

En la introducción de este trabajo se mostró que la educación es un aspecto importante para los individuos y estados en los países. Se mostró también que Chile invierte en su sistema escolar, y que éste ha evolucionado a un mercado educativo que presenta inequidades en los resultados académicos, dependiente de las características socioeconómicas de las familias.

Se presentó también las políticas educativas y reformas que el Gobierno chileno ha elaborado, histórica y recientemente, para elevar los logros académicos y a la vez reducir la brecha de resultados entre los grupos más desaventajados y el resto de la población. Finalmente, se describió el principal instrumento de política educativa para este fin, la SEP; cuyo objetivo es igualar los puntajes promedio SIMCE de los estudiantes más vulnerables con el resto de los estudiantes.

Así, en el comienzo de una importante reforma (ley de Inclusión, nuevo Estatuto Docente, fortalecimiento de la educación pública), se abre la oportunidad de actualizar las mediciones de la SEP, en base a su diseño original e incorporando nuevas metodologías y variables. Junto a esto, esta reciente reforma es una importante oportunidad para discutir sobre la utilización eficiente de recursos en Educación, y actualizar las mediciones de eficiencia técnica escolar del sistema.

El aporte de esta tesis radica en dos aspectos fundamentalmente. El primer aporte es la entrega de estimaciones, mediante dos métodos y utilizando recursos financieros de los establecimientos, de niveles de eficiencia técnica de los establecimientos chilenos a 2013. Esta estimación es una actualización de lo presentado seminalmente por Mizala, Romaguera y Farren (2002) y permite una comparación precisa para los diferentes tipos de establecimientos escolares, sobre las variaciones de resultados al hacer estas consideraciones.

El segundo aporte de esta tesis es la entrega de una actualización del monto de la subvención escolar preferencial (SEP), a través de la estimación mediante un método instrumental eficiente e insesgado al nivel de estudiantes del efecto de los recursos sobre el logro académico. Esta corrección toma en consideración el diseño teórico de la subvención SEP y además establece escuelas eficientes como modelo de producción escolar. Esta corrección permite optimizar la entrega de recursos por parte del Estado, aumentando la efectividad y eficiencia de la subvención SEP.

Las conclusiones de este estudio se presentan en orden, de acuerdo a los resultados obtenidos en las estimaciones realizadas y mostrados en el capítulo 4 sobre Resultados. Primero se describe la principal conclusión de la estimación simultánea de ecuaciones, particularmente de la función de logro escolar.

Segundo, se describen las conclusiones obtenidas a partir de las mediciones de eficiencia técnica escolar; en la utilización de dos métodos y en la comparación con el trabajo de Mizala, Romaguera y Farren (2002). En tercer lugar, se presentan las conclusiones de la estimación actualizada del monto SEP, considerando los resultados de la estimación instrumental de la función de producción escolar.

Finalmente, se discuten las limitaciones de este estudio y la propuesta de futuras líneas de investigación.

## **5.1. Función de producción escolar**

Esta tesis es una propuesta de cambio, para mejorar la precisión de una política pública. En ella se analizó una base de datos de más de 144 mil estudiantes, que asisten a más de 5.400 escuelas chilenas. Se presentó evidencia a favor de las conclusiones que la literatura especializada ya ha presentado: i) hay presencia de inequidad socioeconómica en los resultados de desempeño educacional; ii) los establecimientos en Chile están caracterizados por su administración y financiamiento, escuelas PS con copago presentan mayores logros que las escuelas PS sin copago, y éstas que los establecimientos EM; y iii) los recursos educacionales tienen efectos significativos en el logro académico de los estudiantes.

Se estimó una regresión instrumental de los recursos educacionales frente a los resultados SIMCE 2013 para 4to básico. Esta regresión permitió establecer evidencia de que los recursos educacionales (las subvenciones regulares y la subvención SEP) poseen un efecto positivo, diferente y significativo en el nivel de desempeño obtenido en la prueba.

Esta conclusión permite robustecer la evidencia de que entregarles más recursos a los establecimientos tiene un efecto positivo en su desempeño, en promedio. Al mismo tiempo, los recursos educacionales presentan un efecto positivo en el desempeño académico en ambas pruebas, de matemática y lenguaje. Así, la función de producción escolar, que modela la capacidad de los establecimientos de convertir recursos en logro académico de sus estudiantes, se puede ver en los datos y en la estimación econométrica de éstos. Esta función de producción escolar empírica permite realizar estudios sobre la eficiencia técnica de producción escolar.

## **5.2. Eficiencia técnica escolar**

Los resultados de las estimaciones de eficiencia técnica escolar, mediante los métodos SFA y DEA, arrojan cuatro principales conclusiones. Ambos modelos poseen características tales que no permiten la comparación de valores entre ellos, pero sí puede estudiarse el comportamiento de los establecimientos para cada modelo por sí mismo y las conclusiones que coinciden entre ambos modelos.

La primera es que las pruebas de SIMCE lenguaje y matemática (2013) presentan diferencias de utilización de recursos, puesto que para el método SFA se puede ver distribuciones estadísticamente diferente de eficiencia técnica. También se puede ver que las diferencias de eficiencia técnica escolar entre las estimaciones con y sin recursos financieros es diferente entre pruebas. Este resultado es evidencia para reflexionar sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje de la matemática y del lenguaje, pues poseen diferencias estructurales relacionadas a la utilización de los recursos para esos fines.

A su vez, la prueba de lenguaje se ha visto más perjudicada en la eficiencia y efectividad de los establecimientos que la prueba de matemática. Nuevamente, esta diferencia debe despertar discusiones sobre la priorización del uso de recursos hacia resultados en matemática sobre los logros académicos en lenguaje, en los establecimientos y en la fiscalización estatal.

La segunda conclusión radica en que la consideración de los recursos financieros de los establecimientos subvencionados por el Estado presenta estimaciones de eficiencia técnica menores que si no son considerados. Esto es confirmado por ambos métodos de estimación, y por el análisis individual de cada tipo de establecimiento por separado.

Entendiendo que la inyección de recursos en el sistema ha sido sistemática, la eficiencia técnica del sistema parece disminuir cuando son tomados en consideración. Esta disminución de eficiencia en el sistema y en los establecimientos individualmente, con la consideración de recursos financieros, abre la discusión sobre la efectividad del sistema de mercado escolar, el cual prometía en su diseño aumentar la eficiencia de los establecimientos y del sistema.

A esta conclusión debe añadirse la confirmación de los resultados entregados en Mizala, Romaguera y Farren (2002), de que los establecimientos presentan diferentes niveles de eficiencia técnica, de acuerdo a su naturaleza administrativa y financiera. Esto es evidente en los resultados del método DEA, y también en las diferencias de variaciones en efectividad y eficiencia que se presentan en ambos métodos (coincidentemente).

Esta segunda conclusión presenta un corolario adicional. Por una parte, los establecimientos PS con copago serían más eficientes que el resto, al igual como lo plantean Thieme, Prior y Tortosa-Austin (2013). A diferencia de los autores mencionados, en este trabajo los resultados plantean que, para matemáticas, los establecimientos PS sin copago son más eficientes que los EM. Sin embargo, el nivel de confianza del test que permite hacer esa comparación es más bajo que el resto de las conclusiones.

En las diferencias de eficiencia mostradas con el estudio de Mizala, Romaguera y Farren (2002), se puede ver que los PS sin copago son los establecimientos que más parecen perder su nivel de eficiencia al considerar la estimación los recursos financieros.

De acuerdo a los resultados, de ambos métodos, al considerar los recursos financieros de los establecimientos, los EM mantienen o mejoran su eficiencia técnica en la prueba de matemática, pero reducen su eficiencia técnica en la prueba de lenguaje. De forma similar, en esta nueva estimación, los establecimientos PS con copago habrían mantenido o mejorado su eficiencia en la prueba de matemática, perdiendo eficiencia en la prueba de lenguaje.

Los establecimientos PS sin copago, en cambio habrían disminuido su eficiencia técnica en la prueba de matemática, y en la prueba de lenguaje, cuando se consideran sus recursos financieros.

A modo de caracterización de la eficiencia técnica escolar, el método Tobit utilizado permite establecer que son las variables de tamaño las más relevantes en explicar la variedad de eficiencia entre establecimientos, particularmente el tamaño promedio de los cursos (para ambos métodos, prueba de lenguaje). Estos resultados han sido obtenidos también en otros contextos escolares, como las escuelas secundarias de Finlandia (Kirjavainen & Loikkanen, 1998).

Una tercera conclusión radica en que el aporte SEP individual, que resulta tener un efecto positivo y significativo en el logro académico, posee condiciones institucionales que parecen fomentar la eficiencia y no disminuirla. La literatura y los datos respaldan la efectividad de esta política, aunque su eficiencia no ha sido estudiada con igual interés. Para su ajuste, el aporte SEP debe ser aumentado en consideración de su diseño y de la eficiencia del uso de recursos.

### **5.3. Monto de política de recursos focalizados**

Los datos muestran que es significativamente más efectivo, para el logro académico escolar, el aumento promedio de los recursos focalizados (aporte SEP individual) que los recursos regulares. Al mismo tiempo, los datos presentan que el aporte SEP individual no perjudica la eficiencia técnica de los establecimientos, a diferencia de los recursos regulares. Así, la corrección de este monto SEP debe hacerse considerando la eficiencia del uso de recursos del Estado en educación.

Los resultados de las estimaciones aseguran que se requiere de alrededor de 2 veces el aporte individual SEP (de 2013) para disminuir de forma efectiva y eficiente la brecha de resultados académicos SIMCE de 4to básico entre grupos socioeconómicos vulnerables y el resto de la población. Este monto de corrección oscila entre 1,60 hasta 2,54 veces el aporte individual SEP, dependiendo de la especificación de los grupos socioeconómicos, del método de eficiencia utilizado para el cálculo y de la prueba SIMCE cuya brecha se desea eliminar.

En una estimación aproximada, se mostró que incrementar la subvención del año 2013 por la corrección de eficiencia requeriría aumentar en 22,31% el presupuesto dedicado a la subvención preferencial individual. Este es un interesante indicador de costos en política educativa.

Finalmente, esta tesis aporta evidencia empírica en dos aspectos. El primero de ellos es entregando una nueva medida de eficiencia técnica escolar de los establecimientos en Chile, considerando sus recursos financieros. Los tipos de establecimientos del sistema escolar son diferentes entre sí, y la inequidad de resultados académicos responde a oportunidades de aprendizaje muy disímiles, que dependen de la situación socioeconómica de las familias.

El segundo aporte de esta tesis corresponde a la corrección de la subvención SEP individual, mediante un método eficiente, instrumentalizado y a nivel de estudiante, considerando un modelo de escuela eficiente. Estos dos aspectos empíricos deben ser concretados en un aporte a la discusión de la política educativa nacional.

El análisis de la eficiencia de los establecimientos municipales pone en alerta al futuro de la reforma educacional. Un aspecto importante de la Ley de Inclusión discutida en la introducción es que exige a los sostenedores de establecimientos PS convertirse en fundaciones sin fines de lucro y sin copago ó en establecimientos PP. Esta modificación de las “reglas del juego” hace más similares los establecimientos entre sí (los EM con los PSS y los PSC con los PP).

La mayor eficiencia de los PP y PSC parece estar demostrada en la literatura y en este estudio también. La diferente naturaleza de los establecimientos debe tenerse en consideración en las propuestas de política pública. La entrega de recursos por parte del Estado debe hacerse con la consideración de las verdaderas capacidades de los establecimientos; sus libertades y amarres institucionales.

El aporte SEP individual juega un rol clave en la efectividad y eficiencia del logro académico, pues por un lado entrega recursos de compensación, pero también lo hace exigiendo modalidades de utilización. En la reforma actual al sistema escolar, debe mantenerse y mejorarse la utilización de esta herramienta. Tanto para asegurar una efectiva reducción de la brecha socioeconómica de resultados, como para mantener y mejorar la eficiencia del uso de recursos por parte del Estado.

#### **5.4. Limitaciones de este trabajo y propuestas a futuro**

Esta es una investigación que utiliza datos institucionales para realizar un análisis cuantitativo de una realidad altamente compleja. Este estudio debe ser una guía de referencia sobre la inequidad de la educación en Chile y una posible dimensión de solución. Se propone a futuro la exploración cualitativa de los supuestos y montos mencionados en esta tesis, a través de la consulta con actores y participantes del sistema escolar: estudiantes, docentes, directores, fiscalizadores, etc.

Se debe reconocer la presencia de resultados robustos en términos finales, pero con poca robustez en la pertinencia de los instrumentos utilizados. Esto indica que los resultados finales pueden estar sesgados, y se requiere de la búsqueda de nuevos instrumentos que puedan ser una mejor base de robustez para este análisis.

Se deja propuesto además, el estudio de simulaciones de inequidad de resultados. La realidad de la brecha de resultados académicos puede variar con el tiempo, y las respuestas de la subvención, la selección de escuelas y la eficiencia del sistema puede verse afectada con esto. Es importante mantener un monitoreo y analizar dinámicamente estos efectos en el sistema. También se propone una agenda de investigación para la corrección SEP en la educación secundaria.

En los aspectos técnicos, se debe tener en consideración que las estimaciones con datos en diversos niveles pueden incurrir en sesgos. Hanushek (1989) presenta las dificultades de hacer supuestos respecto a los niveles educacionales y sus conclusiones.

Desde la perspectiva técnica, se debe tener en consideración que los modelos aquí planteados sufren de sesgos; aun cuando éstos han sido trabajados y disminuidos, puede ser que no hayan sido eliminados por completo. La comparación entre tipos administrativos debe hacerse con precaución, por el sesgo de selección; al mismo tiempo, la magnitud del efecto de recursos sobre el logro académico debe utilizarse con precaución, y considerar que pueden existir problemas en la utilización de algunos instrumentos frente a otros.

Por otro lado, los modelos de cálculo de eficiencia aquí utilizados pueden ser complejizados, con mejores herramientas computacionales y softwares estadísticos. Para los métodos SFA y DEA existen modelos anidados y jerárquicos que entregan más libertad en las relaciones de las DMU.

También, se puede profundizar y complejizar el análisis de la eficiencia utilizando otras medidas de desempeño escolar, como la aprobación o reprobación de los niveles, la asistencia a clases, o medidas subjetivas de éxito o del bienestar de los alumnos. Además, se hace necesario contar con paneles de datos que permitan hacer seguimiento longitudinal de los alumnos en el sistema escolar. Esto permite controlar mejor por los efectos fijos de los estudiantes, profesores y establecimientos, logrando diferenciar los efectos variables en el tiempo.

Los cambios recientes a la estructura del sistema escolar dificultan la predicción del comportamiento de los establecimientos, pero la eficiencia técnica de los establecimientos no cambiará tan rápidamente. Se pueden tener en consideración estas mediciones como línea de base para futuras mediciones de eficiencia escolar en Chile, a partir de la modificación estructural del sistema

La última y principal limitación de esta tesis es tener en claro que “El mapa no es el territorio”, como ilustró Alfred Korzybski. Los modelos aquí presentados son una simplificación de una realidad compleja que requiere de mayor atención y estudio multidisciplinar.



## 6. Bibliografía

- Aaltonen, J., Kirjavainen, T., & Moisio, A. (2006). Efficiency and Productivity in Finnish Comprehensive Schooling 1998-2004. *Valtion taloudellinen tutkimuskeskus (Working Paper)*, 127.
- Acevedo, I., & Valenzuela, J. P. (2011). Ley de Subvención Escolar Preferencial. More opportunities of choice for vulnerable students. *Versión Preliminar, Dpt. de Economía, Universidad de Chile*.
- Aedo, C. (2000). *Educación en Chile: evaluación y recomendaciones de política*. Santiago: Universidad Alberto Hurtado, Departamento de Economía y Administración.
- Agencia de Calidad de la Educación. (2013). *Bases de Datos*. Santiago, Chile.
- Agencia de la Calidad de la Educación. (2015a). *PISA 2015: Programa para la evaluación internacional de estudiantes OCDE*. Santiago de Chile: Agencia de la Calidad de la Educación.
- Aigner, D., Lovell, C. K., & Schmidt, P. (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of Econometrics*, 21-37.
- Alexander, W. R., Haug, A. A., & Jaforullah, M. (2010). A two-stage double-bootstrap data envelopment analysis of efficiency differences of New Zealand secondary schools. *Journal of Productivity Analysis*, 34(2), 99-110.
- Anand, P., Mizala, A., & Repetto, A. (2009). Using school scholarships to estimate the effect of private education on the academic achievement of low-income students in Chile. *Economics of Education Review*, 370-381.
- Angrist, J. D., & Pischke, J.-S. (2009). *Mostly Harmless Econometrics: An Empiricist's Companion*. Princeton University Press.
- Bachelet, M. (2013). Chile de todos. Programa de Gobierno Michelle Bachelet. Santiago, Chile.
- Bakhsh, K., Rose, S., Ali, M. F., Ahmad, N., & Shahbaz, M. (2017). Economic growth, CO 2 emissions, renewable waste and FDI relation in Pakistan: New evidence from 3SLS. *Journal of Environmental Management*, 627-632.
- Banco Mundial. (2018). *World Development Report 2018: Learning to realize Education's promise*. Washington DC: World Bank.
- Banker, R. D., & Natarajan, R. (2011). *Statistical Test Based on DEA Efficiency Scores*. Springer.
- Banker, R. D., Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Zhu, J. (2011). Returns to Scale in DEA. En W. W. Cooper, L. M. Seiford, & J. Zhu, *Handbook on Data Envelopment Analysis* (págs. 41-70). Springer.

- Barber, M., & Mona, M. (2008). *Cómo hicieron los sistemas educativos con mejor desempeño en el mundo para alcanzar sus objetivos*. Retrieved 4 July 2016-11 from [www.preal.org: http://www.preal.org/publicacion.asp](http://www.preal.org/publicacion.asp)
- Battese, G. E., & Coelli, T. J. (1988). Prediction of firm-level technical efficiencies with a generalized frontier production function and panel data. *Journal of Econometrics*, 387-399.
- Bayer, P., & McMillan, R. (2005). Choice and competition in local education markets. *Working Paper 11802*.
- Bellei, C. (2007). Expansión de la educación privada y mejoramiento de la educación en Chile. Evaluación a partir de la evidencia. *Pensamiento Educativo*, 40(1), 1-21.
- Bellei, C. (2011). La educación pública que Chile necesita. In R. Lagos, & O. Landerretche, *El Chile que se viene* (pp. 99-112). Santiago: Catalonia.
- Bellei, C. (2013). La emergencia de la Ciudadanía. En U. de Chile, *Cátedra Michel Foucault* (págs. 1-11).
- Bellei, C. (2016). Dificultades y resistencias de una reforma para des-mercantilizar la educación. *RASE: Revista de la asociación de Sociología de la Educación*, 232-247.
- Bellei, C., & Vanni, X. (2015). Evolución de las políticas educacionales en Chile, 1980-2014. En C. Bellei, *El gran experimento. Mercado y privatización de la educación chilena* (págs. 23-45). Santiago: LOM Ediciones.
- Bellei, C., Contreras, D., & Valenzuela, J. P. (2010). *Ecos de la revolución pingüina*. Santiago: Pehuen.
- Berger, M. C., & Toma, E. F. (1994). Variation in State Education Policies and Effects on Student Performance. *Journal of Policy Analysis and Management*, 13(3), 477-491.
- Berner, H., & Bellei, C. (2011). ¿Revolución o Reforma? Anuncios, medidas y compromisos a la espera de la reforma educacional. *Política - Revista de Ciencia Política*, 49(2), 67-96.
- Bessent, A., & Bessent, W. (1979). *Determining the comparative efficiency of schools through data envelopment analysis*. Austin, TX.: Center for Cybernetics Studies, The University of Texas at Austin.
- Bessent, A., Bessent, W., Kennington, J., & Reagan, B. (1982). An Application of Mathematical Programming to Assess Productivity in the Houston Independent School District. *Management Science*, 28(2), 1355-1367.
- Betts, J. R., & Roemer, J. E. (2004). *Equalizing Opportunity Through Educational Finance Reform*. California: Public Policy Institute of California.
- Biblioteca del Congreso Nacional. (2016). *Historia de la Ley N° 20.903. Crea el sistema de desarrollo profesional docente y modifica otras normas*. Biblioteca del Congreso Nacional.

- Bowden, R. J., & Turkington, D. A. (1984). *Instrumental Variables*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Brasington, D. M. (2003). The supply of public school quality. *Economics of Education Review*, 22, 367-377.
- Bravo, D., Contreras, D., & Sanhueza, C. (1999). *Rendimiento educacional, desigualdad, y brecha de desempeño Privado/Público: Chile 1982-1997*. Universidad de Chile: Departamento de Economía.
- Brewer, D. J. (1996). Does More School District Administration Lower Educational Productivity? Some evidence on the "Administrative Blob" in New York Public Schools. *Economics of Education Review*, 111-124.
- Brewer, D. J., Hentschke, G. C., & Eide, E. R. (2010). Theoretical Concepts in the Economics of Education. En D. J. Brewer, & P. J. McEwan (Edits.), *Economics of Education* (págs. 3-8). Elsevier.
- Brighouse, H., & Schouten, G. (2016). Subvencionar o no subvencionar: ¿Qué preguntas deberíamos hacer y qué nos dirán las respuestas? En J. Corvalán, A. Carrasco, & J. E. García-Huidobor, *Mercado Escolar y Oportunidad Educativa* (págs. 475-515). Santiago: Ediciones UC.
- Bronfman, J. (2007). School performance evaluation under the voucher system: the case of Chile. *MPRA Paper No. 63264*.
- Brunner, J. J., & Elacqua, G. (2005). Factores que inciden en una educación efectiva. Evidencia Internacional.
- Brunner, J. J., & Peña, C. (2007). *La reforma al sistema escolar: aportes para el debate*. Santiago de Chile: Universidad Diego Portales.
- Bruns, B., & Luque, J. (2014). *Better Teachers for Latin America and the Caribbean*. World Bank Group.
- Burton, G. (2012). Hegemony and Frustration: Education Policy Making in Chile under the Concertación, 1990-2010. *Latin American Perspectives*, 39(4), 34-52.
- Bustos, S., Contreras, D., & Sepúlveda, P. (2007). When schools are the ones that choose: the effect of screening in Chile. *Working Paper N° wp242*.
- Canales, M., Bellei, C., & Orellana, V. (2016). ¿Por qué elegir una escuela privada subvencionada? Sectores medios emergentes y elección de escuela en un sistema de mercado. *Estudios Pedagógicos*, 42(3), 89-109.
- Carrasco, A., & San Martín, E. (2012). Voucher System and School Effectiveness: Reassessing school performance difference and parental choice decision-making. *Estudios de Economía*, 39(2), 123-141.

- Carrasco, A., Donoso, A., & Mendoza, M. (2016). La Dimensión Ético-Política de la Elección de Escuela: Dilemas en Familias Chilenas de Élite. En J. Corvalán, A. Carrasco, & J. E. García-Huidobro (Eds.), *Mercado Escolar Y Oportunidad Educacional: Libertad, Diversidad y Desigualdad* (págs. 301-337). Santiago: Ediciones UC.
- Carrasco, A., Falabella, A., & Tironi, M. (2016). Sociologizar la construcción de preferencias: elección escolar como práctica sociocultural. En J. Corvalán, A. Carrasco, & J. E. García-Huidobro, *Mercado Escolar y Oportunidad Educacional* (págs. 81-112). Santiago: Ediciones UC.
- Cayulef, C. (2007). El liderazgo distribuido una propuesta de dirección escolar de calidad. *Revista Iberoamericana sobre calidad, eficacia y cambio en educación* , 144-148.
- Centro de Estudios MINEDUC. (2012). Impacto de la Ley SEP en SIMCE: una mirada a 4 años de su implementación. *Serie Evidencias*, Año1, N° 8.
- Cerda, J. (2016). Estudio de las variables que influyen en la elección de escuela en Lo Prado para determinar potenciales cambios debido a la reforma educativa. *Memoria para optar al título de Ingeniera Civil Industrial. Universidad de Chile*.
- Chakraborty, K., & Harper, R. K. (2017). Measuring the Impact of Socio-Economic Factors on School Efficiency in Australia. *Atlantic Economic Journal*, 163-179.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 429-444.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1981). Evaluating Program and Managerial Efficiency: An Application of Data Envelopment Analysis to Program Follow Through. *Management Science*, 27(6), 668-697.
- Chetty, R., Friedman, J. N., & Rockoff, J. E. (2014a). Measuring the Impacts of Teachers I: Evaluating Bias in Teacher Value-Added Estimates. *The American Economic Review*, 2593-2632.
- Chetty, R., Friedman, J. N., & Rockoff, J. E. (2014b). Measuring the Impacts of Teachers II: Teacher Value-Added and Student Outcomes in Adulthood. *The American Economic Review*, 2633-2679.
- Chizmar, J. F., & Zak, T. A. (1983). Modeling Multiple Outputs in Educational Production Functions. *American Economic Review*, 73(2), 18-22.
- Chubb, J. E., & Moe, T. M. (1990). America's Public Schools: Choice is a Panacea. *The Brookings Review*, 8(3), 4-12.
- Chumacero, R. A., Gallegos Mardones, J., & Paredes, R. D. (2016). Competition Pressures and Academic Performance in Chile. *Estudios de Economía*, 43(2), 217-232.
- Coleman, J. S. (1966). Equality of educational opportunity.

- Congreso Nacional de Chile. (2008). *Establece Ley de Subvención Escolar Preferencial*. Valparaíso: BCN.
- Contreras, D. (2001). Evaluating a voucher system in Chile: individual, family and school characteristics. *Universidad de Chile, FEN. Departamento de Economía*.
- Contreras, D., Larrañaga, O., Flores, L., Lobato, F., & Macías, V. (2005). Políticas Educativas en Chile: vouchers, concentración, incentivos y rendimiento. En S. Cueto, *Uso e impacto de la información educativa en América Latina* (pág. 62). PREAL: San Marino.
- Contreras, D., Sepúlveda, P., & Bustos, S. (2010). When Schools Are the Ones that Choose: The Effects of Screening in Chile. *Social Science Quarterly*, 91(5), 1349-1368.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Zhu, J. (2011). Data Envelopment Analysis: History, Models, and Interpretations. En W. W. Cooper, L. M. Seiford, & J. (. Zhu, *Handbook on Data (2nd Ed.)*. 1-40: Springer.
- Correa et al. (2014). The effects of vouchers on academic achievement: evidence from Chile's conditional voucher program. *Working Paper - UNAB*.
- Corvalán, J., & García-Huidobro, J. E. (2016). Educación y Mercado: El Caso chileno. En J. Corvalán, A. Carrasco, & J. E. García-Huidobro, *Mercado Escolar Y Oportunidad Educativa. Libertad, Diversidad y Desigualdad* (págs. 17-56). Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Corvalán, J., & Román, M. (2016). Permanencia en escuelas de rendimiento medio en el cuasi mercado educativo chileno. En J. Corvalán, A. Carrasco, & G.-H. (. E., *Mercado Escolar y Oportunidad Educativa: Libertad, Diversidad y Desigualdad* (págs. 189-207). Santiago: Ediciones UC.
- Cox, C. (2007). Política y Políticas Educativas en Chile 1990-2010. In J. J. Brunner, & P. Carlos, *La reforma al sistema escolar: Aportes al debate*. Santiago de Chile: Universidad Diego Portales.
- Davis-Kean, P. E. (2005). The influence of parent education and family income on child achievement: the indirect role of parental expectations and the home environment. *Journal of Family Psychology*, 294-304.
- De Witte, K., & López-Torres, L. (2015). Efficiency in education: a review of literature and a way forward. *Journal of the Operational Research Society*.
- Dewey, J. (1916). *Democracy and Education, an introduction to the philosophy of education*. New York: The Free Press.
- Dewey, J., Husted, T. A., & Kenny, L. W. (2000). The ineffectiveness of school inputs: a product of misspecification? *Economics of Education Review*, 27-45.
- Díaz, S. D., & Barríos, G. H. (2002). Eficiencia escolar y diferencias socioeconómicas: a propósito de los resultados de las pruebas de medición de la calidad de la educación en Chile. *Educação e Pesquisa*, 28(2), 25-39.

- Dibbon, D. (2004). It's about time!! A Report on the Impact of Workload on Teachers and Students. Newfoundland, Canadá.
- DIPLAP. (2007). *Guía de Subvenciones Educativas*. Documento de Trabajo.
- Dolan, R. C., & Schmidt, R. M. (1994). Modeling Institutional Production of Higher Education. *Economics of Education Review*, 197-213.
- Downes, T. A., & Greenstein, S. M. (1996). Understanding the supply decisions of nonprofits: Modelling the Location of Private Schools. *The RAND Journal of Economics*, 27(2), 365-390.
- Drago, J. L., & Paredes, R. D. (2011). La brecha de calidad en la educación chilena. *Revista CEPAL*(104), 167-180.
- Duchesne, I., & Nonneman, W. (1998). The demand for Higher Education in Belgium. *Economics of Education Review*, 211-218.
- Elacqua, G., & Martínez, M. (2016). ¿Padres Incautos?: Análisis del comportamiento de elección escolar en Chile entre 2004 y 2009. En J. Corvalán, A. Carrasco, & J. E. García-Huidobro (Eds), *Mercado Escolar y Oportunidad Educativa: Libertad, Diversidad y Desigualdad* (págs. 113-149). Santiago: Ediciones UC.
- Elacqua, G., Schneider, M., & Buckley, J. (2006). School Choice in Chile: Is It Class or the Classroom? *Journal of Policy Analysis and Management*, 25(3), 577-601.
- Espinoza, B., Riquelme, R., & Troncoso, J. (2014). *La distribución de la jornada laboral docente, considerando la distribución de horas y la importancia para el proceso pedagógico la disponibilidad de horas no lectivas, en colegios municipales y particulares subvencionados (Seminario para optar al título . Concepción.*
- Eyzaguirre, B., & Le Foulon, C. (2006). La Calidad de la Educación Chilena en Cifras. En M. d. Santander, *Ideas para una educación de calidad* (2a ed., págs. 53-122). Santiago: Libertad y Desarrollo.
- Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120(3), 253-290.
- Feigenberg, B., Rivkin, S., & Yan, R. (2017). Illusory Gains From Chile's Targeted School Voucher Experiment. *Working Paper N° 23178*.
- Figlio, D., & Stone, J. (1997). School choice and student performance, are private schools really better? *Discussion Paper- Institution for Research on Poverty*.
- Flores, C., & Carrasco, A. (2016). Elegir lo que hay: ¿Cuentan las familias en sus barrios con una oferta de escuelas que responda a sus preferencias? En J. Corvalán, A. Carrasco, & J. E. García-Huidobro (Eds.), *Mercado Escolar y Oportunidad Educativa: Libertad, Diversidad y Desigualdad* (págs. 151-187). Santiago: Ediciones UC.

- Franta, M., & Konecny, T. (2009). Stochastic Frontier Analysis of the Efficiency of Czech Grammar Schools. *Czech Sociological Review*, 1265-1282.
- Fuller, B. (1987). What School Factors Raise Achievement in the Third World. *Review of Educational Research*, 255-292.
- Fuller, B., & Clarke, P. (1994). Raising School Effects while Ignoring Culture? Local Conditions and the Influence of Classroom Tools, Rules, and Pedagogy. *Review of Educational Research*, 64(1), 119-157.
- Gallego, F. (2002). Competencia y resultados educativos: teoría y evidencia para Chile. *Cuadernos de Economía*, 309-352.
- Gallego, F. A. (2006). Voucher-School Competition, Incentives, and Outcomes: Evidence from Chile. *MIT: Working Paper*.
- Gallego, F., & Hernando, A. (2009). School Choice in Chile: Looking at the demand side. *Documento de Trabajo*, N° 356.
- Gallego, F., & Sapelli, C. (2007). El financiamiento de la educación en Chile: una evaluación. *Pensamiento Educativo*, 40(1), 263-284.
- Gelman, A., & Hill, J. (2007). *Data Analysis Using Regression and Multilevel/Hierarchical Models*. Cambridge University Press.
- Goldhaber, D. D. (1996). Public and Private High Schools: Is School Choice an Answer to the productivity problema? *Economics of Education*, 15(2), 93-109.
- Goldhaber, D. D. (1999). School Choice: An Examination of the Empirical Evidence on Achievement, Parental Decision Making, and Equity. *Educational Researcher*, 28(9), 16-25.
- Goldhaber, D. D., & Brewer, D. J. (1997). Why don't schools and teachers seem to matter? Assessing the impact of unobservables on educational productivity. *The Journal of Human Resources*, 505-523.
- Goldhaber, D. D., & Eide, E. R. (2003). Methodological Thoughts on Measuring the Impact of Private Sector Competition on the Educational Marketplace. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 25(2), 217-232.
- Goldhaber, D. D., Brewer, D. J., Eide, E. R., & Rees, D. I. (1999). Testing for sample selection in the Milwaukee school choice experiment. *Economics of Education Review*, 18, 259-267.
- Gonzalez, P. (2006). Estructura institucional, recursos y gestión en el sistema escolar chileno. En M. d. Santander, *Ideas para una Educación de Calidad* (2a ed., págs. 201-286). Santiago: Libertad y Desarrollo.
- González, P., Mizala, A., & Romaguera, P. (2002). *Recursos diferenciados a la educación subvencionada en Chile*. Santiago: CEA.

- González, P., Mizala, A., & Romaguera, P. (2004). Vouchers, inequalities and the Chilean experience. . *Documento de Trabajo. Centro de Economía Aplicada (CEA). Universidad de Chile.*
- Greene, W. H. (2008). The Econometric Approach to Efficiency Analysis. En H. O. Fried, C. A. Lovell, & S. S. Schmidt, *The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Change* (págs. 92-250). Oxford University Press.
- Greenwald, R., Hedges, L. V., & Laine, R. D. (1996). The Effect of School Resources on Student Achievement. *Review of Educational Research*, 361-396.
- Grosskopf, S., & Moutray, C. (2001). Evaluating performance in Chicago public high schools in the wake of decentralization. *Economics of Education Review*, 1-14.
- Gyimah-Brempong, K., & Gyapong, A. O. (1991). Characteristics of Education Production Functions: an application of canonical regression analysis. *Economics of Education Review*, 10(1), 7-17.
- Hanushek, E. (2013). Economic growth in developing countries: The role of human capital. *Economics of Education Review*, 37, 204-212.
- Hanushek, E. A. (1986). The economics of schooling: Production and efficiency in public schools. *Journal of economic literature*, 24(3), 1141-1177.
- Hanushek, E. A. (1989). The Impact of Differential Expenditure on School Performance. *Educational Researcher*, 45-51+62.
- Hanushek, E. A. (1994). An Exchange: Part II: Money Might Matter Somewhere: A response to Hedges, Laine y Greenwald. *Educational Researcher*, 5-8.
- Hanushek, E. A. (1995). Interpreting recent research on schooling in developing countries. *The world bank research observer*, 10(2), 227-246.
- Hargreaves, A. (1994). *Changing teachers, changing time*. Toronto: OISE Press.
- Hedges, L. V., Laine, R. D., & Greenwald, R. (1994). An Exchange: Part I: Does Money Matter? A Meta-Analysis of Studies of the Effects of Differential School Inputs on Students Outcomes. *Educational Researcher*, 5-14.
- Hoxby, C. (2000a). Does Competition among Public Schools Benefit Students and Taxpayers? *The American Economic Review*, 90(5), 1209-1238.
- Hoxby, C. (2000b). The effects of class size on student achievement: new evidence from population variation. *The Quarterly Journal of Economics*, 1239-1285.
- Hsieh, C.-T., & Urquiola, M. (2003). When Schools Compete, How Do They Compete? An Assessment of Chile's Nationwide School Voucher Program. *Working Paper No. 10008*.



- Hsieh, C.-T., & Urquiola, M. (2006). The effects of generalised school choice on achievement and stratification: Evidence from Chile's voucher program. *Journal of Public Economics*, 1477-1503.
- Irarrázaval I. et al. (2012). *Evaluación de los primeros años de Implementación del Programa de Subvención Escolar Preferencial, de la Subsecretaría de Educación*. Santiago: Centro de Políticas Públicas - PUC. .
- Jin, P., Yeung, A., Tang, T.-O., & Low, R. (2008). Identifying teachers at risk in Hong Kong: Psychosomatic symptoms and source of stress. *Journal of Psychosomatic Research*, 65 (4), 357-362.
- Johnes, J. (2006). Data Envelopment Analysis and its application to the measurement of efficiency in higher education. *Economics of Education Review*, 273-288.
- Jondrow et al., J. (1982). On the estimation of technical inefficiency in the stochastic frontier production function model. *Journal of econometrics*, 19(2), 233-238.
- Kantabutra, S. (2009). Using a DEA Management Tool Through a Nonparametric Approach: An examination of urban-rural effects on Thai School Efficiency. *International Journal of Education Policy & Leadership*, 1-14.
- Kim, Y., & Sherraden, M. (2011). Do parental assets matter for children's educational attainment? *Children and Youth Services Review*, 969-979.
- Kirjavainen, T. (2007). Efficiency of Finnish upper secondary schools: An application of stochastic frontier analysis with panel data. *VATT working papers*, N° 428.
- Kirjavainen, T. (2008). Understanding Efficiency Differences of Schools: Practitioners' views on students, staff relations, school management and the curriculum (No. 450). *Working Paper*.
- Kirjavainen, T., & Loikkanen, H. A. (1998). Efficiency differences of Finnish senior secondary schools: an application of DEA and Tobit analysis. *Economics of Education Review*, 17(4), 377-394.
- Koopmans, T. C. (1951). *Activity analysis of production and allocation (no. 13)*. New York: Wiley.
- Kremer, M. R. (1995). Research on Schooling: What we know and what we don't. A Comment on Hanushek. *The World Bank Research Observer*, 10(2), 247-254.
- Kumbhakar, S. C., & Lovell, C. A. (2000). *Stochastic Frontier Analysis*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lara, B., Mizala, A., & Repetto, A. (2011). The effectiveness of Private Voucher Education: Evidence from Structural School Switches. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 119-137.

- Lovell, C. K. (1993). Production frontiers and productive efficiency. En *The measurement of productive efficiency: techniques and applications* (págs. 3-67).
- Loyola, V. (2014). *Uso de horas curriculares no lectivas. Estudio de caso Profesores Liceo A-21. (Tesis para obtener el grado de Magíster en Educación, Mención Evaluación Educacional de la Universidad de la Frontera. Temuco.*
- Mancebón, M.-J., Calero, J., Choi, Á., & Ximénez-de-Embún, D. (2012). The efficiency of public and publicly subsidized high schools in Spain: Evidence from PISA-2006. *Journal of the Operational Research Society*, 1516-1533.
- Marcel, M., & Raczynski, D. (2009). *La asignatura pendiente: Claves para la Revalidación de la Educación Pública*. Santiago: Uqbar Editores.
- McEwan, P. J. (2001). The effectiveness of Public, Catholic, and Non-Religious Private Schools in Chile's Voucher System. *Education Economics*, 103-128.
- McEwan, P. J. (2003). Peer effects on student achievement: evidence from Chile. *Economics of Education Review*, 131-141.
- McEwan, P. J., & Carnoy, M. (2000). The effectiveness and Efficiency of Private Schools in Chile's Voucher System. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 213-239.
- Misra, K., Grimes, P. W., & Rogers, K. E. (2012). Does competition improve public school efficiency? A spatial analysis. *Economics of Education Review*, 31(6), 1177-1190.
- Misra, K., Grimes, P. W., & Rogers, K. E. (2012). Does competition improve public school efficiency? A spatial analysis. *Economics of Education Review*, 31(6), 1177-1190.
- Mizala, A., & Romaguera, P. (2000). Schools performance and choice: the chilean experience. *The Journal of Human Resources*, 392-417.
- Mizala, A., & Torche, F. (2012). Bringing the schools back in: the stratification of educational achievement in the Chilean voucher system. *International Journal of Educational Development*, 32(1), 132-144.
- Mizala, A., & Torche, F. (2013). ¿Logra la subvención escolar preferencial igualar los resultados educativos? *Espacio Público*, 09.
- Mizala, A., & Torche, F. (2017). The effect of making a school voucher means-tested on test scores: Evidence from Chile's universal voucher system. *Working Paper*.
- Mizala, A., Romaguera, P., & Farren, D. (2002). The technical efficiency of schools in Chile. *Applied Economics*, 34(12), 1533-1552.
- Mizala, A., Romaguera, P., & Urquiola, M. (2007). Socioeconomic status or noise? Tradeoffs in the generation of school quality information. *Journal of development Economics*(84), 61-75.

- Mongan, J. C., Santin, D., & Valiño, A. (2011). Towards the equality of educational opportunity in the province of Buenos Aires. *Journal of Policy Modeling*, 33(4), 583-596.
- Munoz, D. A., & Queupil, J. P. (2016). Assessing the efficiency of secondary schools in Chile: a data envelopment analysis. *Quality Assurance in Education*, 306-328.
- Muñoz, G., Marfán, J., Pascual, J., Sánchez, M., Torre, M., & Von Hasen, C. (2010). *Planes de Mejoramiento SEP: sistematización, análisis y aprendizaje de política*. Santiago: Fundación Chile - Mide UC - CEPPE.
- Murnane, R. J., Page, L., & Vegas, E. (2009). *Distribución de los rendimientos estudiantiles en Chile. Análisis de la Línea Base para la Evaluación de la Subvención Escolar Preferencial (SEP)*. Banco Mundial.
- Murnane, R., Waldman, M. R., Willett, J. B., Bos, M. S., & Vegas, E. (2017). The consequences of educational voucher reform in Chile. *Working Paper 23550*.
- Neilson, C. (2013). Targetedd Vouchers, Competition Among Schools, and the Academic Achievement of Poor Students. *Job Market Paper, Yale University*.
- Nussbaum, M. (1997). Capabilities and human rights. *Fordham L. Rev*, 66(2), 273-300.
- OCDE. (2005). *Teachers matter: Attracting, developing and retaining effective teachers*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. París: OCDE.
- OCDE. (2014). *Education at a Glance 2014: An international Perspective on Teaching and Learning*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. París: OCDE.
- OCDE. (2016). *Education at a Galance*. París: OCDE.
- OECD. (2016). *Education at a Glance 2016: OECD Indicators*. Paris: OECD Publishing.
- Paredes, R. (2016). El sistema de vouchers en la educación en Chile. En J. Corvalán, A. Carrasco, & J. E. García-Huidobro, *Mercado Escolar y Oportunidad Educativa* (págs. 57-80). Santiago: Ediciones UC.
- Parry, T. R. (1996). Will Pursuit of Higher Quality Sacrifice Equal Opportunity in Education? An analysis of the education voucher system in Santiago. *Social Science Quarterly*, 77(4), 821-841.
- Portela, M., Camanho, A., & Borges, D. (2012). Performance assessment of secondary school: the snapshot of a country taken by DEA. *Journal of Operational Research Society*, 1098-1115.
- PREAL. (2005). *Uso e impacto de la información educativa en América Latina*. Programa de Promoción de la Reforma Educativa en América Latina y el Caribe.: San Marino.
- Quaresma, M. L., & Valenzuela, J. P. (2017). Chapter 29: Evaluation and Accountability in Large-Scale Educational System in Chile and Its Effects on Student's Performance in

- Urban Schools. En W. Pink, & G. W. Noblit (Eds.), *Second International Handbook of Urban Education Vol 1*. (págs. 523-540). Springer.
- Raczynski, D., Muñoz, G., Weinstein, J., & Pascual, J. (2013). Subvención Escolar Preferencial (SEP) en Chile: Un intento por equilibrar la Macro y Micro política escolar. *REICE*, 11(2), 164-193.
- Rawls, J. (2001). *Justices as Fairness, a restatement*. Londres: Harvard University Press.
- Román, M., & Corvalán, J. (2016). "Dicen que esta escuela es mala pero nosotros la encontramos buena". Elección de escuela en familias pobres en Chile. En J. Corvalán, A. Carrasco, & G.-H. (. E., *Mercado Escolar y Oportunidad Educacional: Libertad, Diversidad y Desigualdad* (págs. 209-231). Santiago: Ediciones UC.
- Rothstein, J. (2007). Does Competition among Public Schools Benefit Students and Taxpayers? Comment. *The American Economic Review*, 97(5), 2026-2037.
- Sanders, W., & Rivers, J. (1996). *Cumulative and residual effects of teachers on future student academic achievement. Research Progress Report*. Knoxville: University of Tennessee Value-Added.
- Santos, H., & Elacqua, G. (2016). Socioeconomic school segregation in Chile: Parental choice and a theoretical counterfactual analysis. *CEPAL Review*, 123-137.
- Schiefelbein, E., & Schiefelbein, P. (2000). Determinantes de la calidad: ¿Qué falta mejorar? *Perspectivas (DII, Universidad de Chile)*, 4(1), 37-64.
- Sepúlveda, M. (2015). *Modificación de la proporción de horas lectivas y no lectivas: Costos monetarios y repercusión en el mercado docente. Tesis*. Santiago de Chile.
- Sims, D. P. (2011). Suing for your supper? Resource allocation, teacher compensation and finance lawsuits. *Economics of Education Review*, 1034-1044.
- Smith, M., & Bourke, S. (1992). Factors which affect satisfaction and dissatisfaction of teachers. *Journal of Educational Administration*, 31-46.
- Spillane, J., Halverson, R., & Diamond, J. (2001). Investigating School Leadership Practice: A distributed Perspective. *Educational Researcher*, 23-28.
- Strauss, R. P., & Sawyer, E. A. (1986). Some New Evidence on Teacher and Student Competencies. *Economics of Education Review*, 5(1), 41-48.
- Summers, A. A., & Wolfe, B. L. (1977). Do Schools Make a Difference? *The American Economic Review*, 639-652.
- Thanassoulis, E., De Witte, K., Johnes, J., Johnes, G. K., & Portelas, C. S. (2016). Applications of Data Envelopment Analysis in Education. En J. Zhu, *Data Envelopment Analysis: A Handbook of Empirical Studies and Applications* (págs. 367-438). New York: Springer.

- Thieme, C., Prior, D., & Tortosa-Ausina, E. (2013). A multilevel decomposition of school performance using robust nonparametric frontier techniques. *Economics of Education Review*, 104-121.
- Tokman, A. (2002). Is private education better? Evidence from Chile. *Central Bank of Chile Working Papers N° 147*.
- Treviño, E., Órdenes, M., & Treviño, K. (2009). *¿Cómo los planes de mejoramiento educativo SEP pueden ayudar a mejorar los aprendizajes?* Santiago: UDP-CPCE.
- Valenzuela, J. P., Bellei, C., & De los Ríos, D. (2014). Socioeconomic school segregation in a market-oriented educational system. The case of Chile. *Journal of Education Policy*, 29(2), 217-241.
- Valenzuela, J., Villarroel, G., & Villalobos, C. (2013). Ley de Subvención Escolar Preferencial (SEP): Algunos resultados preliminares de su implementación. *Pensamiento Educativo*, 50(2), 113-131.
- Valin, A. C. (2011). *Financiamiento Compartido y Desempeño Escolar en Chile. Tesis para Optar al grado de Magister en Ciencias de la Ingeniería. Escuela de Ingeniería. PUC.*
- Vélez, E., Schiefelbein, E., & Valenzuela, J. (1994). Factores que afectan el rendimiento académico en la educación primaria: revisión de la literatura de América Latina y El Caribe. *Revista Latinoamericana de Innovaciones Educativas*, 17.
- Villalobos, C., & Quaresma, M. L. (2015). Sistema Educacional Chileno: características y consecuencias de un modelo orientado al mercado. *Convergencia*, 63-84.
- Villalobos, C., & Salazar, F. (2004). *Proyectos educativos en el sistemas escolar chileno: una aproximación a las libertades de enseñanza y elección*. Santiago: Centro de Políticas Comparadas de Educación. UDP.
- Villarroel, G. (2012). *Mejoramiento de resultados académicos de la educación básica en Chile: ¿Primero efectos de la Ley de Subvención Escolar Preferencial (SEP)? (Tesis de Magíster en Economía)*. Santiago: FEN, Universidad de Chile.
- Warren Little, J. (2006). *Professional Community and Professional Development in the Learning-Centered School*. California: UC California, Berkeley.
- Weiland, C., & Yoshikawa, H. (2013). Impacts of a Prekindergarten Program on Children's Mathematics, Language, Literacy, Executive Function, and Emotional Skills. *Child Development*, 2112-2130.
- Weill, L. (2004). Measuring Cost Efficiency in European Banking A Comparison of Frontier Techniques. *LARGE, Université Rober Schuman Working Paper JEL G21*.
- Weinstein, J., Fuenzalida, A., & Muñoz, G. (2010). La subvención preferencial: desde una difícil instalación hacia su institucionalización. *Fin de Ciclo*, 55-80.

- Woessman, L., & Hanushek, E. (2007). The role of education quality in economic growth. *World Bank Policy research Working Paper 4122*.
- Woessmann, L. (2016). The Importance of School Systems: Evidence from International Differences in Student Achievement. *The Journal of Economic Perspectives*, 3-31.
- Woessmann, L., Lüdemann, E., Schütz, G., & West, M. R. (2007). School Accountability, Autonomy, Choice, and the Level of Student Achievement: International Evidence from PISA 2003. *OECD Education Working Papers*, N° 13.
- Wooldridge, J. M. (2006). *Introductory Econometrics: A modern approach*. Mason: Michigan State University (4th Ed.).
- Yalcin, S., & Tavsancil, E. (2014). The Comparison of Turkish Students' PISA Achievement Levels by Year, via Data Envelopment Analysis. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 961-968.
- Zhan, M., & Sherraden, M. (2003). Assets, Expectations, and Children's Educational Achievement in Female-Headed Households. *Social Services Review*, 191-211.

## 7. Anexos

### Índice de Anexos

Anexo 1: Matrícula y Número de establecimientos por año, 2004 – 2015 .....	127
Anexo 2: Efecto de la endogeneidad y sesgo en estimación MCO .....	128
Anexo 3: Dispersión de diferencia de puntajes SIMCE 2012-2013 según tamaño de escuela ...	129
Anexo 4: Tablas de caracterización de escuelas.....	130
Anexo 5: Resultados tests de normalidad, Kruskal-Wallis y Dunn's de ordenamiento de resultados SIMCE 2013 según tipo de establecimiento .....	131
Anexo 6: Tablas de subvenciones a diciembre 2012 y distribución de recursos. ....	132
Anexo 7: Resultados tests, sección de Resultados de Eficiencia SFA .....	136
Anexo 8: Estimaciones en 3 etapas, ecuaciones (2) y (3) .....	139
Anexo 9: Evolución de los puntajes SIMCE en el tiempo, según tipo de establecimiento .....	140
Anexo 10: Estimación de corrección SEP sin modelo de escuela eficiente .....	141

**Anexo 1: Matrícula y Número de establecimientos por año, 2004 – 2015**

		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Matrícula	EM	1.869.996	1.832.861	1.759.726	1.681.578	1.607.356	1.563.361	1.481.972	1.429.409	1.359.508	1.325.737	1.304.634	1.290.770
	PS	1.534.349	1.608.077	1.681.105	1.716.258	1.764.355	1.825.031	1.852.661	1.861.754	1.884.934	1.897.949	1.919.392	1.935.222
	PP	284.257	254.163	250.800	254.031	256.380	255.864	258.716	258.311	255.233	265.044	270.491	276.892
	AD	51.973	56.808	56.603	55.839	55.182	54.321	54.258	53.528	49.473	48.357	46.802	45.852
<b>Total</b>		3.740.575	3.751.909	3.748.234	3.707.706	3.683.273	3.698.577	3.647.607	3.603.002	3.549.148	3.537.087	3.541.319	3.548.736
establecimiento	EM	6.095	6.098	5.971	5.908	5.845	5.811	5.726	5.580	5.514	5.425	5.331	5.279
	PS	4.269	4.630	4.891	5.044	5.252	5.545	5.674	5.756	5.965	6.017	6.065	6.060
	PP	860	763	733	728	727	671	674	657	625	602	595	592
	AD	65	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
<b>Total</b>		11.289	11.561	11.665	11.750	11.894	12.097	12.144	12.063	12.174	12.114	12.061	12.001

**Fuente: MINEDUC 2017**



## Anexo 2: Efecto de la endogeneidad y sesgo en estimación MCO

Para una ecuación lineal simple sin intercepto (por simplicidad) de la forma  $y_i = \beta x_i + \varepsilon_i$ , donde  $y_i$  es la variable dependiente,  $x_i$  es una variable independiente,  $\beta$  la pendiente de la recta y  $\varepsilon_i$  un error estocástico, si se satisfacen los supuestos clásicos de regresión (ver Wooldridge, 2006) entonces el estimador de Mínimos Cuadrados Ordinarios se define de la forma:  $\hat{\beta} = \frac{\sum_i x_i \cdot y_i}{\sum_i x_i^2}$ .

Para satisfacer el supuesto de endogeneidad, se debe cumplir que  $E(x_i \cdot \varepsilon_i) = 0$ . Si es que el supuesto de endogeneidad no se satisface, entonces el estimador MCO estará sesgado. Se define dicho sesgo como  $S = E(\hat{\beta}) - \beta$ .

El **sesgo de selección** ocurre cuando la comparación entre dos grupos no es válida pues éstos poseen características intrínsecas no observables diferentes. Cumpliéndose la ecuación  $y_i = \beta D_i + \varepsilon_i$  para una variable dicotómica que define dos grupos:  $D_i = 0$  para uno y  $D_i = 1$  para el otro, tal que las características no observables de cada grupo satisfacen  $E(\varepsilon_i | D_i = 0) \neq E(\varepsilon_i | D_i = 1)$ , el sesgo de selección puede expresarse de la siguiente manera:

$$E(\hat{\beta}) = E(y_i | D_i = 1) - E(y_i | D_i = 0) = \beta + [E(\varepsilon_i | D_i = 1) - E(\varepsilon_i | D_i = 0)] = \beta + S$$

Donde la expresión  $S = [E(\varepsilon_i | D_i = 1) - E(\varepsilon_i | D_i = 0)]$  es el sesgo de selección.

El **sesgo de simultaneidad** ocurre cuando dos variables se afectan entre sí, pero sólo se estima una de las ecuaciones correspondientes. Dígase que  $x_i$  causa  $y_i$ , a la vez que  $y_i$  causa  $x_i$  en un sistema de ecuaciones. Considérese homocedasticidad tal que  $E(\varepsilon^2) = \sigma^2$  y

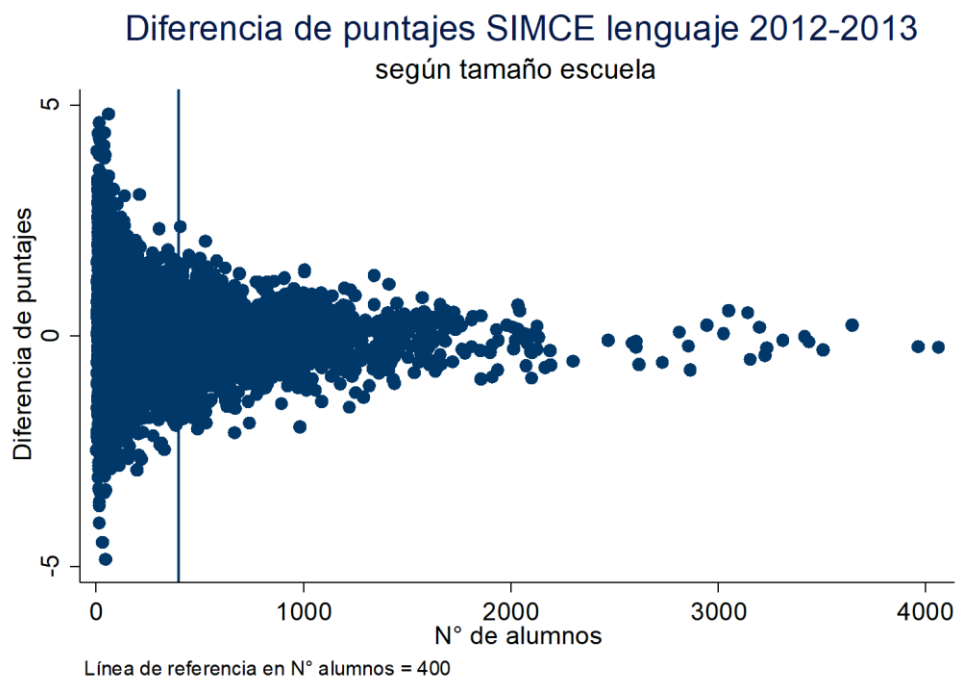
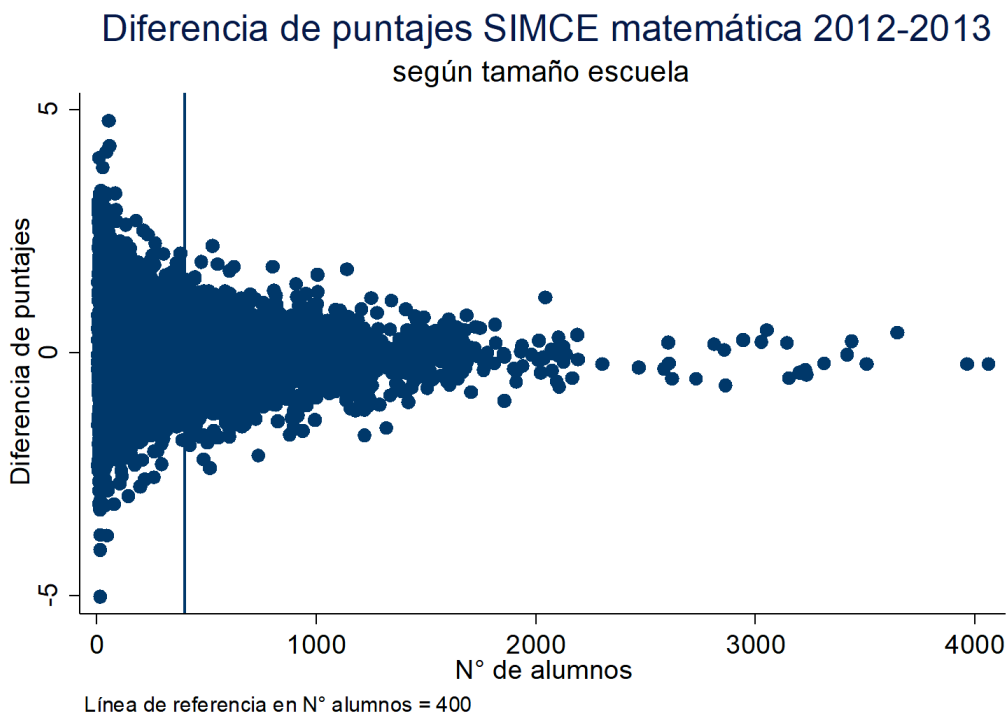
$$\begin{aligned} y_i &= \beta_1 x_i + \beta_2 z_i + \varepsilon_i \\ x_i &= \alpha_1 y_i + \alpha_2 z_i + v_i \end{aligned}$$

Al resolver la primera ecuación reemplazando con la igualdad de la primera, se llega a la expresión para  $x_i$  que al ser evaluada respecto a su covarianza con el error  $\varepsilon_i$  muestra estar rompiendo el supuesto de endogeneidad, y por lo tanto sesgando el estimador,

$$\begin{aligned} x_i &= \frac{\alpha_1 \beta_2 + \alpha_2}{1 - \alpha_1 \beta_1} z_i + \frac{\alpha_2}{1 - \alpha_1 \beta_1} \varepsilon_i + \frac{1}{1 - \alpha_1 \beta_1} v_i \\ E(x_i \cdot \varepsilon_i) &= \frac{\alpha_1 \beta_2 + \alpha_2}{1 - \alpha_1 \beta_1} E(z_i \cdot \varepsilon_i) + \frac{\alpha_2}{1 - \alpha_1 \beta_1} E(\varepsilon_i \cdot \varepsilon_i) + \frac{1}{1 - \alpha_1 \beta_1} E(v_i \cdot \varepsilon_i) \\ E(x_i \cdot \varepsilon_i) &= 0 + \sigma^2 + 0 \neq 0 \end{aligned}$$

El **sesgo de variable omitida** ocurre cuando una variable independiente del modelo se correlaciona con una variable importante del modelo que no está incluida. Si se considera la como verdadera la expresión  $y_i = \beta_1 x_i + \beta_2 z_i + \varepsilon_i$  pero se estima  $y_i = \alpha_1 x_i + v_i$  entonces el sesgo es un múltiplo de la correlación entre  $x_i$  y  $z_i$ . Esto se puede expresar tal que:

$$\begin{aligned} \widehat{\alpha}_1 &= \frac{\sum_i x_i \cdot (\beta_1 x_i + \beta_2 z_i + \varepsilon_i)}{\sum_i x_i^2} = \beta_1 + \beta_2 \frac{\sum_i x_i \cdot z_i}{\sum_i x_i^2} + \frac{\sum_i x_i \cdot \varepsilon_i}{\sum_i x_i^2} \\ E(\widehat{\alpha}_1) &= \beta_1 + \beta_2 \frac{\sum_i E(x_i \cdot z_i)}{\sum_i x_i^2} + 0 \rightarrow S = \beta_2 \frac{\sum_i E(x_i \cdot z_i)}{\sum_i x_i^2} \end{aligned}$$



Fuente: Elaboración propia, datos SIMCE 2012, 2013

Anexo 4: Tablas de caracterización de escuelas

a. Promedio matrícula 2013 por tipo de establecimiento

Tipo / Rural	Urbano	Rural	Prom. Total
<b>E. Municipal</b>	453,607	95,671	258,748
<b>PS - sin copago</b>	429,763	82,814	275,938
<b>PS - con copago</b>	678,581	577,308	677,014
<b>Prom. Total</b>	543,818	97,873	371,335

Fuente: Elaboración propia, datos MINEDUC 2013

b. Promedio nivel de ingreso familiar por tipo de establecimiento

Tipo / Rural	Urbano	Rural	Prom. Total
<b>E. Municipal</b>	3,306	2,616	3,151
<b>PS - sin copago</b>	3,511	2,438	3,357
<b>PS - con copago</b>	5,293	4,031	5,274
<b>Prom. Total</b>	4,324	2,664	4,125

Fuente: Elaboración propia, datos SIMCE 2013

c. Promedio nivel de educación materna por tipo de establecimiento

Tipo / Rural	Urbano	Rural	Prom. Total
<b>E. Municipal</b>	11,574	10,312	11,289
<b>PS - sin copago</b>	12,058	10,085	11,774
<b>PS - con copago</b>	13,941	12,743	13,922
<b>Prom. Total</b>	12,822	10,408	12,533

Fuente: Elaboración propia, datos SIMCE 2013

d. Promedio IVE 2013 por tipo de establecimiento

Tipo / Rural	Urbano	Rural	Prom. Total
<b>E. Municipal</b>	0,793	0,861	0,830
<b>PS - sin copago</b>	0,772	0,920	0,838
<b>PS - con copago</b>	0,564	0,646	0,565
<b>Prom. Total</b>	0,693	0,872	0,763

Fuente: Elaboración propia, datos JUNAEB 2013

e. Promedio de concentración de alumnos prioritarios por tipo de establecimiento

Tipo / Rural	Urbano	Rural	Prom. Total
<b>E. Municipal</b>	0,678	0,788	0,738
<b>PS - sin copago</b>	0,599	0,838	0,705
<b>PS - con copago</b>	0,259	0,390	0,261
<b>Prom. Total</b>	0,488	0,795	0,607

Fuente: Elaboración propia, datos MINEDUC 2013

Anexo 5: Resultados tests de normalidad, Kruskal-Wallis y Dunn's de ordenamiento de resultados SIMCE 2013 según tipo de establecimiento

a. Tabla de resultados test de skewness y kurtosis de normalidad.

<b><math>H_0</math>: Normalidad de la variable.</b>					
Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	chi2(2)	Prob>chi2
smat_prom	1.9e+05	0.0000	0.0004	567.90	0.0000
sleng_prom	1.9e+05	0.0000	0.0001	2296.02	0.0000
smat_i	1.9e+05	0.0000	0.0000	2492.26	0.0000
sleng_i	1.9e+05	0.0000	0.0000	5012.63	0.0000

b. Tabla de resultados tests Kruskal-Wallis y Dunn's ad-hoc. Para el resultado SIMCE de matemática

<b>Kruskal-Wallis: Estudiantes</b>				
	Urbanos		Rurales	
	Obs.	Rank Sum	Obs.	Rank Sum
EM	59321	4,24e+09	16716	1,84+08
PSS	23779	1,85e+09	4017	4,15+07
PSC	81131	7,39e+09	1249	1,59+07
<b>Chi-2(df)</b>		<b>6050,307 (2)</b>	<b>Chi-2 (df)</b>	
<b>p-valor</b>		<b>0,0001</b>	<b>p-valor</b>	
			<b>0,0001</b>	
<b>Kruskal-Wallis: Escuelas</b>				
	Urbanos		Rurales	
	Obs.	Rank Sum	Obs.	Rank Sum
EM	1601	2,50e+06	1913	2,50e+06
PSS	688	1,22e+06	548	555858,00
PSC	1654	4,05e+06	26	42472,50
<b>Chi-2(df)</b>		<b>521,342</b>	<b>Chi-2 (df)</b>	
<b>p-valor</b>		<b>0,0001</b>	<b>p-valor</b>	
			<b>0,0001</b>	
<b>Dunn's Test: Estudiantes</b>				
Urbanas	Estadístico (p-valor)			
	EM	PSS		
PSS	-17,8 (0,000)			
PSC	-76,4 (0,000)		-37,5 (0,000)	
Rurales	Estadístico (p-valor)			
	EM	PSS		
PSS	6,06 (0,000)			
PSC	-9,07 (0,000)		-11,5 (0,000)	
<b>Dunn's Test: Escuelas</b>				
Urbanas	Estadístico (p-valor)			
	EM	PSS		
PSS	-4,09(0,000)			
PSC	-22,3 (0,000)		-13,1 (0,000)	
Rurales	Estadístico (p-valor)			
	EM	PSS		
PSS	8,34 (0,000)			
PSC	-2,32 (0,010)		-4,30 (0,000)	

**Nota:** La hipótesis nula del test de Kruskal-Wallis en ambos test es igualdad de distribuciones. La hipótesis alternativa en el test de Dunn's es una jerarquía: si el estadístico es positivo, significa que el grupo de la fila superior de la matriz tiene una probabilidad sobre el 50% de entregar una escuela de mayor SIMCE que el grupo que se encuentra a la izquierda de la matriz en la celda correspondiente.

Anexo 6: Tablas de subvenciones a diciembre 2012 y distribución de recursos.

a. Tabla de factores de subvención regular a diciembre 2012

COORDINACION NACIONAL DE SUBVENCIONES

JATC/csa.

VALORES DE SUBVENCION EDUCACIONAL

Sectores Municipal y Particular

A CONTAR DE DICIEMBRE DE 2012

Aplicación de 5% según Ley N° 20.642

Unidad de Subvención Educativa USE \$	SUBVENCION BASE ART. 9 DFL. 2 DE 1998 Y SUS MODIFICACIONES						Subvención para Aumento Remunerac. Asis-Educ		Subv. Adic. Especial Art 41 DFL 2/98 Ley 19410		TOTAL Sub. Mensual por Alumno en Pesos
	Valores en U.S.E:			Valores en Pesos			Valores en U.S.E	Valores en Pesos	Valores en U.S.E	Valores en Pesos	
	Art. 9 DFL 2	Art. 7 de L 19933	Total USE	Art. 9 DFL 2	Art. 7 de L 19933	Total Pesos					
<b>Nivel y Modalidad de Enseñanza</b>											
<b>Sin Jornada Escolar Completa</b>											
Educ. Parvularia ( 1º y 2º Nivel de Transición )	2,09826	0,17955	2,27781	42.081,65	3.600,96	45.682,61	0,0269	539,49	0,0780	1.564,33	47.786,44
Educ. General Básica ( 1º a 6º )	1,81401	0,17997	1,99398	36.380,87	3.609,39	39.990,26	0,0269	539,49	0,0857	1.718,76	42.248,51
Educ. General Básica ( 7º y 8º )	1,96884	0,19546	2,16430	39.486,07	3.920,05	43.406,11	0,0269	539,49	0,0949	1.903,27	45.848,87
Educ. Especial Diferencial	5,79658	0,59727	6,39385	116.253,30	11.978,55	128.231,85	0,0813	1.630,51	0,2572	5.158,27	135.020,63
Necesidades. Educ. Especiales de Caracter Transitorio	4,96143	0,59727	5,55870	99.503,95	11.978,55	111.482,50	0,0813	1.630,51	0,2572	5.158,27	118.271,28
Educ. Media Científico Humanista ( 1º a 4º )	2,19850	0,21818	2,41668	44.092,01	4.375,71	48.467,72	0,0269	539,49	0,1067	2.139,92	51.147,14
Educ. Media Tec. Prof. Agrícola y Marítima	3,25842	0,32402	3,58244	65.349,24	6.498,38	71.847,62	0,0269	539,49	0,1689	3.387,37	75.774,48
Educ. Media Tec. Prof. Industrial	2,54190	0,25252	2,79442	50.979,07	5.064,41	56.043,48	0,0269	539,49	0,1268	2.543,04	59.126,01
Educ. Media Tec. Comercial y Técnica	2,27993	0,22634	2,50627	45.725,13	4.539,36	50.264,49	0,0269	539,49	0,1115	2.236,19	53.040,17
Educ. Básica Adultos	1,29547	0,13317	1,42864	25.981,30	2.670,79	28.652,09	0,0269	539,49	0,0583	1.169,24	30.360,82
Educ. Media C.H. y T.P. (hasta 25 horas)	1,47211	0,15128	1,62339	29.523,90	3.034,00	32.557,89	0,0269	539,49	0,0874	1.752,85	34.850,24
Educ. Media C.H. y T.P. (con 26 horas y más)	1,78262	0,18363	1,96625	35.751,33	3.682,79	39.434,12	0,0269	539,49	0,0874	1.752,85	41.726,47
<b>Planes según Dto. 239</b>											
Educ. Básica Adultos 1º Nivel sin Oficio	1,29547	0,13317	1,42864	25.981,30	2.670,79	28.652,09	0,0269	539,49	0,0583	1.169,24	30.360,82
Educ. Básica Adultos 2º y 3º Nivel sin Oficio	1,71879	0,13317	1,85196	34.471,19	2.670,79	37.141,98	0,0269	539,49	0,0583	1.169,24	38.850,71
Educ. Básica Adultos 2º y 3º Nivel con Oficio	1,93046	0,13317	2,06363	38.716,34	2.670,79	41.387,13	0,0269	539,49	0,0583	1.169,24	43.095,86
Educ. Media C.H Adult. 1º y 2º nivel	2,09460	0,18363	2,27823	42.008,25	3.682,79	45.691,04	0,0269	539,49	0,0874	1.752,85	47.983,38
Educ. Media C.H Adult. Agric-Marit 1º nivel	2,36078	0,18363	2,54441	47.346,62	3.682,79	51.029,41	0,0269	539,49	0,0874	1.752,85	53.321,75
Educ. Media C.H Adult. Agric-Marit 2º y 3º nivel	2,89313	0,18363	3,07676	58.023,16	3.682,79	61.705,95	0,0269	539,49	0,0874	1.752,85	63.998,30
Educ. Media C.H Adult. Industrial 1º nivel	2,13710	0,18363	2,32073	42.860,60	3.682,79	46.543,40	0,0269	539,49	0,0874	1.752,85	48.835,74
Educ. Media C.H Adult. Industrial 2º y 3º nivel	2,22211	0,18363	2,40574	44.565,52	3.682,79	48.248,31	0,0269	539,49	0,0874	1.752,85	50.540,66
Educ. Media C.H Adult. Comercial-Técnica 1º, 2º y 3º nivel	2,09460	0,18363	2,27823	42.008,25	3.682,79	45.691,04	0,0269	539,49	0,0874	1.752,85	47.983,38
<b>Con Jornada Escolar Completa</b>											
Educ. Parvularia ( 1º y 2º Nivel de Transición ) (2)	2,52450	0,24655	2,77105	50.630,10	4.944,68	55.574,79	0,0269	539,49	0,0857	1.718,76	57.833,04
Educ. General Básica ( 1º y 2º ) (1)	2,52450	0,24655	2,77105	50.630,10	4.944,68	55.574,79	0,0269	539,49	0,0857	1.718,76	57.833,04
Educ. General Básica ( 3º a 8º )	2,52450	0,24655	2,77105	50.630,10	4.944,68	55.574,79	0,0269	539,49	0,0949	1.903,27	58.017,55
Educ. Media Científico Humanista ( 1º a 4º )	3,01381	0,29481	3,30862	60.443,46	5.912,56	66.356,02	0,0269	539,49	0,1067	2.139,92	69.035,44
Educ. Media Tec. Prof. Agrícola y Marítima	4,06671	0,40013	4,46684	81.559,89	8.024,81	89.584,70	0,0269	539,49	0,1689	3.387,37	93.511,57
Educ. Media Tec. Prof. Industrial	3,18177	0,31177	3,49354	63.811,98	6.252,70	70.064,68	0,0269	539,49	0,1268	2.543,04	73.147,21
Educ. Media Tec. Comercial y Técnica	3,01381	0,29481	3,30862	60.443,46	5.912,56	66.356,02	0,0269	539,49	0,1115	2.236,19	69.131,70
Educ. Especial Diferencial	7,39674	0,74991	8,14665	148.345,30	15.039,82	163.385,12	0,0813	1.630,51	0,2572	5.158,27	170.173,91
Necesidades. Educ. Especiales de Caracter Transitorio	6,33267	0,74991	7,08258	127.004,85	15.039,82	142.044,67	0,0813	1.630,51	0,2572	5.158,27	148.833,46

Fuente: MINEDUC 2013

b. Tabla de factores de subvención rural a diciembre 2012

Establecimiento	Factor USE
Sin JEC	60,50430
Con JEC	74,91951

Fuente: MINEDUC

Cantidad Alumnos	Factor USE
1-19	2,1000
20-21	1,9746
22-23	1,8712
24-25	1,7832
26-27	1,7073
28-29	1,6413
30-31	1,5841
32-33	1,5335
34-35	1,4884
36-37	1,4488
38-39	1,4125
40-41	1,3795
42-43	1,3498
44-45	1,3223
46-47	1,2981
48-49	1,2750
50-51	1,2541
52-53	1,2343
54-55	1,2156
56-57	1,1991
58-59	1,1837
60-61	1,1683
62-63	1,1551
64-65	1,1419
66-67	1,1298
68-69	1,1177
70-71	1,1067
72-73	1,968
74-75	1,869
76-77	1,781
78-79	1,693
80-81	1,539
82-83	1,451
84-85	1,363
86-87	1,286
88-89	1,165

c. Tablas de factores de subvención SEP a diciembre 2012

5 SUBVENCION DE EDUCACION PREFERENCIAL, modificado por Ley N° 20.637 Vigencia a contar de Diciembre 2012

Establecimientos	FACTORES U.S.E. (Valor USE \$ 20.055,498)				Valor por Alumno en Pesos			
	1° NT a 4° Básico	5° y 6° Básico	7° y 8° Básico	1° a 4° Ens. Media (1)	1° NT a 4° Básico	5° y 6° Básico	7° y 8° Básico	1° a 4° Ens. Media (1)
Autónomos	1,69400	1,69400	1,12900	1,12900	33.974,01	33.974,01	22.642,66	22.642,66
Emergentes	0,84700	0,84700	0,56450	0,56450	16.987,01	16.987,01	11.321,33	11.321,33

6 SUBVENCION POR CONCENTRACION

según porcentaje de alumnos prioritarios del establecimiento, Ley 20.637

	FACTORES U.S.E.				Valor por Alumno en Pesos			
60% o más	0,30200	0,30200	0,20200	0,20200	6.056,76	6.056,76	4.051,21	4.051,21
Entre 45% y menos 60%	0,26900	0,26900	0,17900	0,17900	5.394,93	5.394,93	3.589,93	3.589,93
Entre 30% y menos 45%	0,20200	0,20200	0,13400	0,13400	4.051,21	4.051,21	2.687,44	2.687,44
Entre 15% y menos 30%	0,11800	0,11800	0,07800	0,07800	2.366,55	2.366,55	1.564,33	1.564,33

(1) La Enseñanza Media se aplica en forma progresiva desde del 1° Medio a partir del periodo escolar 2013.

Fuente: MINEDUC

d. Tablas de factores de descuento al financiamiento compartido según Ley 19.247

Descuento [en %]	Monto cobrado en financiamiento compartido
0	No sobre pasa 0,5 USE
10	Excede 0,5 USE y no sobrepasa 1 USE
20	Excede 1 USE y no sobrepasa 2 USE
35	Excede 2 USE y no sobrepasa 4 USE

Fuente: MINEDUC

e. Porcentajes fuentes de ingreso 2013 por dependencia de establecimiento<sup>29</sup>

	subv. regular	subv. ruralidad	subv. sep	ficom	ap. municipal
<b>Urbanos</b>	68,87	0,04	17,11	7,99	5,99
<b>Rural</b>	55,09	20,13	18,10	0,10	6,57
<b>Prom.</b>	63,63	7,69	17,48	4,98	6,21
	subv. regular	subv. ruralidad	subv. sep	ficom	ap. municipal
<b>EM</b>	60,18	10,10	18,63	0	11,08
<b>PSS</b>	66,63	11,12	22,25	0	0
<b>PSC</b>	68,83	0	11,53	19,31	0,33
<b>Prom.</b>	63,63	7,69	17,48	4,98	6,21

Fuente: Elaboración propia, datos MINEDUC 2013

---

<sup>29</sup> Por la manera de prorratearse el gasto municipal, el monto asignado a establecimientos no municipales es nulo. Puede ser en la realidad que algunas municipalidades sí entreguen recursos a los establecimientos no municipales.



Anexo 7: Resultados tests, sección de Resultados de Eficiencia SFA

a. Test de Hausman, método SFA prueba matemática diferencias entre OLS y MC3E.

Hausman	----	Coefficients	----	
SFA	(b)	(B)	(b-B)	sqrt(diag(V_b-V_B))
	mat_mc3e	mat_ols	Difference	S.E.
lsep_sum	0.2039345	-0.0076612	0.2115957	0.116489
lrec	0.111223	0.0894265	0.0217964	0.0360844
lsepc	0.0287449	0.0487956	-0.0200508	
sexo_prom	0.058166	0.0479316	0.0102344	0.0126135
nlibros_prom	0.0333917	0.0351375	-0.0017458	0.0089767
educm_prom	0.0123631	0.0134829	-0.0011198	0.0025939
ingfam_prom	0.0262873	0.0186255	0.0076618	0.0039685
salacuna_p~m	0.1922611	0.1511249	0.0411362	0.0262155
jardin_prom	0.1063494	0.1125727	-0.0062232	0.0126895
prekinder_~m	-0.063628	-0.0367129	-0.0269151	0.0183988
kinder_prom	-0.0607951	-0.0178893	-0.0429058	0.0187482
expectativ~m	0.1830534	0.1711376	0.0119157	0.0056013
PSS	-0.012654	-0.0144123	0.0017583	0.0148469
PSC	0.0501985	0.0382014	0.011997	0.0146241
matricula	-0.0000101	0.0000749	-0.000085	0.0000642
matricula2	-9.41E-09	-1.93E-08	9.88E-09	1.27E-08
curso	-0.0185369	-0.0176637	-0.0008732	0.0026248
curso2	0.0002389	0.0002392	-3.48E-07	0.0000385
ive	0.0839378	0.0547105	0.0292273	0.034339
exppr	-0.004442	-0.0022311	-0.002211	0.0017037
exppr2	0.0001798	0.0000778	0.0001019	0.0000536
indiceigual	0.0025604	0.008499	-0.0059386	0.0028371
rural	0.0743704	0.0761995	-0.0018291	0.0080668
smat12	0.2660848	0.2688566	-0.0027717	0.0034289

b = consistent under Ho and Ha; obtained from sfcross

B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from sfcross

Test: Ho: difference in coefficients not systematic			
$\chi^2(21) = (b-B)'[(V_b-V_B)^{-1}](b-B)$			
=	45.27		
Prob>chi2 = 0.0016			
(V_b-V_B is not positive definite)			

Fuente: Elaboración propia, datos SIMCE 2013

b. Test de Hausman, método SFA prueba lenguaje diferencias entre OLS y MC3E.

Hausman	----	Coefficients	----	
SFA	(b)	(B)	(b-B)	sqrt(diag(V_b-V_B))
	mat_mc3e	mat_ols	Difference	S.E.
lsep_sum	0.1813544	-0.0070473	0.1884017	0.1076084
lrec	0.2072956	0.0449357	0.1623599	0.0346262
lsepc	0.0147738	0.0373964	-0.0226226	
sexo_prom	0.279894	0.2672316	0.0126624	0.0202641
nlibros_prom	0.0443339	0.0317934	0.0125405	0.0133242
educm_prom	0.0269531	0.0374038	-0.0104506	0.0038215
ingfam_prom	0.0114427	0.0136699	-0.0022272	0.0056134
salacuna_p~m	0.2418165	0.2217787	0.0200378	0.037891
jardin_prom	0.0836239	0.077562	0.006062	0.0202835
prekinder_~m	0.0110217	0.0311235	-0.0201018	0.0293217
kinder_prom	0.0077642	0.0573129	-0.0495488	0.0304621
expectativ~m	0.1522946	0.1534355	-0.0011408	0.0085777
PSS	0.0725508	0.012696	0.0598548	0.0164622
PSC	0.0950372	0.0281293	0.0669079	0.0175805
matricula	-2.08E-04	9.19E-05	-2.99E-04	6.88E-05
matricula2	2.45E-08	-1.51E-08	3.96E-08	1.53E-08
curso	-0.0339103	-0.0172678	-0.0166425	0.0029955
curso2	0.0004697	0.0002167	0.000253	0.0000461
ive	-0.0420739	-0.0654666	0.0233927	0.0497333
exppr	-0.0086239	0.0064027	-0.0150266	0.0025648
exppr2	0.00032	-0.0000709	0.0003909	0.0000796
indiceigual	0.0074647	0.0212871	-0.0138224	0.0049184
rural	0.0906103	0.0892196	0.0013907	0.0125814
sleng12	0.1730001	0.1862298	-0.0132297	0.0048641

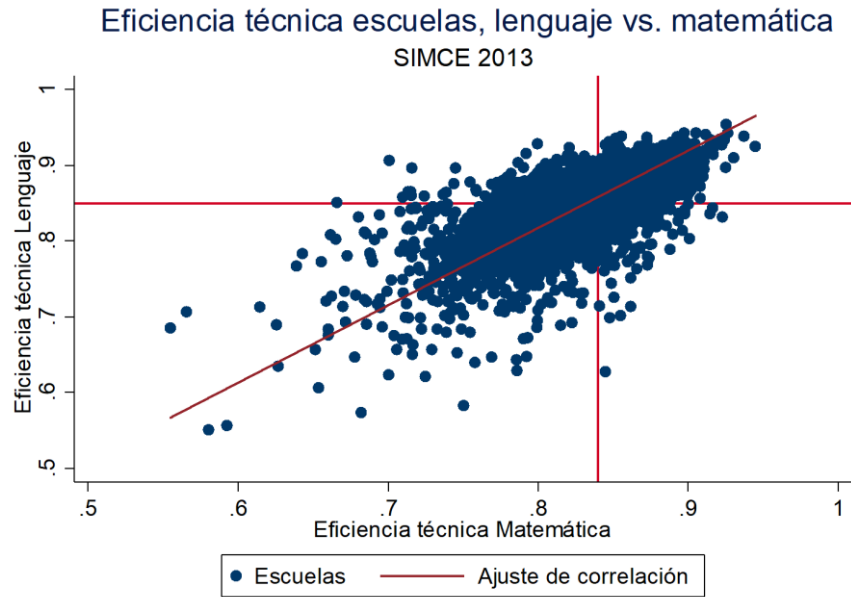
b = consistent under Ho and Ha; obtained from sfcross

B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from sfcross

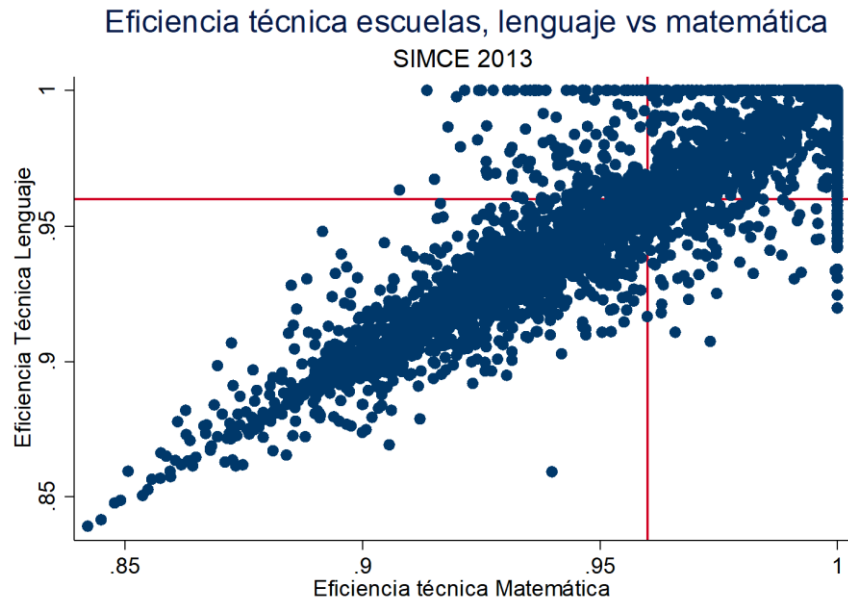
Test: Ho: difference in coefficients not systematic			
$\chi^2(22) = (b-B)'[(V_b-V_B)^{-1}](b-B)$			
=	94.11		
Prob>chi2 = 0.0000			
(V_b-V_B is not positive definite)			

Fuente: Elaboración propia, datos SIMCE 2013

c. Nube de escuelas respecto a sus niveles de eficiencia técnica estimada según SFA



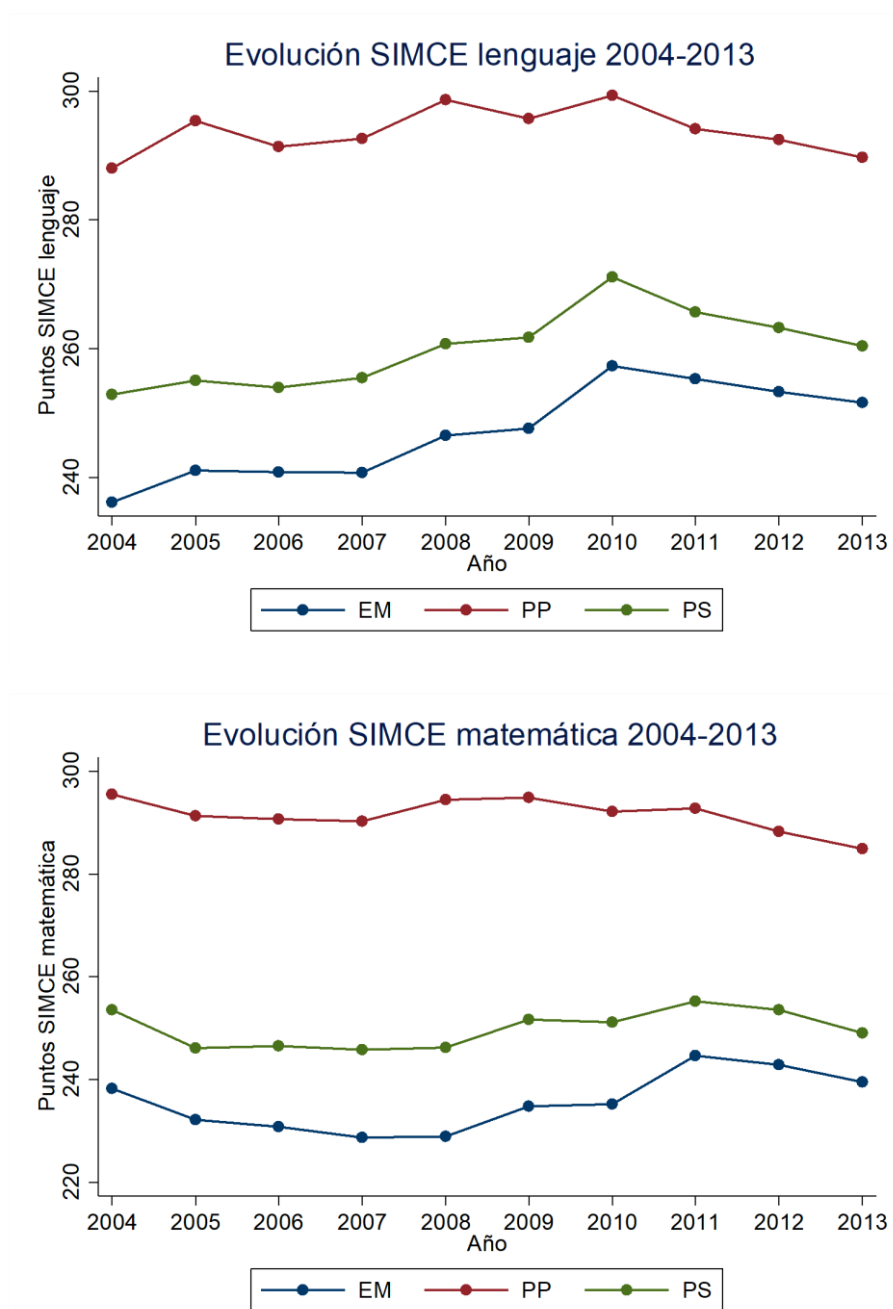
d. Nube de escuelas respecto a sus niveles de eficiencia técnica estimada según DEA



Anexo 8: Estimaciones en 3 etapas, ecuaciones (2) y (3)						
	lsep			lrec		
	Coef.	t-value		Coef.	t-value	
lcosto	-0,020	-64,51	**	-0,157	-21,93	**
pob_com	0,000	-1,91		0,000	-6,71	**
sexo	0,002	2,44	*			
educm	-0,009	-59,66	**			
ingfam	-0,017	-91,55	**			
nlibros	-0,004	-8,83	**			
salacuna	-0,008	-7,28	**			
jardin	-0,005	-5,56	**			
prekinder	0,005	3,71	**			
kinder	0,000	-0,05				
expectativa	-0,005	-13,65	**			
PSS				-0,380	-185,26	**
PSC				-0,313	-157,12	**
matricula				0,002	529,74	**
matricula2				0,000	-302,93	**
curso				0,077	211,38	**
curso2				-0,001	-187,01	**
rural				-0,064	-24,64	**
ive				-0,656	-102,84	**
exppr				0,016	26,68	**
exppr2				-0,001	-31,36	**
indiceigual				-0,009	-12,22	**
smat12				0,021	21,3	**
constante	0,459	173,02	**	5,374	216,72	**
N	1,4e+05			1,4e+05		
R <sup>2</sup>		0,240			0,925	

\* p<0,05; \*\* p<0,01

Anexo 9: Evolución de los puntajes SIMCE en el tiempo, según tipo de establecimiento



Fuente: Elaboración propia, datos Agencia de la Calidad de la Educación 2017

**Anexo 10: Estimación de corrección SEP sin modelo de escuela eficiente**

		<b>10/90</b>	<b>20/80</b>	<b>30/70</b>	<b>40/60</b>
<b>Matemática</b>	<b>SFA</b>	2,16	2,06	2,01	1,97
	<b>DEA</b>	2,16	2,06	2,01	1,97
<b>Lenguaje</b>	<b>SFA</b>	1,64	1,61	1,58	1,56
	<b>DEA</b>	1,64	1,61	1,58	1,56

**Fuente: Elaboración propia, datos SIMCE 2013**