

# Una Nota Metodológica Sobre la Construcción de Rankings de Colegios.

Isabel Alejandra Poblete Hoffmann.

Felipe Andrés Zamorano Valenzuela.

26 de enero de 2006

Profesor Guía

Dr. José Miguel Benavente Hormazábal.

## Resumen

En este trabajo se proponen dos métodos alternativos para rankear colegios a aquel que resulta de utilizar el puntaje promedio del establecimiento educacional en pruebas estandarizadas. Estos consideran la estrecha relación entre insumos y productos que tiene cualquier proceso productivo conocido. Si el objeto del ranking es asignar recursos públicos, producir aprendizaje entre las unidades educativas o proveer información a la comunidad, aquellos contruidos bajo lo sugerido en este trabajo son superiores. Utilizando una muestra de colegios chilenos de distinta dependencia administrativa se encuentra que la representatividad de cada tipo de colegio en el ranking cambia. Bajo el punto de vista de eficiencia en el uso de los recursos, los resultados muestran que los colegios particulares subvencionados y municipales son tan o más eficientes que los colegios particulares pagados.

*A nuestra hija Gabriela*

*Gracias a nuestras familias por el apoyo incondicional que hemos recibido durante tanto tiempo. Sin su ayuda y cariño este trabajo no habría sido posible.*

# Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Colegios y sus Resultados en Chile.</b>	<b>3</b>
<b>3. Producción en Educación</b>	<b>7</b>
<b>4. Eficiencia Relativa</b>	<b>8</b>
<b>5. Medidas de Eficiencia Técnica</b>	<b>10</b>
5.1. Frontera Estocástica . . . . .	10
5.2. Análisis de la Envolvente (DEA) . . . . .	11
<b>6. Datos</b>	<b>14</b>
6.1. Variables . . . . .	14
6.2. Productos . . . . .	15
6.3. Insumos . . . . .	18
<b>7. Resultados</b>	<b>22</b>
7.1. Modelo de Frontera Estocástica . . . . .	22
7.2. DEA . . . . .	25
7.3. DEA por Nivel Socioeconómico del Alumno. . . . .	29
7.4. Outliers. . . . .	32
<b>8. Comparación de Rankings de Colegios</b>	<b>33</b>
8.1. Frontera Estocástica. . . . .	34
8.2. DEA . . . . .	36
8.3. Detalle de Ranking por Método . . . . .	38
<b>9. Conclusiones</b>	<b>41</b>
<b>A. Frontera Estocástica.</b>	<b>43</b>

# 1. Introducción

En Chile la provisión de educación media se encuentra en manos de tres tipos de colegios. Estos se diferencian en su dependencia administrativa y en los resultados cuantificables que alcanzan <sup>1</sup>.

La heterogeneidad observada en resultados promedios en pruebas estandarizadas está altamente relacionada con el tipo de dependencia administrativa de los colegios<sup>2</sup>. Esto genera que cada año cuando se revelan los nuevos resultados se discuta sobre la brecha entre colegios según su dependencia y sobre la calidad relativa de estos. Para ello generalmente se utiliza como indicador de calidad el puntaje promedio obtenido, mediante el cual se les rankea.

Utilizar una medida de calidad del establecimiento educacional como la mencionada anteriormente entrega como resultado que los mejores colegios sean los privados pagados, seguidos por los privados subvencionados y por último, los municipales.

Este tipo de ranking, sin embargo adolece de un grave error conceptual que surge del hecho que el puntaje promedio de cada establecimiento educacional no es casual. La teoría económica sobre producción de educación no se diferencia significativamente de la que caracteriza la producción de cualquier bien. En este sentido, a mayor cantidad de insumos empleados la producción deberá aumentar o al menos mantenerse si los rendimientos marginales de las unidades extras de insumos son muy bajos. Esto implica que si los colegios producen puntajes en pruebas estandarizadas entonces mientras más insumos utilicen mayores deben ser los resultados observados.

En este contexto elaborar una medida de desempeño en base al producto puntaje desconoce la forma como se consigue. Esto hace que se hagan indistinguibles las diferencias entre colegios que obtienen el mismo puntaje, pero que utilizan distintos niveles de insumos para conseguirlo.

Al no considerar la estrecha relación entre insumos y productos, se reduce la utilidad de la información revelada por el ranking. Este solo debiese ser interpretado como un orden en tamaño de producción con el mismo valor que un ranking entre la

---

<sup>1</sup>El hecho observado es el desigual desempeño entre unidades educativas en pruebas estandarizadas como lo son SIMCE y PSU.

<sup>2</sup>Resultados promedio en pruebas estandarizadas se refiere al promedio de PSU o SIMCE por generación de alumnos egresados de un determinado establecimiento.

producción de pan de un negocio de barrio y una cadena de panaderías. No se ordena a los colegios según la calidad del proceso productivo empleado, sino en escala productiva. Si este tipo de rankings fuera utilizado para premiar a los colegios el resultado en asignación de recursos podría resultar en que colegios ineficientes fueran los beneficiados.

Este tipo de problemas demanda la generación de alternativas para efectuar rankings de colegios. En particular, encontrar alguna que considere la forma como se logra producir el puntaje observado.

En este trabajo se presentan los métodos de frontera estocástica y análisis de la envolvente (DEA) como alternativas útiles para rankear colegios. Estos métodos consideran el uso de recursos en la obtención de productos y entregan un indicador que ilumina la asignación de recursos entre unidades educativas. Esto último, en el contexto de recursos escasos, cobra vital importancia para la política educativa. Además, proporcionan un mecanismo útil para generar aprendizaje entre los colegios, el cual se canaliza desde aquellos más eficientes a los ineficientes. Por último, pueden entregar información útil a los apoderados de un determinado colegio al sugerir si el colegio podría rendir más con los mismos insumos que utiliza.

Al realizar un análisis comparativo de los ranking construidos a partir de las diferentes medidas de desempeño de los colegios, se obtiene que aquellos construidos a partir de los métodos propuestos en este trabajo muestran que los colegios municipales y privados subvencionados pueden ser tan o más eficientes en el uso de los recursos que los colegios privados.

Lo que resta de este documento se estructura de la siguiente manera: primero, se revisa la educación media en Chile en relación a matrícula y resultados entre colegios. Segundo, se presentan las particularidades de la producción de educación. Tercero, se presenta el concepto de eficiencia relativa. Cuarto, se describen las metodologías a emplear. Quinto, se presenta la base de datos utilizada. Sexto, se presentan y discuten los resultados obtenidos. Séptimo, se comparan los ranking de colegios para las distintas metodologías. Octavo, se presentan las conclusiones de este trabajo.

## 2. Colegios y sus Resultados en Chile.

La provisión de educación media en Chile esta a cargo de tres tipos de colegios, los cuales se diferencian según dependencia administrativa. Estos son particulares pagados, privados subvencionados y municipales. La importancia respecto a la cobertura de matrícula de cada uno de estos ha sido distinta en el tiempo (Ver figura 1).

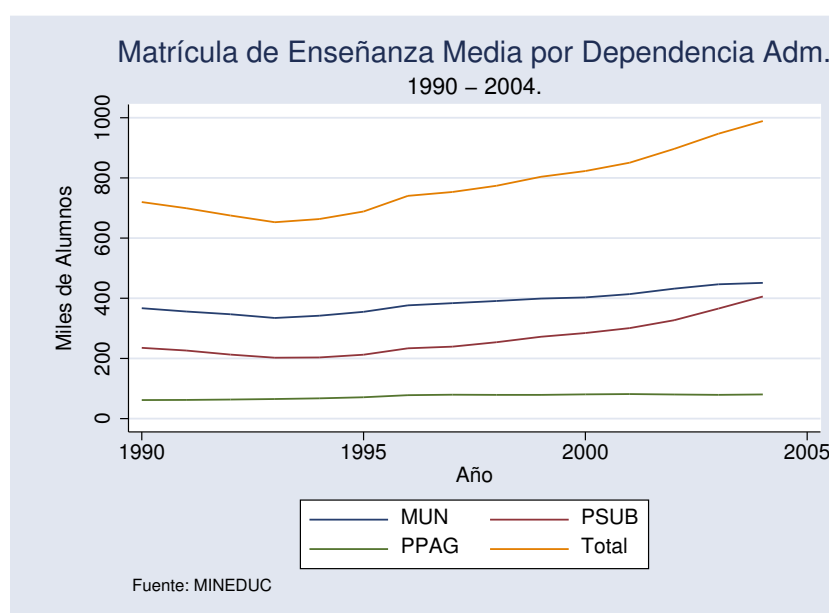


Figura 1: Elaborado por los Autores.

En la actualidad los colegios municipales junto con los particulares subvencionados tienen un nivel de matrícula muy similar y muy por sobre la de los colegios particulares pagados.

En términos de resultados los tipos de colegios presentan fuertes desigualdades. En lo que respecta a pruebas estandarizadas su desempeño es muy distinto y frecuente objeto de acalorados debates. Por ejemplo, en la prueba SIMCE para los segundos medios se tiene que los colegios privados han obtenido en promedio los mejores puntajes mientras que los municipales los peores (Ver figura 2).

La brecha en desempeño entre colegios particulares pagados respecto de los otros tipos de colegios es varias veces la brecha entre privados subvencionados y munici-

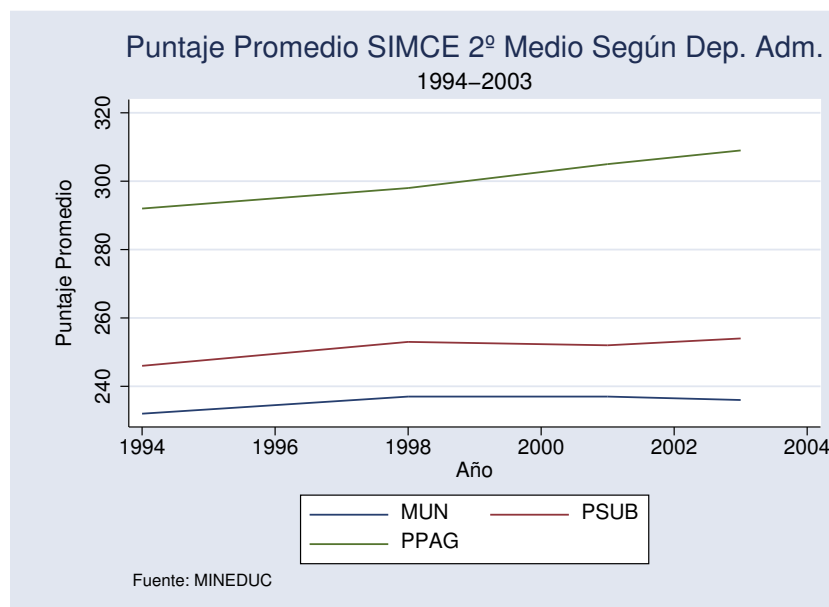


Figura 2: Elaborado por los Autores.

pales. Este fenómeno para la prueba SIMCE se ha agudizado en el tiempo.

Sin embargo, al desagregar los resultados por dependencia administrativa del colegio y nivel socioeconómico del hogar para el SIMCE 2001 parece ser que la calidad del hogar tiene más que decir sobre resultados que la dependencia administrativa del colegio (Ver figura 3).

Enfrentar la diferencia de puntajes con cautela es esencial para obtener luces sobre las causas de tal diferencia, más aun cuando la sociedad demanda rankings de colegios, los cuales son contruidos a través de diversos métodos, con distinta utilidad.

Desde una perspectiva analítica los hechos debiesen ser interpretados a la luz de aquellos factores que los causan. Los resultados promedios en pruebas estandarizadas que alcanzan los colegios son reflejo de los insumos que estos asignan hacia esos objetivos, pero también de los esfuerzos emprendidos por las familias y la dotación de habilidades con que cuenta la población de alumnos de un determinado establecimiento.

De este modo, se puede esperar que colegios que invierten más recursos por



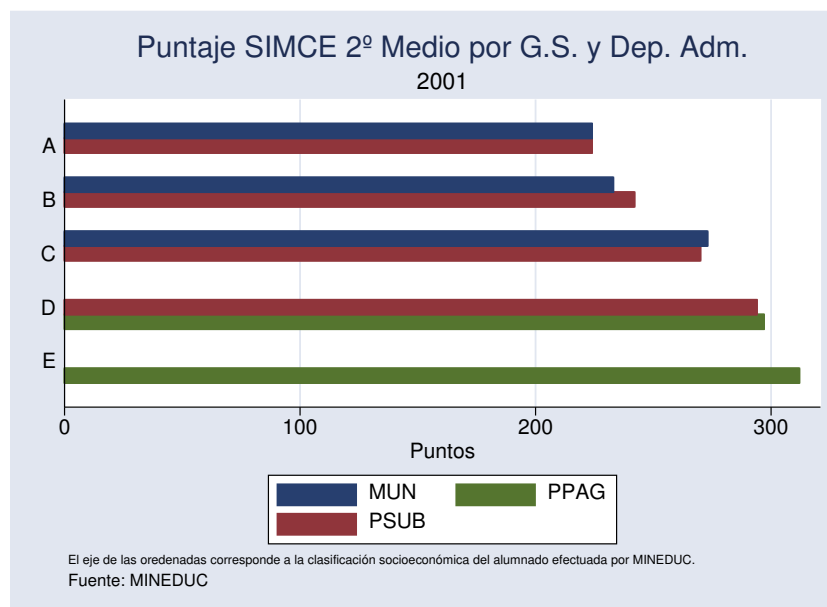


Figura 3: Elaborado por los Autores.

alumno, que cuentan con alumnos provenientes de familias que apoyan y promueven el estudio y con altos niveles de habilidad tendrán a obtener mejores resultados. Considerar esto es fundamental cuando los colegios pueden decidir la población de alumnos que atenderán y por ende forma parte de la receta de producción utilizada.

En este enfoque, los mejores colegios no son aquellos con mejores resultados absolutos, sino aquellos que a determinado nivel de desempeño académico logran sus objetivos con menores recursos, con hogares menos comprometidos con sus hijos y con una distribución de habilidades de la población de alumnos más heterogénea.

Si se consideran todos estos factores al momento de ordenar a los colegios respecto a su desempeño se puede obtener una medida más justa y útil para juzgar el desempeño de un determinado establecimiento educacional y una invitación fundada donde poner los recursos para mejorar los resultados de los colegios. Una medida que considere la eficiencia en el uso de los recursos revela importante información para la comunidad. Colegios más eficientes son más atractivos para que el estado aporte más recursos, para ser beneficiados por donaciones de privados y para que las comunidades de apoderados reclamen por mejores resultados. Esto cobra vital importancia

cuando la mayor parte de la matrícula de educación media está en manos de colegios con algún tipo de aporte estatal. Al identificar los colegios eficientes se puede sugerir a aquellos ineficientes qué colegios pueden ayudarles a descubrir sus problemas productivos.

El comportamiento heterogéneo en términos de producción no está solo presente en las unidades educativas, sino en todas aquellas empresas que se organizan para producir un determinado bien. En microeconomía el concepto relevante es el de eficiencia técnica. Dentro de los métodos desarrollados para emprender esta cuantificación se encuentra frontera estocástica y DEA. Las aplicaciones de estas metodologías atraviesan un sin número de áreas en economía. Una de ellas ha sido el análisis de la eficiencia en el sector educación<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup>Una aplicación de estos métodos para colegios en Chile se presenta en [8].

### 3. Producción en Educación

La producción en educación tiene ciertas particularidades que es necesario considerar antes de aplicar las metodologías para medir eficiencia técnica<sup>4</sup>. Se trata de un proceso productivo en el cual cierta cantidad de individuos son transformados en individuos con diferentes atributos cualitativos. Los individuos adquieren un conjunto de habilidades que posteriormente se reflejarán en sus resultados en test estandarizados como SIMCE y PSU, como en mayores ingresos laborales o cierto tipo de valores morales o comportamiento cívico que regirán sus vidas. Los resultados en pruebas estandarizadas, particularmente PSU están muy ligados a la obtención de un mayor nivel de ingreso laboral, dado que es parte del proceso selectivo para la educación terciaria. De este modo, se puede decir que la producción de un colegio se puede separar en dos tipos de efectos para los individuos: los efectos en el desempeño en el mercado laboral (productividad)<sup>5</sup> y los efectos en socialización.

Esta separación en la producción de los colegios es fundamental, ya que por lo general, la producción de los colegios se reduce a rendimiento en pruebas estandarizadas cuando ello representa tan solo un producto factible de producir. Si los colegios asignan recursos para producir distintas habilidades y estas no son complementarias, entonces estos deberán optar sobre cual será la composición de su producción. Observar altos puntajes en pruebas estandarizadas puede significar precariedades en otro tipo de habilidades que los colegios entregan a los alumnos que les son de ayuda para su desempeño profesional y emocional futuro, las cuales pueden ser valoradas por la sociedad.

Otra particularidad de la producción de educación es su característica acumulativa. En este sentido, los resultados observados en una determinada medición de desempeño pueden estar asociados a insumos muy anteriores a los contemporáneos a la prueba.

Estas dos particularidades inciden en la calidad de los resultados alcanzables mediante herramientas cuantitativas. En este trabajo no se considera ninguna de ellas por

---

<sup>4</sup>Una revisión detallada de la evidencia relacionada se puede encontrar en [6] y [7].

<sup>5</sup>Una visión que difiere de lo anterior es aquella que surge de la literatura de señalización, donde la educación no tiene efectos sobre la productividad de los individuos, mas si en la selección de los individuos más hábiles y en consecuencia eleva al colegio como un productor de información valorada por el mercado.

la restricción de datos enfrentada.

## 4. Eficiencia Relativa

El concepto de eficiencia relativa puede ser descompuesto en Eficiencia Técnica (ET), Eficiencia Asignativa (EA) y Eficiencia Económica (EE) <sup>6</sup>. Asumiendo un producto  $Y$ , dos insumos  $X_1, X_2$  y retornos constantes de escala es posible representar la tecnología como una isocuanta unitaria, la cual muestra todas las combinaciones posibles de insumos que entregan una unidad de producto (Ver figura 4).

Si se supone que existen dos empresas  $Q, P$  que combinan insumos en la misma proporción. La empresa  $Q$  obtiene  $0P \setminus 0Q$  veces más producto que  $P$  para cualquier combinación de insumos. En este contexto, la ET de  $P$  se puede medir como  $0Q \setminus 0P$ . Se puede decir que toda firma sobre la isocuanta unitaria es eficiente técnicamente.

Sea  $AA'$  la curva de isocostos, que define - dado los precios - todas las combinaciones de mínimo costo factibles para alcanzar la producción unitaria. De este modo la única firma eficiente técnicamente que alcanza la producción unitaria al mínimo costo es  $Q'$ . Una medida de la EA de la firma  $P$  es  $EA = 0R \setminus 0Q$ .

Se dice que una firma es EE si es ET y EA, condición que sólo cumple  $Q'$ , la cual se puede medir como  $EE = 0R \setminus 0P$ . Tanto la firma  $Q$  como  $P$  tienen el mismo nivel de EA, sin embargo,  $Q$  es ET mientras que  $P$  no lo es.

Es necesario notar que el concepto de EA pierde significado en presencia de incertidumbre, pues el comportamiento óptimo de la firma incorpora su nivel de aversión al riesgo, el cual no es observable. De este modo, sólo se puede aspirar a medir ET sin necesidad de elevar supuestos metodológicos cuestionables. Aún así, las medidas de ET pueden no ser robustas a la aleatoriedad de muchos de los factores que inciden sobre un proceso productivo, lo que limita su interpretación a indicios de problemas y no a la absoluta existencia de estos.

La ET puede ser medida como:

1. Orientada al Insumo: Dado el nivel de producto la ET se define en términos del uso relativo de factores.

---

<sup>6</sup>La presentación original de este concepto se encuentra en [5]. Ver también [1]

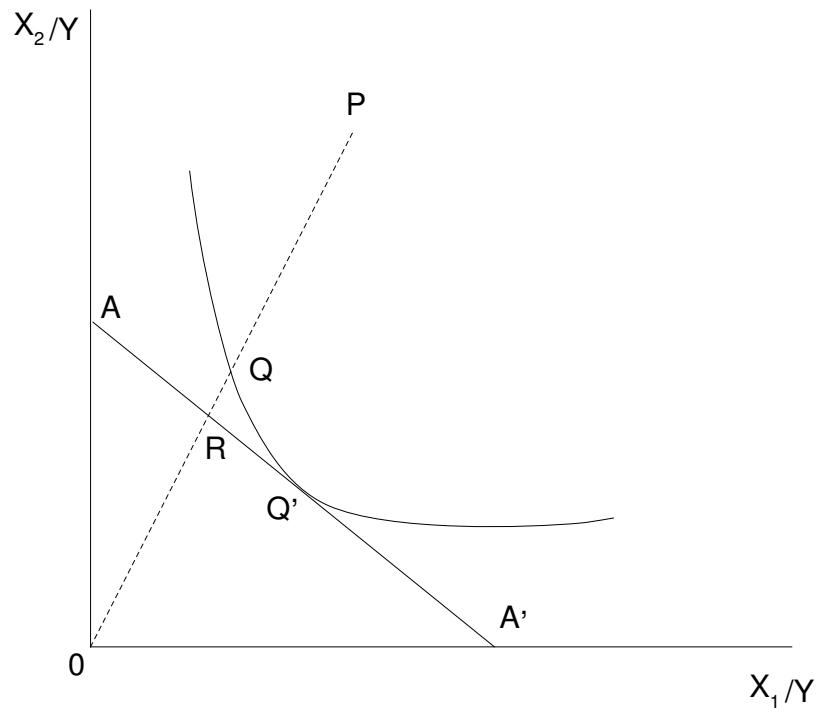


Figura 4: Alvarez (2001)

2. Orientada al Producto: Dado el nivel de insumos la ET se define en términos del nivel del producto relativo.

Los tipos de medidas de ET sólo son equivalentes en presencia de retornos constantes de escala.

## 5. Medidas de Eficiencia Técnica

Las aproximaciones típicamente emprendidas para el análisis empírico de muestras de agentes tomadores de decisiones (ATD) son dos. El método de Frontera Estocástica y el de Análisis de la Envolvente (DEA). Ambos métodos aspiran a construir una frontera eficiente a partir de la muestra observada y, luego, comparar a las firmas respecto a ésta. En lo que sigue se presentan métodos de medida de ET orientadas a insumos, pues lo que se quiere determinar es que dado cierto nivel de puntaje en pruebas estandarizadas en cuánto se debiese reducir el uso de insumos para mantener la producción constante <sup>7</sup>.

Las diferencias en eficiencia técnica entre colegios deben ser interpretadas como indicios de heterogeneidad en la forma de producir entre empresas, pero cuya causa no es conocida. En este sentido aquellas unidades educativas que resultan ser ineficientes técnicamente son etiquetadas como unidades productivas que algo han de estar haciendo mal. Esto le confiere al orden que entrega el ranking una potente interpretación, que es ordenar a los colegios según calidad del proceso productivo.

Las preguntas sobre qué es lo que se está haciendo mal o cómo se puede llegar a ser eficientes no pueden ser contestadas mediante los métodos propuestos en este trabajo. Sin embargo, al identificar colegios eficientes e ineficientes se puede sugerir a aquellos que tienen un desempeño subóptimo a qué colegio acercarse para descubrir que es los que están haciendo mal. En efecto, se podría sugerir cuáles son los colegios eficientes más similares a cada ineficiente<sup>8</sup>. Esta segunda característica de rankear colegios utilizando un indicador de eficiencia técnica hace posible orientar la política de educación hacia generar aprendizaje entre unidades educativas.

### 5.1. Frontera Estocástica

Al considerar la naturaleza aleatoria de la producción se admite que la producción está acotada superiormente por una frontera estocástica<sup>9</sup>. Sea  $Y$  producto,  $X$  insumos la producción puede ser escrita como

---

<sup>7</sup>Una revisión exhaustiva de las metodologías puede ser encontrada en [1].

<sup>8</sup>Ver 1

<sup>9</sup>Para mayor información ver [3], [4] y [1]

$$\begin{aligned}
Y_i &= f(X_i) + \epsilon_i & (1) \\
\epsilon_i &= v_i - u_i
\end{aligned}$$

En este modelo el término del error es compuesto. Por una parte  $v$  es el error iid con media cero y simétrico que representa la aleatoriedad de la producción producto de sucesos no controlables por la firma y  $u$  es independiente de  $v$  y no negativo. Este recoge la distancia de cada empresa a su frontera eficiente. De este modo, la frontera eficiente está dada por

$$Y = f(X) + v \quad (2)$$

La potencia del modelo paramétrico radica en la posibilidad de atribuir las diferencias de producción entre una firma particular y la envolvente estimada a hechos distintos a la ineficiencia, como - por ejemplo - el simple azar.

El índice de eficiencia técnica para la empresa  $i$  se puede calcular como

$$ET_i = \exp [-E(u_i | \epsilon_i)] \quad (3)$$

## 5.2. Análisis de la Envolvente (DEA)

El DEA es método un determinístico para calcular eficiencia técnica a través de programación lineal<sup>10</sup>. Construye el mejor ATD virtual para cada ATD observado mediante la combinación lineal de dos ATD reales. Dentro de las ventajas de aplicarlo se encuentra, primero, la posibilidad de incluir en forma directa más de un producto, segundo, que no hace fuertes supuestos sobre la estructura de la función de producción<sup>11</sup>. Sin embargo, enfrenta ciertos cuestionamientos como aquellos que surgen de su naturaleza no aleatoria<sup>12</sup>, de la dificultad de acomodar variables categóricas, la

---

<sup>10</sup>Una revisión amplia del método se entrega en [2] y [1]

<sup>11</sup>Es por ello que usualmente se le denomina método no paramétrico.

<sup>12</sup>Toda diferencia entre la producción de una firma en particular y la frontera eficiente calculada se atribuye a ineficiencia técnica.

imposibilidad de contrastar hipótesis mediante herramientas estadísticas y la sensibilidad de los resultados a observaciones outliers <sup>13</sup>.

Este método puede ser emprendido asumiendo rendimientos contantes (CRS) o variables (VRS) de escala. Para CRS se tiene el siguiente problema de maximización,

$$\begin{aligned} & \underset{u,v}{\text{máx}} \frac{u'y_i}{v'x_i} & (4) \\ \text{S.A} \quad & \frac{u'y_i}{v'x_j} \leq 1, \quad j = 1, \dots, N \\ & u, v \geq 0 \end{aligned}$$

donde  $y_i$  es un vector de productos y  $x_i$  es un vector de insumos del ATD  $i$ . Al resolver este problema para los  $N$  ATD presentes en la muestra y evaluar la función objetivo en  $(u^*, v^*)$  se obtiene la medida de ET orientada a insumos. La no linealidad de la función objetivo de este problema dificulta el cálculo, sin embargo, el problema anterior es equivalente al siguiente problema de programación lineal.

$$\begin{aligned} & \underset{u,v}{\text{máx}} u'y_i & (5) \\ \text{S.A} \quad & v'x_i = 1 \\ & u'y_j - v'x_j \leq 0, \quad j = 1, \dots, N \\ & u, v \geq 0 \end{aligned}$$

Por dualidad

$$\begin{aligned} & \underset{\theta, \lambda}{\text{mín}} \theta & (6) \\ \text{S.A} \quad & -y_i + Y\lambda \geq 0 \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

---

<sup>13</sup>Estos últimos problemas han sido superados en la actualidad, no obstante la implementación metodológica requerida escapa del alcance de este trabajo.



En los noventa la más típica aplicación del DEA es la de VRS.

$$\begin{array}{ll} \min_{\theta, \lambda} \theta & (7) \\ S.A & -y_i + Y\lambda \geq 0 \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\ & I'\lambda = 1 \\ & \lambda \geq 0 \end{array}$$

donde, I es un vector de unos de Nx1.

Emprender el método DEA orientado a insumos en su versión CRS como VRS es necesario, pues la segunda entrega información más detallada que la primera sobre el grado de ET de un ATD. El supuesto de VRS separa las fuentes de ineficiencia técnica de aquellas provenientes de la ineficiencia de escala.

## 6. Datos

La combinación de insumos que dan forma a la producción antes descrita carece de una receta única y conocida. Por lo general, la elección de los insumos por parte del investigador está condicionada a la disponibilidad de datos más que a fundamentos teóricos que justifiquen su inclusión. Un conjunto de insumos generales involucrados en la producción de un determinado logro educacional está conformado por variables que reflejen entorno familiar, la influencia de pares, insumos del colegio y habilidades innatas del estudiante<sup>14</sup>.

La base de datos disponible corresponde a una encuesta levantada por el diario El Mercurio efectuada a los 100 mejores colegios, particularmente, los mejores 50 privados, 25 privados subvencionados y 25 públicos<sup>15</sup>. Del total de Colegios 97 rinden ambas pruebas estandarizadas, 1 no rinde el SIMCE y 2 no tienen datos disponibles para SIMCE.

Evidentemente la base de datos no permite incluir en el análisis algunas de las particularidades de la producción de educación. Sólo se cuenta con un periodo, por lo tanto la corrección por insumos pasados no es factible. Además, sólo se existen puntajes en pruebas estandarizadas y no alguna medida de habilidades de socialización. Sin embargo, estas limitantes son menores al considerar el objetivo de este trabajo y la disponibilidad de insumos de las unidades educativas que presenta la muestra, pero representa un desafío en la construcción de bases de datos futuras.

### 6.1. Variables

#### 1. Resultados en Pruebas Estandarizadas.

- a) Promedio por Colegio SIMCE Segundo año Medio 2003.
- b) Promedio por Colegio PSU 2004

#### 2. Entorno Familiar

---

<sup>14</sup>Ver [6] , [7] y [8]

<sup>15</sup>Esta encuesta fue publicada en la Revista El Sabado del Diario el Mercurio en el reportaje II Ranking El Sabado (Los Mejores Colegios de Chile). Por Marcela Miranda con colaboración de Daniela Aranguíz.

- a) Clasificación Socioeconómica del Alumnado SIMCE<sup>16</sup>.
- 3. Pares
  - a) Tipo de establecimiento (Mixto, Coeducacional, Masculino o Femenino).
- 4. Insumos del Colegio.
  - a) Horas Profesor Alumno (hpa).
  - b) Número Total de Alumnos (ta).
  - c) Alumnos por Curso (apc).
  - d) Número de Libros.
- 5. Administración
  - a) Dependencia del establecimiento (Privado, Privado Subvencionado o Público).

## 6.2. Productos

Los resultados de SIMCE y PSU tienen una correlación de 0.8239, esto indica que pueden ser interpretados como un mismo producto. Para construir la variable producto ( $y$ ) y no desperdiciar información se promedian las dos variables en escala PSU. Para esto se estandariza la variable SIMCE, la que es multiplicada por la SD<sup>17</sup> de PSU a lo que finalmente se le suma la media PSU<sup>18</sup>. Luego, se divide la muestra por la mayor producción observada. A esta variable se le denomina *índice*, la cual pertenece al intervalo (0,1].

La distribución estimada de índice muestra que a pesar de tratarse de una muestra pequeña y supuestamente homogénea en términos de resultados no lo es. Más aun, los datos revelan una evidente bimodalidad. Esto es que aún para esta selecta muestra existen colegios de altísimo y otros de alto desempeño (Ver figura 5 arriba).

---

<sup>16</sup>El Ministerio de Educación clasifica a los establecimientos que rindieron la Prueba SIMCE 2003 de acuerdo a las características socioeconómicas predominantes de sus alumnos, definidas a partir de los años de estudio promedio del padre y de la madre, el ingreso familiar mensual y el índice de vulnerabilidad escolar del establecimiento.

<sup>17</sup>Desviación Estándar.

<sup>18</sup>La media y SD de PSU son 500 y 102.6 respectivamente. Para la prueba SIMCE media y SD son 249 y 50.9 respectivamente.

Una pregunta relevante es si esta bimodalidad se relaciona con dependencia administrativa de los colegios. La respuesta a esta pregunta es afirmativa. Los promedios para índice de los colegios privados pagados, privados subvencionados y municipales son 0.93, 0.88 y 0.82 respectivamente. Pero, además la variabilidad de resultados de los dos primeros es mucho menor a la de los municipales. Esto probablemente se debe a la fuerte influencia de dos colegios municipales de altísimo desempeño presentes en la muestra (Ver figura 5 abajo).

Al desagregar los datos por dependencia administrativa y nivel socioeconómico del alumno se obtiene que existe una correlación positiva de esta última con desempeño. Además se aprecia que en promedio los colegios particulares pagados y particulares subvencionados obtienen similares resultados para alumnados de distintos niveles socioeconómicos. Sin embargo, esto no se mantiene para los colegios municipales, los cuales muestran un marcado cambio en nivel de desempeño (Ver figura 6).

## Distribución Índice.

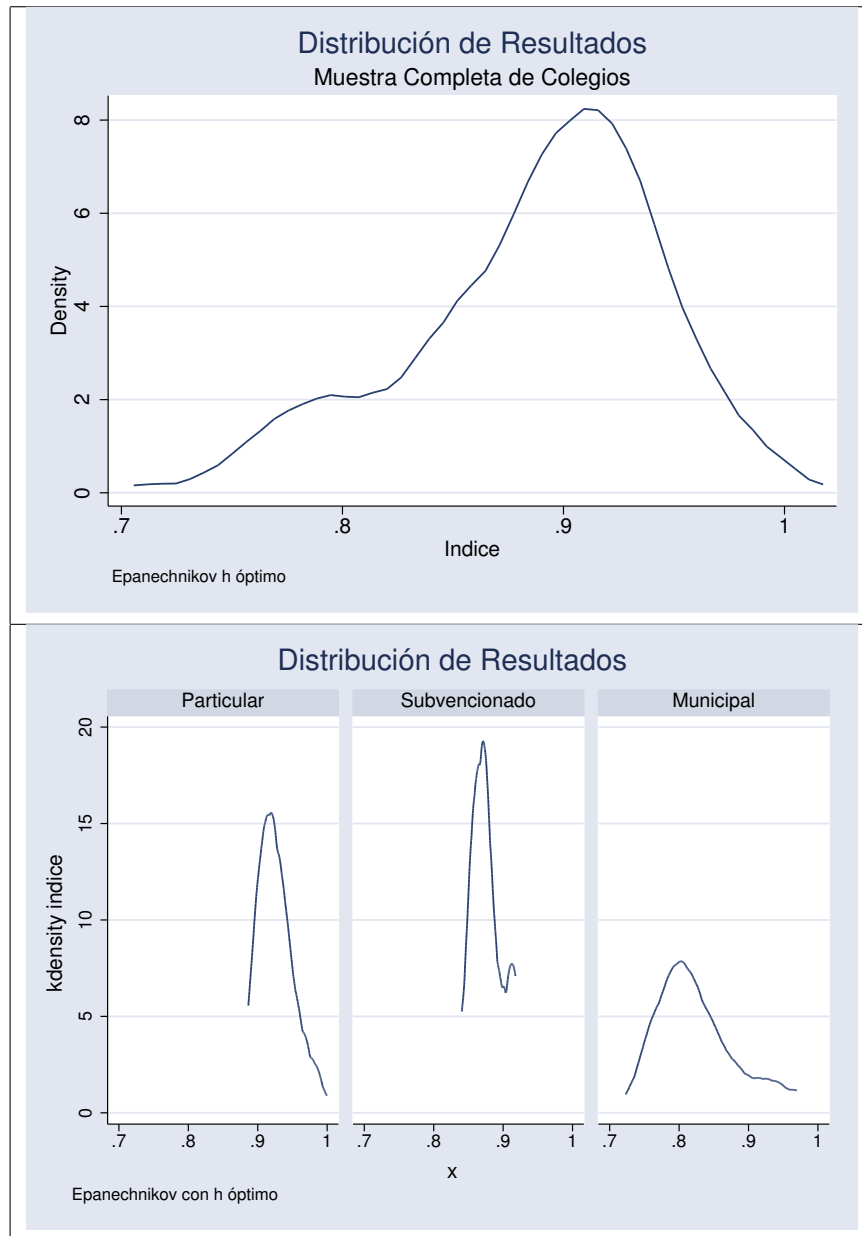


Figura 5: Elaborado por los Autores.

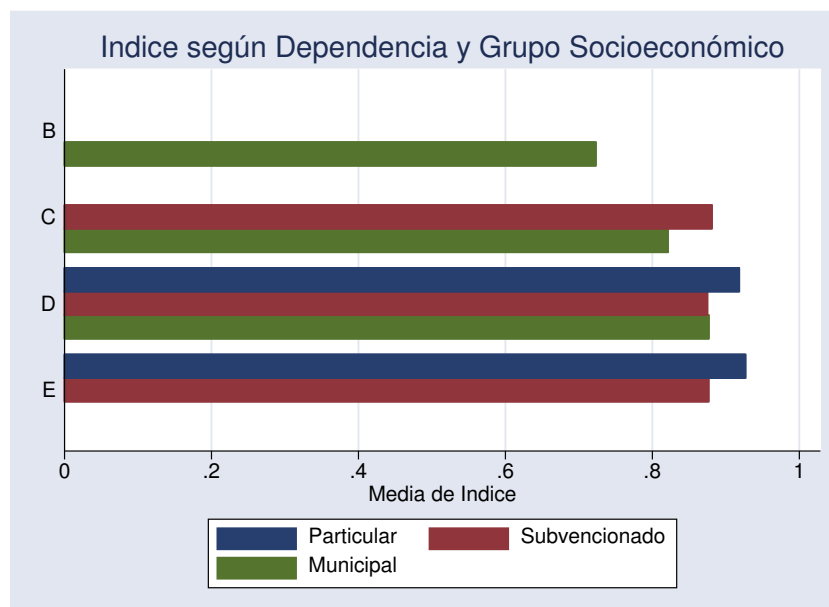


Figura 6: Elaborado por los Autores.

### 6.3. Insumos

De la muestra se obtienen cuatro insumos no categóricos que entran en la función de producción de los colegios, estos son hpa, ta, apc, libros por alumno (lpa). Además, las categorías de estrato socioeconómico del alumnado, la dependencia administrativa del colegio y el tipo de establecimiento son consideradas en el análisis.

Los colegios muestran ser heterogéneos entre si en lo que a insumos no categóricos respecta. Esto se aprecia con claridad al hacer las estadísticas descriptivas.

#### Estadísticas Descriptivas: Insumos

Variable	Media	Dev. Std.	Min.	Max.
hpa	2.479	0.954	1.1	4.7
ta	1194.99	657.129	320	4288
apc	33.67	8.108	17	45
lpa	12.366	7.546	1.475	40.293
N	97			

Cuadro 1: Elaborado por los Autores.

Por estrato socioeconómico del alumnado se tiene que solo existe un colegio que atiende a alumnos tipo B, el cual está bajo la media en hpa, ta y lpa (Ver cuadro 2). Los colegios que atienden alumnos tipo C tienen hpa y lpa bajo el promedio, un ta y apc sobre el promedio, sin embargo son más homogéneos que el total de la muestra en hpa, apc y lpa (Ver cuadro 3). Los colegio que atienden a alumnos tipo D tiene un hpa y lpa bajo el promedio, un ta y lpa sobre el promedio, no obstante, resultan ser más homogéneos en hpa, apc y lpa que al considerar toda la muestra (Ver cuadro 4). Por último los colegios que atienden a alumnos tipo E presentan hpa y lpa sobre el promedio y ta y apc bajo el promedio, son más homogéneos en hpa, ta y apc que al considerar toda la muestra (Ver cuadro 5).

**Estadísticas Descriptivas: Colegios B**

<b>Variable</b>	<b>Media</b>	<b>Dev. Std.</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>
hpa	1.9		1.9	1.9
ta	588		588	588
apc	37		37	37
lpa	6.803		6.803	6.803
N		1		

Cuadro 2: Elaborado por los Autores.

**Estadísticas Descriptivas: Colegios C**

<b>Variable</b>	<b>Media</b>	<b>Dev. Std.</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>
hpa	1.572	0.357	1.1	2.5
ta	1425.72	778.241	446	3267
apc	42.08	2.943	35	45
lpa	10.637	7.028	1.475	25
N		25		

Cuadro 3: Elaborado por los Autores.

**Estadísticas Descriptivas: Colegios D**

<b>Variable</b>	<b>Media</b>	<b>Dev. Std.</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>
hpa	1.855	0.411	1.2	2.6
ta	1292.227	790.49	482	4288
apc	38.591	5.518	28	45
lpa	8.657	4.217	2.373	17.9
N	22			

Cuadro 4: Elaborado por los Autores.

**Estadísticas Descriptivas: Colegios E**

<b>Variable</b>	<b>Media</b>	<b>Dev. Std.</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>
hpa	3.235	0.697	1.7	4.7
ta	1046	474.371	320	2100
apc	27.102	4.651	17	37
lpa	15.027	8.104	1.993	40.293
N	49			

Cuadro 5: Elaborado por los Autores.

Por dependencia administrativa del colegio. Los colegios municipales constituyen un grupo que tiene hpa y lpa bajo el promedio y ta y apc sobre el promedio, pero son más homogéneo que la población (Ver cuadro 6). Los colegios privados pagados tienen hpa y lta sobre el promedio y ta y apc bajo el promedio. Son más homogéneos que el total de la muestra en hpa, ta y apc (Ver cuadro 7). Los colegios privados subvencionados tienen hpa y ta bajo el promedio y apc y lpa sobre el promedio, sin embargo, son más homogéneos en todas las variables (Ver cuadro 8).

**Estadísticas Descriptivas: Colegios Municipales**

<b>Variable</b>	<b>Media</b>	<b>Dev. Std.</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>
hpa	1.54	0.318	1.1	2.5
ta	1593.48	946.709	503	4288
apc	42.24	2.919	35	45
lpa	9.356	6.665	1.475	25
N	25			

Cuadro 6: Elaborado por los Autores.



**Estadísticas Descriptivas: Colegios Privados Pagados**

<b>Variable</b>	<b>Media</b>	<b>Dev. Std.</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>
hpa	3.283	0.664	1.9	4.7
ta	1057.362	483.893	320	2100
apc	27.021	4.66	17	37
lpa	15.46	7.996	1.993	40.293
N	47			

Cuadro 7: Elaborado por los Autores.

**Estadísticas Descriptivas: Colegios Privados Subvencionados**

<b>Variable</b>	<b>Media</b>	<b>Dev. Std.</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>
hpa	1.908	0.412	1.2	2.6
ta	1055.24	399.218	446	1944
apc	37.6	5.802	25	45
lpa	9.559	4.939	2.554	19.837
N	25			

Cuadro 8: Elaborado por los Autores.

Las diferencias en producción observada entre colegios de distintas dependencia administrativa y alumnado objetivo también se encuentran en el uso de insumos. En promedio los colegios privados pagados o aquellos orientados a alumnos tipo E tienen la mayor dotación de insumos. Así mismo, los colegios con menor desempeño promedio - municipales orientados a alumnos de hogares menos colaboradores con los objetivos educacionales - tienen una menor dotación de insumos. Esto respalda la estrecha relación entre producto e insumos.

## 7. Resultados

En esta sección se presenta en detalle la forma como se implementó cada uno de los métodos presentados previamente. Además, se discute los resultados entregados por cada uno de éstos.

### 7.1. Modelo de Frontera Estocástica

El modelo de frontera estimado replica lo supuesto en [8]. Esto es una función de producción Cobb-Douglas<sup>19</sup>, una función de distribución normal para  $v$  con media cero y desviación estándar  $\sigma_v$  y una half-normal para  $u$  con media cero y desviación estándar  $\sigma_u$ . La función de densidad de  $\epsilon$  está dada por

$$f(\epsilon) = \frac{2}{\sigma} \phi\left(\frac{\epsilon}{\sigma}\right) \left[1 - \Phi\left(\frac{\epsilon}{\sigma}\right)\right] \quad (8)$$

donde  $\phi(\cdot)$  y  $\Phi(\cdot)$  son la función de densidad y la función de distribución de una  $N(0,1)$ . Los nuevos parámetros son funciones de los que describen las distribuciones impuestas para los errores del modelo, así  $\sigma^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2$  y  $\lambda = \sigma_u/\sigma_v$ . La estimación por Máxima Verosimilitud permite recuperar todos los parámetros del modelo.

Esta se estima considerando las variables en logaritmo natural y controlando por las variables dicotómicas relacionadas con dependencia administrativa del colegio ( $D_p, D_{ps}$ ), nivel socioeconómico del alumnado ( $D_e, D_d, D_c$ ) y género de pares ( $D_{mas}, D_{fem}, D_{coed}$ ). La especificación considera el nivel para colegios municipales, con nivel socioeconómico del alumno B y mixtos.

$$\begin{aligned} \ln y_i = & \alpha + \beta_1 \ln hpa_i + \beta_2 \ln lpc_i + \beta_3 \ln lpa_i + \beta_4 \ln lta_i + \\ & \beta_5 D_p + \beta_6 D_{ps} + \beta_7 D_e + \beta_8 D_d + \beta_9 D_c + \\ & \beta_{10} D_{mas} + \beta_{11} D_{fem} + \beta_{12} D_{coed} + v_i - u_i \end{aligned} \quad (9)$$

---

<sup>19</sup>La estructura productiva impuesta asume rendimientos constantes de escala. Una forma funcional flexible es la translog, sin embargo no fue posible de estimar dada la no concavidad de la función de verosimilitud.

El indicador de eficiencia técnica construido mediante este método entrega que los colegios presentes en esta muestra son sumamente parecidos (Ver figura 7 arriba). Todos operan a un altísimo nivel de eficiencia<sup>20</sup>.

Al desagregar los datos por tipo de dependencia administrativa se encuentra que existe bimodalidad en la distribución de eficiencia técnica para colegios municipales (Ver figura 7 abajo). Esto es probablemente el reflejo de la presencia de dos colegios municipales de alto desempeño en la muestra.

La homogeneidad en eficiencia técnica observada puede ser el reflejo de la particularidad de la muestra empleada. Esto es que incluya a los mejores colegios observados por dependencia administrativa y que permite controlar por distintos factores vinculados a la producción de educación.

---

<sup>20</sup>Los coeficientes estimados como sus propiedades estadísticas se presenta en el anexo de este trabajo. Particularmente ver cuadro 14.

## Distribución Frontera Estocástica.

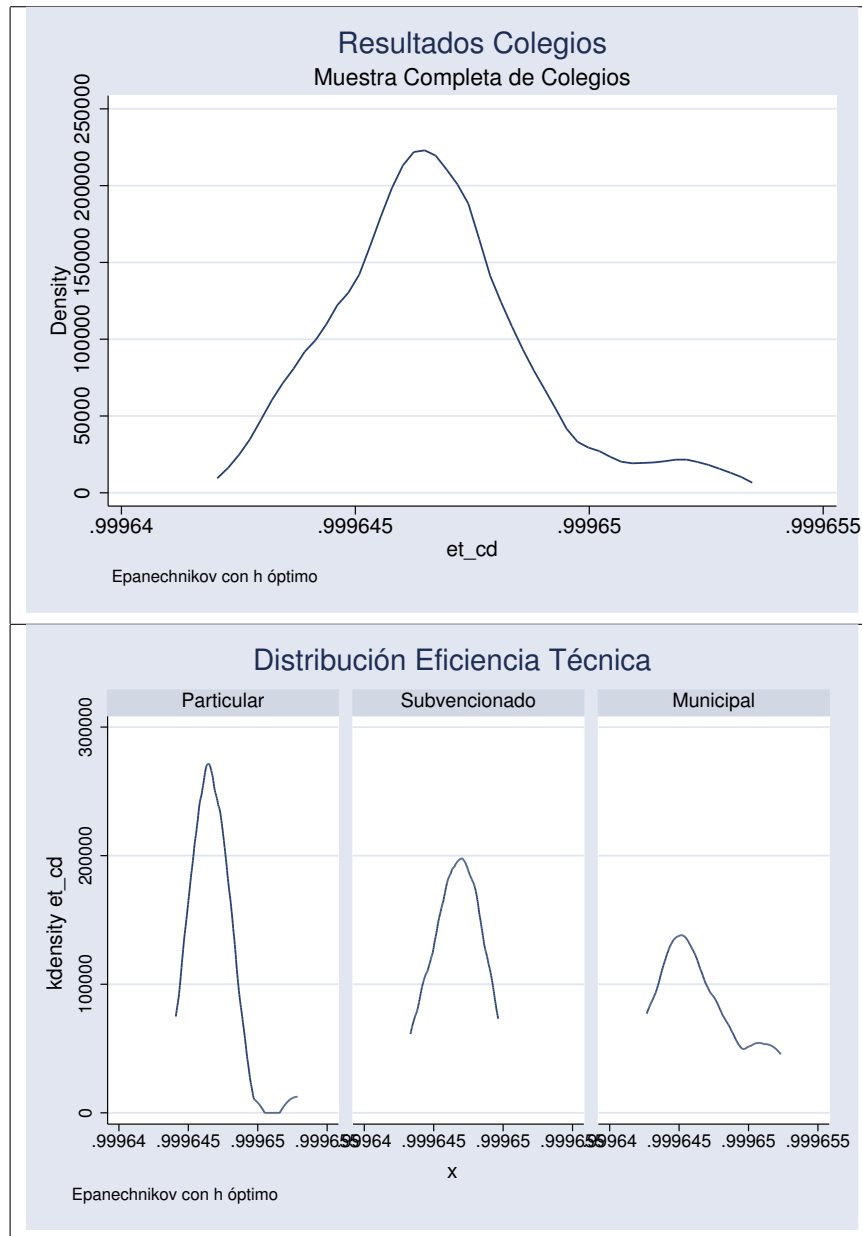


Figura 7: Elaborado por los Autores.

## 7.2. DEA

La metodología de DEA se aplica considerando las variables  $y$ ,  $hpa$ ,  $apc$ ,  $ta$  y  $lpa$ . En el caso particular del insumo  $apc$  se utiliza el recíproco. Esto hace que a menor cantidad de alumnos por cursos se obtenga un uso de insumos superior, con lo cual se logra la misma dirección interpretativa que tiene el resto de las variables. Las variables dicotómicas disponibles no son incluidas debido a su difícil interpretación<sup>21</sup>.

Bajo el supuesto de rendimientos constantes de escala los resultados para la muestra total de colegios indican que existe más de una moda en la muestra (Ver figura 8 arriba).

La distribución de eficiencia técnica que obtienen los colegios, luego de desagregar los datos por dependencia administrativa, es bastante diversa, mientras los colegios privados subvencionados presentan una moda, los colegios privados pagados y municipales evidencian una bimodalidad (más marcada para los municipales). Lo anterior se suma al hecho que tanto los colegios particulares subvencionados como los municipales muestran altos niveles de eficiencia y baja heterogeneidad (Ver figura 8 abajo).

Bajo el supuesto de rendimientos variables de escala se tiene una alta densidad de colegios sobre el máximo de eficiencia (Ver figura 9 arriba).

Para la muestra desagregada por dependencia administrativa del colegio nuevamente se observa una bimodalidad en la distribución de eficiencia técnica de los colegios municipales y privados pagados, sin embargo, una de las modas para los establecimientos municipales es en un alto nivel de desempeño. Adicionalmente, los colegios privados subvencionados y municipales presentan una baja variabilidad (Ver figura 9 abajo).

La diferencia promedio al asumir rendimientos constantes de escala y luego variables es de un 5 % en eficiencia. Los resultados obtenidos al asumir retornos variables aumentan para todo tipo de establecimiento, especialmente para los colegios privados pagados y municipales que elevan su desempeño en un 7 % y 5 % respectivamente. Este fenómeno resulta luego de levantar el supuesto que los colegios operan a un ni-

---

<sup>21</sup>Un indicador de eficiencia para una unidad educativa de, por ejemplo, 0.9 significa que su nivel de puntaje podría ser alcanzado con un 10 % menos de uso de insumos. Sin embargo, si los insumos son variables dicotómicas aquella interpretación carece de sentido.

vel de escala óptimo, que asume el procedimiento DEA bajo rendimientos constantes a escala.

## Distribución DEA crs.

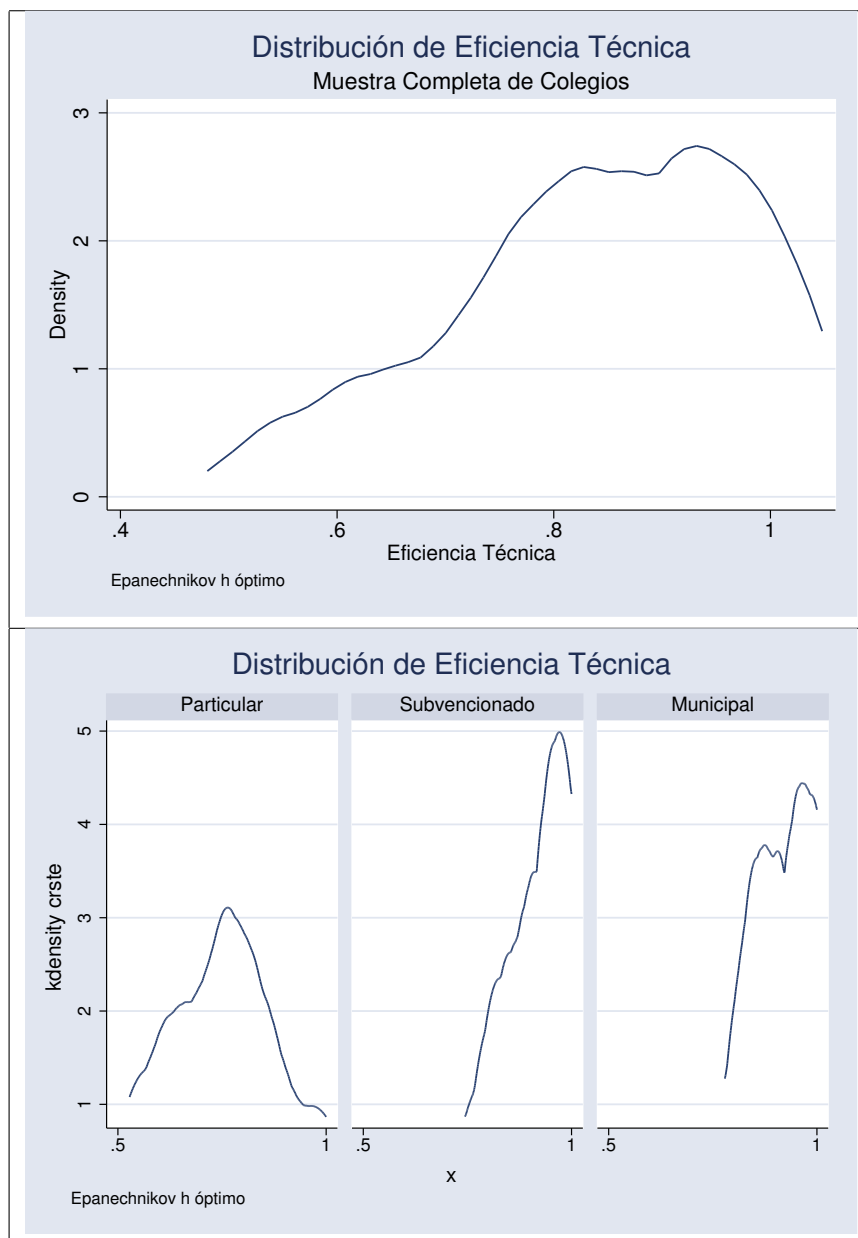


Figura 8: Elaborado por los Autores.

## Distribución DEA vs.

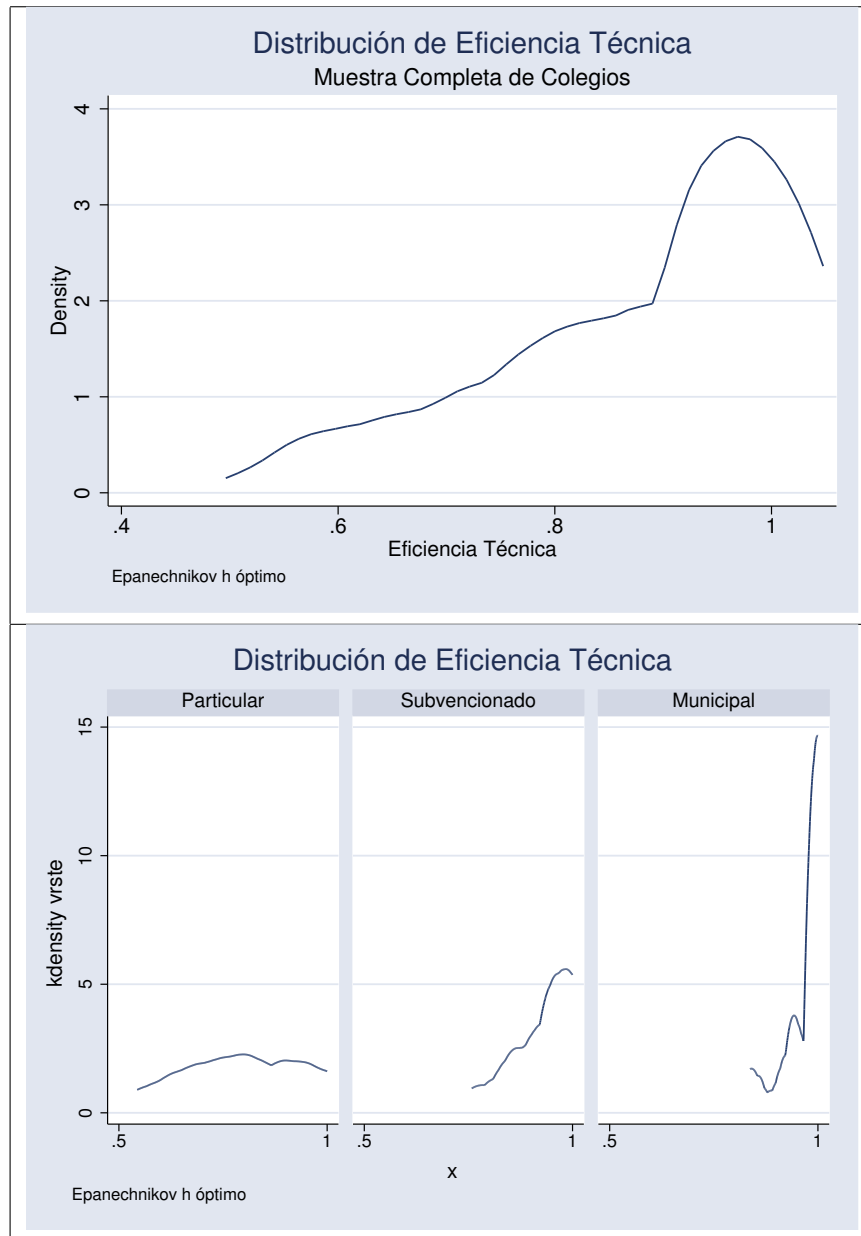


Figura 9: Elaborado por los Autores.



### **7.3. DEA por Nivel Socioeconómico del Alumno.**

Una forma de observar el peso de no incluir variables dicotómicas es calcular el DEA desagregando la base de datos por alguna de las categorías disponibles. En esta sección se desagrega la muestra por estrato socioeconómico del alumnado. El costo de este esfuerzo está en la pérdida de una observación, ya que en la muestra sólo existe un colegio con alumnado tipo B.

Como era de esperar el nivel de eficiencia que obtienen los colegios en promedio es mayor, de hecho tal fenómeno se repite para todo tipo de establecimiento. Los resultados en promedio se elevan desde 0.84 a 0.91 al suponer rendimientos constantes de escala y desde 0.88 a 0.93 si se asumen variables.

Al desagregar por tipo de establecimiento se observa que los colegios privados pagados son los que aumentan en mayor medida su índice de eficiencia, seguidos por los privados subvencionados y los municipales, esto se debe a que incluir la variable nivel socioeconómico en el DEA permite realizar el cálculo de la envolvente eficiente entre colegios que ingresan como insumos alumnos provenientes de un determinado tipo de hogar.

No obstante, a pesar que los colegios privados pagados se ven beneficiados con este nuevo procedimiento son los que obtienen en promedio los peores resultados de la muestra con un nivel de eficiencia entre 0.87 y 0.88 para rendimientos constantes de escala y variables respectivamente. Los colegios municipales son los que obtienen los mejores resultados, aunque al asumir rendimientos variables de escala la diferencia con los colegios privados subvencionados es casi nula.

## Distribución DEA crs Corregido.

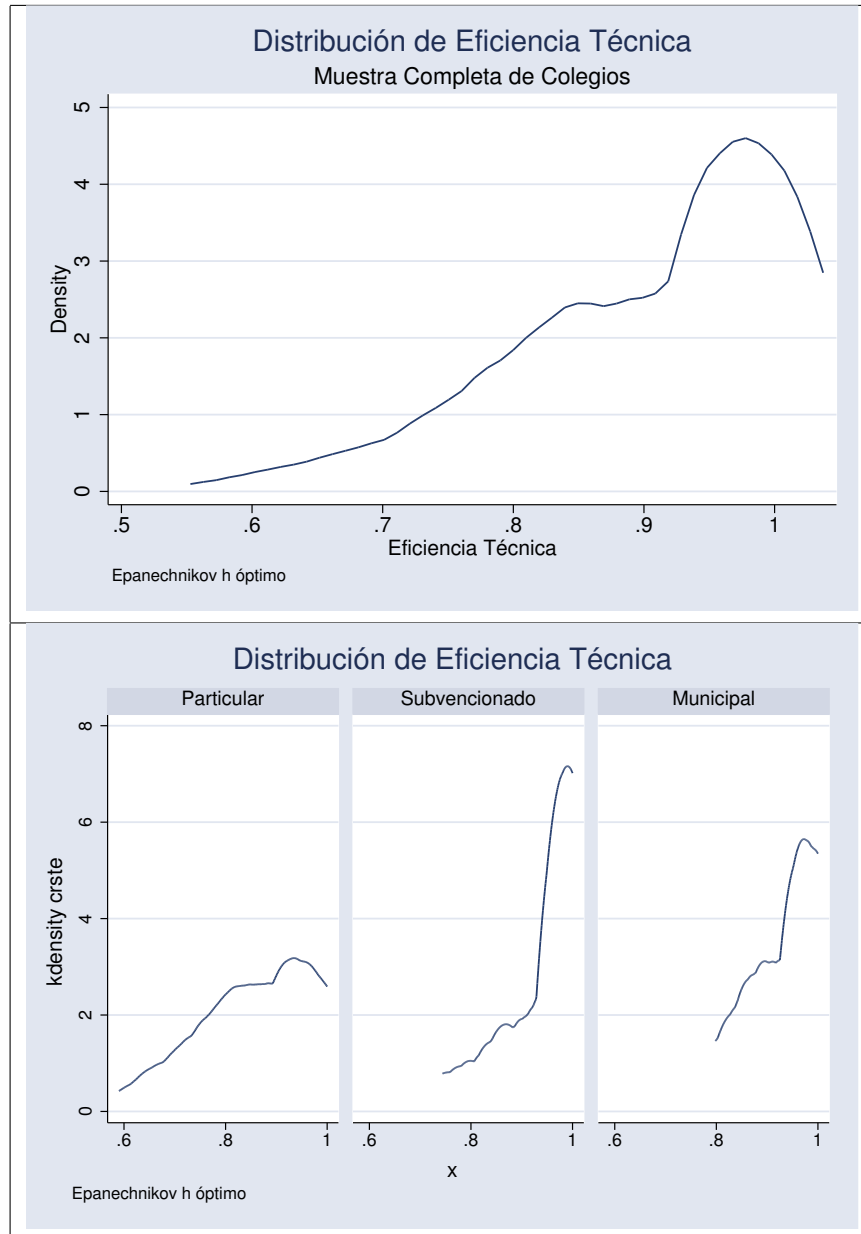


Figura 10: Elaborado por los Autores.

## Distribución DEA vrs Corregido.

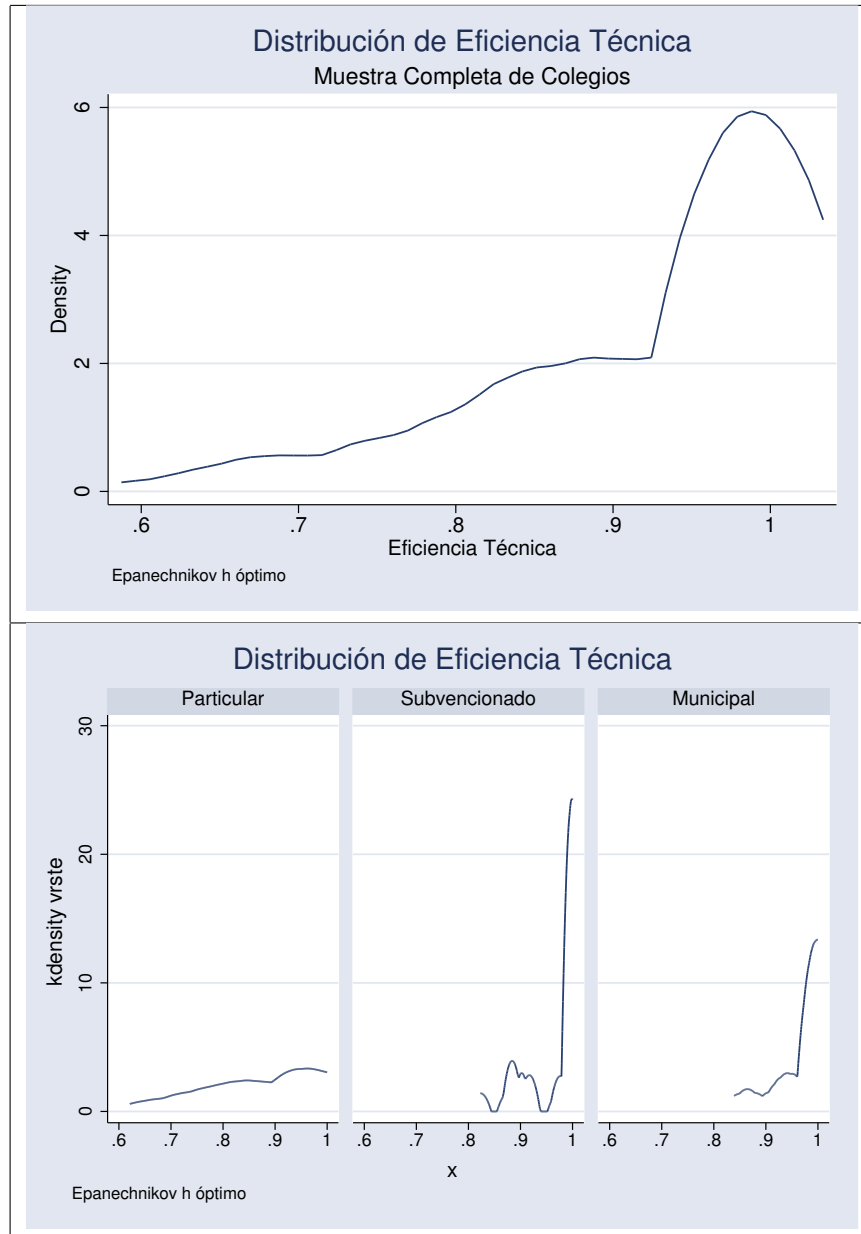


Figura 11: Elaborado por los Autores.

## 7.4. Outliers.

Una de las falencias del método DEA es la sensibilidad de los resultados a la presencia de observaciones fuera de lo común (outliers). De este modo, en esta sección se contrasta la presencia de ese tipo de observaciones.

Para emprender el desafío propuesto se emplea un análisis gráfico. Este se basa en gráficos de dos dimensiones entre un insumo y la variable producto, desagregados por estrato socioeconómico del alumnado. En estos no se observa indicios claros que exista alguna observación outlier en la muestra (Ver figura 12).

### Outliers.

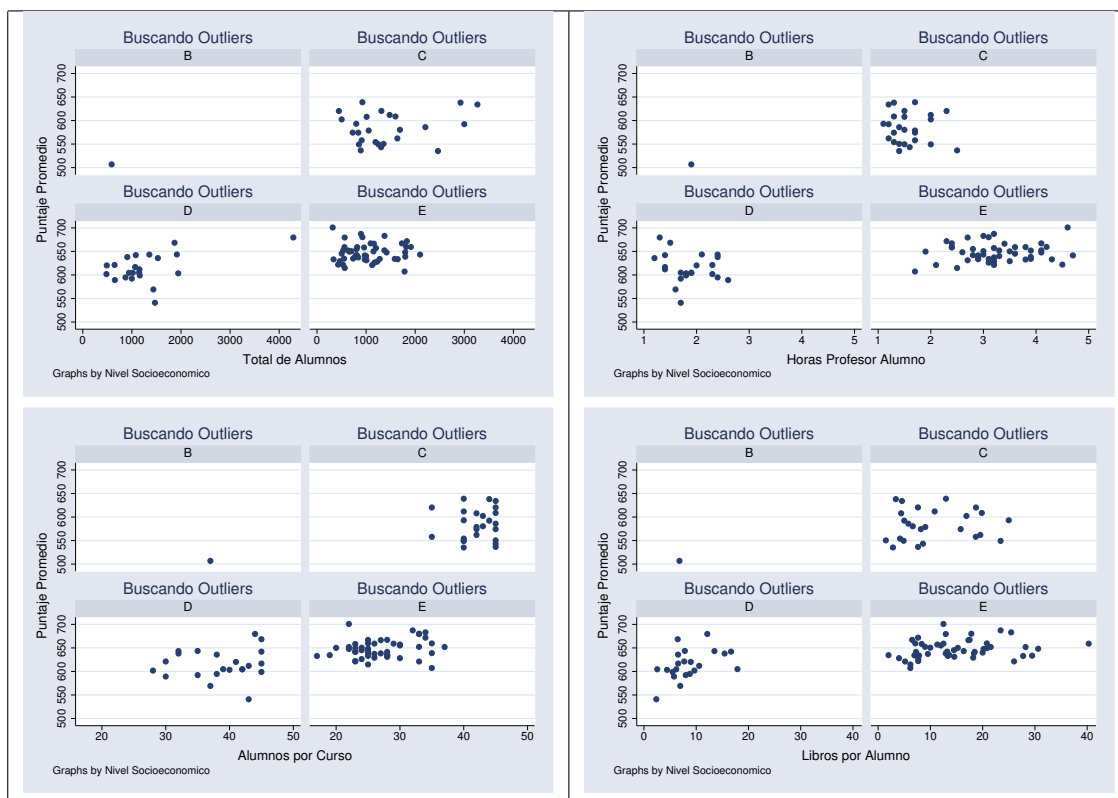


Figura 12: Elaborado por los Autores.

Esto implica que no es necesario realizar la metodología DEA eliminando ciertas observaciones para contrastar resultados.

## 8. Comparación de Rankings de Colegios

Una manera usual de construir un ranking de colegios es hacerlo por puntaje promedio del establecimiento en pruebas estandarizadas. Sin embargo, este tipo de medida hace que la disponibilidad de insumos que explican los resultados obtenidos pasen a segundo plano. Es por ello relevante determinar cuales son las consecuencias sobre el ranking de colegios de considerar medidas alternativas de desempeño como las propuestas en este trabajo.

En esta sección se genera el ranking de los mejores 50 colegios de la muestra considerando distintas medidas de desempeño. Luego se analiza la participación en el ranking por tipo de colegio y la estadística descriptiva de la variable utilizada para generarlo.

Al rankear a los colegios utilizando la variable índice se obtiene que los colegios privados pagados tienen una fuerte predominancia en participación sobre los otros dos tipos de establecimientos (Ver figura 13).

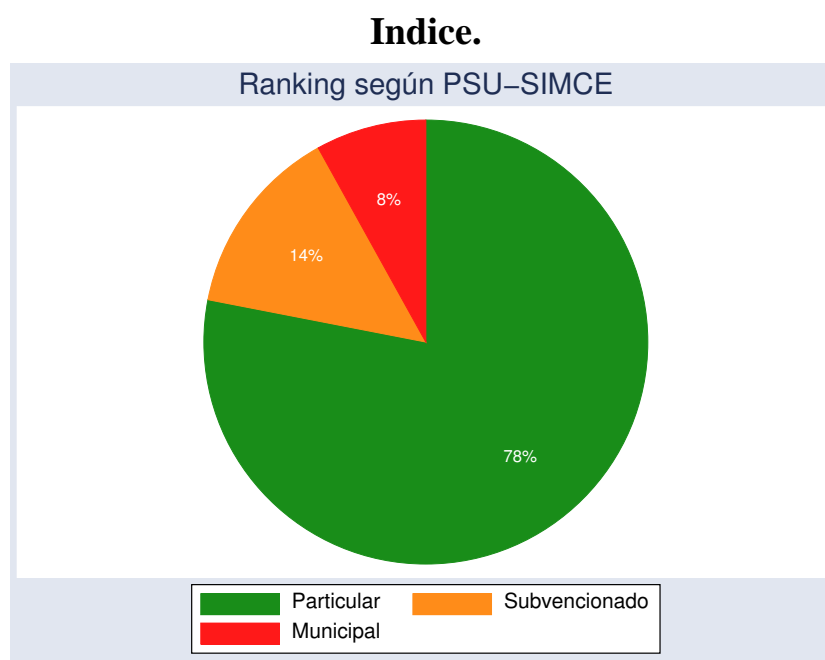


Figura 13: Elaborado por los Autores.

Sin embargo, son los municipales los que muestran el mejor desempeño promedio, pero con la mayor desviación estándar. Los colegios particulares pagados les siguen con un desempeño más homogéneo. La selección de colegios particulares subvencionados muestra el menor desempeño, pero con una desviación estándar significativamente inferior a la de los otros tipos de establecimientos (Ver cuadro 8).

**Estadísticas Descriptivas: Índice.**

<b>Dep. Adm.</b>	<b>Obs.</b>	<b>Media</b>	<b>Desv. Stan.</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>
Particular	39	0.9317119	0.0242374	0.9028449	1
Subvencionado	7	0.9155916	0.0068759	0.9070818	0.9280713
Municipal	4	0.9345834	0.0320736	0.9046339	0.9697097

Cuadro 9: Elaborado por los Autores.

No obstante, como se mencionó previamente, este tipo de ranking no corrige por la disponibilidad de recursos con que cuenta cada establecimiento, es por ello que se vuelve a rankear a los colegios utilizando los índices de eficiencia técnica encontrados en la sección anterior.

### **8.1. Frontera Estocástica.**

Con el indicador de eficiencia técnica construido por el método de frontera estocástica se obtiene el ranking de los 50 mejores colegios. Este muestra que en relación al ranking generado por la variable índice los colegios municipales y particulares subvencionados aumentan su participación (Ver figura 14). Particularmente, de la caída de 28 % en participación de los colegios particulares pagados los municipales explican un 14 % al igual que los privados subvencionados.

Un hecho relevante que se observa en los resultados de esta metodología es que todos los colegios operan a un altísimo y muy similar nivel de eficiencia técnica. La estadística descriptiva del ranking desagregado por dependencia administrativa muestra que en promedio los colegios municipales son los mejores, seguidos por los particulares subvencionados y particulares privados. Sin embargo, la desviación estándar de los colegios municipales es mayor que la de los otros dos tipos de colegios, por lo cual existe mayor heterogeneidad entre ellos (Ver cuadro 8.1).

### Frontera Estocástica.

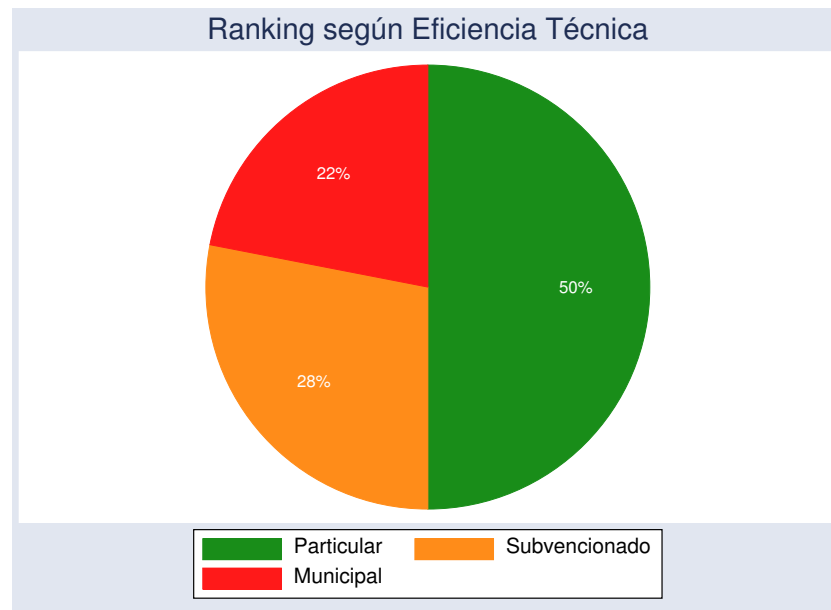


Figura 14: Elaborado por los Autores.

### Estadísticas Descriptivas: Frontera Estocástica.

Dep. Adm.	Obs.	Media	Desv. Stan.	Min.	Max.
Particular	25	0.9996477	1.32e-06	0.9996464	0.9996529
Subvencionado	14	0.9996479	9.82e-07	0.9996466	0.9996496
Municipal	11	0.9996493	2.33e-06	0.9996465	0.9996523

Cuadro 10: Elaborado por los Autores.

## 8.2. DEA

Para rankear los colegios se utilizó el indicador de eficiencia técnica obtenido mediante el método de DEA de la sección 7.3 de este trabajo. Esto implica que se pierde una observación, la que corresponde a un colegio municipal.

Los resultados obtenidos para el ranking de los 50 mejores colegios muestran que - tanto para el supuesto de rendimientos constantes como variables - la participación por tipo de colegio es considerablemente más equivalente que en los métodos anteriores (Ver figura 15).

Para rendimientos constantes se tiene que (Ver figura 15 arriba) los colegios privados pagados siguen obteniendo la mayor participación, sin embargo, los privados subvencionados igualan su participación y los municipales se encuentran sólo un 2 % abajo de estos. Por otro lado, bajo el supuesto de rendimientos variables (Ver figura 15 abajo) son los municipales los que lideran la participación en el ranking aventajando a los privados subvencionados y privados pagados en un 2 % y 6 % respectivamente.

Este resultado es significativamente positivo para los colegios municipales en comparación a los otros dos métodos antes presentados, ya que estos sobrepasan el 30 %. También lo es para los privados pagados, que aumentan su participación en un 6 % en relación al ranking construidos con el indicador de frontera estocástica.

En la estadística descriptiva del ranking se obtiene que los colegios incluidos son sumamente similares en ET (Ver cuadro 8.2). Esto es significativamente mayor entre los colegios subvencionados, los que además muestran el mejor desempeño promedio.



## DEA.

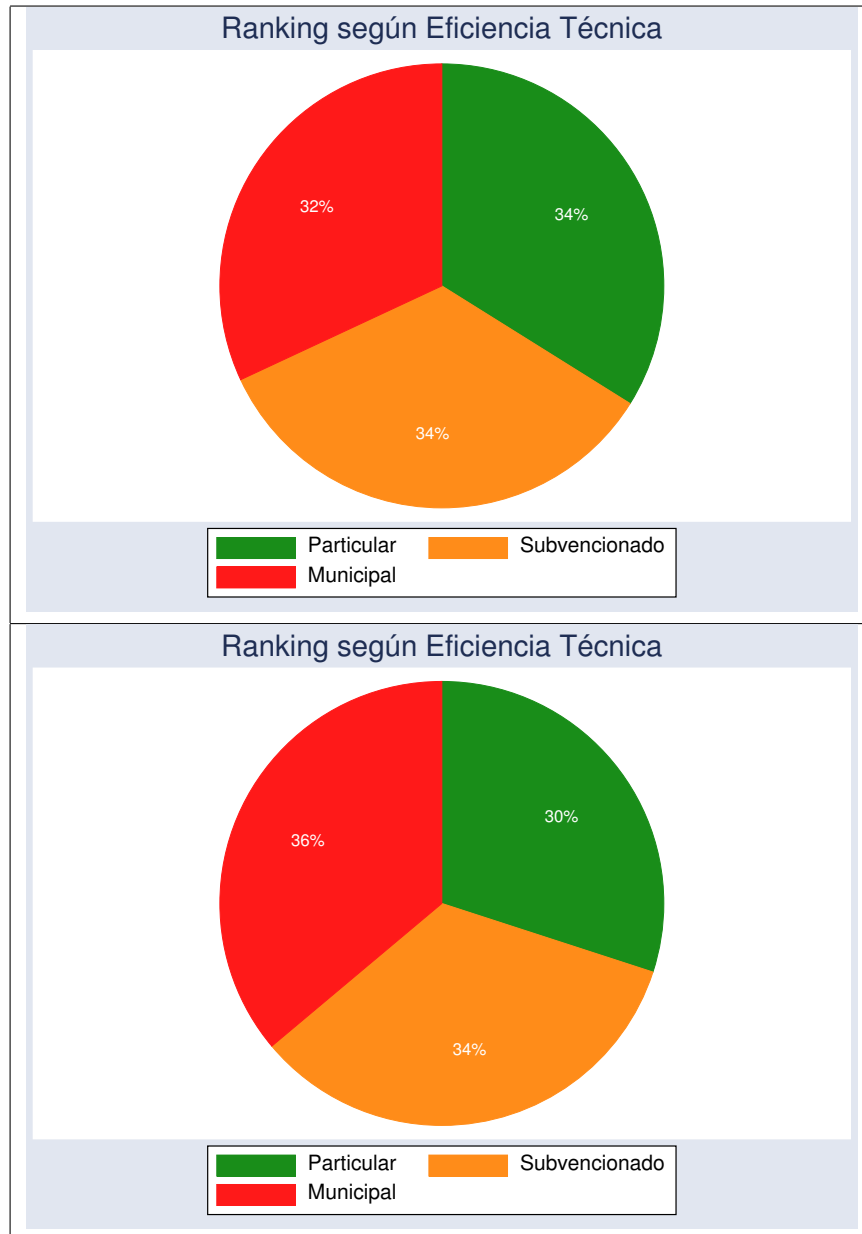


Figura 15: Elaborado por los Autores.

### Estadísticas Descriptivas: DEA

Dep. Adm.	Obs.	Media	Desv. Stan.	Min.	Max.
<b>Retornos Constantes a Escala</b>					
Particular	17	0.981	0.0197895	0.943	1
Subvencionado	17	0.992	0.0155443	0.953	1
Municipal	16	0.9886875	0.020742	0.937	1
<b>Retornos Variables a Escala</b>					
Particular	15	0.9972	0.0059064	0.983	1
Subvencionado	17	1	0	1	1
Municipal	18	0.9992778	0.0030641	0.987	1

Cuadro 11: Elaborado por los Autores.

### 8.3. Detalle de Ranking por Método

En esta sección se presenta el detalle de la posición en el ranking por establecimiento educacional para cada uno de los métodos empleados (Ver cuadro 12).

Existe variabilidad en la posición de los colegios entre los métodos propuestos en este trabajo. Esto podría ser explicado por los distintos supuestos tecnológicos entre indicadores de eficiencia técnica. Con retornos constantes de escala se asume que de aumentar al doble el uso de insumos la producción también debiese duplicarse. Sin embargo, bajo rendimientos variables de escala, lo anterior no necesariamente se cumple. Esto hace que aquellos colegios que operan con un elevado uso de insumos sean menos castigados por el indicador de eficiencia técnica.

La diferencia entre el método de frontera estocástica y DEA para ciertos casos es notable. En algunos van en sentido contrario, es decir el ranking según DEA mejora la posición del colegio respecto a ordenarlo por índice y el de frontera la empeora o viceversa. No obstante, se debe tener claro que las diferencias en eficiencia técnica obtenidas para esta muestra utilizando el método de frontera estocástica son mínimas. En este sentido grandes diferencias en ranking no significan grandes diferencias en eficiencia técnica.

Se debe notar que el objeto de este trabajo es recalcar la relación entre insumos y productos que está presente en la producción de educación, la cual importa cuando se desea comparar colegios por su desempeño. Es por ello que el estudio detallado de

### Ranking Mejores Según Índice v/s E.T.

Tipo de Establecimiento	Índice	DEA crs	DEA vrs	FE	Tipo de Establecimiento	Índice	DEA crs	DEA vrs	FE
P.Pagado	1	1	1	1	P.Pagado	50	96	96	84
P.Pagado	2	49	1	17	P.Pagado	51	73	74	80
P.Pagado	3	33	1	30	P.Pagado	52	54	52	75
P.Pagado	4	42	49	30	P.Pagado	53	1	1	72
Municipal	5	1	1	2	P.Pagado	54	81	85	74
P.Pagado	6	1	1	9	P.Pagado	55	33	1	60
P.Pagado	7	1	1	42	P.Pagado	56	64	58	83
Municipal	8	1	1	3	P.Subven	57	46	1	12
P.Pagado	9	39	1	15	P.Subven	58	1	1	34
P.Pagado	10	91	91	12	Municipal	59	1	1	7
P.Pagado	11	82	87	17	P.Subven	60	1	1	8
P.Pagado	12	92	92	24	P.Subven	61	1	1	24
P.Pagado	13	1	1	36	P.Subven	62	1	1	50
P.Pagado	14	57	64	12	P.Subven	63	1	1	26
P.Pagado	15	77	82	73	P.Subven	64	45	51	65
P.Pagado	16	40	47	23	P.Subven	65	63	66	38
P.Pagado	17	60	68	28	P.Subven	66	1	1	50
P.Pagado	18	58	65	32	P.Subven	67	1	1	38
P.Pagado	19	43	54	70	P.Subven	68	1	1	79
P.Pagado	20	1	1	47	P.Subven	69	75	72	75
P.Pagado	21	87	86	28	P.Subven	70	1	1	44
P.Pagado	22	66	71	27	P.Subven	71	44	53	82
P.Pagado	23	93	94	60	P.Subven	72	55	62	65
P.Pagado	24	1	1	58	Municipal	73	1	1	6
P.Pagado	25	85	83	65	P.Subven	74	35	1	38
P.Pagado	26	95	95	36	P.Subven	75	37	1	90
P.Pagado	27	59	61	32	P.Subven	76	68	69	92
P.Pagado	28	84	88	50	Municipal	77	1	1	50
P.Subven	29	88	81	16	Municipal	78	47	1	34
P.Pagado	30	90	90	63	P.Subven	79	61	63	95
P.Pagado	31	70	78	50	P.Subven	80	1	1	63
P.Subven	32	1	1	20	Municipal	81	50	1	20
P.Pagado	33	36	50	47	Municipal	82	56	56	50
P.Pagado	34	94	93	38	Municipal	83	53	59	47
P.Pagado	35	89	89	62	Municipal	84	1	1	58
P.Subven	36	31	1	9	Municipal	85	37	1	42
P.Pagado	37	48	55	81	Municipal	86	80	74	75
P.Pagado	38	78	76	56	Municipal	87	52	48	93
P.Subven	39	86	1	11	Municipal	88	79	79	86
Municipal	40	1	1	4	Municipal	89	30	46	90
P.Pagado	41	67	73	57	Municipal	90	1	1	65
P.Subven	42	1	1	19	Municipal	91	61	59	75
P.Pagado	43	72	70	87	Municipal	92	76	66	96
P.Pagado	44	1	1	20	Municipal	93	64	1	89
P.Pagado	45	74	79	65	Municipal	94	31	29	97
Municipal	46	1	1	5	Municipal	95	51	1	87
P.Pagado	47	69	77	71	Municipal	96	71	57	93
P.Pagado	48	83	84	85	Municipal	97			44
P.Pagado	49	41	1	44					

Cuadro 12: Elaborado por los Autores.

las fuentes de la diferencia en ranking entre los distintos métodos propuestos se deja como una extensión de este trabajo.

La diferencia entre rankings por dependencia administrativa de los colegios también se observa al considerar toda la muestra. Al promediar la posición obtenida por cada tipo de establecimiento, para cada uno de los indicadores presentados en este trabajo, se encuentra que los colegios particulares pagados pierden posiciones respecto al ranking construido con la variable índice, para todas las alternativas metodológicas propuestas. Esto último se incrementa al considerar el método DEA en sus dos versiones (Ver cuadro 13).

**Ranking por Dependencia Administrativa.**

<b>Tipo de Establecimiento</b>	<b>Índice</b>	<b>DEA crs</b>	<b>DEA vrs</b>	<b>F.E</b>
P.Pagado	1	3	3	2
P.Subvencionado	2	1	1	1
Municipal	3	2	2	3

Cuadro 13: Elaborado por los Autores.

## 9. Conclusiones

En este trabajo se presentan formas alternativas de generar rankings de colegios a aquellas provenientes de utilizar el puntaje promedio obtenido por el establecimiento en pruebas estandarizadas.

Los métodos propuesto consideran los insumos utilizados para producir puntajes, por lo cual son capaces de diferenciar entre colegios que sobreinvierten de aquellos que utilizan eficientemente sus recursos. La interpretación de las posiciones en este tipo de ranking es potente para la asignación de recursos o la búsqueda de unidades educativas interesantes. Este tipo de ranking ordena a los colegios correlativamente por calidad de su proceso productivo. Los primeros son colegios que utilizan de mejor forma los insumos y que si recibiesen más recursos podrían con una mayor probabilidad que los otros mejorar su puntaje promedio en pruebas estandarizadas. Esta es una invitación seria sobre donde asignar recursos públicos como privados (donaciones). Pero también una forma de generar mecanismos de información para la comunidad de apoderados del colegio y de cómo ayudar a las unidades ineficientes a superar sus problemas productivos. Esto último es de vital importancia para el mejoramiento del sistema de educación nacional. Que un colegio ineficiente conozca donde se opera con similar dotación de insumos, pero se obtienen mejores resultados genera un posible vínculo cooperativo virtuoso, donde el incremento en puntaje absoluto se lograría sin la necesidad de invertir más recursos públicos.

En este trabajo usando una rica base de datos se realiza un ejercicio comparativo entre las distintas formas disponibles para rankear colegios. Al usar las metodologías propuestas se obtiene una mayor participación de colegios privados subvencionados y municipales en el ranking de los 50 mejores colegios. Además, utilizando toda la muestra se encuentra que los colegios particulares pagados en promedio pierden posiciones respecto al ranking construido con la variable índice.

Sin embargo, al mostrar el detalle del ranking creado con cada una de las nuevas metodologías se aprecia una alta variabilidad en la posición de cada colegio. Este hecho puede ser explicado por las diferencias teóricas de cada método y por la escasa diferencia en eficiencia técnica entre colegios que entrega el método de frontera estocástica. Su análisis detallado se proponen como una extensión de este trabajo.

## Referencias

- [1] ALVAREZ, Antonio. La Medición de la Eficiencia y de la Productividad. Madrid, Ediciones Piramide, 2001.
- [2] COELLI, Tim (1996). Coelli, T.J. (1996), A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program. CEPA Working Paper 96/8, Department of Econometrics, University of New England, Armidale NSW Australia.
- [3] Coelli, T.J. (1996), A Guide to FRONTIER Version 4.1: A Computer Program for Stochastic Frontier Production and Cost Function Estimation, CEPA Working Paper 96/7, Department of Econometrics, University of New England, Armidale NSW Australia.
- [4] A Primer on Efficiency Measurement for Utilities and Transport Regulators por Tim Coelli et. al. Washington, The International Bank for Reconstruction and Development, The World Bank, 2003.
- [5] FARREL. M (1957). The Measurement of Productive Efficiency. Journal of the Royal Statistics Society, Serie A, 120(3).
- [6] HANUSHEK, Eric A. (1979). Conceptual and Empirical Issues in the Estimation of Educational Production Functions. Journal of Human Resources 14(3):351-388.
- [7] HANUSHEK, Eric A. (1986). The Economics of Schooling: Production and Efficiency in Public Schools. Journal of Economic Literature 24 (September):1141-1177.
- [8] 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, N° 2: 73-96.

## A. Frontera Estocástica.

De los insumos considerados sólo lpa tiene un impacto significativamente distinto de cero. La elasticidad estimada es de un 1 % aproximadamente. Estos resultados indican que para esta muestra los insumos de la forma en que se han medido tienen un escaso impacto en producto. Sin embargo, esto no debe constituir un factor de duda respecto del análisis emprendido, ya que es frecuente que esto ocurra<sup>22</sup>.

Cuadro 14: Frontier Cobb-Douglas Normal H-Normal

Variable	Coefficientes	(Err. Std.)
Equation 1 : ly		
lhpa	-0.027	(0.021)
lta	0.009	(0.009)
lapc	0.032	(0.028)
llpa	0.013*	(0.006)
dp	0.105**	(0.025)
dps	0.051**	(0.014)
de	0.149**	(0.042)
dd	0.130**	(0.038)
dc	0.096**	(0.037)
dm	0.023*	(0.010)
df	0.029*	(0.012)
dcoed	0.005	(0.021)
Intercept	6.044**	(0.124)
Equation 2 : lnsig2v		
Intercept	-6.709**	(0.144)
Equation 3 : lnsig2u		
Intercept	-15.444	(180.187)
N	97	
Log-likelihood	187.74	
$\chi^2_{(12)}$	229.683	
Significance levels :	† : 10 %	* : 5 %    ** : 1 %

<sup>22</sup>Ver [6]

Dentro de las variables dicotómicas incluidas las que tiene un mayor efecto en puntaje son las asociadas al estrato socioeconómico del alumno. Le siguen las asociadas a dependencia administrativa y, finalmente, aquellas relacionadas con el género de los alumnos. Todas estas son significativas estadísticamente, salvo aquella relacionada con colegios coeducacionales. Conjuntamente las variables utilizadas son significativas.