

Claudio Thieme
Diego Prior Jiménez
Víctor Giménez García
Emili Tortosa-Ausina

Desempeño de los centros educativos

¿Un problema de recursos
o de capacidades organizativas?

Desempeño de los centros educativos

¿Un problema de recursos o de capacidades organizativas?

Claudio Thieme¹
Diego Prior Jiménez²
V́ctor Giménez García²
Emili Tortosa-Ausina^{3,4}

¹ UNIVERSIDAD DIEGO PORTALES

² UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BARCELONA

³ UNIVERSIDAD JAUME I

⁴ INSTITUTO VALENCIANO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS (Ivie)

■ Resumen

Este documento de trabajo utiliza el enfoque de fronteras parciales para analizar la eficiencia de los centros educativos. Se calcula el indicador de máximo *output* potencial en referencia a la magnitud en que podrían mejorar los resultados de la escuela, ya sea manteniendo las condiciones ambientales u obteniendo una mejora de largo plazo. Se estima en cuánto debería modificarse la dotación de recursos para alcanzar estos niveles óptimos, para determinar los requerimientos de mejora de gestión y dotación de recursos que permitan a escuelas con estudiantes de menor nivel socioeconómico obtener máximos resultados. En una segunda etapa se determinan qué capacidades explican estas diferencias de desempeño. La metodología propuesta se aplica a 277 escuelas chilenas, tanto privadas y privadas-concertadas como públicas. Los resultados muestran que los recursos físicos y humanos son más importantes que la eficiencia de gestión y el nivel socioeconómico de los alumnos para alcanzar niveles máximos de resultados.

■ Palabras clave

Eficiencia técnica, máximo *output* potencial, eficacia escolar, recursos y capacidades, orden-*m*.

■ Abstract

This working paper uses the partial frontier approach to analyze schools' efficiency. We use the indicator of maximum potential output with respect to the extent to which school's results could be improved, either maintaining the environmental conditions or by reaching a general long run improvement. We calculate to which extent the resource allocation should be modified to reach these optimal levels, in order to determine the requirements of better management and higher resource endowments and, thus, facilitate schools with students of lower socioeconomic level to reach maximum results. In a second stage, we establish which capacities determine the differences in performance. The proposed methodology is applied to a sample of 277 schools in Chile, both private and state schools, as well as private schools that receive public funds. Results show that physical and human resources are more important than management efficiency and the students' socioeconomic level in order to reach maximum pupils' attainment.

■ Key words

Technical efficiency, maximum potential output, school effectiveness, resources and capacities, order-*m*.

Al publicar el presente documento de trabajo, la Fundación BBVA no asume responsabilidad alguna sobre su contenido ni sobre la inclusión en el mismo de documentos o información complementaria facilitada por los autores.

The BBVA Foundation's decision to publish this working paper does not imply any responsibility for its contents, or for the inclusion therein of any supplementary documents or information facilitated by the authors.

La serie Documentos de Trabajo tiene como objetivo la rápida difusión de los resultados del trabajo de investigación entre los especialistas de esa área, para promover así el intercambio de ideas y el debate académico. Cualquier comentario sobre sus contenidos será bien recibido y debe hacerse llegar directamente a los autores, cuyos datos de contacto aparecen en la *Nota sobre los autores*.

The Working Papers series is intended to disseminate research findings rapidly among specialists in the field concerned, in order to encourage the exchange of ideas and academic debate. Comments on this paper would be welcome and should be sent direct to the authors at the addresses provided in the About the authors section.

La serie Documentos de Trabajo, así como información sobre otras publicaciones de la Fundación BBVA, pueden consultarse en:
<http://www.fbbva.es>

The Working Papers series, as well as information on other BBVA Foundation publications, can be found at: <http://www.fbbva.es>

Versión: Febrero 2012
© los autores, 2012
© de esta edición / *of this edition*: Fundación BBVA, 2012

EDITA / PUBLISHED BY
Fundación BBVA, 2012
Plaza de San Nicolás, 4. 48005 Bilbao

1. Introducción

LAS razones que hacen a la educación una cuestión altamente prioritaria tienen muchas vertientes, entre las que podríamos destacar dos. Por una parte, se considera la reserva de capital humano de una nación como un importante componente explicativo del diferencial de tasas de crecimiento. Por otro, es un ingrediente esencial para proveer de igualdad de condiciones a todos los miembros de una sociedad (Hanushek, 1986). Por tanto, resulta obvio e imprescindible no escatimar esfuerzos en mejorar los niveles de aprendizaje y posibilitar que ellos sean alcanzados por toda su población, lo que repercutirá, sin lugar a dudas, en un país no sólo más próspero, sino también más justo.

Sin embargo, las mediciones internacionales con pruebas estandarizadas como PISA y TIMSS muestran una alta heterogeneidad en los resultados para los distintos sistemas educativos nacionales. Más aún, los estudios que comparan estos desempeños muestran que muy pocos países exhiben sistemas educativos óptimos (Giménez et ál., 2007; Thieme et ál., 2009). Ello reflejaría la brecha de calidad de los aprendizajes que separa a la gran mayoría de los estudiantes con los pertenecientes a este selecto grupo de países.

Todo lo anterior justifica un conjunto de medidas de política pública que apuntan hacia un rol más activo y responsable de los estados en materia de educación y el aumento gradual de la responsabilidad de las escuelas. Testimonio de ello es la sucesiva implantación de profundas reformas educativas llevadas a cabo en un gran número de países, las cuales introducen términos tales como *productividad educativa* y *rendición de cuentas* (Delannoy, 1998; Harris, 2000). Sin embargo, para lograr que los resultados de aprendizaje de calidad sea verdaderamente una posibilidad al alcance de todos, es condición necesaria contar con los recursos adecuados y conocer qué procesos aseguran su correcto aprovechamiento.

Ante este panorama, resulta necesario potenciar el proceso que permita a los estudiantes de centros educativos con estudiantes de menor nivel socioeconómico alcanzar unos resultados similares a los de aquellos más aventajados socialmente. Sin embargo, no es seguro que un aumento en la asignación de recursos sea condición suficiente para conseguir mejoras en los resultados académicos de los estudiantes que compensen la desigualdad en las características socioeconómicas de las familias, inclusive con las medidas de política pública que persiguen mayor regulación y transparencia al respecto de la rendición de cuentas sobre los resultados. Como señala Levin (1996), la pregunta fundamental es si la forma de usar estos recursos económicos es efectiva a la hora de crear educación. En este sentido, ha sido

creciente en los últimos años la preocupación por la evaluación microeconómica de la eficiencia interna de las escuelas, principalmente las públicas (Mancebón y Bandrés, 1999).

Lamentablemente, a pesar de disponerse de un nutrido número de trabajos de investigación en estos temas, los hallazgos no son concluyentes y no existe consenso de cómo garantizar el uso efectivo de los recursos. A nuestro juicio, ello obedece a la propia naturaleza de la función educativa y a lo distantes que han estado los campos de investigación en esta materia, esto es, el análisis de la eficiencia, por una parte, y la eficacia y mejoramiento escolar, por otro. Estos postulados los avalan, entre otros, Urwick y Junaidu (1991), quienes distinguen dos orientaciones que contrastan al analizar el concepto de calidad en educación, los cuales son descritos como *eficiencia técnica* y *orientación pedagógica*. En concreto, estos autores postulan que la eficiencia técnica se focaliza sobre la base de la provisión de recursos de la escuela (especialmente profesores, materiales educativos y tiempos de enseñanza), de sus efectos sobre el logro académico y las consecuentes prioridades de inversión, mientras que la orientación pedagógica hacia la calidad de la educación no pone énfasis en recursos físicos o sus efectos, sino que en habilidades de los profesores, capacidades de organización de la escuela y aspectos curriculares como componentes esenciales de calidad.

Sin embargo, no existen estudios teóricos y/o empíricos que permitan cuantificar qué y cuántos recursos y capacidades del centro se requieren para mejorar la calidad de la educación de los distintos países. Por tanto, si deseamos dimensionar correctamente el reto de una educación con mayor calidad, debemos ser capaces de unir los avances y técnicas de la investigación de la evaluación de la eficiencia con los estudios de eficacia escolar y avanzar metodológicamente en la concepción de la función de producción de educación acorde con las particularidades de este sector. Sólo de esta forma podremos determinar hasta qué punto podemos *compensar* el efecto de las variables socioeconómicas de los estudiantes y dimensionar los recursos necesarios y de procesos que se requieren para tal fin.

En este sentido, desde la investigación en educación se han desarrollado una importante cantidad de trabajos empíricos que buscan determinar los factores facilitadores u obstaculizadores de la efectividad de la escuela. Un ejemplo de esta afirmación es el trabajo de Teddlie y Reynolds (2000), que incorporan una revisión de más de 1.500 estudios sobre eficacia escolar en más de 80 países. En nuestro caso, consideramos que las características asociadas al enfoque de las escuelas efectivas podemos englobarlas al interior de la teoría de recursos y capacidades. En ella se concibe a las organizaciones productivas de bienes y servicios como un conjunto coordinado y único de recursos y capacidades heterogéneas que se

generan, desarrollan y mejoran con el paso del tiempo, siendo estos los que explican las diferencias de desempeño (Barney, 1991). En la misma línea, Amit y Schoemaker (1993) y Álvaro Cuervo (1993) señalan que los recursos son un *stock* de factores disponibles que posee o controla una empresa, siendo de naturaleza diversa y comprendiendo los físicos, tecnológicos, humanos y organizacionales. En una revisión de los avances durante una década de esta teoría, Barney et ál. (2001) señalan que para la teoría organizacional, la teoría de recursos y capacidades representa una oportunidad para vincularla con los procesos micro-organizacionales de éxito o fracaso, y que existe una considerable evidencia empírica que ha identificado los efectos de los recursos y capacidades sobre los resultados. Con un planteamiento similar, Lynch y Baines (2004) identifican como recursos y capacidades claves de una universidad la reputación, la configuración de redes, las capacidades de innovación y los conocimientos nucleares instalados. De esta forma, uniendo ambas líneas de investigación, esto es, eficacia y eficiencia escolar, por una parte, y la teoría de los recursos y capacidades, por otra, seremos capaces de establecer un modelo con mayor fuerza explicativa del fenómeno educativo, cuantificarlo y dimensionar el impacto que tienen no sólo los recursos sino también las capacidades que desarrollan los centros educacionales.

La metodología propuesta se aplica a una muestra de 277 centros de educación básica de Chile, tanto privados pagados, como privados subvencionados (concertados) y municipales (públicos) de los que se cuenta con completa información de recursos, de capacidades organizativas y de resultados a través de una prueba estandarizada de rendimiento, denominada pruebas SIMCE (Sistema de Medición de la Calidad de la Educación), que se implementa de manera censal para alumnos de 4.º y 8.º año de enseñanza primaria y para el 2.º año de enseñanza secundaria de Chile, en matemáticas, lenguaje y ciencias, todos ellos a nivel de escuela. La situación de Chile es similar a la de muchos países: requiere mejorar significativamente los resultados de aprendizaje. Las preguntas que se deben responder entonces son: ¿la situación desfavorable obedece a un tema de recursos, de gestión o estructural de nivel socioeconómico de su población?, ¿en qué medida debemos modificar la actual dotación de recursos?, ¿cómo impactará ello en los resultados?, ¿cuáles de las capacidades organizativas resultan relevantes a la hora de explicar las diferencias de desempeño y de máximo *output* potencial? ¿Existe y cómo se comporta la brecha tecnológica entre las fronteras de las mejores prácticas acorde al nivel socioeconómico de sus estudiantes que asisten a esa escuela?

Para ello, el texto que sigue es organizado de la siguiente manera: en la segunda sección, se describen los fundamentos teóricos del estudio. La tercera sección da cuenta de la

metodología propuesta. En un cuarto apartado, se entregan detalles de la aplicación empírica y la descripción de la base de datos utilizada. Los resultados son analizados en la quinta sección, para finalizar con las principales conclusiones del estudio.

2. Fundamentos teóricos

EL objetivo de este artículo es aportar información para la política pública en educación a través de la cuantificación de los requerimientos de mejora de gestión y de dotación de recursos y capacidades que permitan a centros con estudiantes de menor nivel socioeconómico obtener resultados comparables con los obtenidos por centros con mejores condiciones socioeconómicas. Sin embargo, existen dificultades como las derivadas de caracterizar la función de producción educativa, por una variedad de causas tales como: 1) el propio desconocimiento que se tiene sobre ella en el ámbito conceptual; 2) la problemática en la cuantificación de los recursos y de los resultados; 3) el desconocimiento del precio de los factores; 4) la carencia de información estadística; 5) la multiplicidad de objetivos y el carácter intangible de éstos; 6) porque es acumulativa en el tiempo; 7) una parte indeterminada de la educación recibida por un individuo no es consecuencia de su paso por el sistema formal de enseñanza, sino por experiencias personales, relaciones personales, familiares y sociales; y 8) las características, hábitos y expectativas del propio alumno son un *input* fundamental en el resultado obtenido (Bifulco y Bretschneider, 2001; Mancebón y Bandrés, 1999).

El trabajo que marca el inicio de esta línea de investigación es el llamado Informe Coleman, publicado en 1966, uno de cuyos objetivos consistía en obtener evidencia sobre los efectos de las escuelas de Estados Unidos sobre la igualdad de oportunidades. Los resultados y conclusiones del informe señalaban que las escuelas, los recursos de que disponen y la forma de utilizarlos explican sólo el 10% de los resultados obtenidos por los estudiantes. Por contra, las características del entorno familiar parecían predecir de forma más completa el resultado académico (Levin, 1996). El informe levantó innumerables críticas y controversias lo cual dio paso a una potente línea de investigación conocida como *función de producción educativa* o *análisis input-output*. Estudios posteriores apuntan la necesidad de una especificación más precisa del proceso de producción, pero aclaran que los trabajos existentes no sugieren que los recursos carezcan de importancia (Hanushek, 1986).

En general, esta línea de investigación utiliza una metodología de evaluación en la que un *output* individual (el resultado obtenido en un test estandarizado) se supone función (generalmente lineal) de *inputs* tales como el número y calidad de los profesores, otro tipo de personal, facilidades del centro y otras características que puedan afectar el producto educativo. En estos modelos, una entidad se considera eficiente cuando el residuo de la regresión es nulo o positivo (pues, dados los recursos utilizados, obtendría una producción igual o superior a la esperada). Por el contrario, se le consideraría ineficiente si su residuo fuera negativo (obteniendo menor cantidad de producción dado los recursos utilizados y, por tanto, ubicándose bajo la línea de regresión) (Mancebón, 1999). Esta línea de investigación ha recibido críticas, entre las cuales destacarían: 1) no se valora lo que pasa dentro de los centros, dejando de lado los elementos de proceso como factores explicativos de esta mayor o menor eficiencia (Muñoz-Repiso et ál., 1995); 2) el análisis de regresión revela el desempeño promedio y no identifica la frontera de producción educativa (Färe et ál., 1989), el cual es inconsistente con la noción maximizadora de la eficiencia, siendo, en general, desincentivador para las organizaciones (Ganley y Cubbin, 1992).

A partir del trabajo desarrollado, y tomando en consideración las críticas anteriores, podemos observar dos grandes líneas de investigación. La primera corresponde a aquellas investigaciones que desde el área de la educación y de la psicología se han ocupado de la primera crítica. Se sigue utilizando el análisis de regresión, pero con un enfoque muy distinto, y se da paso a otros paradigmas como el de *escuelas ejemplares* y el de *identificación de dimensiones de escuelas eficaces*. La idea que subyace en estas aportaciones es intentar develar lo que sucede en el interior de las escuelas, vinculando el rendimiento al ambiente y al carácter propio de cada escuela (Muñoz-Repiso et ál., 1995).

A partir de aquí, reconociendo la insuficiencia de estas estructuras dimensionales, se plantean modelos teóricos globales que sintetizan las aportaciones realizadas hasta ahora. Estos modelos han recibido la denominación de *sistemas de indicadores contexto, entrada, proceso y producto*, debido a la clasificación de los factores de eficacia escolar que introduce. Scheerens (1993) plantea su modelo integrado de producción educativa, en donde fusiona las dos anteriores líneas de trabajo. Estos nuevos planteamientos han ido de la mano de significativos avances metodológicos, en especial de los modelos multinivel (Bryk y Raudenbush, 1992; Goldstein, 1995).

Bajo este nuevo esquema, el propio Hanushek (1998) y otros autores como Haddad et ál. (1990) indican que la forma de organizar las escuelas, y los incentivos que éstas reci-

ben, sí tienen una importancia decisiva en el efectivo uso de los recursos. A este respecto, en una revisión de los seis trabajos a su juicio más relevantes en eficacia escolar durante los años ochenta y noventa, Teddlie y Reynolds (2000) enumeran 9 factores coincidentes: 1) escuelas eficaces tienen líderes eficaces; 2) los profesores enseñan efectivamente, lo que incluye organización del curso, preparación previa de las lecciones, amplia interacción con los estudiantes, clima de aula cálido, adaptación de la enseñanza a las características de los alumnos; 3) focalización sobre el aprendizaje; 4) cultura positiva de la escuela e interacción colegiada del cuerpo docente; 5) altas expectativas tanto en conducta como en logro académico de los estudiantes; 6) los estudiantes tienen derechos y obligaciones; 7) existe seguimiento del progreso de los estudiantes; 8) existe un desarrollo profesional del cuerpo académico y directivo de alta calidad desarrollado in situ; y 9) los padres están fuertemente involucrados en el proceso de enseñanza-aprendizaje, lo que va mucho más allá de atender las reuniones de los centros de padres y apoderados.

La segunda línea de investigación hace referencia a la segunda crítica. Ha sido desarrollada principalmente desde el campo de la Economía y podemos denominarlo como de eficiencia técnica. En ella subyace la idea de representar el máximo de resultados que puede producirse con un nivel determinado de recursos, para lo cual se utiliza el análisis de las funciones frontera en sus distintas formas. Sin embargo, estos modelos tampoco están exentos de críticas, en particular la fuerte dependencia de los resultados con respecto a la forma funcional que se especifique, así como a la dificultad adicional cuando se trata con unidades multiproducto (Mancebón, 1999).

2.1. Medición de la eficiencia en educación a través de técnicas de programación lineal: DEA y FDH

A partir de 1980, revive el concepto de función frontera, pero a través de la utilización de la técnica del análisis de la envolvente de datos, más habitualmente conocida por sus iniciales en inglés (DEA, *Data Envelopment Analysis*), así como su versión no convexa (FDH, *Free Disposable Hull*), que proporcionan ventajas en este campo al adecuarse con el concepto de comparación con un óptimo y permitir la existencia de varios *inputs* y *outputs* de manera simultánea. DEA es una metodología no paramétrica de evaluación de la eficiencia originalmente diseñada por Charnes et ál. (1978) para medir la eficiencia relativa de organizaciones o *unidades de evaluación (decision making units, DMU)*. El enfoque DEA

aplica técnicas de programación lineal utilizando observaciones de *inputs* consumidos y *outputs* producidos por las distintas unidades de evaluación, construyendo una frontera de producción eficiente basada en las mejores prácticas. Posteriormente, se mide la eficiencia de cada unidad comparándola con la frontera. En otras palabras, DEA mide la eficiencia relativa de cada organización/unidad de evaluación comparándola con todas las organizaciones/unidad de evaluación de la muestra, incluida ella misma. Esta eficiencia relativa es calculada obteniendo la ratio de la suma ponderada de todos los *outputs* y la suma ponderada de todos los *inputs* (Lewin y Morey, 1981).

Por su parte, los modelos FDH (Deprins et ál., 1984) se fundamentan en asegurar que las evaluaciones de eficiencia sean sólo comparadas con el desempeño de observaciones efectivamente observadas y no con unidades *ficticias* (o virtuales) construidas a partir de combinaciones convexas entre unidades (Cooper et ál., 2000). En el campo de la educación, en el que se centra este estudio, son numerosos los trabajos llevados a cabo utilizando estas técnicas. Véanse, por ejemplo, Bessent et ál. (1982), Ruggiero et ál. (1995), Mancebón y Mar Molinero (2000), Bifulco y Bretschneider (2001), Mizala et ál. (2002), Silva Portela y Thanassoulis (2001), Oliveira y Santos (2005), o De Jorge y Santín (2010).

La principal característica de los modelos FDH es que no imponen el supuesto de convexidad a la tecnología, sino que únicamente suponen libre disponibilidad (*free disposability*) de factores y productos. Este tipo de modelos se sustentan en el hecho de que frecuentemente es difícil hallar una justificación teórica o empírica que avale el postulado de convexidad en los conjuntos de posibilidades de producción (Cherchye et ál., 2000; McFadden, 1978). En este sentido, Farrell (1957) ya apuntó que la indivisibilidad de *inputs* y *outputs*, y las economías de escala y especialización podían ser causa de violación del supuesto de convexidad.

2.2. Observaciones atípicas, la *maldición* de la dimensionalidad y los enfoques robustos de orden-*m*

Quedan especialmente dos elementos por resolver: la característica determinista y no probabilística de estos modelos, y la fuerte sensibilidad a la existencia de observaciones atípicas. En efecto, cabe señalar que estas fronteras son definidas por los valores extremos del espacio dimensional de *inputs* y *outputs*. Con ello, la aparición de *outliers* (observaciones atípicas que difieren considerablemente del resto de los datos) puede influenciar considera-

blemente el cálculo de la eficiencia (Simar y Wilson, 2000b; Park et ál., 2000). Ello hace necesario verificar que la divergencia no es el resultado de errores de medición. Una vez que la veracidad del dato ha sido confirmada, este tipo de información puede proveer información valiosa.

En respuesta a esta problemática, trabajos recientes han establecido propiedades estadísticas del estimador FDH (Kneip et ál., 1998; Simar y Wilson, 2000a). Por otra parte, los modelos FDH experimentan problemas de dimensionalidad debido a su lenta tasa de convergencia. Todo lo anterior compromete la validez de los indicadores FDH desde un punto de vista estadístico. Para solucionar estos problemas y establecer indicadores más robustos, se han propuesto una serie de enfoques en la literatura (Wilson, 1993, 1995). Más recientemente, Cazals et ál. (2002) y Simar (2003) introdujeron el concepto de fronteras de orden- m , siendo una excelente herramienta para paliar los problemas de dimensionalidad, la influencia de observaciones extremas y *outliers*, además de posibilitar la inferencia estadística mientras mantiene su naturaleza no paramétrica. Para ello, sugieren evaluar la eficiencia relativamente contra una frontera parcial, de acuerdo con la metodología que se presenta en el apartado siguiente. Producto de la repetición de la evaluación de los subconjuntos de observaciones, se configura un enfoque robusto, denominado de orden- m , que permite además llevar a cabo inferencia estadística de los indicadores de eficiencia calculados, que los modelos no paramétricos tradicionales no permiten.

Como se ha comentado con anterioridad, las variables socio económicas, culturales y familiares del entorno del estudiante, que no están bajo el control del gestor, tienen un considerable impacto sobre los resultados del proceso educativo. Si consideramos que el objetivo de la medición de la eficiencia es evaluar la gestión de los recursos puestos a disposición de una determinada institución, nos equivocamos si consideramos que dicha asignación de recursos es obra exclusiva de los gestores. Sin embargo, la situación sería más problemática si ignorásemos que dichas variables existen, ya que, de estar positivamente relacionadas con los resultados, procederíamos a sobrevalorar la eficiencia de aquellas unidades expuestas a condiciones favorables en detrimento de aquellas menos favorecidas.

2.3. La influencia de las variables medioambientales

En este sentido, la literatura sobre la medición de la eficiencia y el impacto sobre la misma de variables no controlables por los gestores (en cuya definición englobamos tanto los *inputs* no controlables como las variables ambientales) es rica en propuestas metodológicas para su tratamiento, no existiendo consenso entre los investigadores en cuanto a cuál de las distintas posibilidades utilizada en la literatura es la más adecuada (Muñiz, 2002). En nuestro caso, metodológicamente optaremos por adecuar y ampliar la medida de la eficiencia técnica bajo la influencia de variables de entorno desarrollado previamente en Lozano-Vivas et ál. (2002) y en Lozano-Vivas et ál. (2001). Dicho modelo evalúa en primer lugar la eficiencia técnica considerando únicamente los *inputs* y *outputs* propios del proceso productivo, diferenciando entre aquellos *inputs* controlables propios del proceso productivo que son ajustables a corto y largo plazo. En esta primera evaluación, todas las DMU son comparadas sin considerar la posibilidad de que operen bajo condiciones de entorno negativas que podrían afectar al rendimiento obtenido. Con el objetivo de efectuar una comparación más fina, y aislar el efecto que sobre los índices de eficiencia representan las condiciones específicas de cada escuela, en un segundo programa lineal se incorporan al análisis estas variables.

En este contexto, el primer objetivo del artículo será el identificar un modelo de recursos y capacidades de la escuela y, posteriormente, evaluar la eficiencia técnica junto al máximo *output* potencial alcanzable por los centros educativos (Färe et ál., 1985; Färe, 1984; Johansen, 1968; Giménez et ál., 2007). Por eficiencia técnica entendemos la consecución del máximo resultado del proceso educativo, dados los recursos y capacidades disponibles y las condiciones sociales y económicas de los alumnos del centro. Una vez lograda la eficiencia técnica, resulta razonable plantearse una pregunta adicional, esto es, por el hecho de si los estudiantes están obteniendo el máximo de los resultados del proceso educativo. Lógicamente, este rendimiento potencial depende de las condiciones socioeconómicas propias de los alumnos de cada centro y exige destinar al proceso educativo los recursos económicos que sean necesarios, así como dotar al centro de las capacidades que requiere. Estaríamos, por tanto, asumiendo que existe consenso al definir como objetivo social que los estudiantes obtengan el resultado más elevado posible; eso sí, conociendo cuál es el nivel de recursos y capacidades que se precisa para alcanzar dicho objetivo. Así pues, asociamos en este trabajo dos evaluaciones que, con frecuencia, se definen por separado: el objetivo de eficiencia técnica y el de máximo *output* potencial, o alcanzable. Para ello, y atendiendo a las ventajas citadas anteriormente, se emplearán modelos de fronteras parciales de orden-*m*.

Un elemento diferenciador de nuestro trabajo con respecto a estudios previos en la materia es que se hace cargo de las particularidades del proceso educativo. Para ello, amplía el esquema tradicional de recursos a uno más *ad hoc*, que se instala en la teoría de recursos y capacidades. Grant (2005) hace una descripción de estos conceptos para una empresa y puede apreciarse aún más el sentido que ello hace para el campo de la educación: Los recursos normalmente no son productivos por sí mismos. Las tareas productivas requieren la cooperación de grupos de recursos. Ellas son fundamentales para el resultado de la empresa (Grant, 2005, p.144).

Sin embargo, los estudios en el marco de la teoría de recursos y capacidades que cuantifican el efecto de los recursos y capacidades sobre los resultados de la empresa son escasos, siendo la mayoría de estos estudios de corte cualitativo o de análisis de caso. En efecto, son pocos los estudios que miden la dotación de estos recursos o capacidades. Esta situación obedece a la dificultad de valorar estas variables, que no son observables.

Por tanto, en una segunda etapa determinamos qué capacidades explican estas diferencias de desempeño, siendo el *índice de eficiencia técnica de gestión* la variable dependiente, y las *capacidades organizaciones del centro educativo* las independientes. Para ello, dada la naturaleza del indicador de eficiencia de orden- m , y a diferencia de estudios previos que utilizan regresiones MCO o de variable dependiente limitada (probit, tobit o logit), cuyos problemas han sido puestos de manifiesto por Simar y Wilson (2007), Balaguer-Coll et ál. (2007), o Illueca et ál. (2009), entre otros. En nuestro caso, utilizaremos regresión de cuantil (Koenker, 2005), pues limita el alcance de estos problemas y, además, tiene la ventaja de no ceñir el análisis al *efecto promedio*.

3. Metodología

LA medida de la eficiencia técnica, la determinación de la importancia de los factores contextuales así como la del máximo *output* potencial lo realizaremos a partir de la optimización de diversos programas lineales, construidos a partir del siguiente conjunto de ecuaciones:

$$\phi_1 = \phi \quad (1)$$

$$\phi_2 = \phi \quad (2)$$

$$\phi_3 = \phi + \varepsilon \sum_{i=1}^{n^{sr}} S_i^{sr} \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^I z_j y_{rj} \geq \theta y_{r0}, r = 1, \dots, m \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^I z_j x_{ij}^{sr} \neq x_{i0}^{sr}, i = 1, \dots, n^{sr} \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^I z_j x_{kj}^{lr} \neq x_{k0}^{lr}, k = 1, \dots, n^{lr} \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^I z_j e_{pj} \neq e_{p0}, p = 1, \dots, P \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^I z_j = 1 \quad (8)$$

$$\sum_{j=1}^I z_j x_{ij}^{sr} = x_i^{sr} - S_i^{sr}, i = 1, \dots, n^{sr} \quad (9)$$

$$\sum_{j=1}^I x_{kj}^{lr} = x_k^{lr} - S_k^{lr}, k = 1, \dots, n^{lr} \quad (10)$$

$$\sum_{j=1}^I z_j e_{pj} \neq e_p, p = 1, \dots, P \quad (11)$$

$$e_p \neq e_{p0} + \beta, p = 1, \dots, P \quad (12)$$

$$z_j \in \{0, 1\} \quad (13)$$

$$x_i^{sr}, S_i^{sr}, x_k^{lr}, e_p, \theta \geq 0 \quad (14)$$

Tal como se señaló anteriormente, a diferencia de los modelos no paramétricos tradicionales, utilizamos FDH, que elimina el supuesto de convexidad en los conjuntos de posibilidades de producción. Ello se hace operativo a través de la ecuación (13). La evaluación de la eficiencia técnica de la escuela 0, con una orientación al *output* y rendimientos variables a escala, la llevamos a cabo resolviendo el programa lineal (1) consistente en maximizar la expresión (1) sujeta a las restricciones (4), (5), (6), (8) donde y_{rj} representa el *output* r de la escuela j , x_{ij}^{sr} y x_{kj}^{lr} los *inputs* propios del proceso productivo, controlables respectivamente a corto y largo plazo. θ_1 es el coeficiente de eficiencia técnica global, tomado el valor uno en caso de eficiencia y mayor que uno en caso contrario.

En esta primera evaluación, todas las escuelas son comparadas sin considerar que pueden estar operando bajo condiciones de entorno desfavorables, lo cual podría incidir negativamente sobre el rendimiento obtenido por los estudiantes. Con el objetivo de aislar el efecto que las condiciones específicas de cada escuela tienen sobre los índices de eficiencia, en un segundo programa lineal incorporamos estas variables al análisis. La formulación matemática del modelo (2) para el cálculo de la *eficiencia de gestión* (ϕ_2) consistiría en maximizar la expresión (2) sujeta a las restricciones (4), (5), (6), (7), y (8), donde e_{pj} son las variables de entorno. Asimismo, es sabido que al añadir restricciones a un programa lineal, el valor de la función objetivo permanece inmóvil o empeora, y por tanto se cumplirá que $\phi_1 = \lambda \phi_2$, siendo $\lambda \geq 1$. El coeficiente λ recoge el eventual impacto negativo que representa la influencia del entorno sobre los niveles de eficiencia técnica de cada país (a mayor valor de λ más importancia tiene el efecto negativo de las variables de entorno). De esa forma, las escuelas que operan bajo condiciones de entorno desfavorables mejoran su coeficiente de eficiencia en la segunda etapa (lo que implicará $\lambda > 1$). Cuando éste no sea el caso, se cumplirá que $\phi_1 = \phi_2$ (lo que también implicará que λ tenga un valor unitario).

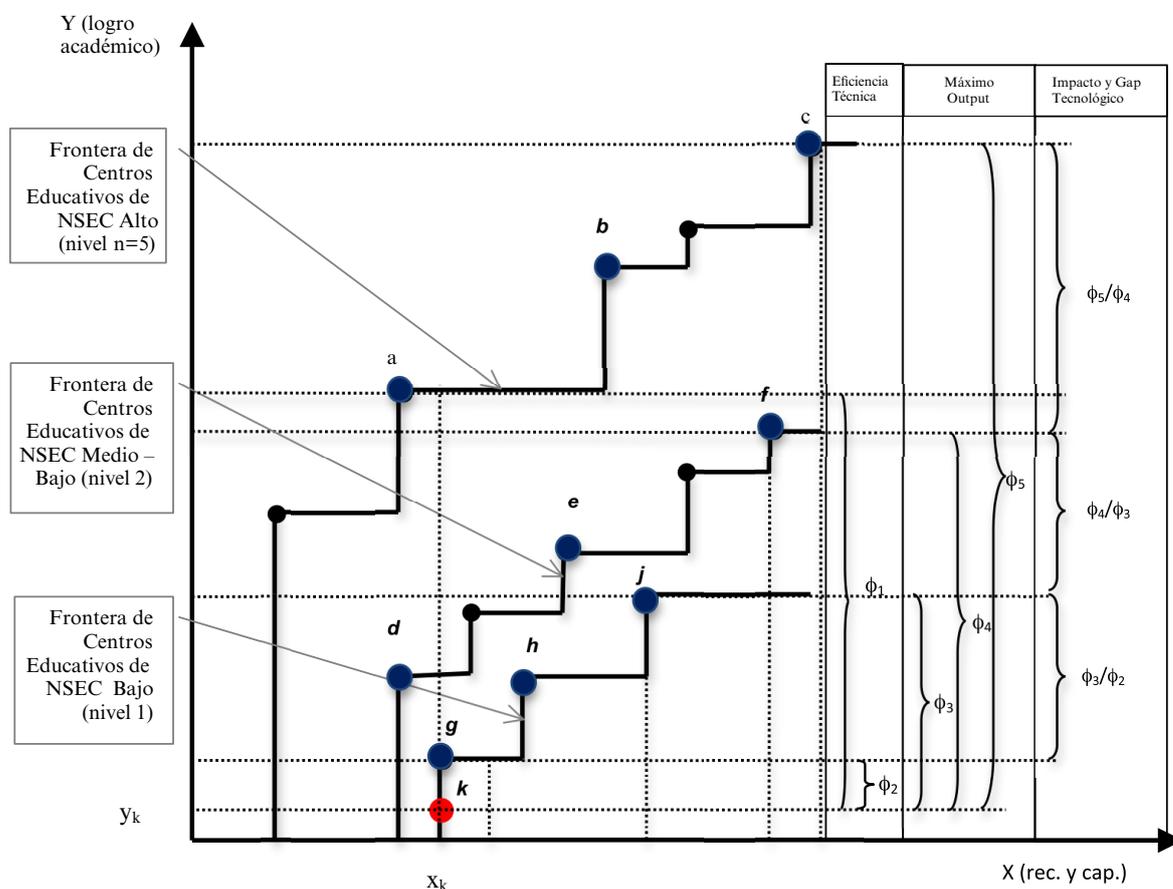
El valor de λ representa la *brecha tecnológica* (*technological gap*) entre fronteras —que puede ser ejemplificado a través de las fronteras entre los distintos quintiles socio-económicos de los estudiantes— que no puede ser franqueado y que perpetúa las diferencias de logro académico entre estudiantes de distintas características.

Los programas (1) y (2) evalúan la eficiencia técnica y la eficiencia de gestión de los colegios de la muestra. Sin embargo, como se ha indicado con anterioridad, para el diseño de políticas educativas resulta de interés complementar el análisis de eficiencia técnica con la determinación del máximo *output* alcanzable. Para su cálculo, empleamos el programa lineal (3) consistente en maximizar la expresión (3) sujeta a las restricciones (4), (8), (9), (10), (11) y (12) donde ε es una constante arquimediana infinitesimal positiva y ϕ_3 representa el aumento máximo potencial alcanzable simultáneamente en todos los *outputs*. x_i^{sr} y x_k^{lr} definen la dotación óptima de *inputs* controlables a corto y largo plazo, respectivamente, asociada al logro del máximo *output* del sistema educativo. e_p representa el nivel de las variables de entorno asociado al máximo *output* del sistema. La restricción (12) permite limitar el aumento máximo del valor óptimo de estos factores según el horizonte temporal deseado para el análisis.

El gráfico 1 nos permite realizar una síntesis gráfica del método propuesto para la evaluación de la eficiencia técnica, máximo *output* potencial y brecha tecnológica. Los centros edu-

cativos que presentan una situación de *eficiencia técnica global* (ϕ_1) son *a*, *b* y *c*, pero todas ellas se ven favorecidas por unas variables de entorno inmejorables. Teniendo en cuenta las respectivas variables de entorno, las escuelas que presentan una situación de *eficiencia técnica de gestión* (ϕ_2) son *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h* y *j*. Por el contrario, la escuela *k* presenta ineficiencia técnica global y de gestión. Por consiguiente, las unidades *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, *j* y *k*, registran, en distinto grado, la influencia negativa de su entorno, impacto que queda recogido por el coeficiente $\lambda_1 = \phi_1/\phi_2$.

GRÁFICO 1: Eficiencia técnica, máximo output potencial y gap tecnológico



Realizado el análisis de la *eficiencia global* y de gestión, conviene prestar atención a los indicadores de máximo *output* potencial —e medio (ϕ_3), largo (ϕ_4) y muy largo plazo (ϕ_5).

Existen tres unidades (*c*, *f* y *j*) que obtienen el máximo *output* potencial de medio plazo porque, dadas sus condiciones de entorno, consiguen que sus alumnos obtengan los máximos resultados posibles. Las unidades *a*, *b*, *d*, *e*, *g* y *h* se encuentran por debajo de este

nivel, cuya consecución requeriría incrementar la dotación de recursos destinados a la enseñanza. De igual manera, la escuela k tiene un doble desafío, mejorar su eficiencia técnica de gestión e incrementar su dotación de recursos. Por tanto, el impacto negativo que tiene el no disponer de una dotación óptima de recursos queda expresado como $\lambda_2 = \phi_3/\phi_2$.

De igual manera, podemos determinar máximo *output* potencial de largo plazo (ϕ_4), que corresponde al máximo *output* que los centros educativos podrían alcanzar si tuvieran una óptima asignación de recursos y mejorasen en un nivel las condiciones socioeconómicas de las familias. Por su parte, el máximo *output* potencial de muy largo plazo (ϕ_5) corresponde al máximo *output* que se podría obtener si se mejorase la dotación de recursos y las condiciones del entorno fuesen las óptimas.

A partir del cálculo de los indicadores de máximo *output* potencial, podemos determinar cuál es el ajuste (incremento o decremento) de los recursos que se requeriría en cada uno de estos horizontes de tiempo comparando la dotación actual del centro con la que tienen aquellas escuelas que obtienen el máximo *output* potencial.

Como podemos observar en el gráfico 1, se produce una brecha tecnológica (*technological gap*) entre fronteras —que puede ser ejemplificado por las fronteras entre los distintos grupos de escuelas según nivel socioeconómico— que no puede ser franqueado y que perpetúa las diferencias de logro académico entre estudiantes de distintas características. La brecha tecnológica de medio plazo corresponde a la diferencia de máximo *output* potencial de medio plazo que pueden aspirar los centros de distinto grupo socioeconómico ($\phi_3 = \phi_4/\phi_3$). Finalmente, el impacto incremental al nivel socioeconómico óptimo se expresaría como $\phi_4 = \phi_5/\phi_4$.

A partir de lo que podemos apreciar en el gráfico 1 se cumplirá que

$$\begin{aligned} & \text{Máximo output potencial de muy largo plazo} = \\ & = \text{ET de gestión} \times \text{impacto recursos} \times \text{impacto 1 NSEC} \times \\ & \times \text{impacto incremental al NSEC óptimo} \end{aligned}$$

lo que podemos formalizar como:

$$\phi_5 = \phi_2 \times \lambda_2 \times \lambda_3 \times \lambda_4 = \phi_2 \times \frac{\phi_3}{\phi_2} \times \frac{\phi_4}{\phi_3} \times \frac{\phi_5}{\phi_4} \quad (15)$$

Para la estimación utilizando fronteras parciales de orden- m , se ha empleado el siguiente algoritmo genérico para una orientación del modelo al *output* (véase Cazals et ál., 2002; Simar, 2003). Sea un valor entero positivo m . Para un nivel dado de *inputs* (x_k) y

outputs (y_k), la estimación calcula el valor esperado de un máximo de m variables de *output* (y_1, \dots, y_m) extraídas aleatoriamente de la matriz de *outputs* y de forma que cumplan la condición de que $y_m \geq y_k$. Formalmente, el algoritmo se integra de los siguientes pasos:

1. Para un nivel dado de y_k se extrae una muestra aleatoria con reemplazo de tamaño m entre aquellas y_{sm} tales que $y_{sm} \geq y_k$.
2. Se calcula el modelo FDH deseado y se estiman $\tilde{\phi}_k$.
3. Se repiten los pasos 1 y 2 hasta obtener B coeficientes de eficiencia $\tilde{\phi}_k^b$, $b = 1, 2, \dots, B$. La calidad de la estimación se puede afinar aumentando el valor B . En general se considera que un valor de $B = 200$ es suficiente para obtener buenas estimaciones. En nuestro caso se ha empleado un valor de $B = 2000$.

Sin embargo, el planteamiento general anterior es limitado al no explicar las diferencias de gestión *dentro* de cada grupo de escuelas de igual nivel socioeconómico. A este respecto, una amplia evidencia empírica señala que es factible obtener resultados superiores en centros con carencias socioeconómicas, y que ello se explica principalmente por las capacidades organizativas con las que cuenta la escuela (Pérez et ál., 2004; Mujis et ál., 2004). Para ello, en una segunda etapa determinaremos qué capacidades explican estas diferencias de desempeño. Con tal finalidad realizamos un análisis de regresión tipo cuantil (Koenker y Bassett, 1978; Koenker, 2001) siendo el coeficiente de eficiencia técnica de gestión (ϕ_2) la variable dependiente, y las capacidades organizativas del centro las independientes.

Las ventajas de este tipo de regresión, apuntadas en el apartado anterior, han sido puestas de manifiesto en numerosos trabajos tales como Coad y Rao (2008), Coad y Hölzl (2009) o Reichstein et ál. (2010), entre otros. La aportación más importante de esta metodología consiste en que no se estima un *efecto promedio* como ocurre al hacerlo utilizando mínimos cuadrados ordinarios, sino que se lleva a cabo la estimación en distintos puntos (cuantiles) de la distribución. Esto enriquece notablemente el análisis, pues podría darse el caso de que el efecto de una determinada covariable no sea significativo según MCO, pero sí que lo sea para determinados cuantiles. En definitiva, aunque *en promedio* (esto es, según MCO) el efecto de una determinada variable sobre la eficiencia técnica de gestión podría no resultar significativo, podría serlo, por ejemplo, para las

observaciones más eficientes. Asimismo, una ventaja adicional de utilizar regresión cuantil radica en que los estimadores son más robustos al incumplimiento de determinados supuestos de MCO como son la ausencia de normalidad de los índices de eficiencia o las relaciones de dependencia entre los mismos, dado que han sido obtenidos a través de problemas de programación lineal. En el contexto de DEA y FDH esta problemática ha sido puesto de manifiesto, proponiendo distintas soluciones, por Simar y Wilson (2007), Balaguer-Coll et ál. (2007), o Illueca et ál. (2009).

En relación con un modelo estándar estimado por MCO, la regresión cuantil requiere especificar el cuantil τ (siendo, por ejemplo, $\tau = 0,5$ el correspondiente a la mediana) de la distribución condicional de la variable de interés (en este caso, ϕ_2) dadas las covariables como una función lineal de las mismas. Como se describe en Koenker y Bassett (1978) y, en mayor detalle, en Koenker (2005), la estimación se lleva a cabo minimizando la siguiente expresión:

$$\text{Min}_{\beta \in \mathbb{R}^k} \sum_{i \in \{i: \phi_{2,i} \geq \mathbf{x}'\beta\}} \tau |\phi_{2,i} - \mathbf{x}'\beta| + \sum_{i \in \{i: \phi_{2,i} < \mathbf{x}'\beta\}} (1 - \tau) |\phi_{2,i} - \mathbf{x}'\beta| \quad (16)$$

siendo k el número de variables explicativas, y τ el vector que contiene los distintos cuantiles. El vector de coeficientes β a estimar diferirá dependiendo del cuantil considerado.

A partir de todo lo anterior podremos dar respuestas razonablemente precisas a las siguientes cuestiones tales como: 1) ¿cuál es el grado de eficiencia técnica de gestión (la atribuible al desempeño del centro) de los centros educativos de acuerdo a su dependencia?; 2) ¿qué explica esos diferenciales de desempeño?; 3) controlando por las variables socioeconómicas de las familias, ¿lo hacen mejor los privados que los municipales?; 4) ¿qué porcentaje, y cuáles de los centros en la muestra hacen bien su trabajo en el sistema municipal?; 5) ¿cuánto logro académico es explicable por la propia gestión del centro?; 6) ¿cuántos centros privados, subvencionados o pagados, hacen mal su trabajo?; 7) ¿cuál es la dotación óptima de recursos de una escuela determinada para alcanzar al que lo hace mejor de su propio grupo socioeconómico?; 8) ¿cuál es la brecha tecnológica que se da entre fronteras de distintos grupos socioeconómicos?

4. Descripción de la muestra y variables del modelo

LOS datos utilizados han sido obtenidos de los resultados de las pruebas estandarizadas del Sistema de Evaluación de la Calidad de la Educación (SIMCE) en Chile, aplicadas de manera censal en el año 2008 a alumnos de cuarto año básico de todo el país. Estas pruebas incluyen también un cuestionario para padres que proporciona valiosa información sobre el nivel socioeconómico de la familia, entre otras informaciones.

Con el objeto de contar con una muestra homogénea de centros acorde a prácticas organizacionales, se seleccionaron 277 centros educativos que cumplieran con las condiciones de estar ubicados en sectores urbanos, contar con más de 30 alumnos que participaran de esta prueba estandarizada, y que tuvieran más de 3 años de antigüedad. De estos 277 centros, 139 son municipales (públicos), 121 particulares subvencionados (concertados) y 17 particulares pagados. Adicionalmente, a un mínimo de 5 profesores de este grupo de escuelas se les aplicó una encuesta donde evaluaron tanto la calidad y cantidad de sus recursos, como las capacidades organizativas en el interior de la escuela. Para la elaboración del modelo teórico a partir del cual se diseñaron los instrumentos de recolección de información se consideraron los estudios de Murillo (2006), Martinic y Pardo (2003) y Pérez et ál. (2004). A partir de dichos trabajos se definió un modelo teórico que da cuenta de 5 grandes áreas que explican los resultados de aprendizaje y que corresponderían a: 1) contexto; 2) recursos tangibles; 3) recursos intangibles; 4) capacidades de gestión directiva; y 5) capacidades a nivel de aula.

Para determinar la fiabilidad de cada constructo se utilizó el α de Cronbach. La validación empírica de los constructos de medida de los recursos y capacidades del modelo se realizó utilizando análisis factorial confirmatorio con ecuaciones estructurales y variables latentes¹. Esta técnica genera índices de validez que permiten determinar el grado de ajuste del modelo teórico bajo evaluación con los datos disponibles. Algunos de los índices más comúnmente usados son: RMSEA (*Root Mean Square Error of Approximation*), NFI (*Normal Fit Index*), GFI (*Goodness of Fit Index*) y AGFI (*Adjusted Goodness of Fit Index*) (Batista y Coenders, 2000). Los niveles de aceptación recomendados para cada uno de estos índices varían dependiendo del indicador y el grado de confianza solicitada. Luque (2000) señala que no existen límites exactos a partir de los cuales poder afirmar la idoneidad de un

¹ Se hizo operativo utilizando Lisrel, versión 8.54.

modelo. Sin embargo recomienda ciertos límites en que serían indicativos de un buen ajuste del modelo de datos. Para RMSEA recomienda valores menores entre 0,05 a 0,08 dependiendo del grado de confianza; valores superiores a 0,90 para GFI; y próximos a 1 para AGFI. Para determinar las puntuaciones factoriales de cada dimensión se calculó el índice de variable latente (*latent variable score*) de cada modelo de medida. El cuadro 1 muestra los indicadores de fiabilidad y validez del ajuste para los distintos constructos evaluados. Como se aprecia, en todos los casos se logra un adecuado nivel de confiabilidad y bondad de ajuste del modelo.

En total, la muestra quedó conformada por 277 centros educativos de todos los tipos, nivel socioeconómico y regiones del país. Las variables a utilizar en el modelo de evaluación corresponden a 2 variables de *outputs*, 4 *inputs* controlables (2 de corto y 2 de largo plazo) y un *input* no controlable. En concreto, las variables utilizadas como *outputs* son la puntuación promedio obtenida en la prueba SIMCE de matemáticas de 4.º año básico (año 2008, y_1) y la puntuación promedio obtenida por los estudiantes del centro en la prueba SIMCE de lenguaje de 4.º año básico (año 2008, y_2). En lo que a los *inputs* se refiere estos fueron obtenidos a través de un cuestionario aplicado a un mínimo de 5 profesores por cada centro, detallado anteriormente. Estos hacen referencia al centro educativo e incluyen su calidad y disponibilidad de equipamiento (x_1), la calidad y disponibilidad de infraestructuras (x_2), la calidad y disponibilidad de recursos docentes (x_3), la calidad y disponibilidad de recursos directivos (x_4), así como el nivel socioeconómico promedio de sus estudiantes (x_5). Una descripción más detallada de las variables de *inputs* y *outputs* utilizadas se encuentra en el cuadro 2.

CUADRO 1: Índices de confiabilidad y bondad de ajuste basados en Batista y Coenders (2000)

| Recurso/ capacidad | Dimensión | α de Cronbach | RMSEA | NFI | GFI | AGFI |
|-------------------------|-----------------------------|----------------------|--------|--------|--------|--------|
| Recursos | Equipamiento | 0,9087 | 0,0447 | 0,9700 | 0,982 | 0,978 |
| | Recursos docentes | 0,8861 | | | | |
| | Infraestructura | 0,7670 | | | | |
| | Recursos directivos | 0,8860 | | | | |
| Gestión directiva | Gestión técnico pedagógica | 0,8463 | 0,0510 | 0,9630 | 0,9920 | 0,9860 |
| | Gestión de recursos humanos | 0,6428 | | | | |
| Trabajo en equipo | Conducta alumnos | 0,8050 | 0,0578 | 0,9920 | 0,9460 | 0,9910 |
| | Pedagógico-curricular | 0,699 | | | | |
| | Preparación de clases | 0,886 | | | | |
| Capacidades docentes | Prácticas pedagógicas | 0,6287 | 0,0576 | 0,9310 | 0,9840 | 0,9770 |
| | Relación profesor-alumno | 0,7575 | | | | |

RMSEA: *Root Mean Square Error of Approximation* (Error cuadrático medio de aproximación).

NFI: *Normal Fit Index* (índice de ajuste a la normal).

GFI: *Goodness of Fit Index* (índice de ajuste).

AGFI: *Adjusted Goodness of Fit Index* (índice de ajuste corregido).

Por otra parte, adicional a evaluar la eficiencia de los centros educativos nos interesa conocer las razones que explican estas diferencias de desempeño. Para ello consideramos como variables independientes las *capacidades organizativas del centro*. Estas variables de proceso utilizadas son las capacidades de gestión pedagógica (x_1^p), las capacidades de gestión de recursos humanos (x_2^p), la capacidad de trabajo en equipo aspectos disciplinarios de los alumnos (x_3^p), la capacidad de trabajo en equipo en aspectos pedagógico-curricular (x_4^p), la capacidad de trabajo en equipo en preparación de clases (x_5^p), las capacidades de los docentes en prácticas pedagógicas (x_6^p), y las capacidades de los docentes para mantener una buena relación profesor-alumno (x_7^p). Los estadísticos descriptivos correspondientes a dicha información vienen recogidos en los cuadros 2 y 3.

CUADRO 2: Estadísticos descriptivos de *inputs* y *outputs*

| Variable | Descripción | Media | Mediana | Máximo | Mínimo | Desviación típica |
|--|--|----------|----------|----------|----------|-------------------|
| Inputs | | | | | | |
| Recursos de equipamiento (x_1) ^a | Evaluación promedio por centro de 1 a 7 del grado de adecuación en calidad y cantidad del equipamiento del centro (computadores, software, internet, laboratorios, mobiliario, audiovisuales) para proveer una educación de calidad. | 4,7474 | 4,7593 | 6,8667 | 2,2698 | 1,0209 |
| Recursos de infraestructura (x_2) ^a | Evaluación promedio por centro de 1 a 7 del grado de adecuación en calidad y cantidad de la infraestructura del centro (gimnasios, patios, salas de clases, biblioteca, canchas deportivas) para proveer una educación de calidad. | 4,7442 | 4,8000 | 7,0000 | 2,2000 | 0,9924 |
| Recursos docentes (x_3) ^a | Evaluación promedio por centro de 1 a 7 del grado de adecuación en calidad y cantidad de los recursos docentes (profesores primer ciclo, matemáticas, lenguaje, ciencias y de otras materias) para proveer una educación de calidad. | 5,9158 | 5,9667 | 7,0000 | 3,3714 | 0,5810 |
| Recursos directivos (x_4) ^a | Evaluación promedio por centro de 1 a 7 del grado de adecuación en calidad y cantidad de los recursos directivos (recursos humanos directivos área técnico-pedagógica, administrativo-contable y cuerpo directivo superior) para proveer una educación de calidad. | 5,6665 | 5,8333 | 7,0000 | 2,7222 | 0,7706 |
| Nivel socioeconómico (x_5) ^a | Clasificación de escuelas de 1 a 5 utilizada por el Ministerio de Educación acorde al nivel socioeconómico de las familias de los alumnos que asiste al centro. | 2,9892 | 3,0000 | 5,0000 | 1,0000 | 0,9574 |
| Outputs | | | | | | |
| Puntuación en matemáticas (y_1) ^b | Puntuación promedio prueba censal SIMCE de la escuela en matemáticas, alumnos de cuarto año básico año 2008 | 258,8845 | 257,0000 | 319,0000 | 202,0000 | 26,6242 |
| Puntuación en lenguaje (y_2) ^b | Puntuación promedio prueba censal SIMCE de la escuela en lenguaje, alumnos de cuarto año básico año 2008 | 246,5776 | 243,0000 | 335,0000 | 181,0000 | 29,7624 |

^a Variable a nivel de centro educativo (escuela).

^b Variable a nivel de alumno.

5. Resultados

LOS resultados más importantes de los cálculos de eficiencia a través de la metodología orden- m descrita en las secciones anteriores, por tipo de dependencia de la escuela, se muestran en el cuadro 4. En primer lugar se ha estimado la *eficiencia global* (ϕ_1) de la escuela, para cuyo cálculo sólo se incorporan las variables que son controlables por el gestor en el modelo, sin incluir la de nivel socioeconómico y, por ende, es similar a considerar que todos los centros operan en condiciones de entorno *óptimas*. En ella se aprecia que la *eficiencia global promedio* de toda la muestra es de 1,1008, existiendo una alta heterogeneidad para este indicador según tipo de centro educativo. Es así como los centros privados pagados (cuya eficiencia global promedio es 1,0215) exhiben resultados, en promedio, considerablemente mejores que los privados subvencionados (1,0624), y estos a su vez, mejores que los municipales (1,1438). De igual forma, al comparar este indicador en los percentiles 25 y 75 entre centros de la misma dependencia, se aprecia una alta heterogeneidad de desempeño, en especial al interior de los colegios municipales y de los privados subvencionados.

En la segunda columna se aprecia el indicador de eficiencia técnica de gestión (ϕ_2). Para el total de la muestra este indicador alcanza un valor promedio de 1,0553, sugiriendo que al condicionar el modelo de acuerdo con las características de contexto observadas para cada colegio y, por tanto, al establecer una comparación controlada por nivel socioeconómico, los resultados académicos podrían ser incrementados en un 5,53% (en promedio). Las grandes diferencias de desempeño observadas *entre* tipos de colegios, y también en el interior de cada dependencia, si bien no desaparecen en su totalidad, sí que se acortan significativamente. Ello se explica por el impacto negativo que tiene el nivel socioeconómico de los estudiantes que asiste a cada tipo de colegio, situación que escapa al control de los gestores. El indicador de impacto del nivel socioeconómico (NSEC) sobre la eficiencia (ϕ_1/ϕ_2), que aparece en la tercera columna, cuantifica este efecto, y se aprecia que para los colegios municipales este valor es en promedio de 1,0658, y que para los privados, ya sea subvencionados o pagados, este impacto negativo disminuye drásticamente (1,0233 y 1,0021, respectivamente).

CUADRO 3: Estadísticos descriptivos, variables de proceso

| Variable | Descripción | Media | Mediana | Máximo | Mínimo | Desviación típica |
|--|---|--------|---------|--------|--------|-------------------|
| Gestión pedagógica (X_1^P) ^a | Grado de acuerdo promedio (escala 1 a 5) de los profesores de la escuela con la adecuación de diversos aspectos de gestión pedagógica del centro. | 3,9653 | 4,0000 | 5,0000 | 1,6500 | 0,5032 |
| Gestión de recursos humanos (X_2^P) ^a | Grado de acuerdo promedio (escala 1 a 5) de los profesores de la escuela con la adecuación de diversos aspectos de gestión de recursos humanos del centro. | 3,6700 | 3,6667 | 5,0000 | 2,2000 | 0,5036 |
| Trabajo en equipo - conducta (X_3^P) ^a | Frecuencia de trabajo en equipo (escala 1 a 7) promedio de los profesores de la escuela en el trabajo en equipo es aspectos de conducta de los alumnos (análisis y prevención). | 5,0781 | 5,0833 | 7,0000 | 1,9000 | 1,1040 |
| Trabajo en equipo - pedagógico curricular (X_4^P) ^a | Frecuencia de trabajo en equipo (escala 1 a 7) promedio de los profesores de la escuela en el trabajo en equipo es aspectos pedagógico-curriculares (definición criterios de evaluación, planificación currículum anual, análisis de resultados). | 3,9215 | 3,9167 | 6,1667 | 2,2500 | 0,7109 |
| Trabajo en equipo - preparación de clases (X_5^P) ^a | Frecuencia de trabajo en equipo (escala 1 a 7) promedio de los profesores de la escuela en el trabajo en equipo es preparación de clases (preparación de clases, diseño y organización material didáctico). | 5,2069 | 5,3750 | 7,0000 | 1,0000 | 1,3732 |
| Prácticas pedagógicas de los docentes (X_6^P) ^a | Grado de acuerdo promedio (escala 1 a 5) de los profesores de la escuela con la adecuación de diversos aspectos de prácticas pedagógicas del centro. | 3,9632 | 3,9861 | 4,8750 | 1,8611 | 0,4190 |
| Relación profesor-alumno (X_7^P) ^a | Grado de acuerdo promedio (escala 1 a 5) de los profesores de la escuela con la adecuación de la relación profesor-alumno en el centro. | 4,0921 | 4,1000 | 5,0000 | 2,8750 | 0,4064 |

^a Variable a nivel de centro educativo (escuela).

CUADRO 4: Indicadores de eficiencia por tipo de centro educativo

| Tipo de centro educativo | Estadísticos descriptivos | Eficiencia técnica global (ϕ_1) | Eficiencia técnica de gestión (ϕ_2) | Impacto del nivel socioeconómico, NSEC (ϕ_1/ϕ_2) |
|--------------------------|---------------------------|--|--|--|
| Total | Media | 1,1008 | 1,0553 | 1,0433 |
| | Mínimo | 0,9472 | 0,9446 | 0,9875 |
| | Percentil 25 | 1,0035 | 1,0000 | 1,0000 |
| | Mediana | 1,0773 | 1,0155 | 1,0115 |
| | Percentil 75 | 1,1737 | 1,0942 | 1,0605 |
| | Máximo | 1,4286 | 1,3198 | 1,2648 |
| | Desviación típica | 0,1006 | 0,0792 | 0,0619 |
| Municipales | Media | 1,1438 | 1,0746 | 1,0658 |
| | Mínimo | 0,9997 | 0,9887 | 0,9974 |
| | Percentil 25 | 1,0477 | 1,0000 | 1,0018 |
| | Mediana | 1,1434 | 1,0362 | 1,0332 |
| | Percentil 75 | 1,2206 | 1,1409 | 1,1281 |
| | Máximo | 1,4286 | 1,3198 | 1,2648 |
| | Desviación típica | 0,1066 | 0,0893 | 0,0737 |
| Privados subvencionados | Media | 1,0624 | 1,0383 | 1,0233 |
| | Mínimo | 0,9737 | 0,9676 | 0,9875 |
| | Percentil 25 | 1,0000 | 0,9996 | 1,0000 |
| | Mediana | 1,0421 | 1,0054 | 1,0062 |
| | Percentil 75 | 1,1129 | 1,0605 | 1,0355 |
| | Máximo | 1,2638 | 1,2432 | 1,2086 |
| | Desviación típica | 0,0734 | 0,0635 | 0,0366 |
| Privados pagados | Media | 1,0215 | 1,0194 | 1,0021 |
| | Mínimo | 0,9472 | 0,9446 | 0,9976 |
| | Percentil 25 | 0,9949 | 0,9930 | 0,9998 |
| | Mediana | 1,0013 | 1,0000 | 1,0003 |
| | Percentil 75 | 1,0441 | 1,0352 | 1,0030 |
| | Máximo | 1,1412 | 1,1415 | 1,0135 |
| | Desviación típica | 0,0491 | 0,0493 | 0,0040 |

Es decir, una parte importante de la ineficiencia global obedece a las características de los alumnos que recibe, y no al desempeño de la escuela propiamente dicho. Ello da lugar a un fuerte impacto, en especial en las escuelas municipales, las cuales operan en sectores sociales desmejorados, en los que los gestores privados prefieren no participar, ya sea por la dificultad adicional que ello conlleva en la función de producción educativa, como también por la imposibilidad de obtener un canon de matrícula por estudiante adicional al subsidio estatal (finan-

ciación compartida). Adicionalmente, los centros municipales no tienen potestad para realizar procesos de selección de estudiantes, restricción que no opera para los privados.

Las diferencias por tipo de centro descritas en los párrafos anteriores carecen de fundamento estadístico, pues no tienen en cuenta la variabilidad existente dentro de cada categoría —municipal, privado subvencionado o privado pagado—. Un ANOVA permitiría llevar a cabo un análisis más riguroso, si bien el análisis se ceñiría a la comparación de la media y, además, requiere el cumplimiento de ciertos supuestos estadísticos que los índices de eficiencia no cumplen —normalidad e independencia. Alternativamente, podemos recurrir a avances relativamente recientes en el campo de la estadística no paramétrica como el contraste de Li (1996, 1999), que propone una metodología para contrastar si dos determinadas distribuciones difieren en su *totalidad* —extendiendo el análisis más allá de un estadístico resumen como la media—. Asimismo, por su carácter no paramétrico, es más consistente con las técnicas utilizadas para medir la eficiencia.

Los detalles del contraste de [21] se han diferido al apéndice, y los resultados se muestran en el cuadro 5. Como puede comprobarse, las diferencias entre los centros municipales y los privados son significativas, a excepción del parámetro ϕ_2 cuando comparamos los centros municipales con los subvencionados pagados. Sin embargo, las diferencias entre los privados (subvencionados vs. pagados) no son *nunca* significativas. Esto implicaría que no existen diferencias reales en la calidad de gestión de ambos tipos de centros.

CUADRO 5: Contraste de diferencias de distribuciones basado en Li (1996) según tipo de centro

| Hipótesis nula ^a (H_0), según tipo de centro | | ϕ_1 | ϕ_2 | ϕ_1/ϕ_2 |
|---|-------------------|----------|----------|-----------------|
| Municipal vs. privado subvencionado | Estadístico T^b | 8,3404 | 1,7394 | 4,4668 |
| | p valor | 0,0000 | 0,0410 | 0,0000 |
| Municipal vs. privado pagado | Estadístico T^b | 3,1907 | -0,3433 | 1,6592 |
| | p valor | 0,0007 | 0,6343 | 0,0485 |
| Privado subvencionado vs. privado pagado | Estadístico T^b | -0,6154 | -0,9370 | 0,2241 |
| | p valor | 0,7309 | 0,8256 | 0,4113 |

Nota: $f(\cdot)$ y $g(\cdot)$ son funciones (kernel) de distribución para cada uno de los tipos de centros considerados (municipal, privado subvencionado y privado pagado).

^a La hipótesis nula hace referencia a la igualdad de distribuciones de los indicadores considerados (ϕ_1 , ϕ_2 y ϕ_1/ϕ_2) para cada uno de los tres tipos de centro, $H_0 : f(x) = g(x)$, $\forall x$, frente a la alternativa, $H_1 : f(x) \neq g(x)$, para algún x .

^b Véase expresión (20).

Habiendo analizado los resultados de la eficiencia técnica y la influencia de las características socioeconómicas y culturales de los alumnos, podemos prestar ahora atención al indicador de máximo *output* potencial, ya sea de medio, largo o muy largo plazo, que aparece en el cuadro 6, cuya columna 2 indica el máximo *output* potencial de medio plazo (ϕ_3). Ello corresponde al máximo incremento que podría esperarse de los resultados académicos de los estudiantes si, manteniendo el nivel socioeconómico, se dotara a los colegios de una óptima base de recursos. Esto es, para el caso del promedio del total de la muestra (por ejemplo), si se mantuviese la actual dotación de recursos, los colegios con una adecuada gestión de su organización podrían ser capaces de incrementar en un 6% sus resultados (eficiencia técnica de gestión). Sin embargo, aun manteniendo el actual nivel socioeconómico de los estudiantes, si se contase con una asignación óptima de recursos, los resultados académicos podrían ser incrementados en un 17% (máximo *output* potencial de medio plazo, ϕ_3). Por tanto el impacto de una dotación óptima de recursos (ϕ_3/ϕ_2), más allá de lo que se podría obtener con una adecuada gestión es del 11%. De acuerdo con estos argumentos, en el sistema educativo chileno, el contar con una dotación adecuada de recursos podría tener un impacto mayor sobre los resultados académicos que lo que se podría obtener con mejoras en la gestión.

Al igual que los indicadores anteriores, esta situación es diferente entre los distintos tipos de centros (privado pagado, privado subvencionado y municipal) y también entre escuelas del mismo tipo. Es así como en las escuelas municipales, el impacto (aumento por encima de la eficiencia técnica de gestión) que podría esperarse de una asignación óptima de recursos es del 13%, en los centros privados subvencionados es del 8% y en el de privados pagados del 7%. Un análisis por percentiles muestra que el incremento que podría esperarse de un centro municipal ubicado en la mediana (percentil 50), es incluso superior al que podría esperarse del privado pagado con mayor impacto negativo o a un centro privado subvencionado ubicado en el percentil 75.

Sin embargo, cabría preguntarse cuál sería la dotación óptima de recursos que deberían tener los centros educativos para alcanzar el máximo *output* potencial de medio plazo, manteniendo el nivel socioeconómico de la población. La respuesta a esta pregunta se puede apreciar en las columnas 4 a la 7 del cuadro 6. Nuevamente tomando como ejemplo la media la muestra, podemos ver que deberíamos incrementar la totalidad de los recursos controlables. En particular, un 6% la calidad de los recursos directivos, un 5% la dotación y calidad

de los recursos docentes, un 12% la infraestructura y un 10% el equipamiento. Una mejora de los recursos acorde a esta especificación significaría un incremento medio en los resultados, adicional a lo que se obtiene por sobre la eficiencia técnica de gestión, del 11%. Ello posibilitaría una mejora de los resultados en un 17% y del 22% en lenguaje y matemáticas, respectivamente. Esta mejora en la dotación de recursos de los centros cambia sustancialmente cuando analizamos el percentil 75. De acuerdo con esto, el ajuste debiera ser más del doble que el promedio en todas las partidas de recursos. Un análisis por tipo de centro muestra que el mayor incremento en la dotación de recursos de los centros educativos municipales debería estar dirigido hacia la mejora en la dotación y calidad del equipamiento, mientras que en los privados debería dirigirse principalmente hacia la infraestructura.

Sin embargo, si pensamos en el largo plazo (por ejemplo, un cambio generacional), podemos suponer que se mejora la base de capital humano, en especial de los sectores más desventajados socialmente. Por ello, es razonable plantearse que los centros de un grupo socioeconómico tendrán en ese escenario las características socioculturales que actualmente tiene el grupo socioeconómico inmediatamente superior. Por tanto, si queremos anticiparnos y dimensionar los ajustes en la dotación de recursos que se requieren para enfrentar este escenario, debemos evaluar la dotación óptima suponiendo que los colegios pueden acceder a la frontera inmediatamente superior.

CUADRO 6: Máximo *output* potencial e impacto incremental

| Tipo de centro educativo | Estadísticos descriptivos | Eficiencia técnica de gestión (ϕ) | Máximo <i>output</i> potencial de medio plazo (ϕ) | Incremento potencial de medio plazo (ϕ_1/ϕ_2) | Ajuste de recursos directivos | Ajuste de recursos docentes | Ajuste de infraestructuras | Ajuste de equipamiento |
|--------------------------|---------------------------|--|--|---|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------|
| Total | Media | 1,0553 | 1,1659 | 1,1069 | 1,0609 | 1,0540 | 1,1231 | 1,1017 |
| | Mínimo | 0,9446 | 1,0000 | 1,0000 | 0,7805 | 0,7923 | 0,5000 | 0,5265 |
| | Percentil 25 | 1,0000 | 1,0821 | 1,0465 | 0,9524 | 0,9693 | 0,9009 | 0,8372 |
| | Mediana | 1,0155 | 1,1609 | 1,0721 | 1,0185 | 1,0309 | 1,0765 | 1,0000 |
| | Percentil 75 | 1,0942 | 1,2393 | 1,1554 | 1,1273 | 1,1236 | 1,2924 | 1,2759 |
| | Máximo | 1,3198 | 1,4356 | 1,4356 | 1,9592 | 1,6215 | 2,5877 | 2,7168 |
| | Desviación típica | 0,0792 | 0,1019 | 0,0880 | 0,1704 | 0,1272 | 0,3630 | 0,3803 |
| Municipales | Media | 1,0746 | 1,2106 | 1,1311 | 1,0560 | 1,0464 | 1,0323 | 1,0826 |
| | Mínimo | 0,9887 | 1,0000 | 1,0000 | 0,7805 | 0,7923 | 0,5000 | 0,5265 |
| | Percentil 25 | 1,0000 | 1,1477 | 1,0513 | 0,9195 | 0,9491 | 0,7407 | 0,7744 |
| | Mediana | 1,0362 | 1,2049 | 1,1373 | 1,0228 | 1,0221 | 0,9804 | 0,9836 |
| | Percentil 75 | 1,1409 | 1,2775 | 1,1947 | 1,1429 | 1,1486 | 1,2643 | 1,3059 |
| | Máximo | 1,3198 | 1,4356 | 1,4356 | 1,9592 | 1,6215 | 2,3600 | 2,7168 |
| | Desviación típica | 0,0893 | 0,0915 | 0,0965 | 0,1878 | 0,1382 | 0,3686 | 0,4106 |
| Privados subvencionados | Media | 1,0383 | 1,1254 | 1,0845 | 1,0695 | 1,0591 | 1,2205 | 1,1528 |
| | Mínimo | 0,9676 | 1,0000 | 1,0000 | 0,8791 | 0,8099 | 0,5669 | 0,5637 |
| | Percentil 25 | 0,9996 | 1,0508 | 1,0448 | 0,9649 | 0,9853 | 1,0000 | 0,9267 |
| | Mediana | 1,0054 | 1,1071 | 1,0584 | 1,0090 | 1,0314 | 1,1509 | 1,0406 |
| | Percentil 75 | 1,0605 | 1,1929 | 1,0920 | 1,1313 | 1,1167 | 1,3333 | 1,2957 |
| | Máximo | 1,2432 | 1,4159 | 1,3587 | 1,6296 | 1,4409 | 2,5877 | 2,5615 |
| | Desviación típica | 0,0635 | 0,0938 | 0,0748 | 0,1590 | 0,1158 | 0,3453 | 0,3568 |
| Privados pagados | Media | 1,0194 | 1,0893 | 1,0681 | 1,0408 | 1,0802 | 1,1722 | 0,8947 |
| | Mínimo | 0,9446 | 1,0000 | 1,0091 | 0,9412 | 0,9524 | 0,9246 | 0,7078 |
| | Percentil 25 | 0,9930 | 1,0493 | 1,0559 | 0,9751 | 1,0000 | 1,0000 | 0,8161 |
| | Mediana | 1,0000 | 1,0563 | 1,0590 | 1,0370 | 1,0526 | 1,0760 | 0,8785 |
| | Percentil 75 | 1,0352 | 1,1558 | 1,0855 | 1,0769 | 1,1204 | 1,2568 | 0,9806 |
| | Máximo | 1,1415 | 1,2559 | 1,1329 | 1,2174 | 1,2945 | 1,8254 | 1,1606 |
| | Desviación típica | 0,0493 | 0,0697 | 0,0300 | 0,0768 | 0,1114 | 0,2479 | 0,1324 |

Los resultados se muestran en el cuadro 7 y dan cuenta de que, en promedio, se podrían aumentar los resultados en un 14,16% en el largo plazo, de forma adicional a lo podría obtenerse producto de mejoras en la gestión, si se dotara al sistema de recursos óptimos. En particular, esta dotación debiera incluir mejoras considerables a la actual dotación, y debieran ser, en promedio, del 31,83% en infraestructuras y del 20,19% en equipamiento. De igual manera, las mejoras requeridas en la dotación y calidad de los recursos humanos (directivos y docentes) debieran ser, en promedio, superiores al 10%. Asimismo, un análisis por tipo de centro mostraría que son los municipales aquellos que podrían aumentar en mayor medida sus resultados de logro académico (25,45%), aunque ello requiere también un mayor incremento en la asignación de recursos. En particular, de un incremento de un 36,43% en infraestructuras y equipamiento y más del 10% en los recursos humanos directivos y docentes del centro.

Un análisis similar puede llevarse a cabo para cuantificar el efecto total sobre el sistema educativo en su conjunto que tiene el que los colegios no cuenten con el nivel óptimo de variables socioculturales de sus alumnos. Una vez realizado lo anterior, podemos dimensionar y a su vez descomponer el máximo *output* potencial de muy largo plazo. En otras palabras, podemos valorar de qué depende el que no se alcancen los valores máximos de resultados de logro académico. Esta descomposición correspondería expresión 15, y su cuantificación se muestra en el cuadro 8.

Los resultados muestran que ello se debe, en primer lugar, a un tema de recursos de medio plazo (46,18%) y, en segundo lugar, a un tema de gestión (24,50%). El efecto de NSEC lo hemos descompuesto de acuerdo a su horizonte de potencial modificación, produciéndose, en promedio, un mayor impacto en el muy largo plazo, por encima del que podría esperarse en el largo plazo. Esto implicaría que un incremento sustancial de los resultados de logro académico vendrían dados, en primer lugar, por un necesario aumento en la dotación de recursos humanos y físicos con los que cuentan los centros educativos. El aumento producto de mejoras de gestión tiene un impacto considerablemente menor, no siendo el nivel socioeconómico una excusa válida para mejoras sustanciales en los resultados de logro académico. De igual manera, al revisar los resultados por tipo de dependencia podemos ver que este aumento en la dotación de recursos es principalmente crítico en los colegios municipales, quienes podrían mejorar en un 13,1% sus resultados de logro académico si contasen con una dotación óptima de recursos.

CUADRO 7: Máximo *output* potencial de largo plazo y ajuste de dotación de recursos requeridos

| Tipo de centro educativo | Estadísticos descriptivos | Eficiencia técnica de gestión (ϕ) | Máximo <i>output</i> potencial de largo plazo | Incremento potencial de largo plazo | Ajuste de recursos directivos (largo plazo) | Ajuste de recursos docentes (largo plazo) | Ajuste de infraestructuras (largo plazo) | Ajuste de equipamiento (largo plazo) |
|--------------------------|---------------------------|--|---|-------------------------------------|---|---|--|--------------------------------------|
| Total | Media | 1,0553 | 1,2025 | 1,1416 | 1,1112 | 1,1023 | 1,3183 | 1,2019 |
| | Mínimo | 0,9446 | 1,0000 | 1,0091 | 0,8571 | 0,8586 | 0,6460 | 0,5990 |
| | Percentil 25 | 1,0000 | 1,1154 | 1,0723 | 0,9912 | 1,0090 | 1,0824 | 0,8934 |
| | Median | 1,0155 | 1,1969 | 1,1028 | 1,0566 | 1,0924 | 1,2466 | 1,1206 |
| | Percentil 75 | 1,0942 | 1,2810 | 1,2026 | 1,1828 | 1,1655 | 1,4431 | 1,4110 |
| | Máximo | 1,3198 | 1,5000 | 1,5000 | 2,2857 | 1,9873 | 2,6818 | 2,4944 |
| Municipales | Media | 1,0746 | 1,2545 | 1,1723 | 1,1435 | 1,1329 | 1,3643 | 1,3552 |
| | Mínimo | 0,9887 | 1,0244 | 1,0244 | 0,8571 | 0,8586 | 0,6460 | 0,5990 |
| | Percentil 25 | 1,0000 | 1,1882 | 1,0760 | 1,0228 | 1,0452 | 1,1296 | 1,1045 |
| | Median | 1,0362 | 1,2418 | 1,1744 | 1,0980 | 1,1171 | 1,3165 | 1,3059 |
| | Percentil 75 | 1,1409 | 1,3182 | 1,2353 | 1,2061 | 1,1964 | 1,5365 | 1,5310 |
| | Máximo | 1,3198 | 1,5000 | 1,5000 | 2,2857 | 1,9873 | 2,6818 | 2,4851 |
| Privados subvencionados | Media | 1,0383 | 1,1586 | 1,1166 | 1,0841 | 1,0703 | 1,2860 | 1,0688 |
| | Mínimo | 0,9676 | 1,0000 | 1,0142 | 0,8730 | 0,8810 | 0,7018 | 0,7047 |
| | Percentil 25 | 0,9996 | 1,0816 | 1,0714 | 0,9778 | 0,9950 | 1,0816 | 0,8576 |
| | Median | 1,0054 | 1,1352 | 1,0915 | 1,0300 | 1,0691 | 1,2200 | 0,9829 |
| | Percentil 75 | 1,0605 | 1,2222 | 1,1237 | 1,1487 | 1,1212 | 1,3731 | 1,2022 |
| | Máximo | 1,2432 | 1,4486 | 1,3901 | 1,6970 | 1,3889 | 2,6754 | 2,4944 |
| Privados pagados | Media | 1,0194 | 1,0893 | 1,0681 | 1,0408 | 1,0802 | 1,1722 | 0,8947 |
| | Mínimo | 0,9446 | 1,0000 | 1,0091 | 0,9412 | 0,9524 | 0,9246 | 0,7078 |
| | Percentil 25 | 0,9930 | 1,0493 | 1,0559 | 0,9751 | 1,0000 | 1,0000 | 0,8161 |
| | Median | 1,0000 | 1,0563 | 1,0590 | 1,0370 | 1,0526 | 1,0760 | 0,8785 |
| | Percentil 75 | 1,0352 | 1,1558 | 1,0855 | 1,0769 | 1,1204 | 1,2568 | 0,9806 |
| | Máximo | 1,1415 | 1,2559 | 1,1329 | 1,2174 | 1,2945 | 1,8254 | 1,1606 |

CUADRO 8: Impacto de la eficiencia, recursos y nivel socioeconómico sobre máximo *output* de muy largo plazo

| Indicador | Tipo de centro educativo | Eficiencia técnica de gestión (ϕ) | Impacto de recursos ($\lambda_2 = \phi_3 / \phi_2$) | Impacto 1 NSEC ($\lambda_3 = \phi_4 / \phi_3$) | Impacto incremental a NSEC óptimo ($\lambda_4 = \phi_5 / \phi_4$) |
|------------|--------------------------|--|---|--|---|
| Eficiencia | Total | 1,055 | 1,107 | 1,031 | 1,034 |
| | Municipales | 1,075 | 1,131 | 1,036 | 1,050 |
| | Privados subvencionados | 1,038 | 1,084 | 1,030 | 1,021 |
| | Privados pagados | 1,019 | 1,068 | 1,000 | 1,000 |
| Porcentaje | Total | 24,50% | 46,18% | 13,97% | 15,35% |
| | Municipales | 25,72% | 44,05% | 12,77% | 17,46% |
| | Privados subvencionados | 22,28% | 48,04% | 17,31% | 12,37% |
| | Privados pagados | 22,53% | 77,47% | 0,00% | 0,00% |

Sin embargo, queda aún por cuantificar la brecha (*gap*) tecnológica que separa las fronteras de los distintos grupos socioeconómicos de escuelas. La comprensión de este fenómeno podría guiar el diseño de medidas de política pública en el ámbito educativo. El cuadro 9 muestra la brecha que existe entre: a) la frontera de referencia y la inmediatamente superior ($\lambda_3 = \phi_4 / \phi_3$); y b) la frontera de largo plazo (que considera la mejora de 1 nivel socioeconómico de las familias de los alumnos) y la frontera óptima. Corresponde entonces al impacto incremental del largo plazo al nivel socioeconómico óptimo (situación que sólo puede ser conseguido en el muy largo plazo).

Al analizar la brecha entre la actual frontera de referencia y la inmediatamente superior podemos observar que para los colegios del grupo socioeconómico más pobre (grupo 1), la brecha media es del 8,93%, considerablemente superior a las brechas de los grupos restantes que no superan el 3%. De igual manera la amplitud de esta brecha es muy heterogénea en el grupo 1 y va de un 7,41% para un colegio del percentil 25 a un 10,90% en el percentil 75. La situación es opuesta en los otros grupos socioeconómicos donde la brecha, además de ser pequeña, se mantiene relativamente constante.

CUADRO 9: Brecha (gap) tecnológica por grupo de centro según NSEC de la escuela

| Grupo NSEC | Estadísticos descriptivos | ϕ_1/ϕ_3 | ϕ_2/ϕ_4 |
|-----------------|---------------------------|-----------------|-----------------|
| Total | Media | 1,0312 | 1,0668 |
| | Mínimo | 1,0000 | 1,0000 |
| | Percentil 25 | 1,0231 | 1,0423 |
| | Median | 1,0290 | 1,0528 |
| | Percentil 75 | 1,0448 | 1,1000 |
| | Máximo | 1,1134 | 1,2248 |
| | Desviación típica | 0,0167 | 0,0399 |
| Bajo NSEC | Media | 1,0893 | 1,1982 |
| | Mínimo | 1,0741 | 1,1815 |
| | Percentil 25 | 1,0741 | 1,1815 |
| | Median | 1,0846 | 1,1931 |
| | Percentil 75 | 1,1090 | 1,2199 |
| | Máximo | 1,1134 | 1,2248 |
| | Desviación típica | 0,0170 | 0,0187 |
| Medio-bajo NSEC | Media | 1,0392 | 1,1045 |
| | Mínimo | 1,0244 | 1,1000 |
| | Percentil 25 | 1,0313 | 1,1000 |
| | Median | 1,0448 | 1,1000 |
| | Percentil 75 | 1,0448 | 1,1000 |
| | Máximo | 1,0448 | 1,1564 |
| | Desviación típica | 0,0087 | 0,0117 |
| Medio NSEC | Media | 1,0256 | 1,0578 |
| | Mínimo | 1,0000 | 1,0528 |
| | Percentil 25 | 1,0231 | 1,0528 |
| | Median | 1,0231 | 1,0528 |
| | Percentil 75 | 1,0239 | 1,0549 |
| | Máximo | 1,0408 | 1,0912 |
| | Desviación típica | 0,0068 | 0,0103 |
| Medio-alto NSEC | Media | 1,0342 | 1,0342 |
| | Mínimo | 1,0290 | 1,0290 |
| | Percentil 25 | 1,0290 | 1,0290 |
| | Median | 1,0290 | 1,0290 |
| | Percentil 75 | 1,0290 | 1,0290 |
| | Máximo | 1,0948 | 1,0948 |
| | Desviación típica | 0,0141 | 0,0141 |
| Alto NSEC | Media | 1,0000 | 1,0000 |
| | Mínimo | 1,0000 | 1,0000 |
| | Percentil 25 | 1,0000 | 1,0000 |
| | Median | 1,0000 | 1,0000 |
| | Percentil 75 | 1,0000 | 1,0000 |
| | Máximo | 1,0000 | 1,0000 |
| | Desviación típica | 0,0000 | 0,0000 |

CUADRO 10: Contraste de diferencias de distribuciones basado en Li (1996) según nivel socio-económico

| Hipótesis nula ^a (H_0), según nivel socioeconómico | | ϕ_4/ϕ_3 | ϕ_5/ϕ_4 |
|---|-------------------|-----------------|-----------------|
| Nivel 1 vs. nivel 2 | Estadístico T^b | 7,1684 | 5,0535 |
| | p valor | 0,0000 | 0,0000 |
| Nivel 2 vs. nivel 3 | Estadístico T^b | 81,0866 | 29,7166 |
| | p valor | 0,0000 | 0,0000 |
| Nivel 3 vs. nivel 4 | Estadístico T^b | 59,4188 | – |
| | p valor | 0,0000 | – |

Nota: $f(\cdot)$ y $g(\cdot)$ son funciones (kernel) de distribución para cada uno de los niveles socioeconómicos considerados (1, 2, 3 y 4).

^a La hipótesis nula hace referencia a la igualdad de distribuciones de los indicadores considerados (ϕ_4/ϕ_3 y ϕ_5/ϕ_4) para cada uno de los niveles socioeconómicos considerados, $H_0: f(x) = g(x), \forall x$, frente a la alternativa, $H_1: f(x) \neq g(x)$, para algún x .

^b Véase expresión (20).

La brecha que existe entre la actual frontera de referencia y la óptima (esto es, la correspondiente a los centros del grupo socioeconómico 5) es, para las escuelas de los tres primeros grupos socioeconómicos, considerablemente superior (más del doble) que la brecha entre fronteras contiguas. Por ejemplo para las escuelas del grupo de bajo NSEC, el impacto de avanzar un nivel socioeconómico es del 4%, mientras que el impacto de pasar del grupo 2 (nivel socioeconómico medio-bajo) al grupo 5 es del 10%. Para los centros del grupo de más bajo nivel socioeconómico, esta situación es más notoria, pasando de una brecha del 9% a una brecha del 20%. A diferencia del caso anterior, entre escuelas de un mismo nivel socioeconómico esta brecha es muy homogénea. Por tanto, mejorar el nivel socioeconómico de la población tiene mucho mayor impacto en el logro académico de los estudiantes si ello se focaliza en los sectores más desventajados socialmente, en particular en los colegios del grupo socioeconómico más pobre. Ello también podría hacer posible una sociedad con mayor igualdad de oportunidades. Como indican los resultados correspondientes a la aplicación del test de [21], las diferencias entre los grupos considerados son siempre estadísticamente significativas.

Hasta el momento, hemos descompuesto el impacto sobre el máximo *output* alcanzable en tres factores, a saber, la eficiencia técnica de gestión, la dotación de recursos, y el nivel socioeconómico de las familias. Adicionalmente, hemos cuantificado la modificación óptima requerida en la dotación de cada uno de los recursos de la función de producción educativa, ya sea de mediano, largo o muy largo plazo. Sin embargo, nos

falta por explicar qué capacidades organizativas a nivel de proceso intra-centro explican las diferencias de desempeño. Para ello, se plantea una regresión cuantil en la que la variable dependiente es el indicador de eficiencia técnica de gestión (ϕ_2), y las variables independientes son las capacidades organizativas a nivel de centro educativo, descritas en el apartado 4. Hemos optado por este tipo de regresión, y no de variables truncadas o de análisis Tobit que se suelen utilizar en los estudios de eficiencia por las razones apuntadas en el apartado 3.

Los resultados, correspondientes a la estimación de la ecuación (16), se muestran en el cuadro 11, para distintos cuantiles. Nótese que el cuantil $\tau = 0,50$ correspondería a la mediana. Los intervalos de confianza se han construido al 95%, y a través de ellos se comprueba que *ninguna* variable es significativa para la totalidad de la distribución condicionada. Por ejemplo, la gestión pedagógica (x_1^p) es, en general, positiva y significativa, pero sólo para los niveles más altos de ϕ_2 —los coeficientes correspondientes a $\tau = 0,05$ y $\tau = 0,10$ contienen el cero. Además, el impacto es más alto en la cola superior de la distribución de ϕ_2 . El impacto es también positivo para la componente pedagógico curricular del trabajo en equipo (x_4^p), si bien sólo entre los cuantiles $\tau = 0,10$ y $\tau = 0,50$, y con una magnitud variable —más alta para la mediana. Por su parte, el impacto de la gestión de recursos humanos (x_2^p) es negativo, pero sólo es significativo para los niveles de eficiencia más altos —a excepción de $\tau = 0,95$ —, un patrón similar al que se obtiene para la componente de preparación de clases del trabajo en equipo (x_5^p)². Por el contrario, las prácticas pedagógicas de los docentes (x_6^p) y la relación profesor-alumno (x_7^p) son sólo significativas para la cola inferior de la distribución de los índices de eficiencia, si bien con signo contrario —negativo para x_6^p , positivo para x_7^p . La componente conducta del trabajo en equipo (x_3^p) no es significativa.

Estos resultados muestran la utilidad de la regresión cuantil. No sólo es más robusta que la regresión MCO a la violación de los supuestos estadísticos y, por tanto, la crítica

² Que la relación no sea significativa para el cuantil 0,95 se puede deber a que este grupo de observaciones son aquellas que están por encima de 1 —posibilidad contemplada por la metodología *orden-m*— y que hacen referencia a DMU *ineficientes*.

de Simar y Wilson (2007) no sería aplicable sino que, además, se observa que los resultados varían dependiendo del cuantil considerado, un resultado que se extiende a la práctica totalidad de los regresores considerados. Si bien las explicaciones son múltiples, dependiendo de la variable considerada, lo que se deriva de estos resultados es que los determinantes de la eficiencia técnica de gestión (ϕ_2) no son siempre los mismos para los centros más eficientes y los más ineficientes.

CUADRO 11: Determinantes de la eficiencia de gestión (ϕ) utilizando regresión cuantil

| Covariables | Cuantil (τ) | | | | | | |
|---|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | 0,05 | 0,10 | 0,25 | 0,50 | 0,75 | 0,90 | 0,95 |
| (Intercepto) | 0.997 (0.989, 1.031) | 1.000 (0.985, 1.018) | 1.000 (0.996, 1.000) | 0.951 (0.888, 1.018) | 0.952 (0.741, 1.125) | 1.008 (0.869, 1.326) | 1.164 (0.753, 1.357) |
| Gestión pedagógica (x_1^p) | 0.001 (-0.003, 0.009) | 0.001 (-0.002, 0.005) | 0.000 (0.000, 0.001) | 0.027 (0.003, 0.041) | 0.084 (0.048, 0.135) | 0.142 (0.072, 0.171) | 0.130 (0.057, 0.152) |
| Gestión de recursos humanos (x_2^p) | -0.001 (-0.008, 0.007) | -0.001 (-0.005, 0.004) | 0.000 (0.000, 0.000) | -0.007 (-0.030, 0.019) | -0.064 (-0.099,-0.013) | -0.058 (-0.085,-0.012) | -0.062 (-0.116, 0.014) |
| Trabajo en equipo-conducta (x_3^p) | 0.000 (-0.002, 0.003) | 0.000 (-0.001, 0.001) | 0.000 (0.000, 0.000) | -0.004 (-0.011, 0.006) | 0.006 (-0.010, 0.024) | 0.009 (-0.005, 0.032) | 0.015 (-0.018, 0.035) |
| Trabajo en equipo-pedagógico curricular (x_4^p) | 0.007 (-0.006, 0.010) | 0.004 (0.003, 0.006) | 0.000 (0.000, 0.001) | 0.015 (0.004, 0.032) | 0.027 (-0.016, 0.037) | -0.012 (-0.047, 0.037) | -0.011 (-0.051, 0.077) |
| Trabajo en equipo-preparación de clases (x_5^p) | -0.002 (-0.003, 0.003) | -0.001 (-0.002, 0.000) | 0.000 (0.000, 0.000) | -0.004 (-0.010, 0.004) | -0.024 (-0.035,-0.010) | -0.024 (-0.037,-0.009) | -0.007 (-0.046, 0.001) |
| Prácticas pedagógicas de los docentes (x_6^p) | -0.015 (-0.020,-0.010) | -0.009 (-0.014,-0.005) | 0.000 (-0.001, 0.000) | -0.009 (-0.038, 0.011) | 0.002 (-0.072, 0.055) | -0.062 (-0.094, 0.027) | -0.036 (-0.144, 0.075) |
| Relación profesor-alumno (x_7^p) | 0.009 (0.003, 0.014) | 0.005 (0.001, 0.010) | 0.000 (0.000, 0.002) | 0.002 (-0.011, 0.020) | 0.006 (-0.040, 0.050) | 0.045 (-0.075, 0.067) | -0.026 (-0.092, 0.094) |

Nota: Los números representan coeficientes para la regresión cuantil estimada para cada uno de los cuantiles seleccionados (τ). Los errores típicos se muestran entre paréntesis.

6. Conclusiones

LAS contribuciones de este artículo pueden ser descompuestas en dos vertientes, metodológica y empírica. Desde el punto de vista metodológico, aborda la problemática del desempeño de centros educativos desde una perspectiva más holística. Para ello utiliza un modelo de análisis de tres etapas. En la primera evalúa la eficiencia técnica global y de gestión utilizando un modelo FDH robusto (orden- m). En una segunda etapa, se calcula el máximo resultado posible que un colegio podría obtener si dispusiera de una dotación de recursos óptimos y se desplazara por la frontera eficiente en tres distintos horizontes de tiempo (medio, largo y muy largo plazo). De manera conjunta, en esta etapa se cuantifica la dotación óptima de recursos que debiera tener el colegio para hacer posible la consecución del máximo *output* potencial. Finalmente, en una tercera etapa se determinan los factores explicativos de las diferencias de desempeño observadas utilizando como variables explicativas las capacidades organizativas del centro educativo. Este análisis hace factible conocer con mayor detalle el comportamiento de la función de producción en educación y, por tanto, direccionar de mejor manera la política pública que pueda ayudar a solucionar algunas de las distorsiones encontradas.

Desde el punto de vista empírico, este artículo se diferencia de anteriores aportaciones en este campo en varios aspectos. En primer lugar, por contar con un modelo de evaluación muy completo, construido a partir de bases de datos de pruebas estandarizadas de lenguaje y matemáticas, así como un instrumento que captura información de recursos y capacidades de los centros en una muestra significativa de todos los tipos de colegios de un país. Lo anterior soluciona el gran inconveniente de los estudios en el marco de la teoría de recursos y capacidades al cuantificar y validar empíricamente las variables no observables consideradas en el modelo, utilizando para ello ecuaciones estructurales con variables latentes.

Los resultados de eficiencia técnica son coherentes con los encontrados en estudios previos para Chile que señalan que la ineficiencia técnica de gestión promedio bordea el 6% (Mizala et ál., 2002). De manera análoga, se concluye que existe una alta heterogeneidad del desempeño de los centros, ya sea entre centros de distinto tipo e inclusive entre colegios de la misma dependencia. La eficiencia técnica que muestran los colegios privados pagados es superior a los privados subvencionados y, a su vez, la de estos es superior a la de los munic-

pales, si bien las diferencias no son estadísticamente significativas entre los dos tipos de colegios privados. La brecha disminuye considerablemente al controlar por nivel socio-económico de las escuelas, aunque persiste un mejor desempeño de los privados, seguido por los privados subvencionados y municipales.

Es de notar el hecho de que la heterogeneidad en el desempeño es principalmente observable entre colegios municipales. Esto da lugar a plantear la pregunta sobre si resulta conveniente seguir manteniendo centros que muestran desempeños claramente inferiores. La respuesta no puede ser contestada sólo desde la mirada de su desempeño, sino también desde la perspectiva de la cobertura que ofrecen. Si además de exhibir resultados ineficientes se demuestra que su matrícula es absorbible por otros centros, y ello no perjudicase el acceso a la educación de los estudiantes, la decisión de cerrar podría implicar un aumento de la eficiencia del sistema.

Del análisis de máximo *output* alcanzable podríamos concluir que la mejora de resultados producto de un incremento en la dotación de recursos es mayor que las mejoras de resultados de logro académico alcanzables por mejoras en la eficiencia. En particular, este aumento en la dotación de recursos en el medio plazo debiera ser, en promedio, mayor en infraestructura y equipamiento. Asimismo, como se desprende del análisis de la eficiencia, las mejoras potenciales de resultados producto de una más adecuada dotación de recursos se aprecian en el sector municipal, para lo cual se requeriría un mayor aumento de recursos. Estas afirmaciones, no obstante, estarían condicionadas por el hecho de haber sido llevadas a cabo a partir de datos obtenidos a través de cuestionarios.

El estudio ha contribuido también a mostrar la existencia de brechas (gaps) tecnológicas entre escuelas de distinto nivel socioeconómico; siendo la brecha más profunda la que separa el grupo 1 (el más pobre) del grupo de escuelas del nivel inmediatamente superior. Por tanto, resulta obligatorio para la política pública romper con esta brecha, priorizando este conjunto de escuelas con el fin de impedir que persistan las diferencias. Las diferencias encontradas entre los distintos niveles han sido siempre estadísticamente significativas.

Estudios previos de comparaciones internacionales mostraron que el sistema educativo de Chile es eficiente y que su mejora de resultados requiere un aumento considerable de recursos (Giménez et ál., 2007; Thieme et ál., 2009). Lo anterior es corroborado a nivel microeconómico. Ineficiencias técnicas de gestión del orden del 6% estarían en línea con la media de los sistemas educativos de similar nivel socioeconómico. De igual manera, los

resultados obtenidos a nivel micro, que indican una mayor importancia de los recursos sobre la eficiencia de cara a obtener máximos resultados potenciales, corroboran la conclusión que la dotación de recursos es inadecuada, en especial para los colegios municipales que ofrecen cobertura a los estudiantes de más bajos recursos.

7. Apéndice: El contraste de igualdad de distribuciones de Li (1996)

EXISTEN numerosos instrumentos para contrastar si las diferencias entre algunos de los momentos que caracterizan dos determinadas distribuciones difieren estadísticamente. Algunos de estos contrastes, como el de Wilcoxon, tienen la ventaja de ser más robustos al incumplimiento de la normalidad, pero tienen la limitación de ceñir el análisis a un determinado estadístico. En concreto, el contraste de Wilcoxon proporciona información sobre las diferencias entre medianas.

Sin embargo, durante los últimos años se han venido utilizando (Kumar y Russell, 2002; Pastor y Tortosa-Ausina, 2008; Balaguer-Coll et ál., 2010) algunos instrumentos desarrollados en el campo de la estadística no paramétrica como el test de Li (1996, 1999) que permite contrastar si dos distribuciones (y no sólo dos estadísticos resumen como la media o la mediana) difieren significativamente, teniendo en cuenta la totalidad de la distribución.

La aplicación de estos contrastes requiere, en una primera fase, estimar no paramétricamente por métodos de suavizado kernel las funciones de densidad correspondientes a los indicadores de interés³.

El estimador kernel \hat{f} de una densidad univariante f basado en una muestra de R índices se expresa como:

$$\hat{f}(x) = \frac{1}{Rh} \sum_{i=1}^R K\left(\frac{x - \phi_i}{h}\right) \quad (17)$$

³ Si bien existen ya numerosas monografías que se ocupan del tema, quizás la contribución más relevante sea la de (1986) y, más recientemente, la de (2007).

donde r es el índice de alumno, ϕ_i es el índice analizado, x es el punto de evaluación, h es el parámetro de suavizado, y K es una función kernel que satisface ciertas condiciones (v. Silverman, 1986). Este tipo de estimación requiere dos decisiones. Una se refiere a la elección del kernel que, por su facilidad de cálculo, ha recaído en el kernel gaussiano, y la otra al parámetro de suavizado (h), que ha recaído sobre los métodos *plug-in*, por su adecuado compromiso entre sesgo y varianza (Sheather y Jones, 1991).

El contraste de Li (1996) se basa en medir la distancia entre dos densidades $f(x)$ y $g(x)$ a través del error cuadrático integrado, esto es:

$$\begin{aligned} I = I(f(x), g(x)) &= \int_x (f(x) - g(x))^2 dx = \int_x (f^2(x) + g^2(x) - 2f(x)g(x)) dx \\ &= \int_x (f(x)dF(x) + g(x)dG(x) - 2g(x)dF(x)) \end{aligned} \quad (18)$$

donde F y G serían dos candidatas para la distribución de X , con funciones de densidad $f(x)$ and $g(x)$, que son estimadas por los métodos de suavizado kernel comentados con anterioridad, por lo que \hat{f} será el estimador kernel no paramétrico de f . Siendo así, dado que $\hat{f} = (1/(Rh)) \sum_{i=1}^R K((x_i - x)/h)$, un estimador posible para I será:

$$\begin{aligned} \tilde{I} &= \int_x (\hat{f}(x) - \hat{g}(x))^2 dx \\ &= \frac{1}{R^2 h} \sum_{j=1}^R \sum_{i=1}^R [K(\frac{x_j - x_i}{h}) + K(\frac{y_j - y_i}{h}) - 2K(\frac{y_j - x_i}{h}) - K(\frac{x_j - y_j}{h})] \\ &\quad + \frac{1}{R^2 h} \sum_{i=1}^R [2K(0) - 2K(\frac{x_j - y_i}{h})] \end{aligned} \quad (19)$$

El error cuadrático integrado constituye la base para calcular el estadístico en el cual se basa el contraste (véase Fan, 1994; Li, 1996; Pagan y Ullah, 1999), cuya expresión general responde a:

$$T = \frac{Rh^{1/2} \tilde{I}}{\hat{\sigma}} \quad (20)$$

donde

$$\hat{\sigma} = \frac{1}{R^2 h} \sum_{j=1}^R \sum_{i=1}^R \left[K\left(\frac{x_j - x_i}{h}\right) + K\left(\frac{y_j - y_i}{h}\right) + 2K\left(\frac{x_j - y_i}{h}\right) \right] \int K^2(\Psi) d\psi \quad (21)$$

y h es el parámetro de suavizado.

8. Bibliografía

- AMIT, R. y P.J.H. SCHOEMAKER (1993): “Strategic assets and organizational rent”, *Strategic Management Journal* 14 (1), 33–46.
- ÁLVARO CUERVO (1993): “El papel de la empresa en la competitividad”, *Papeles de Economía Española* 56, 363–378.
- BALAGUER-COLL, M.T., D. PRIOR y E. TORTOSA-AUSINA (2007): “On the determinants of local government performance: A two-stage nonparametric approach”, *European Economic Review* 51 (2), 425–451.
- _____ (2010): “Devolution dynamics of Spanish local government”, *Environment and Planning A* 42 (6), 1476–1495.
- BARNEY, J.B., M. WRIGHT y D.J. KETCHEN (2001): “The resource-based view of the firm: Ten years after 1991”, *Journal of Management* 27 (6), 625.
- BARNEY, J.B. (1991): “Firm resources and sustained competitive advantage”, *Journal of Management* 17 (1), 99–120.
- BATISTA, J.M. y G. COENDERS (2000): *Modelos de Ecuaciones Estructurales*. Madrid: Editorial La Muralla.
- BESSENT, A., W. BESSENT, J. KENNINGTON y B. REAGAN (1982): “An application of mathematical programming to assess productivity in the Houston independent school district”, *Management Science* 28 (12), 1355–1367.
- BIFULCO, R. y S. BRETSCHNEIDER (2001): “Estimating school efficiency: A comparison of methods using simulated data”, *Economics of Education Review* 20 (5), 417–429.
- BRYK, A.S. y S.W. RAUDENBUSH (1992): *Hierarchical Linear Models: Applications and Data Analysis Methods*. Newbury Park, CA: Sage.

- CAZALS, C., J.P. FLORENS y L. SIMAR (2002): “Nonparametric frontier estimation: a robust approach”, *Journal of Econometrics* 106, 1–25.
- CHARNES, A., W.W. COOPER y E. RHODES (1978): “Measuring the efficiency of decision making units”, *European Journal of Operational Research* 2 (6), 429–444.
- CHERCHYE, L., T. KUOSMANEN y T. POST (2000): “What is the economic meaning of FDH? A reply to Thrall”, *Journal of Productivity Analysis* 13, 263–267.
- COAD, A. y W. HÖLZL (2009): “On the autocorrelation of growth rates”, *Journal of Industry, Competition and Trade* 9 (2), 139–166.
- COAD, A. y R. RAO (2008): “Innovation and firm growth in high-tech sectors: A quantile regression approach”, *Research Policy* 37 (4), 633–648.
- COOPER, W.W., L.M. SEIFORD y K. TONE (2000): *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*. Boston, MA: Kluwer Academic Publishing.
- DE JORGE, J. y D. SANTÍN (2010): “Los determinantes de la eficiencia educativa en la Unión Europea”, *Hacienda Pública Española/Revista de Economía Pública* 193 (2), 131–156.
- DELANNOY, F. (1998): “Reformas en gestión educacional en los 90s”, LCSH Paper Series n.º 21, Washington, D.C.: Human Development Department, The World Bank.
- DEPRINS, D., L. SIMAR y H. TULKENS (1984): “Measuring labor-efficiency in post offices”. En M. Marchand, P. Pestieau y H. Tulkens, eds. *The Performance of Public Enterprises: Concepts and Measurement*, cap. 10, Amsterdam: North-Holland, 243–267.
- FAN, Y. (1994): “Testing the goodness-of-fit of a parametric density function by kernel method”, *Econometric Theory* 10, 316–356.
- FARRELL, M.J. (1957): “The measurement of productive efficiency”, *Journal of the Royal Statistical Society, Ser. A*, 120, 253–281.
- FÄRE, R. (1984): “The existence of plant capacity”, *International Economic Review*, 25, 209–213.
- FÄRE, R., S. GROSSKOPF y C.A.K. LOVELL (1985): *The Measurement of Efficiency of Production, Studies in Productivity Analysis*. Dordrecht: Kluwer-Nijhoff Publishing.
- FÄRE, R., S. GROSSKOPF y W.L. WEBER (1989): “Measuring school district performance”, *Public Finance Review* 17 (4), 409.

- GANLEY, J.A. y J.S. CUBBIN (1992): *Public sector efficiency measurement: Applications of data envelopment analysis*. Nueva York: Elsevier Science.
- GIMÉNEZ, V., D. PRIOR y C. THIEME (2007): “Technical efficiency, managerial efficiency and objective setting in the educational system: An international comparison”, *Journal of the Operational Research Society* 58 (8), 996–1007.
- GOLDSTEIN, H. (1995): *Multilevel Statistical Models*. Londres: Wiley.
- GRANT, R. (2005): *Contemporary Strategy Analysis*. Londres: Blackwell Publishing.
- HADDAD, W. D., M. CARNOY, R. RINALDI y O. REGEL (1990): “Education and Development; Evidence for New Priorities”, Discussion Papers n.º 95, Washington, DC: Banco Mundial.
- HANUSHEK, E. A. (1986): “The economics of schooling: Production and efficiency in public schools”, *Journal of Economic Literature* 24 (3), 1141–1177.
- _____ (1998): “Conclusions and controversies about the effectiveness of school resources”, *Economic Policy Review* 4 (1), 11–27.
- HARRIS, A. (2000): “What works in school improvement? Lessons from the field and future directions”, *Educational Research* 42, 1–11.
- ILLUECA, M., J.M. PASTOR y E. TORTOSA-AUSINA (2009): “The effects of geographic expansion on the productivity of Spanish savings banks”, *Journal of Productivity Analysis* 32 (2), 119-143.
- JOHANSEN, L. (1968): “Production functions and the concept of capacity”. En F.R. Førsund, ed. *Collected Works of Leiv Johansen*. Amsterdam. North-Holland, 359–382.
- KNEIP, A., B. U. PARK y L. SIMAR (1998): “A note on the convergence of nonparametric DEA estimators for production efficiency scores”. *Econometric Theory* 14, 783–793.
- KOENKER, R. (2001): “Quantile regression”. *Journal of Economic Perspectives* 15 (4), 143–156.
- _____ (2005): *Quantile Regression*. Cambridge University Press.
- KOENKER, R. y G. BASSETT (1978): “Regression quantiles”, *Econometrica* 46 (1), 33–50.
- KUMAR, S. y R.R. RUSSELL (2002): “Technological change, technological catch-up, and capital deepening: Relative contributions to growth and convergence”, *American Economic Review* 92 (3), 527–548.
- LEVIN, H. (1996): “Aumentando la productividad educativa”. En *Economía de la Educación*. Temas de Estudio e Investigación n.º 22, Colección Estudios y Documentos, Bilbao: Gobierno Vasco.

- LEWIN, A.Y. Y R.C. MOREY (1981): “Measuring the relative efficiency and output potential of public sector organizations: an application of Data Envelopment Analysis”, *International Journal of Policy Analysis and Information Systems* 5 (4), 267–285.
- LI, Q. (1996): “Nonparametric testing of closeness between two unknown distribution functions”, *Econometric Reviews* 15, 261–274.
- ____ (1999): “Nonparametric testing the similarity of two *unknown density functions: local power and bootstrap analysis*”, *Journal of Nonparametric Statistics* 11 (1), 189–213.
- LI, Q. Y J.S. RACINE (2007): *Nonparametric Econometrics: Theory and Practice*, Princeton University Press, Princeton and Oxford.
- LOZANO-VIVAS, A., J.T. PASTOR Y I. HASAN (2001): “European bank performance beyond country borders: What really matters?”, *European Finance Review* 5 (1–2), 141–165.
- LOZANO-VIVAS, A., J.T. PASTOR Y J.M. PASTOR (2002): “An efficiency comparison of European banking systems operating under different environmental conditions”, *Journal of Productivity Analysis* 18 (1), 59–77.
- LUQUE, T. (2000): *Técnicas de Análisis de Datos en Investigación de Mercados*. Madrid: Pirámide.
- LYNCH, R. y P. BAINES (2004): “Strategy development in UK higher education: towards resource-based competitive advantages”, *Journal of Higher Education Policy and Management* 26 (2), 171–187.
- MANCEBÓN, M.J. (1999): “La evaluación de la eficiencia de los centros educativos: una valoración de los métodos de medición disponibles para obtener estimaciones”. En J. Ventura Blanco, ed. *Perspectivas económicas de la educación*. Barcelona: Edicions Universitat de Barcelona.
- MANCEBÓN, M. J. Y E. BANDRÉS (1999): “Efficiency evaluation in secondary schools: the key role of model specification and of ex post analysis of results”, *Education Economics* 7 (2), 131–152.
- MANCEBÓN, M. J. Y C. MAR MOLINERO (2000): “Performance in primary schools”, *Journal of the Operational Research Society* 51 (7), 843–854.
- MARTINIC, S. Y M. PARDO (2003): “La investigación sobre eficacia escolar en Chile”. En F.J. Murillo, ed. *La Investigación sobre Eficacia Escolar en Iberoamérica*. Revisión Internacional sobre el Estado del Arte, Convenio Andrés Bello Madrid y Santiago de Chile: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, España y CIDE.

- McFADDEN, D. (1978): “Cost, revenue and profit functions”. En M. Fuss y D. McFadden, eds. *Production Economics: A Dual Approach to Theory and Applications*, Amsterdam: North-Holland.
- MIZALA, A., P. ROMAGUERA Y D. FARREN (2002): “The technical efficiency of schools in Chile”, *Applied Economics* 34 (12), 1533–1552.
- MUÑOZ, M.A. (2002): “Separating managerial inefficiency and external conditions in Data Envelopment Analysis”, *European Journal of Operational Research* 143 (3), 625–643.
- MUJIS, D., A. HARRIS, C. CHAPMAN, L. STOLL Y J. RUSS (2004): “Improving schools in socioeconomically disadvantaged areas—A review of research evidence”, *School Effectiveness and School Improvement* 15 (2), 149–175.
- MUÑOZ REPISO, M., J. CERDÁN, F. J. MURILLO, J. CALZÓN, M. CASTRO, I. EGIDO, R. GARCÍA Y M. LUCIO-VILLEGAS (1995): *Calidad de la educación eficacia de la escuela*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.
- MURILLO, F.J. (2006): “Investigación sobre eficacia escolar en Iberoamérica”. En F.J. Murillo, ed. *Estudios sobre eficacia escolar en Iberoamérica. 15 buenas investigaciones*. Bogotá: Convenio Andrés Bello, 13–32.
- OLIVEIRA, M.A. Y C. SANTOS (2005): “Assessing school efficiency in Portugal using FDH and bootstrapping”, *Applied Economics* 37 (8), 957–968.
- PAGAN, A. Y A. ULLAH (1999): *Nonparametric Econometrics*. Themes in modern econometrics, Cambridge: Cambridge University Press.
- PARK, B.U., L. SIMAR Y C. WEINER (2000): “The FDH estimator for productivity efficiency scores”, *Econometric Theory* 16, 6, 855–877.
- PASTOR, J. M. Y E. TORTOSA-AUSINA (2008): “Social capital and bank performance: An international comparison for OECD countries”, *The Manchester School* 76 (2), 223–265.
- PÉREZ, L., C. BELLEI, D. RACZYNSKI Y G. MUÑOZ (2004): “¿Quién dijo que no se puede? Escuelas efectivas en sectores de pobreza”. Documento de trabajo, Santiago de Chile: UNICEF.
- REICHSTEIN, T., M.S. DAHL, B. EBERSBERGER Y M.B. JENSEN (2010): “The devil dwells in the tails”, *Journal of Evolutionary Economics* 20 (2), 219–231.
- RUGGIERO, J., W. DUNCOMBE Y J. MINER (1995): “On the measurement and causes of technical inefficiency in local public services: With an application to public education”, *Journal of Public Administration Research and Theory* 5 (4), 403–428.

- SCHEERENS, J. (1993): “Effective schooling: Research, theory and practice”. *School Effectiveness and School Improvement* 4 (3), 230–235.
- SHEATHER, S.J. Y M.C. JONES (1991): “A reliable data-based bandwidth selection method for kernel density estimation”, *Journal of the Royal Statistical Society Ser. B* 53 (3), 683–690.
- SILVA PORTELA, M.C.A. Y E. THANASSOULIS (2001): “Decomposing school and school-type efficiency”, *European Journal of Operational Research* 132 (2), 357–373.
- SILVERMAN, B.W. (1986): *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*. Londres: Chapman and Hall.
- SIMAR, L. (2003): “Detecting outliers in frontier models: A simple approach”, *Journal of Productivity Analysis* 20 (3), 391–424.
- SIMAR, L. Y P.W. WILSON (2000a): “A general methodology for bootstrapping in nonparametric frontier models”, *Journal of Applied Statistics* 27 (6), 779–802.
- ____ (2000b): “Statistical inference in nonparametric frontier models: The state of the art”, *Journal of Productivity Analysis* 13 (1), 49–78.
- ____ (2007): “Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of productive processes”, *Journal of Econometrics* 136 (1), 31–64.
- TEDDLIE, C. Y D. REYNOLDS (2000): *The International Handbook of School Effectiveness Research*. Londres: Routledge.
- THIEME, C., V. GIMÉNEZ Y D. PRIOR (2009): “Evaluación de la eficiencia de los sistemas educativos nacionales en su objetivo de proveer calidad y equidad”. En L. Cariola, G. Cares y E. Lagos, eds. *Qué nos dice PISA sobre la educación de los jóvenes en Chile. Nuevos análisis y perspectivas sobre los resultados en PISA 2006*. Santiago de Chile: Gobierno de Chile.
- URWICK, J. Y S.U. JUNaidu (1991): “The effects of school physical facilities on the processes of education: A qualitative study of Nigerian primary schools”, *International Journal of Educational Development* 11 (1), 19–29.
- WILSON, P.W. (1993): “Detecting outliers in deterministic nonparametric frontier models with multiple outputs”, *Journal of Business and Economic Statistics* 11 (3), 319–23.
- ____ (1995): “Detecting influential observations in Data Envelopment Analysis”, *Journal of Productivity Analysis* 6 (1), 27–45.

NOTA SOBRE LOS AUTORES - ABOUT THE AUTHORS*

VÍCTOR GIMÉNEZ GARCÍA, doctor por la Universidad Autónoma de Barcelona, es en la actualidad profesor contratado en dicha universidad, donde dirige además varios cursos de posgrado. Ha publicado numerosos artículos en revistas nacionales e internacionales (*Fiscal Studies*, *Economics of Education Review*, *Hacienda Pública Española-Revista de Economía Pública*, etc.), y ha participado también en varios proyectos de investigación. En la actualidad es investigador asociado del proyecto *Gestión y evaluación de las organizaciones* (Ministerio de Ciencia e Innovación, VI Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011).

Correo electrónico: Victor.Gimenez@uab.cat

DIEGO PRIOR JIMÉNEZ, doctor por la Universidad Autónoma de Barcelona, es en la actualidad catedrático de Finanzas y Contabilidad en dicha universidad e investigador del IESEG School of Management (Lille, Francia). Ha sido también profesor visitante en la Universidad Diego Portales (Santiago, Chile), el Instituto Tecnológico de Monterrey (Guadalajara, México), la Kent School of Business (University of Kent, Reino Unido), o el Department of Economics and Related Studies (University of York, Reino Unido). Ha publicado numerosos libros y monografías así como más de setenta artículos en revistas nacionales e internacionales tales como *European Economic Review*, *Journal of Banking and Finance*, *European Journal of Operational Research*, *Journal of Productivity Analysis*, *OMEGA-The International Journal of Management Science*, etc. Ha participado como investigador asociado e investigador principal en numerosos proyectos nacionales e internacionales, dirigiendo en la actualidad el proyecto *Gestión y evaluación de las organizaciones* (Ministerio de Ciencia e Innovación, VI Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011).

Correo electrónico: diego.prior@uab.cat

CLAUDIO THIEME es ingeniero civil industrial y doctor en Administración de Empresas por la Universidad Autónoma de Barcelona. En la actualidad es profesor asociado en la Facultad de Economía y Empresa de la Universidad Diego Portales, Santiago de Chile. Ha desarrollado distintos estudios en el área de Gestión y Políticas Públicas para ministerios, gobiernos locales y regionales. Sus principales áreas de investigación incluyen la evaluación del desempeño de organizaciones y procesos de gestión, principalmente asociada a instituciones públicas y del ámbito educativo.

Correo electrónico: claudio.thieme@udp.cl

EMILI TORTOSA AUSINA, licenciado en Ciencias Económicas y Empresariales por la Universidad de Valencia y doctor en Economía (Premio Extraordinario) por la Universidad Jaume I, es en la actualidad profesor titular de Economía Aplicada en dicha universidad. Ha sido también profesor del Departamento de Análisis Económico en la Universidad de Alicante (1994-1995) y becario de diversas instituciones (Fundación Caja Madrid, entre otras). Ha sido investigador visitante en la Universidad Autónoma de Barcelona, la Universidad de New South Wales (Australia) y la Universidad de Oregon State (EE. UU.). Sus campos de especialización son la economía bancaria y el análisis de la eficiencia y la productividad. Ha publicado varios libros en colaboración y artículos en revistas especializadas, además de participar en numerosos congresos nacionales e internacionales.

Correo electrónico: tortosa@uji.es

Cualquier comentario sobre este documento puede ser enviado a Claudio Thieme, Facultad de Economía y Empresa, Universidad Diego Portales, Av. Manuel Rodríguez Sur 253, Santiago de Chile, Chile. Tel.: +56-2.6762211, e-mail: claudio.thieme@udp.cl.

* Claudio Thieme agradece la financiación de FONDECYT, proyecto 11085061, Diego Prior la del Ministerio de Ciencia e Innovación (ECO2010-18967/ECON), y Emili Tortosa-Ausina la de la Fundación Caixa Castelló-Bancaixa (P1.1B2008-46), el Ministerio de Ciencia e Innovación (ECO2008-03813/ECON and ECO2008-05908-C02-01/ECON) y la Generalitat Valenciana (PROMETEO/2009/066).

ÚLTIMOS NÚMEROS PUBLICADOS – RECENT PAPERS

- DT 01/12 *Tablas de vida de decrementos múltiples: Mortalidad por causas en España (1975-2008)*
Francisco J. Goerlich Gisbert
- DT 04/11 *El stock y los servicios del capital en España y su distribución territorial y sectorial (1964-2010)*
Matilde Mas Ivars, Francisco Pérez García y Ezequiel Uriel Jiménez (Dir.)
- DT 03/11 *Cartografía y demografía: Una grid de población para la Comunitat Valenciana*
Francisco J. Goerlich Gisbert e Isidro Cantarino Martí
- DT 02/11 *Who Meets the Standards? A Multidimensional Approach*
Antonio Villar Notario
- DT 01/11 *Quality of Life Lost Due to Non-Fatal Road Crashes*
Patricia Cubí Mollá y Carmen Herrero
- DT 12/10 *Artistic Creation and Intellectual Property: A Professional Career Approach*
Francisco Alcalá y Miguel González Maestre
- DT 11/10 *Information and Quality in Expanding Markets*
Francisco Alcalá, Miguel González Maestre e Irene Martínez Pardina
- DT 10/10 *Rugosidad del terreno: Una característica del paisaje poco estudiada*
Francisco J. Goerlich Gisbert e Isidro Cantarino Martí
- DT 09/10 *Datos climáticos históricos para las regiones españolas (CRU TS 2.1)*
Francisco J. Goerlich Gisbert
- DT 08/10 *Guanxi Management in Chinese Entrepreneurs: A Network Approach*
Iván Arribas Fernández y José E. Vila Gisbert
- DT 07/10 *Un índice de rugosidad del terreno a escala municipal a partir de modelos de elevación digital de acceso público*
Francisco J. Goerlich Gisbert e Isidro Cantarino Martí
- DT 06/10 *Quality of Education and Equality of Opportunity in Spain: Lessons from Pisa*
Aitor Calo-Blanco y Antonio Villar
- DT 05/10 *Breaking the Floor of the SF-6D Utility Function: An Application to Spanish Data*
José M.^a Abellán Perpiñán, Fernando I. Sánchez Martínez, Jorge E. Martínez Pérez e Ildefonso Méndez Martínez

Fundación **BBVA**

Plaza de San Nicolás, 4
48005 Bilbao
España
Tel.: +34 94 487 52 52
Fax: +34 94 424 46 21

Paseo de Recoletos, 10
28001 Madrid
España
Tel.: +34 91 374 54 00
Fax: +34 91 374 85 22
publicaciones@bbva.es
www.bbva.es