

*ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE LA EDUCACIÓN BÁSICA MEDIANTE EL  
MÉTODO DE FRONTERAS ESTOCÁSTICAS DE PRODUCCIÓN: EL CASO DE LA  
COMUNA DE TALCA\**

Elementary education efficiency analysis by the stochastic frontier method of  
production: the case of the county of Talca

*Profs. Sebastián Donoso D.  
Medardo Aguirre G.  
Claudia Espinoza B.  
Paola Manríquez G.  
Marisela Silva C.*

**Resumen**

La eficiencia en el uso de los recursos para el logro de los objetivos educacionales es materia clave para alcanzar un desarrollo educacional sostenido. El artículo da cuenta de los resultados de la aplicación de la metodología de Fronteras de Producción, proveniente del ámbito económico, comparando los logros en el SIMCE de los establecimientos educacionales particulares, subvencionados y municipales de la comuna de Talca.

Superando las limitantes de la información, los resultados dan cuenta que los diez establecimientos con mejores resultados en SIMCE no coinciden con los diez colegios más eficientes bajo el modelo de Fronteras Estocásticas. Lo anterior se debe a que el SIMCE mide logros de rendimiento en determinadas pruebas de conocimientos, en tanto que la eficiencia, aplicando modelos de Fronteras Estocásticas, incorpora variables que afectan dicho logro y también permite identificar el grado de influencia de estas variables en el producto (SIMCE).

**Abstract**

The efficient use of resources for the achievement of educational objectives is a key issue in attaining sustainable educational development. This essay reports the results of the application of production frontier methodology, a method first developed in the field of the economy, comparing the SIMCE score of student in private, subsidized and municipal schools in the county of Talca.

Accounting for data restraints, the results show that the ten schools with the best SIMCE scores do not coincide with those judged to be the ten most efficient schools under the Stochastic Frontier Model. This is due to the fact that the SIMCE test measures performance achievement in specific test of knowledge; nevertheless, efficiency, as defined by the stochastic frontier models, embodies variables that affect such achievement, and also let us identify the degree of influence of these variables in product (SIMCE).

---

\* Este artículo se inserta en el Programa de Investigación 463-10 Modelos de Análisis del Rendimiento Estudiantil, financiado por la Dirección de Programas de Investigación de la Universidad de Talca.

## I. PRESENTACION

El artículo se introduce en un tema crucial en la actualidad para el desarrollo educacional cual es su eficiencia como unidad productiva en pos de los logros educacionales, atendiendo para ello en el uso de la metodología de Fronteras de Producción. Esta última proviene del ámbito económico y ha sido empleada con éxito en otros sectores productivos y sólo en algunas oportunidades en el ámbito educacional, insertándose como un enfoque con interesantes proyecciones en el campo de la economía de la educación.

El trabajo compara los resultados registrados por los establecimientos educacionales de la comuna de Talca<sup>1</sup>, tanto del ámbito particular pagado como del subvencionado y municipal, vía la aplicación de la metodología indicada respecto de los esquemas lineales clásicos, estableciendo criterios de análisis relevantes que muestran que el enfoque de fronteras de producción es una perspectiva atractiva para analizar el tema de la eficiencia de los procesos productivos en educación.

La política educacional se ha constituido en un tema de Estado, por su rol como herramienta insustituible para promover tanto el desarrollo social como el económico, así como la competitividad de los países en un mundo cada vez más globalizado, lo que obliga a medir con mayor precisión los recursos que se asignan y las contribuciones que por esta vía se alcanzan. Bajo la perspectiva de la Teoría del Capital Humano, desarrollada desde inicios de los años 60, la educación va alcanzando un papel de creciente gravitación como variable explicativa del avance económico de los pueblos, siendo a comienzo de los años 80 cuando logra incorporarse de lleno y, posteriormente, desplazar del centro a los modelos tradicionales que descifraban el crecimiento económico, caracterizados por enfatizar la importancia de la acumulación de capital físico en la economía, asociando la tasa de crecimiento *per cápita* de largo plazo al progreso técnico (este último considerado como una variable exógenamente determinada). A partir de esa década, se incorporan visiones que reconocen la importancia de estudiar explícitamente los factores que determinan el crecimiento económico de largo plazo. Se busca explicar este crecimiento dentro del mismo paradigma, dando lugar a los modelos de crecimiento endógeno. En éstos, no sólo importa el número de trabajadores, sino cuán hábiles sean éstos en las tareas, concluyendo (lo que economistas anteriores también habían señalado) que la evolución del capital humano constituye uno de los determinantes fundamentales del crecimiento de las economías.

Desde la década de los años 80, trabajos desarrollados por eruditos en la materia han demostrado que los ingresos económicos individuales se elevan significativamente con la educación, dando cuenta que los estudios sobre tasas de retorno de la educación evidencian que se trata de una inversión con alta rentabilidad, con tasas incluso superiores para los países desarrollados que para el resto. Por su parte, en los países menos desarrollados el retorno de la educación primaria es superior a la de otros niveles, aunque este proceso está cambiando su centro de gravedad. Bajo este análisis se explican los inmensurables aportes que están realizando en la actualidad entidades como el Banco

---

<sup>1</sup> Se seleccionó la comuna de Talca, además por la proximidad territorial, y dado que reúne un número importante de establecimientos educacionales de distintas dependencias, los cuales, como se sabe, están clásicamente asociados a logros diferenciales de sus estudiantes en materia de rendimiento.

Mundial y el BID, destinados a entregar soporte a macroproyectos educacionales de los distintos países, incluyendo el Programa de Mejoramiento de la Calidad y Equidad de la Educación (MECE) impulsado en Chile desde el año 1991.

El área temática en la cual se inserta el presente estudio corresponde a enfoques de producción aplicados, donde –para este caso– la preocupación central reside en determinar cuál es la importancia de los insumos educacionales en los resultados de los alumnos. Paralelamente se busca establecer el nivel de eficiencia para cada una de las unidades estudiadas.

Los resultados educativos forman parte del complejo sistema de variables a medir, y pueden ser establecidos a partir de diversas fuentes, una de las más confiables es la del Sistema de Medición de la Calidad de la Educación (SIMCE), constituido por un conjunto de pruebas e instrumentos dirigidos a la medición de logros y del grado de satisfacción de los participantes. A partir del año 1988, alternadamente, se aplica el SIMCE a los 4º y 8º años básicos de todo el país que tienen ocho alumnos o más en el curso. El Ministerio de Educación es el responsable de su diseño, aplicación y procesamiento de la información, entregando orientaciones de apoyo a los establecimientos educacionales<sup>2</sup>.

## II. INDICADORES DE CALIDAD Y EFICIENCIA EN EDUCACION

2.1. *Indicadores empleados por el Sistema de Medición de la Calidad de la Educación.* El SIMCE provee antecedentes acerca del grado de incidencia de algunos factores sobre los estimadores de calidad de la educación, los que se obtienen estadísticamente. Muchos factores influyen en la calidad de la educación, a saber: recursos humanos, materiales (medios disponibles para el proceso de enseñanza-aprendizaje); recursos de infraestructura (cantidad, calidad y pertinencia de los espacios físicos disponibles en la unidad educativa); métodos pedagógicos y marco curricular (manera de llevar a cabo la aplicación concreta de los planes y programas en la unidad educativa); administración institucional (estrategias y procedimientos aplicados en la unidad educativa con el fin de realizar su gestión educacional (administrativa y académica); actividades extraescolares y extraprogramáticas.

El SIMCE<sup>3</sup> es un estimador parcial de la calidad educacional de un establecimiento ya que considera varias de las dimensiones indicadas, aunque lo realiza para algunas dimensiones bajo un esquema de ‘establecimiento educacional’ y en otras como ‘aula o curso’. Se consideran variables como:

- a) *logro de objetivos académicos por los alumnos:*  
(como medida de eficacia en la obtención de los objetivos). Permite identificar el nivel de logro de los objetivos propuestos para las asignaturas básicas (cas-

---

<sup>2</sup> Se entiende y acepta que la medición que realiza el SIMCE no es excluyente de otras y que tiene limitaciones, siendo su fortaleza la sistematicidad y consistencia de la información obtenida.

<sup>3</sup> En el plano de las políticas centralizadas del Mineduc, el SIMCE es considerado como un factor decisivo para integrar establecimientos educacionales en un Programa de apoyo específico a las escuelas que tienen bajos rendimientos, conocido como el Programa de las 900 escuelas (P-900).

tellano, matemáticas, ciencias sociales y naturales). Se obtiene mediante pruebas que se aplican a los alumnos.

- b) *Desarrollo personal:*  
Identifica el grado de internalización de estos aspectos en los alumnos. Se realiza mediante un test diseñado para estos efectos.
- c) *Aceptación de la labor educacional:*  
Se usa para establecer el grado de satisfacción de los alumnos, padres y profesores con la educación impartida por el establecimiento. Es decir, precisa la percepción de estos grupos respecto de lo que la unidad educativa entrega en materia de contenidos, trato personal, infraestructura y equipamiento, etc. Se realiza mediante una encuesta cerrada a cada grupo.
- d) *Eficiencia escolar:*  
Corresponde a la eficiencia interna de la unidad educativa para llevar a cabo el proceso educacional. Se consideran tasa de promoción, de repitencia, de retiro y tasa de éxito oportuno. Se elabora a partir de información entregada por el establecimiento.
- e) *Cobertura:*  
Se mide como la fracción de alumnos que pertenecen al sistema educativo formal, con respecto a la población en edad escolar del área geográfica en análisis. Esta medición es significativa, a partir del nivel comunal, ya que está orientada a evaluaciones de autoridades educacionales, comunales, regionales y de gobierno central.

2.2. *Indicadores de los Modelos de Frontera de Producción.* La mayoría de los modelos conceptuales vigentes (Mizala, Romaguera y Farren 1997) reconocen que es complejo identificar el producto educacional, dado que no sólo se relaciona con el rendimiento de los alumnos en las escuelas, sino también con su inserción en el mundo laboral, su productividad y otras características que no pueden ser medidas sincrónicamente con su etapa de formación. Estos son los factores exógenos que influyen sobre el rendimiento escolar y que son difíciles de compensar a través de una política educacional. El éxito escolar depende en muchas oportunidades de factores que se encuentran fuera de la escuela: nutrición, acceso a servicios de salud, condiciones de vivienda, educación de los padres, cultura familiar y recursos materiales y otros (Levin 1991).

El modelo conceptual de producción generalmente usado representa el logro de un estudiante en un instante del tiempo como función de entradas acumulativas de la familia, sus pares, la escuela y los profesores. Estas variables de entrada interactúan entre sí y con las habilidades innatas o potencial de aprendizaje del estudiante.

Según Mizala *et al.* (1997) las variables explicativas se pueden clasificar en las relativas a:

- *Características de la familia:*  
ingreso familiar, nivel de educación de los padres y características de la estructura familiar, ausencia de uno o más padres y tamaño de la familia;
- *Características de los estudiantes:* sexo, edad y raza;
- *Características de la escuela:*  
infraestructura (pública/privada), localización (urbano/rural), tamaño de los cursos, matrícula de la escuela, número de administrativos por alumno;

- *Características de los docentes*  
nivel formal de educación, experiencia en la profesión, perfeccionamiento y salarios.

Estudios realizados en otros países consideran como base los estudiantes a nivel individual y, a partir de ellos, determinan la significancia de las variables consideradas. Las investigaciones realizadas en Chile, fundamentalmente a partir del SIMCE, difieren de estos estudios debido principalmente a que la unidad de análisis final es la escuela y no el alumno. De esta forma las variables asumen características diferentes, pues las unidades de análisis no son comparables. Para nuestro país, la variable socioeconómica es una de las más gravitantes. Factores como el índice de vulnerabilidad de la escuela y las características de ingreso promedio de los alumnos están asociados fuertemente al logro educacional (Aedo y Larrañaga 1994, Aedo 1997).

Al analizar las variables consideradas se puede señalar, en cuanto a la “tasa alumnos-funcionarios administrativos”, que muestra un impacto negativo en los rendimientos de los alumnos, factor que lo ha llevado a ser considerado un indicador de ineficiencia en la gestión del colegio<sup>4</sup>.

Por otra parte, variables como “educación de los padres y la experiencia de los profesores” presenta un impacto positivo en el logro estudiantil<sup>5</sup>. Esta situación tiene resultados diferentes de acuerdo con la dependencia del establecimiento. El mismo SIMCE consistentemente muestra que los estudiantes de los establecimientos municipalizados tienen más bajos rendimientos que los de colegios particulares subvencionados y que los del área particular pagada. Ello estaría igualmente asociado a distintos niveles de educación de los padres, y en menor medida a una preparación diferente de los profesores<sup>6</sup>.

Estudios que analizan la variable “experiencia docente” indican que tiene escasa significación (medida como años de servicio promedio), en parte porque tiene un techo bajo (es decir llegado a un nivel se estabiliza, y en parte porque requiere estar asociada a otras variables (infraestructura, equipamiento, salarios, etc.) para ser más eficiente. Hanushek (1995) desarrolló una función de producción, para comparar el rendimiento entre colegios, en la que identifica qué características de los profesores, como experiencia promedio y habilidad verbal, influyen sobre el rendimiento de los alumnos.

En la recopilación realizada por Mizala *et al.* (1997) se sostiene que: la “tasa alumno-profesor” resulta ser significativa. Las escuelas que presentan cursos más numerosos obtienen mejores resultados que aquellas escuelas con cursos más pequeños. Esta variable es compleja y debe entenderse que esta afirmación se ha de manejar entre determinados rangos, es decir, pasado los 50 alumnos el tamaño del curso empieza a tener un comportamiento negativo, como lo es en cursos menores de 10 alumnos. En este tramo, los cursos numerosos tienen mejores logros que los más reducidos.

El análisis de la variable “tamaño del establecimiento” tiene un comportamiento similar a la anterior. Los colegios más grandes tienen mejor desempeño en el SIMCE,

---

<sup>4</sup> Este es también usado por el Ministerio de Educación para asignar recursos en la educación superior.

<sup>5</sup> Existe abundante literatura sobre este tema, véase los descriptores respectivos de RAE del CIDE-REDUC.

<sup>6</sup> La variable profesor es más compleja pues en muchas oportunidades la educación particular subvencionada comparte los mismos profesores con la educación municipal, sin embargo se logran en la primera resultados diferentes, atribuibles a mayores exigencias y al nivel socioeconómico de la familia.

esto en parte porque los rendimientos más bajos se encuentran en las escuelas muy pequeñas (con menos de 40 alumnos), porque entre otras características éstas atienden a una población pobre, tienen uno o dos profesores y además están asociadas a otras características que se correlacionan con los bajos rendimientos. Por su parte, los establecimientos más grandes están en zonas urbanas, con mayor dotación docente, de equipamiento, etc.

Otras dimensiones consideradas muestran que la “educación preescolar” entrega efecto positivo sobre el logro de los niños. También se conoce que los establecimientos femeninos tienen en promedio mejor rendimiento que los masculinos y éstos mejores resultados que los mixtos.

La infraestructura y localización geográfica (urbana o rural) del establecimiento se relaciona con la dependencia del colegio y es cierto que en las escuelas rurales el rendimiento es menor que en las grandes ciudades. Las escuelas particulares pagadas, que son las que obtienen mejores resultados, no llegan hasta las zonas rurales debido a que no les resulta económicamente rentable, por lo tanto son principalmente las escuelas municipalizadas quienes deben satisfacer la demanda por educación de esas zonas.

Schieffelbein y Zeballos (1993), realizando un “estado del arte” sobre la influencia de factores alterables del proceso educativo en la efectividad escolar, concluyeron que las variables que más explican el rendimiento escolar a nivel de escuela son el nivel socioeconómico-cultural de la población atendida, las expectativas que director, profesor y padres tienen con relación a posibilidades del rendimiento académico de alumnos; y la percepción que director y profesor tienen de la disciplina de los alumnos.

### III. MODELOS DE FRONTERAS DE PRODUCCION

3.1. *Conceptualizaciones iniciales.* Se define “fronteras de producción” desde diversas perspectivas. La primera es el máximo producto que se puede obtener, con determinada cantidad de insumos; alternativamente, visto desde los costos puede definirse como el costo mínimo al cual se puede producir una cantidad determinada de producto, dados los precios de los insumos. Igualmente desde la perspectiva de las ganancias puede ser definido como la mayor utilidad posible, dado el precio de los insumos y del producto.

El concepto central de las definiciones es el de maximización o minimización y, a partir de éstos, el de eficiencia del proceso, alcanzado “cuando la economía no puede producir una mayor cantidad de un bien sin producir menos de otro”. Como se sabe, con recursos limitados se puede producir una determinada cantidad de bienes y servicios, sin embargo no se puede aumentar la producción de un bien sin renunciar, como mínimo, a una determinada cantidad de otro. Estas decisiones forman parte del concepto de Costo de Oportunidad (Samuelson 1992) y son el punto central del marco decisional que valúa el proceso de Frontera de Producción. Los problemas decisionales señalados se deben, en realidad, a las elecciones y limitaciones entre factores y productos de una economía, tema que también está presente en el sector educación.

Asumiendo que toda empresa dentro de un sector definido tiene diferentes curvas de producción, así como también que la industria posee una curva de producción total (o frontera de la industria), se puede decir que toda empresa que tiene curvas de producción por debajo de la frontera de la industria está siendo –en algún grado– ineficiente frente

a la competencia, ya que utilizando adecuadamente los recursos podrían alcanzar el punto máximo de la frontera de su sector. La diferencia que exista entre la frontera de la industria del sector y el punto donde se ubica la empresa en particular es la medida de ineficiencia. Esta puede clasificarse en las siguientes categorías:

- ineficiencia técnica, referida al excesivo uso de insumos, lo que implica que el costo ya no será mínimo ni la utilidad máxima,
- ineficiencia de asignación, resultante del uso de insumos en proporción mayor a las necesarias, lo que genera las mismas consecuencias mencionadas para la ineficiencia técnica.

Para que una empresa se sitúe en la frontera de la industria es necesario, aunque no suficiente, que combine la eficiencia técnica y la económica. Sin embargo, para maximizar la utilidad o el nivel de producto o bien minimizar el costo, también necesita poseer rendimientos a escala, los que reflejan la sensibilidad del producto total cuando se cambia proporcional y simultáneamente el uso de los factores.

3.2. *Funciones y modelos para medir eficiencia*<sup>7</sup>. La función de producción Cobb-Douglas, propuesta en 1928, es una de las más usadas en economía por su simplicidad, para determinar eficiencia, lo que significa que es fácil de linealizar dado que originalmente tenía dos componentes: capital y trabajo, a partir de los que se pueden estimar las elasticidades. La generalización de esta función implicó expandirla en el número de insumos utilizados por las empresas, manteniendo su propiedad de linealidad, lo que facilita calcular los parámetros de la función. Aplicando esa propiedad, la función queda expresada de la siguiente manera:

$$\ln y = \beta_0 + \beta_1 \ln x_1 + \beta_2 \ln x_2 + \dots + \beta_j \ln x_j$$

Donde y: Producción;  $x_j$ : Insumos;  $\beta_j$ : Parámetros; i: 0, 1, 2, ..., n

Una segunda característica de la función es su homogeneidad de grado  $\sum \beta_j$ , el que puede mirarse desde el punto de vista de los retornos a escala. Es decir, en términos de qué sucede con la producción cuando los insumos aumentan en forma proporcional. Si una función es homogénea de grado 1, posee ‘retornos constantes a escala’, lo cual implica que por cada aumento en los insumos, el producto aumenta en forma proporcional a ellos. Si es homogénea mayor a 1, tiene ‘retornos crecientes a escala’, eso significa que por cada aumento en la cantidad de insumos empleados, aumenta la producción en proporción mayor y, de igual forma, si el aumento de la producción es proporcionalmente menor al aumento en los insumos, la función tiene ‘retornos decrecientes a escala’. Sin embargo, para efectos de análisis en mercados competitivos, se requiere que  $\beta_1 + \beta_2 \leq 1$ .

La tercera característica de la función es que permite medir fácilmente la elasticidad parcial de producción de cada insumo, ya que está representada por el parámetro  $\beta_i$  asociado a cada insumo.

Los “Modelos de Fronteras de Producción” han variado sustancialmente su metodología desde los inicios de Farrell en 1957, siendo clasificables los estudios de fronteras según ésta sea especificada y estimada.

<sup>7</sup> La operacionalización de esta sección está detallada en el anexo N° 1.

### *Modelos de Fronteras Determinísticas No - paramétricos*

Farrell (1957) consideró una firma que usa dos insumos,  $x_1$  y  $x_2$ , produce un producto ( $y$ ); asumiendo que la función de la firma es:  $y = f(x_1, x_2)$ , considera que la función está caracterizada por retornos constantes a escala y el modelo puede ser estimado por técnicas de programación lineal. Este procedimiento no está basado en algún modelo explícito de frontera o de relacionamiento de las observaciones en la frontera.

El enfoque de Farrell fue extendido y aplicado por Farrell y Fielhouse (1962) y Afriat (1972). La principal ventaja de este enfoque es la forma no funcional impuesta sobre los datos. La principal desventaja es que el supuesto de retornos constantes a escala es restrictivo y la extensión para retornos no constantes a escala es compleja. Otra desventaja es que la frontera es calculada de una parte de la muestra, y por lo tanto, es susceptible a observaciones extremas y medidas de error.

### *Modelos de Fronteras Determinísticas Paramétricos*

Aunque el enfoque no paramétrico de Farrell tuvo muy pocos adherentes, propuso un segundo enfoque seleccionando la forma funcional Cobb-Douglas. La ventaja del nuevo enfoque es su capacidad para expresar la frontera en una forma matemática simple. Estos especificaron una frontera de producción homogénea, Cobb-Douglas, requiriendo que todas las observaciones estuvieran sobre o bajo la frontera.

La ventaja de este enfoque es la habilidad para caracterizar fronteras de una forma matemática simple; el problema es que las estimaciones con estos procedimientos no tienen propiedades estadísticas.

### *Modelos de Fronteras Estadísticas Determinísticas*

Afriat (1972) fue el primero en establecer explícitamente este modelo. Propuso una distribución beta de los dos parámetros para  $e^{-u}$ , y propuso que el modelo fuera estimado por el método de máxima verosimilitud. Richmond consideró una distribución gamma para  $\mu$  y mostró que  $\mu$  es exponencial.

También un método alternativo de estimación está basado en el método de mínimos cuadrados corregidos. Si  $\mu$  es la media de  $u$ , el modelo puede ser escrito como:

$$\ln y = (\alpha_0 - \mu) + \sum_{i=1}^n \alpha_i \ln x_i - (u - \mu)$$

### *Modelos de Fronteras Estocásticos*

La noción de fronteras determinísticas ignora la posibilidad que el rendimiento de una empresa pueda ser afectado por factores que están fuera de su control (como rendimiento deficiente de la maquinaria o mal tiempo) y por factores que están bajo su control (ineficiencia). El modelo de fronteras estocásticas considera el siguiente modelo:

$$\ln y = \ln \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i \ln x_{ij} + \epsilon_j$$

donde:  $\epsilon_j = v_j - u_j$

El término del error está compuesto de dos partes (Aigner, Lovell y Schmidt 1977, Meeusen y Van Den Broeck 1977). El término  $v$  corresponde al error aleatorio y se

distribuye normalmente. El término  $u$  corresponde al componente de ineficiencia y tiene una distribución half-normal. Una característica es que  $u \geq 0$ , para asegurarse que todas las observaciones estén por debajo de la frontera de producción estocástica. Ambos errores se asumen independientes.

Las estimaciones directas del modelo de fronteras estocásticas pueden ser obtenidas por métodos de máxima verosimilitud. Introduciendo una distribución de probabilidad específica para  $v$  y  $u$ , asumiendo que ambas son independientes.

Aigner (1977) consideró una distribución exponencial y half-normal para  $u$ . Stevenson mostró cómo las distribuciones exponencial y half-normal pueden ser generalizadas respectivamente a una normal truncada y gamma. La medida de eficiencia técnica obtenida de la frontera estocástica es más alta que las obtenidas de los modelos determinísticos.

#### IV. CONSTRUCCION DE LA FUNCION DE PRODUCCION

4.1. *Variables a considerar.* Las variables seleccionadas para los modelos propuestos son resultado tanto de la revisión bibliográfica, en función del grado de incidencia que tienen en el rendimiento escolar, así como de la disponibilidad de la información producida por el SIMCE a nivel de escuela y de curso (cuando corresponde).

La ventaja de trabajar a nivel de escuelas es que se reduce el sesgo de selección de los casos participantes. Este se produce por distintas causas, algunas de las cuales son considerar sólo a los alumnos que aprueban, así como la edad de ingreso a la escuela, que es diferente en las escuelas urbanas y rurales, sector donde ingresan con mayor edad. Sin embargo, siempre existe algún grado de selectividad que es difícil de controlar. Existen otras variables, a saber: disponibilidad económica del grupo familiar, proximidad hogar-escuela, que de hecho pueden ser reducidas en comparaciones intraestratos (es decir, particulares entre sí, subvencionados ídem), pero en los intergrupos es más difícil de controlar pues el factor socioeconómico opera antes, amén que son difíciles de medir para grandes grupos.

La selección de las variables realizadas fue la siguiente:

- a) *Nivel socioeconómico:*  
nivel de educación de los padres y disponibilidad de alimentación escolar son variables relevantes para el modelo, debido a su gran incidencia en el rendimiento escolar. Estas se agrupan en la variable “índice de vulnerabilidad”.
- b) *Infraestructura de la escuela:*  
dado que los establecimientos considerados presentan todas las características medidas, la variable fue eliminada dado su factor constante.
- c) *Dependencia del establecimiento:*  
En casi todos los estudios realizados respecto del tema esta variable ha sido significativa para explicar el rendimiento educacional.
- d) *Tasa profesor-alumno:*  
se seleccionó, ya que influye directamente en la forma de entregar los conocimientos y metodologías a los alumnos, impactando en su rendimiento.

- e) *Total de alumnos matriculados:*  
determina el tamaño del establecimiento e infraestructura, dimensiones que son importantes.
- f) *Días efectivos de clases:*  
esta variable fue eliminada porque es declarada como constante, aunque de hecho se sabe que no opera como tal, no existe la posibilidad de conocer su real comportamiento.
- g) *Escuelas de mujeres, hombres y mixtos:*  
esta variable fue eliminada debido a la tendencia al aumento de colegios mixtos.
- h) *Existencia de educación preescolar:*  
es importante considerarla debido a que en esta etapa se desarrollan habilidades que son significativas en el rendimiento futuro de los niños.
- i) *Tasa de aprobación:*  
existe una relación positiva entre la tasa de aprobación en la enseñanza básica y el rendimiento del establecimiento.
- j) *Tasa de deserción:*  
es un factor para determinar la menor demanda por el colegio.
- k) *Tasa de aceptación de la labor educativa por parte de los padres y/o apoderados:*  
refleja el nivel de satisfacción respecto del establecimiento.

4.2. *Estimación de la función de producción.* Como se indicó, los datos corresponden a los establecimientos educacionales de la Comuna de Talca, cuyos Octavos Años Básicos rindieron la prueba SIMCE los años 1993, 1995 y 1997. Son 56 establecimientos los que se encuentran en esta situación<sup>8</sup>. La ventaja de trabajar con resultados obtenidos por los octavos años, es que se capta mejor el carácter acumulativo del proceso educativo; su desventaja es que se ha producido un proceso selectivo más largo, influyendo así la deserción y repitencia<sup>9</sup>.

Para estimar la función de producción se asumió como “producto” los puntajes promedio obtenidos por cada colegio en castellano y matemática, así como el promedio entre ambas pruebas. Se utilizó la función de producción Cobb-Douglas linealizada mediante logaritmos, tanto para los modelos determinísticos como estocásticos, representada por:

$$y = \alpha_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \beta_5 x_5 + \beta_6 x_6 + \beta_7 x_7 + \beta_8 x_8 + \beta_9 x_9 + \beta_{10} x_{10}$$

donde,  $\alpha_0$  es el intercepto,

$x_i$  son las variables independientes del modelo descritas en la sección 4, y

$\beta_i$  son los parámetros del modelo.

<sup>8</sup> La información tanto de los resultados de SIMCE como de las variables a considerar, corresponde a la base de datos del Ministerio, disponible en la Secretaría Regional Ministerial de Educación y de la Dirección Provincial de Educación de Talca.

<sup>9</sup> El SIMCE se aplica los años pares a los 4º básicos y los años impares a los 8º básicos.

Mediante el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios se estimarán los parámetros desconocidos de la función de producción, de manera de analizar para el modelo su significancia individual y global (se realizó usando el software Eview). La frontera quedaría representada de la siguiente forma:

$$\text{Castellano: } y = 0.0197 + 0.1385x_1 + 0.1188x_2 + 0.1911x_3 - 0.019x_4 - 0.0082x_5 + 0.1256x_6 - 0.1291x_7 - 0.0574x_8 + 0.2367x_9 + 0.3916x_{10}$$

$$\text{Matemáticas: } y = -1.2273 + 0.0105x_1 + 0.1207x_2 + 0.1069x_3 - 0.004x_4 + 0.0113x_5 + 0.1268x_6 - 0.1485x_7 - 0.0224x_8 + 0.3928x_9 + 0.6065x_{10}$$

$$\text{Promedio: } y = -0.587 + 0.1408x_1 + 0.1247x_2 + 0.1308x_3 - 0.0123x_4 - 0.0024x_5 + 0.1376x_6 - 0.1433x_7 - 0.0467x_8 + 0.3585x_9 + 0.4574x_{10}$$

*4.3 Análisis del modelo.* Uno de los resultados que arroja este software es el coeficiente de determinación  $R^2$ , el cual mide la bondad de ajuste de la función. Para Castellano el  $R^2$  es 56.75%, lo que quiere decir que casi el 57% de la variación total del rendimiento promedio es explicada por las variables independientes que se consideraron en el estudio. Para el caso de Matemáticas es 48% y para el promedio de ambas pruebas es 57%.

La clasificación de las variables de la prueba de Castellano según significación - no significación en las pruebas t es la siguiente:

Tabla N° 1

Variables resultantes de la prueba de Castellano

Estadísticamente significativas	No significativas
$x_1$ : Área geográfica de la escuela $x_2$ : Dependencia del establecimiento $x_4$ : Tasa de deserción de alumnos $x_6$ : Total de alumnos matriculados $x_7$ : Tasa alumno-profesor $x_8$ : Índice de vulnerabilidad $x_{10}$ : Tasa de aceptación de la labor educativa por parte de los profesores	$x_3$ : Tasa de aprobación de alumnos $x_5$ : Existencia de educación preescolar $x_9$ : Tasa de aceptación de la labor educativa por parte de los apoderados

La clasificación de las variables de la prueba de matemáticas según significación - no significación en las pruebas t es la siguiente:

*Tabla N° 2*  
Variables resultantes de la prueba de Matemática

Estadísticamente significativas	No significativas
$x_2$ : Dependencia del establecimiento $x_6$ : Total de alumnos matriculados $x_7$ : Tasa alumno-profesor $x_{10}$ : Tasa de aceptación educacional por parte de los profesores	$x_1$ : Área geográfica del establecimiento $x_3$ : Tasa de aprobación de alumnos $x_4$ : Tasa de deserción de alumnos o retirados $x_5$ : Existencia de educación preescolar $x_8$ : Índice de vulnerabilidad $x_9$ : Tasa de aceptación de la labor educacional por parte de los apoderados

Para el promedio de ambas pruebas la situación se expone en la tabla N° 3.

Los resultados son compartidos en materias significativas como dependencia del establecimiento, tasa profesor/alumno y, en menor medida, el tema de la localización. Igualmente no son relevantes la educación preescolar y algunas de las relaciones de aceptación de la labor educacional. Los resultados se inscriben dentro de lo razonable. Por una parte, la dependencia se manifiesta como una variable sólida, ya que a su vez está asociada a factores importantes de carácter socioeconómico de las familias, por ende de acceso a recursos y de opciones de conocimiento y oportunidades de aprendizaje. El factor localización de los mismos corre idéntica suerte.

De las variables no significativas, la educación preescolar puede inducir a error, pues no se puede diferenciar –dados los antecedentes disponibles– si los alumnos medidos tuvieron educación preescolar, sólo se conoce si el establecimiento dicta este tipo de educación, lo que explica que en los resultados puede no tener significación.

*Tabla N° 3*  
Variables resultantes del promedio de ambas pruebas

Estadísticamente significativas	No significativas
$x_1$ : Área geográfica del establecimiento $x_2$ : Dependencia del establecimiento $x_4$ : Tasa de deserción de alumnos $x_6$ : Total de alumnos matriculados $x_7$ : Tasa alumno-profesor $x_8$ : Índice de vulnerabilidad $x_{10}$ : Tasa de aceptación de la labor educacional por parte de los profesores	$x_3$ : Tasa de aprobación de alumnos $x_5$ : Existencia de educación preescolar $x_9$ : Tasa de aceptación de la labor educacional por parte de los apoderados

Como se observa, existen diferencias en las variables que participan en cada caso. Desde el punto de vista metodológico esta situación es adecuada, pues en su defecto bastaría una sola función explicativa, ya que los resultados estarían estrechamente asociados, lo que debilitaría la predicción, ocasionando que un mal resultado (o su opuesto muy bueno) llevaría a igual estándar en la otra prueba. También puede señalarse que la prueba F es significativa para los tres casos, por lo tanto las variables consideradas son estadísticamente significativas en forma global.

La tabla siguiente (cfr. tabla N° 4) expone el sentido (o signo) de las variables significativas para las distintas pruebas. La información reseñada se encuadra en lo razonable. Es compartido en todos los casos que los colegios particulares tienen mejor rendimiento que los subvencionados y éstos mejores rendimientos que los municipalizados, así como también que los establecimientos más grandes tienen mejores rendimientos; podría suponerse en este plano que existen economías de escala que contribuyen a esta situación, como igualmente que en los establecimientos mayores se generan holguras que hacen los resultados menos fluctuantes que los establecimientos escolares más pequeños.

*Tabla N° 4*  
Sentido explicativo de las variables significativas

Comparación de los resultados	Castellano	Matemática	Promedio
los establecimientos del área urbana tendrían un mejor rendimiento que los rurales.	x		
los establecimientos particulares tienen mejor rendimiento que los subvencionados y éstos mejores rendimientos que los municipalizados.	x	x	x
a mayor tasa de deserción menor es el rendimiento del establecimiento.	x		x
a mayor tamaño del establecimiento mayor es el rendimiento	x	x	x
los cursos más numerosos tienen menor rendimiento.	x	x	x
a mayor índice de vulnerabilidad menor es el rendimiento	x		x
una mayor tasa de aceptación de los profesores implica mejor rendimiento	x	x	x

Ciertamente es comprensible que, en la medida que los profesores tienen una mejor aceptación del trabajo, los rendimientos escolares son superiores; al respecto nos parece que huelgan comentarios. Asimismo, se entiende que los cursos más pequeños tienen mejores rendimientos, asumiendo con ello que se trata de intervalos que, como anteriormente se mencionó, se refieren a tramos en los cuales ciertamente los establecimientos con tamaño superior a 40 alumnos por curso tienden a poseer rendimientos más bajos.

Con menor gravitación se asocia al rendimiento del establecimiento una alta tasa de deserción, como también el alto índice de vulnerabilidad. Estos factores, sin incidencia significativa en matemática, implican situaciones de ambiente educacional en el cual no están armonizados todos los factores.

Finalmente en materia de lenguaje es favorable para los establecimientos urbanos respecto de los rurales. Esta situación está asociada a las demandas del medio, y en lo fundamental, a que las diferencias en esta materia son significativas según donde se localice. En consecuencia, los resultados del medio rural, por tener un lenguaje diferente al urbano –que es el patrón bajo el cual se evalúa– ciertamente son menores que el segundo; en consecuencia, las dificultades al respecto son más elevadas para los niños del medio rural, como lo demuestra el sentido de la variable.

4.4. *Evaluación técnica de los datos.* Del análisis de la matriz de correlaciones simples y las tablas ANOVA de cada uno de los modelos, se registra multicolinealidad para cada uno. Para solucionar esta dificultad se aplicó la técnica de selección de variables ‘paso a paso’, obteniéndose así resultados muy similares para las variables relevantes de los modelos. En lo fundamental aumentó la gravitación de la variable localización del establecimiento.

La heterocedasticidad es otro de los problemas graves, ya que como consecuencia de ésta, los estimadores dejan de tener varianza mínima y, por lo tanto, las pruebas t y F usuales pueden generar consecuencias erróneas. Dado que los datos son de corte transversal, es factible pensar que un problema de heterocedasticidad se presente. Sometidos los análisis de Castellano, Matemáticas y Promedio a la prueba de heterocedasticidad de White para datos de corte transversal, la gran mayoría de las pruebas t no son significativas, de tal forma que no existe heterocedasticidad.

Debido a los escasos períodos considerados, no cabe un análisis de autocorrelación. Dentro de los supuestos del modelo de regresión se exige la no presencia de puntos influyentes, razón por lo cual se eliminaron de la muestra tres colegios: en Matemáticas, Juan XXIII y Liceo Abate Molina y para el Promedio entre Castellano y Matemáticas la Escuela El Sauce.

Finalmente, el análisis de los residuos da cuenta que tienen una distribución normal.

## V. MEDICION DE EFICIENCIA: ANALISIS DE LOS RESULTADOS

5.1. *Eficiencia medida por Programación Lineal.* Se determinó la frontera de producción mediante programación lineal. Para la construcción de los sistemas de ecuaciones se utilizó la información proveniente sólo de las variables relevantes de cada uno de los tres modelos, castellano, matemáticas y promedio.

A partir del producto real y de la frontera se calcularon los índices de eficiencia para cada establecimiento. Observando estos índices, que fueron calculados para los tres años a nivel de establecimiento, de manera de poder analizar la evolución en la eficiencia, se obtiene que en la prueba de Castellano y de Matemática los establecimientos que presentan una evolución positiva en su eficiencia son:

Tabla N° 5  
Eficiencia Positiva. Aplicación Programación Lineal

Nombre	Castellano			Nombre	Matemática		
	1993	1995	1997		1993	1995	1997
Abate Molina	0,42439013	0,44461686	0,50303422	Colegio Camilo Henríquez	0,50409889	0,53954815	0,71483442
Colegio de la Salle	0,90248688	0,94545927	0,98437885	Colegio Inglés de Talca	0,96313796	0,98589197	0,99523831
Colegio Montessori	0,89757592	0,95125894	0,97580985	Colegio Lucila Godoy	0,51487277	0,63426615	0,67154973
Escuela El Sauce	0,59323133	0,61176709	0,83926596	Colegio María Raquel	0,58313259	0,69920356	0,86518451
Escuela Héctor Pérez B.	0,47489873	0,54445248	0,67557209	Colegio Montessori	0,86971164	0,90958871	0,91604621
Esc. Hogar	0,44018223	0,50730144	0,54645483	Colegio Darío Salas	0,76381165	0,80750449	0,89959439
Esc. Las Américas	0,61021352	0,68645081	0,8399913	Esc. Carlos Spano	0,75352446	0,80249597	1
Esc. Ramadillas de Liray	0,46086734	0,55720942	0,71410989	Esc. El Edén	0,67953329	0,69444788	0,73120248
Esc. Viña Purísima	0,54813791	0,553095	0,72562522	Esc. Héctor Pérez B.	0,53452826	0,62597195	0,70712083
Instituto San Jorge	0,72276187	0,74555371	0,8853746	Esc. Uno San Agustín	0,61604558	0,73571061	0,74815365
Esc. San Luis Sanfuentes	0,70477495	0,76743233	0,84262299	Esc. Viña Purísima	0,53987873	0,71955427	0,78385914
Colegio San Pío X	0,75492483	0,84651142	1	Instituto San Jorge	0,74695726	0,79462828	0,91806176
Esc. Santa Marta	0,41316406	0,50256994	0,54192961	San Pío X	0,77943012	0,83840498	0,97712719

Para la mayor parte de los casos los índices de eficiencia tienden a mejorar en la medida que progresa la serie de años. El único colegio que presenta una evolución negativa en eficiencia con respecto a la prueba de Matemática es el Juan XXIII.

Los establecimientos que presentan una evolución negativa en su eficiencia en Matemáticas (cfr. Tabla N° 6) corresponden a los municipales, localizados preferentemente en sectores periféricos de la ciudad, a saber:

*Tabla N° 6*  
Eficiencia negativa en Matemáticas. Aplicación Programación Lineal

Nombre	Eficiencia		
	1993	1995	1997
Abate Molina	0,58900395	0,54352947	0,45782575
Esc. Ramadillas de Lircay	0,7184454	0,59348412	0,58798129
Esc. San Miguel	0,78302425	0,66440142	0,49929003
Esc. Villa Culenar	0,66512107	0,59364652	0,49103701

Al analizar para la prueba de Castellano la eficiencia promedio de cada establecimiento, destaca que con más del 80% hay un 21% de colegios, cifra que en la prueba de Matemáticas sube al 29%. Sin embargo, cuando se considera el promedio, bajan al 9% los que obtienen más de 80% de eficiencia. Por el contrario, considerando los establecimientos que se encuentran bajo el 60% de eficiencia en Castellano corresponden al 25% y al 15% en matemática.

El establecimiento con mayor eficiencia en ambas pruebas es el Colegio Inglés de Talca, aproximadamente con un 97% de logro en los tres años; le sigue el Colegio de la Salle con 94%. Ambos son establecimientos particulares pagados, urbanos, de nivel socioeconómico medio y medio alto.

*Tabla N° 7*  
Ranking de Eficiencia en Castellano

Mayor Eficiencia			Menor Eficiencia		
Col	Nombre	Lugar	Col	Nombre	Lugar
5	Colegio Inglés	0,97970015	1	Abate Molina	0,45734707
4	Colegio de la Salle	0,94410833	54	Santa Marta	0,48588787
8	Colegio Montessori	0,94154824	26	Esc. Hogar	0,4979795
45	Liceo Abate Molina	0,9235317	48	Lorenzo Varoli	0,54402067
55	Santa Teresita	0,89859963	25	Esc. Héctor Pérez B.	0,56497443
44	Juan XXII	0,87488717	23	Esc. Esperanza	0,56722392
53	San Pío X	0,86714541	14	Esc. Brilla El Sol	0,56971978
49	María Mazzarello	0,86256435	38	Esc. Villa Culenar	0,57383494
10	Darío Salas	0,84327947	34	Esc. Ramadillas de Lircay	0,57739555
50	Monseñor M. Larraín	0,83366381	35	Esc. San Miguel	0,58029317

*Tabla N° 8*  
Ranking de Eficiencia en matemática

Mayor Eficiencia			Menor Eficiencia		
Col	Nombre	Lugar	Col	Nombre	Lugar
5	Colegio Inglés de Talca	0,98142275	26	Esc. Hogar	0,52864628
4	Colegio de la Salle	0,9302221	1	Abate Molina	0,53011972
8	Colegio Montessori	0,89844886	18	Esc. Coop. Lircay	0,53786889
53	Santa Teresita	0,89457895	46	Lorenzo Varoli	0,57085116
47	María Mazzarello	0,86893898	38	Esc. Villa Culenar	0,5832682
51	San Pío X	0,86498743	3	Esc. Camilo Henríquez	0,58616048
16	Esc. Carlos Spano	0,85200681	6	Colegio Lucila Godoy	0,60689622
2	Esc. Amor de Dios	0,83246832	33	Esc. Puertas Negras	0,6076719
43	Juan Luis Sanfuentes	0,82855755	27	Esc. José A. Núñez	0,60778771
10	Darío Salas	0,82363684	9	Colegio Piaget	0,60820884

Entre los establecimientos más ineficientes se encuentran la escuela Abate Molina con un 49% y la Escuela Hogar con un 51%. Ambos son municipalizados, de nivel socioeconómico bajo. El primero atiende a un sector de fuerte marginalidad sociocultural, el segundo, la Escuela Hogar, es más complejo, pues atiende a niños con problemas conductuales serios, lo que ciertamente le hace pertenecer a un subgrupo con características muy propias.

El análisis de los establecimientos localizados en el medio rural da cuenta que la mayoría tiene índices de eficiencia menores al 60%. La excepción es la escuela El Sauce, que tiene índices de eficiencia destacados, tanto en Matemáticas (78%) como en Castellano (68%).

5.2. *Eficiencia medida por Mínimos Cuadrados Ordinarios Corregidos (MCOC).* La estimación de los parámetros se realizó por el método de los mínimos cuadrados ordinarios (MCOC), corregido el término constante por el error máximo resultante. Tras determinar las funciones de producción, se genera el índice de eficiencia para cada establecimiento. Los resultados son los siguientes:

Calculando la eficiencia promedio en la prueba de Castellano, un 11% está sobre el 80%. En Matemática todos los establecimientos se encuentran bajo el 80%. Al analizar

*Tabla N° 9*  
Evolución de la Eficiencia en Castellano por MCOC

Nombre	Eficiencia Positiva			Nombre	Eficiencia Negativa		
	1993	1995	1997		1993	1995	1997
E. Brilla El Sol	0,71844389	0,80538347	0,83315126	Col. Inglés	0,84198897	0,75672721	0,65213477
E. El Sauce	0,74791878	0,78857360	0,97146132	Col María Raquel	0,72979021	0,71011113	0,60997057
E. Héctor Pérez B.	0,52358947	0,59721177	0,68945906	Col Montessori	0,85001545	0,77021146	0,63520958
E. Ramadillas de Lircay	0,5762364	0,71275013	0,72030968	Esc. Esperanza	0,80226045	0,73505949	0,7027178
Ec. Juan Luis Sanfuentes	0,70427267	0,73479214	0,80848167	Esc. Pdte. Balmaeceda	0,80397559	0,73972327	0,62818293

*Tabla N° 10*  
Evolución de Eficiencia en Matemática por MCOC

Nombre	Eficiencia Positiva			Nombre	Eficiencia Negativa		
	1993	1995	1997		1993	1995	1997
Colegio C. Henríquez	0,46648058	0,48777113	0,6246739	Abate Molina	0,55155389	0,49881776	0,42355978
Colegio de la Salle	0,57667732	0,61910329	0,626912	Colegio Amor de Dios	0,71123678	0,71086074	0,6497504
Colegio Lucila Godoy	0,4570969	0,53785869	0,59230519	Colegio Montessori	0,73870509	0,66641834	0,63441485
Esc. Carlos Spano	0,69700255	0,73288773	0,90396158	Esc. San Miguel	0,78999607	0,68703686	0,51117812
Esc. Fátima	0,52402656	0,55839112	0,64752907	Esc. Villa Culenar	0,66867033	0,60225694	0,48576603
Esc. Héctor Pérez B.	0,48019187	0,55592671	0,62620368	Instituto Andrés Bello	0,62754324	0,59675175	0,54028742
Esc. Uno San Agustín	0,56456371	0,68381179	0,6876644	Liceo B - 35	0,76254737	0,72262814	0,68652111
Esc Viña Purísima	0,55393076	0,73633165	0,79153475				
San Pío X	0,62317	0,66346307	0,78263958				

para Castellano los establecimientos bajo el 60% de eficiencia, un 9% se encuentra en este rango, mientras que en Matemáticas un 27%.

El establecimiento más eficiente en Castellano es la escuela El Tabaco, en Matemáticas la Escuela El Sauce, ambas son municipalizadas, además esta última escuela es rural. Entre los establecimientos más ineficientes en ambas pruebas están las escuelas Abate Molina, Cooperativa de Lircay y Colegio Camilo Henríquez.

*Tabla N° 11*  
Ranking de Mayor Eficiencia en Castellano

Mayor Eficiencia			Menor Eficiencia		
Col	Nombre	Ranking	Col	Nombre	Ranking
22	Esc. El Tabaco	0,85119704	1	Abate Molina	0,55466158
55	Santa Teresita	0,8420853	3	Colegio C. Henríquez	0,58251924
21	Esc. El Sauce	0,83598457	18	Esc. Coop. Lircay	0,59014734
49	María Mazzarello	0,83414316	6	Colegio Lucila Godoy	0,59121168
45	Liceo Abate Molina	0,82730297	54	Santa Marta	0,59497389
16	Esc. Carlos Spano	0,81128229	25	Esc. H.P. Biott	0,6034201
10	Darío Salas	0,78734712	9	Colegio Piaget	0,60426909
28	Esc. La Florida	0,78641221	48	Lorenzo Varoli C.	0,61545625
14	Esc. Brilla El Sol	0,78565954	26	Esc. Hogar	0,61959745
30	Esc. Panguilemo	0,78048532	24	Esc. Fátima	0,62982683

*Tabla N° 12*  
Ranking de Mayor Eficiencia en Matemáticas

Mayor Eficiencia			Menor Eficiencia		
Col	Nombre	Ranking	Col	Nombre	Ranking
21	Esc. El Sauce	0,79084645	18	Esc. Coop. Lircay	0,48867102
16	Esc. Carlos Spano	0,77795062	1	Abate Molina	0,49131048
53	Santa Teresita	0,74683419	9	Colegio Piaget	0,52067866
47	María Mazzarello	0,73622716	26	Esc. Hogar	0,52486182
44	Liceo B-35	0,72389887	3	Colegio C. Henríquez	0,52630854
10	Darío Salas	0,70646716	6	Colegio Lucila Godoy	0,52908693
43	Juan Luis Sanfuentes	0,7055666	46	Lorenzo Varoli	0,5408451
12	Esc. Aurora de Chile	0,70427791	50	San Antonio	0,55098944
42	Instituto San Jorge	0,69874939	27	Esc. José A. Núñez	0,55352787
28	Esc. La Florida	0,69803491	25	Esc. Héctor Pérez B.	0,55410742

*5.3. Eficiencia Medida por Frontera Estocástica.* En el modelo de frontera estocástica los parámetros fueron estimados a partir de dos tipos de información: datos de corte transversal y panel de datos. Los primeros se usan para estimar la eficiencia de cada establecimiento en forma independiente, registrando así este factor durante los tres perio-

dos. Los datos de tipo panel se usan para determinar el índice de eficiencia de cada establecimiento y poder comparar su eficiencia .

En el estudio se asignó una distribución half-normal al componente de eficiencia  $u$ , debido a que todas las unidades de eficiencia son positivas, lo que se ajusta a las características de esta distribución.

#### *Datos de corte transversal*

Se consideraron para los años en estudio los datos de los establecimientos en forma individual. Para calcular el índice de eficiencia se utilizó la fórmula descrita en la sección anterior, para modelos con logaritmo. Según este procedimiento, los establecimientos que presentan una evolución positiva en su eficiencia en Castellano y Matemática son:

*Tabla N° 13*  
Evolución de Eficiencia en Castellano

Eficiencia Positiva				Eficiencia Negativa			
Nombre	1993	1995	1997	Nombre	1993	1995	1997
Abate Molina	0,76	0,76	0,80	Colegio Inglés de Talca	0,95	0,93	0,88
Esc. Brilla El Sol	0,90	0,94	0,95	Colegio María Raquel	0,91	0,90	0,83
Esc. El Sauce	0,92	0,94	0,97	Colegio Montessori	0,95	0,93	0,87
Esc. Héctor Pérez B.	0,75	0,82	0,90	Esc. Esperanza	0,94	0,91	0,90
Esc. Las Américas	0,87	0,89	0,92	Esc. Pdte. J. Balmaceda	0,94	0,92	0,86
Esc. Viña Purísima	0,86	0,87	0,94	Esc. Villa Culenar	0,89	0,88	0,80
Juan Luis Sanfuentes	0,90	0,92	0,94	Colegio Juan XXIII	0,96	0,90	0,87

*Tabla N° 14*  
Evolución de Eficiencia en Matemática

Eficiencia Positiva				Eficiencia Negativa			
Nombre	1993	1995	1997	Nombre	1993	1995	1997
Colegio C. Henríquez	0,87	0,88	0,93	Abate Molina	0,91	0,89	0,84
Colegio de la Salle	0,92	0,93	0,93	Colegio Montessori	0,95	0,94	0,93
Colegio Lucila Godoy	0,87	0,90	0,92	Esc. Hogar	0,91	0,89	0,89
Esc. Carlos Spano	0,94	0,95	0,96	Esc. Ramadillas de Lircay	0,95	0,93	0,92
Esc. Coop. Lircay	0,87	0,88	0,89	Esc. San Miguel	0,96	0,94	0,89
Esc. El Edén	0,93	0,93	0,94	Esc. Villa Culenar	0,94	0,92	0,88
Esc. Fátima	0,90	0,91	0,93	Inst. Andrés Bello	0,93	0,92	0,91

#### *Panel de datos*

Se generó un modelo a partir de una base de datos de tipo panel, de carácter balanceado, pues se dispone para los años en estudio de resultados de cada establecimiento. En Castellano el índice de eficiencia por este procedimiento implica que un 82%

de los establecimientos tiene un valor superior al 80%; en tanto no se detectaron establecimientos con índices inferiores al 60%. En Matemáticas el 85% de los establecimientos tiene eficiencia mayor al 80%, igualmente no se registraron establecimientos con eficiencias menores al 70%. Entre los establecimientos con mayor eficiencia destacan las escuelas Carlos Spano y El Sauce. Los establecimientos más ineficientes son la escuela Abate Molina, y colegios Camilo Henríquez, Piaget y Lucila Godoy.

*Tabla N° 15*  
Ranking de Mayor Eficiencia en Castellano

Mayor Eficiencia			Menor Eficiencia		
Col	Nombre	Ranking	Col	Nombre	Ranking
45	Abate Molina	0,97707365	1	Abate Molina	0,68467354
55	Santa Teresita	0,97359402	3	Colegio C. Henríquez	0,72947579
21	Esc. El Sauce	0,97294026	6	Colegio Lucila Godoy	0,73695408
16	Esc. Carlos Spano	0,96837706	9	Colegio Piaget	0,75483678
49	María Mazzarello	0,9670205	54	Santa Marta	0,76147117
22	Esc. El Tabaco	0,96544307	26	Esc. Hogar	0,77221681
43	Juan Luis Sanfuentes	0,95720818	25	Esc. Héctor Pérez B.	0,77939552
30	Esc. Panguilemo	0,9560629	18	Esc. Coop. Lircay	0,78316032
10	Darío Salas	0,95590971	48	Lorenzo Varoli	0,78924979
28	Esc. La Florida	0,95096003	24	Esc. Fátima	0,79934637

*Tabla N° 16*  
Ranking de Mayor Eficiencia en Matemáticas

Mayor Eficiencia			Menor Eficiencia		
Col	Nombre	Ranking	Col	Nombre	Ranking
16	Esc. Carlos Spano	0,98346689	27	Esc. José A. Núñez	0,81201927
21	Esc. El Sauce	0,98292786	25	Esc. Héctor Pérez B.	0,81153379
53	Santa Teresita	0,97666382	50	San Antonio	0,79744389
47	María Mazzarello	0,97512021	46	Lorenzo Varoli	0,79291472
44	Liceo B-35	0,97416015	6	Colegio Lucila Godoy	0,770564
43	Juan Luis Sanfuentes	0,96640514	26	Esc. Hogar	0,76852582
12	Esc. Aurora de Chile	0,96362622	9	Colegio Piaget	0,76259559
28	Esc. La Florida	0,96349057	3	Colegio C. Henríquez	0,76127194
10	Darío Salas	0,96291858	18	Esc. Coop. Lircay	0,72918708
42	Inst. San Jorge	0,95912051	1	Abate Molina	0,7179158

Las elasticidades parciales del modelo son inelásticas, lo cual significa que un cambio porcentual en una variable implica un cambio porcentual menor en el resultado SIMCE. Así, por ejemplo, al aumentar la tasa de deserción en un 1%, el resultado SIMCE disminuye en un 0,0216% (tabla N° 17).

*Tabla N° 17*  
Elasticidades Parciales

Castellano		Matemática		Promedio	
$\beta_1 = 0.0706$	Inelástica	$\beta_1 = -$	Inelástica	$\beta_1 = -0.0185$	Inelástica
$\beta_2 = 0.1096$	Inelástica	$\beta_2 = 0.1333$	Inelástica	$\beta_2 = 0.1025$	Inelástica
$\beta_4 = -0.0216$	Inelástica	$\beta_4 = -$	Inelástica	$\beta_4 = -0.0141$	Inelástica
$\beta_6 = 0.0498$	Inelástica	$\beta_6 = 0.1305$	Inelástica	$\beta_6 = 0.0443$	Inelástica
$\beta_7 = -0.0724$	Inelástica	$\beta_7 = -0.0878$	Inelástica	$\beta_7 = -0.0769$	Inelástica
$\beta_8 = -0.0549$	Inelástica	$\beta_8 = -$	Inelástica	$\beta_8 = -0.0431$	Inelástica
$\beta_{10} = 0.4221$	Inelástica	$\beta_{10} = 0.8004$	Inelástica	$\beta_{10} = 0.5957$	Inelástica

En Matemáticas también las elasticidades parciales son inelásticas. En el caso de la variable aceptación laboral por parte de los profesores, al aumentar en un 1% el resultado en el SIMCE se incrementará en un 0.8%.

En este modelo, la constante fue eliminada por no ser relevante. Lo que indica que en Matemáticas no hay logros naturales significativos. Por el contrario, en Castellano, aun cuando un individuo no asista a la enseñanza formal, adquiere en la familia o por interacción social nociones verbales elementales .

Para el caso del Promedio, todas las elasticidades parciales son inelásticas. En este caso un aumento de 1 punto en el índice de vulnerabilidad implicará una disminución en el resultado SIMCE de un 0.0431%; o al revés, si el índice disminuye en un punto, el resultado SIMCE aumenta en un 0.0431%.

*Tabla N° 18*  
Elasticidades Totales

Castellano	Matemáticas	Promedio
0.5332	0.9764	0.5899

Las elasticidades totales para los tres modelos resultan ser inelásticas. En el caso de matemáticas se aproximan a uno, lo cual significa que un cambio porcentual igual en todos los insumos implicaría un aumento del 0.9764% en el producto (SIMCE).

Este modelo se aleja de los resultados de Castellano y del Promedio, los cuales son más inelásticos aún. Los tres modelos presentan economías decrecientes a escala, lo que significa que un aumento o disminución en los insumos implicará su correlato en el resultado SIMCE en una proporción menor al que aumentaron o disminuyeron los insumos. Matemáticas podría acercarse a economía constante a escala.

## VI. ANALISIS FINAL

Antes de completar esta sección se discutirán algunas limitaciones de la metodología y datos considerados y luego se compararán los resultados finales alcanzados bajo los distintos procedimientos.

6.1. *Acerca de las limitaciones del trabajo.* La principal limitación del estudio –para efectos evaluativo/prospectivo– se relaciona con el tipo de información disponible en el sistema SIMCE. Para efectos de la metodología empleada lo óptimo habría sido contar con datos desagregados a nivel de cada alumno, sin embargo la unidad comparada más pequeña de información disponible es el establecimiento educacional. Esta situación es común a todas las mediciones SIMCE; en consecuencia, es una condición insoslayable en los estudios que se refieren a esa base de información.

Una segunda limitante proviene del hecho de que los valores de eficiencia para cada establecimiento son obtenidos en relación a los colegios participantes (el parámetro se genera a partir de los establecimientos), lo cual no permite comparar los resultados con respecto a otras ciudades o comunas. Esta situación podrá ser superada en el futuro cuando se disponga de mayor información de otras realidades.

Otra limitante se deriva de la condición anterior. Los resultados corresponden a la comuna de Talca y no son –en principio– extrapolables a un ámbito mayor, no así la metodología, la cual es universal.

Una cuarta consideración en este plano proviene de la naturaleza de las variables y de la confiabilidad de la información disponible. Se sabe que existen variables que influyen en el rendimiento de los alumnos y que no pudieron ser consideradas en el estudio, tanto por la insuperable dificultad de establecer un sistema de medición con un grado mínimo de consistencia y confiabilidad, como también por el hecho de no estar disponible la información, por ejemplo, características psicológicas de los alumnos; nivel socioeconómico del grupo familiar del alumno, puntaje SIMCE individual por participante, etc.

La variable que mide la vulnerabilidad social es un factor a considerar globalmente por el sistema educacional. Políticas tendientes a mejorar factores como alimentación y salud de los escolares, ayudan a obtener mejores rendimientos escolares. Esta variable fue eliminada del modelo aplicado para la asignatura de matemáticas debido a problemas del modelo en sí y no porque no influya en el rendimiento del establecimiento.

Es importante mencionar que los establecimientos que fueron eliminados de algunos análisis, por ejemplo, Liceo Abate Molina en Matemáticas, obtienen relativamente un alto índice de eficiencia tanto en Castellano como en el Promedio a pesar de ser un establecimiento municipalizado. Lo mismo ocurre con la Escuela El Sauce que fue eliminada del análisis del Promedio, ya que ésta obtiene el más alto índice de eficiencia dentro de los establecimientos que son rurales, tanto en Castellano como en Matemáticas.

Por último, cabe destacar que se seleccionaron los establecimientos educacionales de la Comuna de Talca que habían participado en las tres mediciones bajo estudio.

6.2. *Discusión.* La revisión de los antecedentes reseñados da cuenta de la identificación de algunos factores más relevantes que influyen en el resultado de las pruebas SIMCE, para los octavos básicos de la comuna de Talca.

Del análisis realizado destacan como significativas las siguientes variables, las que participan en todas las pruebas, e inciden positivamente en los logros registrados, estas son:

- dependencia del establecimiento,
- área geográfica de localización,
- número total de alumnos matriculados y,
- la aceptación laboral por parte de los profesores

En las secciones iniciales se fundamentó la selección de variables en función de la importancia que demostraban en los estudios sobre el tema. La variable “dependencia del establecimiento”, desagregada en términos de Particular Pagada, Subvencionada y Municipal, da cuenta de un diferencial de eficiencia que es importante –siempre en pro de los establecimientos particulares–, condición que ha sido desde hace años la misma. En consecuencia, en esa dimensión no se agrega información nueva. Los establecimientos Particulares Pagados son una realidad muy diferente del común del país, cubren menos del 10% de la población escolar y debido a su estructura socioeconómica puede atribuirse a esa condición una parte importante de los logros de rendimiento alcanzados, así como también cuentan con los recursos para buscar solución a sus problemas.

Realizado un análisis comparado de las áreas deficientes registradas por los distintos establecimientos educacionales de la Región del Maule en el SIMCE de 1993 (Hawes, Donoso y Madariaga 1994), se puntualiza que las áreas deficientes son las mismas para todos los establecimientos independientes de su dependencia, por consiguiente podría hipotetizarse que todos los profesores enseñan parecido, independiente de dónde trabajan, estableciéndose los puntos de diferencia a partir del nivel socioeconómico de los alumnos.

Lo nuevo de la información consignada reside en que, pese a lo indicado, el sector particular pagado muestra resultados heterogéneos, con grados e importantes diferencias de eficiencia. Es más –asumiendo los resultados derivados de las elasticidades–, puede señalarse que no siempre los logros obtenidos pueden ser atribuidos a un óptimo en el uso de sus recursos, sino también a la abundancia de que disponen, que les permite, pese a su uso menos eficiente, que los resultados sean mejores.

En segunda instancia, la población estudiantil de los distintos grupos no es directamente comparable en muchas de sus variables importantes, no sólo socioeconómicamente sino en otras, como, por ejemplo, el hecho de que los establecimientos municipales –salvo excepciones– no pueden seleccionar a sus estudiantes por calificaciones previas, estando obligados a recibir a todos los postulantes mientras tengan cupo y cumplan con los requisitos de edad, lo que ciertamente da cuenta de realidades muy diferentes respecto de los subvencionados y con mayor razón de los particulares pagados.

En este mismo sentido no deben extrañar los resultados favorables hacia el medio urbano respecto del rural. El tema nuevo es que pueden compararse eficiencias de algunos establecimientos rurales que alcanzan índices adecuados, incluso superiores –holgadamente– a los del medio urbano, subvencionado o pagado.

De las otras dos variables más importantes, el tamaño del establecimiento está fuertemente asociado a la localización geográfica, de manera que casi es compartida la explicación; sin embargo, la aceptación de la labor educacional de parte de los profesores, aunque es sabido que bajo cualquier esquema de desarrollo organizacional la “higiene mental” tiene un papel muy significativo, es un interesante llamado de atención para

que los administradores locales, municipio y otros sostenedores, asuman a esta condición como un criterio fundamental para explicar muchos resultados y se la emplee con mayor criterio técnico.

Puede complementarse lo señalado indicando que variables como: porcentaje de alumnos retirados, la tasa alumno-profesor y el índice de vulnerabilidad, afectan negativamente el rendimiento de la prueba SIMCE, tal como era de esperarse y confirman que el fenómeno en estudio es complejo, tanto por su naturaleza como por la estructura de sus economías de escala, siéndolo más debido a que sus variables presentan elasticidades significativas que relativizan su aplicación generalizada, incorporando con fuerza la situación particular en cada oportunidad.

El marco descrito, la variable “tasa profesor-alumno”, es de especial relevancia ya que puede ser manejada –en cierto grado– por el establecimiento. Como se sabe, la enseñanza subvencionada particular y municipal tiene su principal fuente de ingresos económicos por la vía de la “subvención” por asistencia promedio mensual alumno, que entrega el Estado en función de un criterio base y correctores, según área geográfica, grado de dificultad, tipo de educación y otros. El sistema funciona en base al cálculo por alumno, lo que lleva a los establecimientos subvencionados a incrementar sus cupos hasta rangos próximos a los 45 estudiantes por aula (y a veces más) para mejorar los ingresos económicos.

Este proceder tiene un racional económico directo pero no implica igualmente que tenga un racional de eficiencia en el producto educativo. Ciertamente este factor es complejo. Por ejemplo en la enseñanza particular subvencionada se registran los valores superiores de esta tasa, pero a su vez se alcanzan logros también más altos que en el sector municipal, el cual con tasas más bajas de alumno tiene también rendimientos más bajos. La complejidad de este fenómeno implica que debe manejarse esta tasa con un criterio combinado entre ambas, en el cual superado el punto de equilibrio primen criterios de eficiencia educacional.

Por su parte, también este problema revela que el monto de la subvención, al menos respecto del valor base, pareciera no representar el “costo de producción real” para los establecimientos, lo que obliga a elevar la cantidad de alumnos por aula, no sólo en función del lucro, sino también en aquellas unidades mayores de administración, como los municipios, para compensar los déficits que generan los establecimientos más pequeños.

Al comparar los modelos estocásticos versus los determinísticos, representados estos últimos por métodos de Programación Lineal y Mínimos Cuadrados Ordinarios corregidos, se puede concluir que los niveles de eficiencia son distintos para cada caso.

*Tabla N° 19*  
Eficiencias Promedios por Modelos

Promedio	PL	MCOC	Frontera Estoc.
Castellano	0,695032671	0,715978889	0,892492029
Matemática	0,697092622	0,708249283	0,884101129
Promedio	0,685598164	0,697265222	0,884317073

Se puede concluir lo siguiente:

- a) la mayor eficiencia es obtenida bajo la estimación de fronteras estocásticas, ello porque éste tiene la capacidad de separar el error que corresponde efectivamente a ineficiencia del establecimiento del error originado por factores que no están bajo el total control de los agentes investigados. Al contrario, los modelos determinísticos arrojan un índice de eficiencia subvaluado, en cuanto estiman una mayor ineficiencia.  
Estos resultados concuerdan con lo establecido por Bravo-Ureta (1990), que señala: “el índice de eficiencia técnica obtenida a través de modelos de fronteras estocásticas se espera que sea mayor a los obtenidos en los modelos determinísticos”.
- b) Efectuado un análisis de correlación, los resultados alcanzados entre los distintos modelos es elevado, por lo que puede afirmarse que éstos ordenan de manera similar a los establecimientos. Se aplicaron las pruebas de correlación de Pearson para analizar relaciones funcionales y correlación de Spearman para comparar los ordenamientos
- c) Si analizamos los resultados según el área geográfica del establecimiento, se obtiene en general una mayor eficiencia para los colegios urbanos que los rurales.

*Tabla N° 20*  
Eficiencia Promedio Colegios Urbanos versus Rurales

Eficiencia	Urbano	Rural
Castellano	0,87960657	0,87960657
Matemática	0,88947493	0,92522205
Promedio	0,88098576	0,90716037

Si se observan las eficiencias promedios obtenidas en Matemáticas bajo el método de MCOC y Castellano por Fronteras Estocásticas, encontramos que las diferencias entre los colegios urbanos y rurales no son significativas; en consecuencia se puede afirmar que los establecimientos urbanos tienen mayores rendimientos que los colegios rurales.

- d) Al analizar la dependencia del establecimiento, los particulares obtienen mayor eficiencia promedio que los subvencionados y, a la vez, éstos mayor eficiencia promedio que los colegios municipalizados.

*Tabla N° 21*  
Eficiencia Promedio Colegios Particulares, Subvencionados y Municipales

Eficiencia	Particular	Subvencionado	Municipal
Castellano	0,936460465	0,857272491	0,890207265
Matemática	0,935727209	0,878306853	0,89878662
Promedio	0,942515444	0,854286898	0,89139391

Las diferencias entre los resultados de los colegios subvencionados y municipalizados no son significativas, por lo tanto no se puede concluir que los establecimientos municipalizados muestran una mayor eficiencia promedio que los subvencionados; tampoco puede afirmarse lo contrario.

Los índices obtenidos bajo esta metodología identifican con mayor exactitud la eficiencia o ineficiencia de los establecimientos, ya que separa el error en lo que es efectivamente ineficiencia y lo que se debe a errores estadísticos, que lo diferencia de los modelos determinísticos.

Actualmente la calidad de la educación en Chile es medida a través del SIMCE, y sus resultados califican a los establecimientos sobre la base de los que obtienen mayor rendimiento; tomando sólo este factor determinan la calidad de un establecimiento. Ello arroja señales erróneas al Sistema Educativo, por cuanto la verdadera eficiencia implica múltiples factores que afectan la calidad educativa de un colegio y cómo éste es capaz de manejar dichas variables.

Los resultados consignados en este trabajo son elocuentes. Los diez establecimientos con mejores resultados en SIMCE no coinciden con los diez colegios más eficientes bajo el modelo de Fronteras Estocásticas. Lo anterior se debe a que el SIMCE mide logros de rendimiento en determinadas pruebas de conocimientos, en tanto que la eficiencia, aplicando modelos de Fronteras Estocásticas, incorpora variables que afectan dicho logro y también permite identificar el grado de influencia de estas variables en el producto (SIMCE).

Con la publicación de los resultados del SIMCE no se indica cómo mejorar. En cambio, al determinar índices de eficiencia técnica se puede entregar una herramienta útil a los colegios, mencionando qué variables son las que tienen que considerar para obtener una mayor eficiencia, por ejemplo, tasa alumno-profesor, índice de vulnerabilidad, área geográfica, dependencia, etc.

Universidad de Talca  
Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo  
Casilla 747, Talca, Chile  
E-mail: sdonoso@pehuenche.otalca.cl

## BIBLIOGRAFIA

- AEDO, C. (1997). Economía de la Educación en Chile. En: *Persona y Sociedad*, Santiago, Vol XII Nº 2: 11-26.
- AEDO, C. y LARRAÑAGA, O. (1994). *Educación privada versus educación pública en Chile: Calidad y sesgo de selección*. ILADES/Georgetown University, Santiago.
- AIGNER, D.; LEVEL, K. & SCHMIDT, P. (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production models. *Journal of Econometrics*. Nº 6: 315-321.
- AFRIAT, S. N. (1972). Efficiency estimation of production functions. *International Economic Review*. Vol. 13 Nº 3: 523-534.
- AGUERRONDO, I. (1985). La calidad de la educación: ejes para su definición y evaluación. *Revista de Educación*. Santiago de Chile, Volumen Nº 116: 23-25.
- ARANCIBIA, V. (1995). Efectividad Escolar: Un Análisis Comparado. *Estudios Públicos* Nº 60: 159-210.

- BAILEY, T. y EICHER, T. (1985). Educación, cambio tecnológico y crecimiento económico. 5-  
*Revista de Educación*. Volumen Nº 119: 51-54.
- BATTESE, G.E. y COELLI, T.J. (1992). *Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data: With Application to Paddy Farmers in India*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- BRAVO-URETA, B. (1990). Alternative Production Frontier Methodologies and Dairy Farm Efficiency. *Journal of Agricultural Economics* Vol 42 Nº 2, May: 161-174.
- BRAVO-URETA, B.E. (1990). Alternative Production Frontier Methodologies and Dairy Farm Efficiency. *Journal of Agricultural Economics* Vol 41 Nº 2, May: 173-186.
- BRAVO-URETA, B.E. (1990). Reprint from. *Journal of Agricultural Economics* Vol. 41 Nº 2, May: 237-246.
- CASTILLO, J. (1994). Calidad de la educación en escuelas rurales. *Revista de Educación* Nº 214: 39-42.
- CHUBB, J. E. and M. TERRY, M. (1997). Politics, Markets and Equality in schools; Autonomy and choice in context. SHAPIRA, R. y P. COKKSON (Ed.). *Autonomy and Choice in Context: and International Perspective*. Chapter 9 (pp. 203-248). Oxford: Pergamon.
- COX, D. (1991). The relative affectiveness of private and public schools: evidence from two developing countries. *Journal of Development Economics* Nº 2: 345-356.
- CUSATO, S., GONZALEZ, V. y HERRERA, I. (1994). La escuela y su equilibrio. *Revista de Educación* Nº 217 y Nº 218: 51-54 y 57-62.
- DONOSO, S., G. HAWES, A. ODE y P. MADARIAGA (1996). *Políticas y estrategias para la Educación Regional y Local. El caso de Maule*. Talca. Editorial Universidad de Talca.
- ESCOFFIER, M<sup>a</sup> T. (1991). La preocupación por la baja calidad. *Revista de Educación* Nº 199: 22-25.
- FARRELL, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistics Society*, Serie A, Gen 120: 57-66.
- FARRELL M. J., & M. FIELHOUSE (1962). Estimating efficiency production under increasing returns to scale. *Journal of the Royal Statistics Society* A 125, part 2: 46-52.
- FOUESUND F.R., et al., (1980). A survey of frontier production functions and of their relationship to efficiency measurement. *Journal of Econometrics* Nº 8: 679-688.
- GOLDRING, E., et al. (1997). Parental Choice. Consequences for Students, Families, and Schools; Autonomy and choice in context. SHAPIRA, R. y P. COKKSON (Ed.). *Autonomy and Choice in Context: and International Perspective*. Chapter 14 (pp. 353-388). Pergamon, Oxford.
- GREENE, W. (1998). LIMDEP 7.0, User's Manual. Econometric Software, Inc.
- GREENE, W. (1980). Maximum Likelihood Estimation of Econometric Frontier Functions. *Journal of Econometric* Nº 5: 545-556.
- GUJARATI, D. N. (1997). *Econometría*. 3ª edición. Editorial McGraw Hill.
- GUZMAN, J. (1988). Mejorar la educación chilena: una tarea de todos. *Revista de Educación* Nº 158: 31-34.
- HANUSHEK, E. (1995). Interpreting recent research on schooling in developing countries. *Observer* Nº 10, World Bank Review. Nº 2: 567-582.
- HAWES, G., S. DONOSO y P. MADARIAGA (1994). Análisis de los resultados de las pruebas SIMCE aplicadas a los 8º años de la Región del Maule. Talca. *Instituto de Investigación y Desarrollo Educacional*. Serie Estudios Nº 7.
- JONDROW, J., et al. (1982). On the Estimation of Technical Inefficiency in the Stochastic Frontier Production Function Model. *Journal of Econometric* Nº 19: 325-334.
- LARRAIN, H. (1995). Nivel Académico en Chile: Bases para una Evaluación. *Estudios Públicos* Nº 60: 351-358.
- LEGÜES, P. (1988). SIMCE, una contribución del Ministerio de Educación para mejorar la calidad de la educación. *Revista de Educación* Nº 159: 21-26.

- LEVIN, H. (1991). The Economics of Educational Choice. *Economics of Education Review* Nº 10, 2. Educational Choice: 137-158.
- LOVELL, K., SCHMIDT, P. (1990). A Survey of Production Functions and of Their Relationship to Efficiency Measurement. *Journal Econometrics* 23: 53-66.
- MIZALA, A., P. ROMAGUERA y D. FARREN. (1997). Frontera de producción educacional y eficiencia de la educación en Chile. En: Aedo C. (Ed.). *Persona y Sociedad* Vol XI, Nº 2: 73-96.
- NELSON, R. R. (1981). Research on Productivity Growth and Productivity Differences: Dead Ends and New Departures. *Journal of Economics Literature* Vol. XIX, September: 157-178.
- ROBBINS, D. (1995). Should educational spending be redistributed from higher to primary education in LDC's? A note with application to Chile. *Revista de Análisis Económico* Vol. 10 Nº 1: 229-246.
- RODRÍGUEZ, J. (1988). School Achievement and Decentralization Policy: The Chilean Case. *Revista de Análisis Económico* Vol. 3 Nº 1, Junio: 175-184.
- ROMER, P. (1986). Increasing returns and long turn growth. *Journal of Political Economy* Nº 94: 245-256.
- SAMUELSON, P. & NORDHAUS (1992). *Economía*. 13ª edición. México: McGraw Hill.
- SCHIEFELBEIN, E (1991). Una gestión para la calidad de la educación. *Revista de Educación* Nº 189: 32-36.
- SCHIEFELBEIN, E. y ZEBALLOS, M. (1993). Análisis de factores alterables del proceso educativo sobre la efectividad escolar. Factores determinantes del rendimiento y de la repetición. *Resúmenes analíticos monotemáticos* Nº 4. Stgo. Chile.
- SKOWRONEK, H. (1986). Aprendizaje, motivación del aprendizaje y éxito escolar. *Educación* Vol. Nº 13. Instituto de Colaboración Científica de Tübingen: 7-30.
- URIBE, P. (1992). Familia marginal y rendimiento escolar. *Revista de Educación* Nº 198: 27-30.
- WHITTE, J. (1992). Private school versus public school achievement: are there findings that should affect the educational choice debate? *Economic of education Review* 12 (4): 137-156.

