



## COMUNICACION

**Título: Eficiencia educativa y sus determinantes. Evidencia con datos de PISA-**

**2015**

**Autores y e-mails de todos: Yolanda Ubago Martínez  
yolanda.ubago@unavarra.es**

**Departamento: Economía**

**Universidad: Universidad Pública de Navarra**

**Área Temática: 2. Eficiencia, productividad, competitividad y espacio**

**Resumen:**

El objetivo de este trabajo es analizar las diferencias de eficiencia en los resultados académicos de los estudiantes de 51 países en 2015 y sus factores explicativos. La metodología utilizada es el DEA y el método “order-m” para calcular, en una primera etapa del análisis, la eficiencia. En la segunda etapa se estiman dos modelos econométricos, Tobit y una regresión truncada de Simar y Wilson, para determinar los factores explicativos de la eficiencia. Los principales resultados obtenidos son la influencia significativa y positiva del PIB per cápita, de la gestión del centro por parte de una organización de lucro y del tamaño del aula no superior a 28 alumnos sobre la eficiencia de los resultados educativos. Sin embargo, otras variables como la titularidad pública del centro y el contar con inmigrantes y estudiantes de hogares socioeconómicamente desfavorecidos, afectan de forma negativa a la eficiencia educativa.

**Palabras Clave:** eficiencia, PISA, descentralización, DEA, order-m.

**Clasificación JEL:** H21; H30; H52; H75

## ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN.....   | 3  |
| 2. REVISIÓN DE LA LITERATURA.....                                  | 4  |
| 3. METODOLOGÍA.....  | 6  |
| 3.1. Medición de la eficiencia técnica en la educación.....        | 6  |
| 3.2. Estimación y resultados de la segunda etapa del análisis..... | 11 |
| 3.2.1. Descripción del modelo y de las variables utilizadas.....   | 11 |
| 3.2.2. Resultados de la estimación.....                            | 15 |
| 4. CONCLUSIONES Y PROSPECTIVA.....                                 | 19 |
| 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                                 | 21 |
| 6. ANEXO.....  | 25 |

## LISTA DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Eficiencia en educación. Año 2015.....  | 10 |
| Tabla 2. Eficiencia en educación. Año 2015. Orientación input.....   | 11 |
| Tabla 3. Modelo Tobit y Modelo de Simar y Wilson con datos DEA, rendimientos variables y orientación output..... | 16 |
| Tabla 4. Modelo Tobit con datos de “order-m”, rendimientos variables y orientación output.....                   | 17 |
| Tabla 5. Variables del estudio.....  | 25 |
| Tabla 6. Eficiencia en educación. Año 2015. Orientación input.....   | 26 |

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Medidas de eficiencia con rendimientos variables a escala, orientación output..... | 27 |
| Figura 2. Medidas de eficiencia con rendimientos variables a escala, orientación input.....  | 27 |

## 1. INTRODUCCIÓN

La educación es considerada un factor relevante. De hecho, el derecho a la educación es un derecho fundamental de todos los seres humanos que les permite adquirir conocimientos y alcanzar así una vida social plena. El derecho a la educación es vital para el desarrollo económico, social y cultural de todas las sociedades.

En España, la propia Constitución en su artículo 27, determina que la educación es un derecho para todos los españoles y que los poderes públicos deben garantizar el derecho de todos a la educación. La importancia de la educación, por tanto, puede explicarse desde dos puntos de vista: el primero referido a los años y calidad de la educación que reciba un individuo ya que estará asociado a una mayor remuneración, expectativas laborales y satisfacción del desempeño a lo largo de la vida laboral. El segundo punto de vista se refiere a que una mejor educación se relaciona con mayores dotaciones de capital humano de un país lo que supondrá mayores niveles de crecimiento económico y una mayor predisposición para igualar las condiciones de los miembros de una sociedad (Hanushek, 1986).

Por ello, ante la importancia que tiene el sistema educativo sobre las economías, en este trabajo se plantean como objetivos, en primer lugar, determinar la eficiencia de los resultados educativos para una muestra de 51 países de todo el mundo. Y, en segundo lugar, determinar cuáles son las variables que más influyen sobre la eficiencia en la educación. Hasta ahora los estudios realizados sobre eficiencia en la educación se centraban en sectores concretos, ya sean universidades (Wolszczak-Derlacz, 2017), escuelas de un país (Kirjavainen y Loikkanen, 1998; Mizala y Romaguera, 2002) o tipo de escuelas, públicas o privadas, dentro de un país (Calero y Escardíbul, 2007; De Jorge-Moreno y Díaz, 2018). Este trabajo supone una importante aportación a la literatura ya que evalúa, en primer lugar, la eficiencia de una amplia muestra de países, 51 países. Y, en segundo lugar, realiza una segunda etapa de estimación a partir de los valores de eficiencia calculados en la primera etapa. Los trabajos que realizan estimaciones econométricas para ver qué variables influyen sobre la eficiencia educativa, se centran en datos de un país (De Jorge-Moreno y Díaz, 2018) o bien se centran en analizar cómo influye alguna variable específica, como puede ser la descentralización, sobre la eficiencia (Adam et al., 2014). Asimismo, el trabajo se realiza con los últimos datos obtenidos del Programa Internacional para la Evaluación

de Estudiantes (PISA por sus siglas en inglés: Programme for International Students Assessment) que son del 2015<sup>1</sup>.

En PISA se efectúa una evaluación de los conocimientos de los escolares a la edad de 15 años. El programa se ha desarrollado en 6 ediciones (2000, 2003, 2006, 2009, 2012 y 2015) y se está desarrollando actualmente la correspondiente a 2018. Se evalúa el rendimiento de los alumnos en diferentes ámbitos: comprensión lectora, matemáticas y ciencias. En todos ellos, las pruebas se centran en el dominio de procesos, comprensión de conceptos y capacidad de desenvolverse en distintas situaciones.

La publicación de los resultados de PISA siempre tiene una notable repercusión en los medios de comunicación y en la esfera política de los países que ocupan posiciones inferiores en comparación con los países que realizan el estudio. Ante ese clima de insatisfacción que se genera, crece el interés por identificar los principales factores explicativos de esos resultados, con el fin de poder arbitrar aquellas medidas de política educativa encaminadas a mejorar el rendimiento de los alumnos (Fuentes, 2009). Este es el fin que se persigue con la realización de este trabajo; determinar las variables que influyen sobre la eficiencia educativa, para ser capaces de desarrollar políticas públicas que mejoren el rendimiento y la eficiencia educativa en los países.

## **2. REVISIÓN DE LA LITERATURA**

Los trabajos realizados hasta ahora sobre la eficiencia en la educación son variados. Se centran principalmente en la medición de la eficiencia de la educación en escuelas, institutos o universidades, y en menor medida en la eficiencia técnica de la educación secundaria de un país, como es este caso.

En los últimos veinte años, el análisis de la eficiencia productiva de los distintos servicios públicos ha experimentado una gran difusión en el panorama investigador internacional. Y en concreto, la evaluación de la eficiencia del sector educativo ha ocupado siempre un lugar destacado.

Algunos trabajos que elaboran indicadores de eficiencia del sector público son, entre otros, el de Afonso et al. (2005) que construyen un indicador de la eficiencia del sector público (PSE, Public Sector Efficiency) y del comportamiento del sector público (PSP, Public Sector Performance) para 23 países industrializados en el año 2000. Concluyen que las economías más eficientes son las que tienen un sector público más pequeño.

---

<sup>1</sup> Para más información consultar <http://www.oecd.org/pisa/>

Este mismo resultado es obtenido por Christl et al. (2018) quienes analizan la eficiencia del sector público en nueve sectores diferentes, entre los que se encuentra la educación, para 23 países europeos en el período comprendido entre 1995 y 2015.

Hauer y Kyobe (2010) estudian los determinantes de la eficiencia del gobierno utilizando los indicadores propuestos por Afonso et al. (2005) así como calculando indicadores de eficiencia a partir del Análisis Envolvente de Datos (DEA, a partir de ahora). Según su estudio, aquellos países con un mayor nivel de gasto público en educación respecto al Producto Interior Bruto (PIB), presentan un menor nivel de eficiencia en dicho sector.

Si nos centramos en los trabajos que estudian la eficiencia para la educación encontramos aquellos que estudian la eficiencia de las escuelas (Mizala y Romaguera, 2002; Santín, 2006), de institutos (Kirjavainen y Loikkanen, 1998; Mancebón et al., 2017) o de las universidades (Wolszczak-Derlacz, 2017).

Mizala y Romaguera (2002) utilizan dos enfoques alternativos para medir la eficiencia para una muestra de 2000 escuelas de Chile: la estimación de una frontera de producción estocástica y el DEA. Sus resultados muestran que los dos enfoques proporcionan un ranking similar de las escuelas en términos de eficiencia. Santín (2006) realiza una revisión crítica de los riesgos del análisis de la eficiencia de las escuelas. Considera que este análisis conlleva riesgos cuando es llevado a cabo sin tener en cuenta las características especiales de un sector como el educativo, en el que la función de producción resulta difícil de determinar. A este respecto Mancebón y Muñiz (2003) definen la educación como un sector productivo singular por presentar una serie de peculiaridades como son la naturaleza múltiple e intangible del producto, la realización del proceso sobre el propio cliente, la heterogeneidad de los servicios transferidos o la dimensión temporal del proceso de producción, entre otras.

Kirjavainen y Loikkanen (1998) estudian las diferencias en la eficiencia para una muestra de institutos finlandeses utilizando el DEA. Sus resultados muestran que los institutos con aulas más pequeñas y estudiantes heterogéneos son ineficientes mientras que el tamaño del instituto no afecta a la eficiencia. Además, sorprendentemente, los institutos privados son ineficientes en relación con los públicos. Mancebón et al. (2017) también estudian la eficiencia de institutos, públicos y concertados en España, a partir de datos de PISA-2006 utilizando el DEA. Sus resultados revelan que los institutos públicos españoles son más eficientes que sus equivalentes concertados.

Wolszczak-Derlacz (2017) estiman la eficiencia para una muestra de universidades europeas y americanas utilizando el DEA. También analizan los factores externos que afectan a la eficiencia como pueden ser la localización o la forma de financiación. Los resultados indican una asociación negativa entre el PIB per cápita y el número de departamentos y la eficiencia de las universidades.

En relación con la evaluación de los servicios educativos, diferentes estudios utilizan los datos del estudio PISA de la OCDE. En concreto, Calero y Escardíbul (2007) y De Jorge-Moreno y Díaz (2018) tienen como objetivo principal conocer el efecto del tipo de centro educativo y, en concreto, su titularidad (pública o privada) sobre los resultados de los usuarios del sistema educativo español y de Colombia, respectivamente. Santos (2007) estudia los determinantes y la distribución de los resultados obtenidos en Argentina con datos de PISA 2000. Afonso y St. Aubyn (2005) calculan la eficiencia para los sectores de la educación y la salud en una muestra de países de la OCDE utilizando dos metodologías diferentes: DEA y FDH (Free Disposable Hull). En el caso de la educación utilizan como output los resultados de PISA en matemáticas, comprensión lectora y ciencias. Asimismo, Chakraborty et al. (2001) miden la eficiencia de la educación pública en Utah. Estiman la eficiencia técnica con una especificación estocástica y no estocástica mediante el DEA. Su análisis empírico muestra una variación sustancial en la eficiencia entre los distritos escolares.

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Medición de la eficiencia técnica en la educación**

Se puede hablar de eficiencia técnica cuando se obtiene el máximo output a partir de un nivel dado de inputs, o cuando se usa los mínimos inputs para obtener un nivel dado de output. Por lo tanto, el análisis de la eficiencia técnica puede tener dos enfoques: orientación de maximización del output u orientación de minimización del input.

A partir de un primer estudio de Debreu (1951), Farrell (1957) introduce una medida de eficiencia técnica, la cual define (p. 254) como: “uno menos la reducción equi-proporcional en todos los inputs que todavía permita la producción de un nivel dado de outputs”. El método de Farrell fue generalizado para contextos de múltiples outputs y reformulado por Charnes, Cooper y Rhodes (1978) como un problema matemático de programación, que más tarde se denominaría DEA, que es el enfoque utilizado en este trabajo para estimar la frontera de producción a partir de la cual evaluamos la eficiencia de cada unidad de producción. Las principales ventajas de este enfoque son: no requiere

la especificación de una forma paramétrica de la función de producción o cualquier supuesto sobre la estructura del mercado o la ausencia de imperfecciones de mercado; esto es, en el DEA sólo se requiere una serie de restricciones para el conjunto de posibilidades de producción. Además, se puede utilizar en contextos de múltiples outputs. La naturaleza multidimensional del output educativo es asumida sin dificultad por este método, frente a las limitaciones de las técnicas paramétricas para tratar con múltiples outputs. Asimismo, la ausencia habitual de precios que se da en los servicios públicos es un problema resuelto por el DEA de forma endógena, al fijar objetivamente los valores óptimos que para cada unidad maximizan su eficiencia productiva relativa. Estos problemas relacionados con los precios y costes en el entorno público son también la motivación principal para que la eficiencia técnica sea el concepto de eficiencia más empleado en la educación, frente a la posibilidad de evaluar la eficiencia asignativa, más operativa en otros sectores productivos.

Sin embargo, a pesar de las ventajas anteriores, el DEA también presenta debilidades. La frontera se calcula a partir de un conjunto de observaciones y, por lo tanto, es sensible a errores de medición de los datos y a outliers. Asimismo, la naturaleza no estadística del enfoque hace imposible realizar inferencias estadísticas a partir de los resultados. Sin embargo, el DEA es ampliamente utilizado para estimar fronteras de producción, como puede apreciarse en la literatura existente (Afonso y St. Aubyn, 2005; Ray y Van De Sijpe, 2007; Adam et al., 2014; Wolszczak-Derlacz, 2017).

En este análisis, la actuación de cada unidad de decisión (DMU) se mide en relación con la superficie de envoltura compuesta por otras unidades de decisión (DMUs) a partir de la muestra que representa la tecnología actual. Aquellas DMUs envueltas por la superficie se clasifican como eficientes; mientras que aquellas que quedan fuera se clasifican como ineficientes. La DMU más cercana a la superficie presenta mayor eficiencia.

La eficiencia técnica se mide en términos de la máxima reducción proporcional de todos los inputs que permite mantener un output constante, pero también se puede calcular como el máximo incremento proporcional que permite mantener todos los inputs constantes. Ambas medidas dan los mismos resultados bajo rendimientos constantes a escala (modelo CCR), pero no bajo rendimientos variables a escala. Este trabajo toma el enfoque de maximización del output bajo rendimientos variables a escala. La justificación para adoptar la orientación output es que, en nuestro estudio, un estudiante tratará de obtener los máximos rendimientos académicos a partir de sus recursos

disponibles. El supuesto de rendimientos variables a escala (modelo BCC, propuesto por Banker, Charnes y Cooper, 1984) supone que cada unidad de producción obtiene el nivel óptimo de producción para su estructura de inputs y outputs, y se asegura que el modelo evaluará la eficiencia técnica pura, independientemente de las consideraciones de escala.

Entonces, el modelo de orientación de maximización del output bajo rendimientos variables a escala puede escribirse como:

$$\begin{aligned} \text{Max } Z_0^0 &= \mathcal{A}E_0 \\ \text{s.t:} \\ x_{j0} - \sum_{i=1}^n \lambda_i x_{ji} &\geq 0, \quad j = 1, \dots, m \\ -\mathcal{A}E_0 y_{r0} + \sum_{i=1}^n \lambda_i y_{ri} &\geq 0, \quad r = 1, \dots, k \\ \sum_{i=1}^n \lambda_i &= 1, \quad i = 1, \dots, n \\ \lambda_i &\geq 0, \quad i \end{aligned}$$

donde  $\mathcal{A}E_0$  es el índice de ineficiencia de cada unidad. Esta medida cumple que  $1 \leq \mathcal{A}E_0 \leq \infty$ , y  $\mathcal{A}E_0 - 1$  es el máximo incremento proporcional en los outputs que se puede obtener usando la misma cantidad de inputs. El índice  $1/\mathcal{A}E_0$  define el nivel de eficiencia técnica, que varía entre 0 y 1. Las variables en este problema incluyen pesos sobre las  $n$  DMUs,  $\lambda_i$ , que permiten la construcción de un índice compuesto, que,

utilizando  $\sum_{i=1}^n \lambda_i x_{ji}$  input  $j$  ( $j=1, \dots, m$ ), produce  $\sum_{i=1}^n \lambda_i y_{ri}$  de output  $r$  ( $r=1, \dots, k$ ), que es mayor o igual a una cantidad producida por la unidad  $i_0$ .

Además de utilizar el DEA para calcular la eficiencia técnica, en este trabajo se calcula la eficiencia a partir de otro método de frontera parcial denominado método "order-m". Tanto el DEA como el "order-m" determinan la frontera de posibilidades de producción, pero el método "order-m" permite que algunas DMUs estén fuera de la frontera de eficiencia (países súper eficientes). Cuando el valor obtenido por el método "order-m" es mayor que la unidad, el país se considera ineficiente e igual a 1, sería eficiente. Valores inferiores a 1 serían países considerados como supereficientes. Los



valores atípicos o outliers en las técnicas DEA condicionan la medida de eficiencia, por la influencia en la frontera de referencia que éstos ejercen, mientras que en “order-m” se mitiga este problema, permitiendo valores que sobrepasan la frontera (véase Lovell y Rouse, 2003). Por lo tanto, con este método los valores atípicos son clasificados como “super eficientes”. El método “order-m” al igual que el DEA permite calcular la eficiencia con orientación tanto input como output.

En este estudio se calcula la eficiencia técnica a partir de las siguientes variables utilizadas como outputs e inputs en los procesos de producción de los países. Como variables outputs se toman los resultados obtenidos por alumnos de 15 años en las competencias de matemáticas, comprensión lectora y ciencias, que proporciona el Programme for International Student Assessment (PISA), de la OCDE (Afonso y St. Aubyn, 2005; Santín, 2006; Mancebón et al., 2017; De Jorge-Moreno y Díaz, 2018). En concreto, para este trabajo se toman los resultados obtenidos en la última evaluación correspondiente al año 2015.

Como inputs se toman el ratio alumno-profesor, el gasto total de los gobiernos en educación como porcentaje del PIB y el número de ordenadores por estudiante en las escuelas. En la tabla 5 del anexo puede verse con detalle todas las variables utilizadas, así como la fuente de donde se ha obtenido la información.

Los datos se toman para una muestra de 51 países en el año 2015.

La tabla 1 muestra los valores de la eficiencia técnica obtenidos, tanto con DEA como con “order-m” para los 51 países de la muestra bajo rendimientos variables a escala (eficiencia pura) para el año 2015<sup>2</sup>. Con el DEA, los países con valor uno son técnicamente eficientes; es decir, se encuentran sobre la frontera de producción. En este caso, 15 de los 51 países (Eslovenia, Estonia, Finlandia, Georgia, Hong Kong, Irlanda, Japón, Líbano, Lituania, Luxemburgo, Macao, Malta, Moldovia, Polonia y Singapur) pueden calificarse como eficientes. Estos resultados son consistentes con los obtenidos en otros estudios (Afonso y Aubyn, 2005; Cordero et al., 2013). Hay algún otro país, como Alemania, Bélgica, Corea y Noruega, cuyos valores, aunque son menores a la unidad, están muy cerca, 0,98. España es un país que, aunque no tiene un valor 1 y, por tanto, no se le puede clasificar como país eficiente, su valor está en 0,96. Países como

---

<sup>2</sup> La tabla 6 en el anexo muestra la eficiencia técnica para los mismos países bajo rendimientos constantes a escala (eficiencia global). En este caso, 11 países tienen un valor de 1; en contraste con rendimientos variables a escala donde había 15 países eficientes según el DEA.

Austria, Países Bajos o Reino Unido, pertenecientes a la Unión Europea, son más ineficientes que España.

*Tabla 1. Eficiencia en educación. Año 2015*

| Rendimientos variables orientación output |                 |               |                 |                 |               |
|---|-----------------|---------------|-----------------|-----------------|---------------|
| País                                      | Eficiencia- DEA | order-m       | País            | Eficiencia- DEA | order-m       |
| Alemania                                  | 0,9757          | 0,9945        | Italia          | 0,9500          | <b>1,0000</b> |
| Australia                                 | 0,9418          | 1,0247        | Japón           | <b>1,0000</b>   | <b>1,0000</b> |
| Austria                                   | 0,9292          | 1,0383        | Jordania        | 0,9044          | 0,9997        |
| Bélgica                                   | 0,9833          | 1,0059        | Letonia         | 0,9543          | 1,0224        |
| Brasil                                    | 0,9091          | <b>1,0000</b> | Líbano          | <b>1,0000</b>   | <b>1,0000</b> |
| Bulgaria                                  | 0,8978          | <b>1,0000</b> | Lituania        | <b>1,0000</b>   | <b>1,0000</b> |
| Chile                                     | 0,8794          | 1,0986        | Luxemburgo      | <b>1,0000</b>   | <b>1,0000</b> |
| Colombia                                  | 0,8111          | 1,1892        | Macao           | <b>1,0000</b>   | <b>1,0000</b> |
| Corea                                     | 0,9816          | 0,9971        | Malta           | <b>1,0000</b>   | <b>1,0000</b> |
| Costa Rica                                | 0,8192          | 1,2044        | Méjico          | 0,8108          | 1,2129        |
| Dinamarca                                 | 0,9690          | 1,0121        | Moldavia        | <b>1,0000</b>   | <b>1,0000</b> |
| Eslovaquia                                | 0,9058          | 1,0062        | Noruega         | 0,9784          | 0,9982        |
| Eslovenia                                 | <b>1,0000</b>   | <b>1,0000</b> | Países Bajos    | 0,9521          | 1,0193        |
| España                                    | 0,9610          | 0,9965        | Perú            | 0,9108          | 1,0075        |
| Estados Unidos                            | 0,9290          | 1,0555        | Polonia         | <b>1,0000</b>   | <b>1,0000</b> |
| Estonia                                   | <b>1,0000</b>   | <b>1,0000</b> | Portugal        | 0,9620          | <b>1,0000</b> |
| Finlandia                                 | <b>1,0000</b>   | 0,9949        | Qatar           | 0,8823          | <b>1,0000</b> |
| Francia                                   | 0,9388          | 1,0327        | Reino Unido     | 0,9308          | 1,0507        |
| Georgia                                   | <b>1,0000</b>   | <b>1,0000</b> | República Checa | 0,9325          | 1,0478        |
| Hong Kong                                 | <b>1,0000</b>   | <b>1,0000</b> | Rumanía         | 0,9688          | <b>1,0000</b> |
| Hungría                                   | 0,9226          | <b>1,0000</b> | Singapur        | <b>1,0000</b>   | <b>1,0000</b> |
| Indonesia                                 | 0,9414          | <b>1,0000</b> | Suiza           | 0,9687          | 1,0165        |
| Irlanda                                   | <b>1,0000</b>   | <b>1,0000</b> | Tailandia       | 0,7800          | 1,2505        |
| Islandia                                  | 0,9523          | 1,0450        | Túnez           | 0,8532          | <b>1,0000</b> |
| Israel                                    | 0,9154          | 1,0798        | Turquía         | 0,9416          | <b>1,0000</b> |
|   |                 |               | Uruguay         | 0,9348          | <b>1,0000</b> |

Fuente: Cálculos propios del autor

Los resultados obtenidos utilizando el método “order-m” son consistentes con los obtenidos con el DEA. El coeficiente de correlación existente entre los indicadores de eficiencia obtenidos con el DEA y con el método “order-m” es de 0,8175 para rendimientos variables a escala y orientación output<sup>3</sup>. Se observa que con el método “order-m”, el número de países eficientes asciende a 25, añadiendo a los anteriormente descritos en el método DEA 10 más (Brasil, Bulgaria, Hungría, Indonesia, Italia, Portugal, Qatar, Rumanía, Túnez, Turquía y Uruguay).

En la tabla 2 se presentan los mismos resultados de eficiencia, pero considerando rendimientos variables y orientación input. Con orientación input el número de países eficientes permanece constante respecto a la orientación output, con el DEA. Sin embargo, con el método “order-m”, el número de países eficientes decrece de 25, con

<sup>3</sup> En el anexo puede verse el gráfico de dispersión, gráfico 1, de ambas medidas de eficiencia, donde puede apreciarse la correlación entre ellas.

orientación output, a 6 con orientación input. De hecho, también disminuye el coeficiente de correlación de Pearson hasta 0,63544.

Tabla 2. Eficiencia en educación. Año 2015. Orientación input

| País           | Rendimientos variables orientación input |               |                 |                 |               |
|----------------|--|---------------|-----------------|-----------------|---------------|
|                | Eficiencia- DEA                          | order-m       | País            | Eficiencia- DEA | order-m       |
| Alemania       | 0,8913                                   | 1,0236        | Italia          | 0,9808          | 1,1115        |
| Australia      | 0,7366                                   | 0,8661        | Japón           | <b>1,0000</b>   | <b>1,0000</b> |
| Austria        | 0,8017                                   | 0,9013        | Jordania        | 0,8684          | 1,1649        |
| Bélgica        | 0,9519                                   | 0,9820        | Letonia         | 0,9337          | 1,0850        |
| Brasil         | 0,8337                                   | 1,2640        | Líbano          | <b>1,0000</b>   | 1,5056        |
| Bulgaria       | 0,8776                                   | 1,1001        | Lituania        | <b>1,0000</b>   | 1,1203        |
| Chile          | 0,7485                                   | 0,9334        | Luxemburgo      | <b>1,0000</b>   | 1,1273        |
| Colombia       | 0,6636                                   | 0,8755        | Macao           | <b>1,0000</b>   | <b>1,0000</b> |
| Corea          | 0,7496                                   | 1,0007        | Malta           | <b>1,0000</b>   | 1,1263        |
| Costa Rica     | 0,6038                                   | 0,7936        | Méjico          | 0,6506          | 0,8696        |
| Dinamarca      | 0,7600                                   | 0,9285        | Moldavia        | <b>1,0000</b>   | 1,7971        |
| Eslovaquia     | 0,8254                                   | 1,0143        | Noruega         | 0,9116          | 1,0031        |
| Eslovenia      | <b>1,0000</b>                            | 1,0414        | Países Bajos    | 0,6305          | 0,7065        |
| España         | 0,9425                                   | 1,0712        | Perú            | 0,8822          | 1,1565        |
| Estados Unidos | 0,6661                                   | 0,7374        | Polonia         | <b>1,0000</b>   | 1,0895        |
| Estonia        | <b>1,0000</b>                            | <b>1,0000</b> | Portugal        | 0,8959          | 1,0019        |
| Finlandia      | <b>1,0000</b>                            | <b>1,0000</b> | Qatar           | 0,9851          | 1,1190        |
| Francia        | 0,7529                                   | 0,8961        | Reino Unido     | 0,6736          | 0,7914        |
| Georgia        | <b>1,0000</b>                            | 1,4393        | República Checa | 0,7387          | 0,8703        |
| Hong Kong      | <b>1,0000</b>                            | <b>1,0000</b> | Rumanía         | 0,9634          | 1,2035        |
| Hungría        | 0,9385                                   | 1,0533        | Singapur        | <b>1,0000</b>   | <b>1,0000</b> |
| Indonesia      | 0,9214                                   | 1,2075        | Suiza           | 0,8222          | 0,9583        |
| Irlanda        | <b>1,0000</b>                            | 1,0175        | Tailandia       | 0,6628          | 0,9148        |
| Islandia       | 0,9004                                   | 1,0040        | Túnez           | 0,9882          | 1,1740        |
| Israel         | 0,7767                                   | 0,8831        | Turquía         | 0,9239          | 1,3067        |
|                |  |               | Uruguay         | 0,9156          | 1,2466        |

Fuente: Cálculos propios del autor

### 3.2. Estimación y resultados de la segunda etapa del análisis

#### 3.2.1. Descripción del modelo y de las variables utilizadas

La segunda etapa de este estudio trata de analizar cuáles son las variables que más influyen sobre la eficiencia en la educación de los países. Para ello, la eficiencia técnica se toma como variable dependiente en un modelo econométrico como el que se describe a continuación:

$$ET_i = \alpha + \beta VPI_i + \gamma VE_i + \delta VF_i + u_i \quad (1)$$

donde  $ET_i$  representa la eficiencia técnica en el país  $i$ ,  $VPI_i$  representa las variables relacionadas con el país (PIB per cápita y densidad de población),  $VE_i$  representa las variables relacionadas con la escuela tales como si es pública o privada, tamaño de la

<sup>4</sup> En el gráfico 2 del anexo se observa el gráfico de dispersión, pero para las medidas de eficiencia con orientación input.

clase, etc.,  $VF_i$  representa las variables relacionadas con las características de la familia (número de libros que tienen en casa, si tienen internet...) y  $u_i$  es el término de error. Las variables explicativas elegidas se han utilizado en la literatura donde tratan de explicar cuáles son los factores que más influyen sobre la eficiencia en la educación (Santos, 2007; Calero et al., 2010; Jorge-Moreno y Díaz, 2018). Las variables utilizadas están resumidas en la tabla 5 del anexo.

#### VARIABLES DEL PAÍS

El producto interior bruto per cápita (PIBpc) se utiliza como variable de control para el desarrollo económico. Los países con un PIB alto se espera que sean más productivos y, por lo tanto, más eficientes, tanto el sector público como el privado (Arzaghi y Henderson, 2005; Rodríguez-Pose et al, 2009; Adam et al, 2014).

La densidad de población se asocia con el concepto de “economías de aglomeración”, que se define comúnmente como todas las ventajas que se pueden extraer de la concentración espacial de las actividades económicas. La ventaja percibida de este factor en la eficiencia de un país o región se puede explicar en términos económicos como indivisibilidades o economías de escala (Raab y Lichty, 2002; Manrique, 2006; Adam et al., 2014). La dinámica del mercado lleva a la aglomeración, lo que conduce a la rentabilidad y la competencia, y estos, a su vez, conducen a una mejora en la eficiencia de un país. Sin embargo, la aglomeración también tiene su lado negativo, ya que tiende a generar congestión y conflicto social, todo lo cual tiene un impacto negativo en la eficiencia.

#### VARIABLES DEL CENTRO EDUCATIVO (ESCUELA)

Según Hanushek (1995), el efecto de las variables relacionadas con la escuela como, el tamaño de la clase o la formación y experiencia de los profesores, está lejos de ser decisivo e incluso, muchas veces, su efecto es contradictorio.

- Femenino: se analiza si las alumnas son más, igual o menos eficientes que los alumnos.
- Público: se analiza si los centros públicos son más eficientes o menos que los privados.
- Lugar de localización de la escuela: es una variable que define la región donde está localizada la escuela, según el número de habitantes. Se clasifica en 5

grupos desde áreas rurales (menos de 3.000 habitantes) hasta gran ciudad (más de 1.000.000 de habitantes).

- Alumnos/as que proceden de hogares socioeconómicamente desfavorecidos. Se clasifica en: de 0 a 20 por centro, de 21 a 40, de 41 a 60, de 61 a 80 y de 81 a 100.
- Tamaño de la clase: número de estudiantes por clase. Según Santos (2007), sería conveniente que el tamaño de la clase no fuera superior a 25 alumnos. Por lo tanto, un tamaño cada vez mayor implicaría pérdidas de eficiencia en los resultados académicos.
- Alumnos que no han repetido: refleja el porcentaje de alumnos por centro educativo que no han repetido nunca.
- Tipo de organización que dirige la escuela: se clasifica en, organización religiosa, otra organización sin fines de lucro, organización con fines de lucro.
- Disponibilidad de dispositivos digitales en la escuela, como, por ejemplo, proyectores o pizarras digitales.

#### **Variables de la familia**

- Libros en el hogar: esta variable se clasifica en, hasta 25 libros, de 25 a 200 libros y más de 200 libros. Calero y Escardíbul (2007) determinan en su trabajo que las variables referidas a los recursos culturales físicos de la familia, como ordenadores, material de estudios y libros, resultan significativas para la eficiencia de los resultados académicos.
- Indicador de inmigración: se clasifica en, nativo, de primera generación, de segunda generación. En varios trabajos donde toman la variable inmigración como variable explicativa, obtienen una notable incidencia negativa de la condición de inmigrante, especialmente de primera generación, es decir, nacido en el extranjero y con padres extranjeros (Calero y Escardíbul, 2007; Calero et al., 2010).
- Padres interesados en las actividades que realizan sus hijos en la escuela.
- Padres que apoyan a sus hijos en sus esfuerzos y logros académicos.  
Estas dos últimas variables vienen representadas por el porcentaje de alumnos que están de acuerdo o en desacuerdo con estas afirmaciones.
- Disponibilidad de internet en casa: porcentaje de alumnos que afirman que tienen internet en casa.

- Nivel de formación de los padres: indica el nivel más alto de formación de los padres. Se clasifica en: hasta nivel 1 (ISCED, Clasificación Internacional Normalizada de la Educación), de nivel 2 a 4, de nivel 4 a 6. La Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (CINE en español) es la estructura de clasificación para organizar la información en educación y la formación llevada por UNESCO. Es parte de la familia internacional de clasificaciones económicas y sociales de las Naciones Unidas<sup>5</sup>.

La educación de los padres y madres, según Calero y Escardíbul (2007), no afecta de forma significativa a los resultados de los hijos.

Existe un intenso debate en la literatura sobre la especificación y estimación de los determinantes de la eficiencia técnica, que es la segunda etapa en el análisis de la eficiencia de las unidades de producción. Un documento reciente de revisión sobre el DEA (Liu y Lu y Lu, 2016) dedica una sección a este tema, porque encontrar los factores contextuales que afectan a la eficiencia es el tema clave en muchos estudios como éste.

Los autores citados afirman que el debate actual se centra en identificar el modelo de regresión más apropiado. En su revisión de la literatura existente encuentran dos vías principales. Éstos son Simar y Wilson (2007) que defienden el uso de una regresión truncada en lugar de Tobit, y Banker y Natarajan (2008), que ven una ventaja en las propiedades de los mínimos cuadrados ordinarios<sup>6</sup> (MCO) y en la regresión Tobit. Desde la publicación de estos dos documentos seminales, ha habido nuevos desarrollos en el desarrollo de esta segunda etapa. Los autores reconocen, sin embargo, que "desde un punto de vista práctico, el estado actual de desarrollo, sin embargo, aún deja cierta confusión a los investigadores cuya verdadera necesidad es una guía clara sobre qué metodología usar" (Liu y Lu y Lu, 2016, p. 39). Tal vez esto explicaría el uso generalizado de los modelos de Tobit y MCO en la literatura de eficiencia, como, por ejemplo, en los artículos de Panizza (1999), Afonso y St. Aubyn (2005), Amornkitvikai y Harvie (2010), Mónaco (2012), Adam et al. (2014), Drew et al. (2015), Illyasu y Abidin (2016) y Samut y Cafri (2016), entre otros.

---

<sup>5</sup> Para más información consultar <http://uis.unesco.org/en/topic/international-standard-classification-education-isced>

<sup>6</sup> Los mínimos cuadrados ordinarios también son defendidos por Hoff (2007) y McDonald (2009).

Una vez definidas las variables explicativas, procedemos a describir el modelo que va a ser estimado. Dado que la eficiencia técnica toma valores entre 0 y 1, utilizamos un modelo Tobit, comúnmente encontrado en la literatura cuando se realiza una segunda etapa del DEA, donde los resultados de eficiencia del DEA actúan de variable dependiente (Panizza, 1999; Afonso and St. Aubyn, 2006; Adam et al., 2014). Sin embargo, ante el debate establecido en torno a este tema, descrito anteriormente, también se opta por estimar una regresión truncada tal y como plantean Simar y Wilson (2007).

### *3.2.2. Resultados de la estimación*

La tabla 3 muestra los resultados del modelo Tobit y de la regresión de Simar y Wilson con rendimientos variables a escala y orientación output y la tabla 4 muestra los resultados del modelo Tobit pero tomando como variable dependiente los resultados de eficiencia obtenidos con el método “order-m”. En la tabla 4 no se incluye la regresión de Simar y Wilson porque éstos utilizan los resultados de eficiencia obtenidos con DEA.

Tabla 3. Modelo Tobit y Modelo de Simar y Wilson con datos DEA, rendimientos variables y orientación output

|   | Modelo Tobit |                     | Simar y Wilson |                     |
|---|--------------|---------------------|----------------|---------------------|
|   | Coficiente   | Desviación estándar | Coficiente     | Desviación estándar |
| <b>VARIABLES DEL PAÍS</b>                             |              |                     |                |                     |
| PIBpc   | 1.30e-06***  | 5.49e-07            | 8.80e-06***    | 1.29e-06            |
| Densidad de población                                 | 5.19e-06     | 2.89e-06            | -2.70e-06      | .0001               |
| <b>VARIABLES ESCUELA</b>                              |              |                     |                |                     |
| Femenino  | 0.0032       | 0.0031              | -.0029         | .0101               |
| Público   | -0.001***    | .0004               | -.0030***      | .0014               |
| Comunidad de localización de la escuela               |              |                     |                |                     |
| Menos de 3000 habitantes                              | .0014        | .0009               | .0119***       | .0046               |
| De 15000 a 100000 habitantes                          | .0001        | .0008               | .0149***       | .0029               |
| Más de un millón de habitantes                        | .0004        | .0004               | .0078***       | .0018               |
| Alumnos de hogares socioeconómicamente desfavorecidos |              |                     |                |                     |
| Hasta 20 alumnos por centro                           | -.0013***    | .0004               | -.0033***      | .0009               |
| De 61 a 100 alumnos por centro                        | -.0033***    | .0007               | -.0040***      | .0020               |
| Tamaño de la clase                                    |              |                     |                |                     |
| Hasta 28 alumnos por clase                            | .0007***     | .0003               | -.0006         | .0005               |
| Alumnos que no han repetido                           | .0006        | .0003               | .0036***       | .0008               |
| Religioso   | -.0000       | .0002               | .0007          | .0008               |
| Organización de lucro                                 | .0007***     | .0003               | .0012          | .0007               |
| Sí tienen dispositivos digitales en la escuela        | -.0016       | .0007               | .0005          | .0021               |
| <b>VARIABLES FAMILIA</b>                              |              |                     |                |                     |
| Número de libros en casa                              |              |                     |                |                     |
| Hasta 25 libros                                       | .0006        | .0012               | -.0019         | .0023               |
| Más de 200 libros en casa                             | .0025        | .0019               | -.0053         | .0052               |
| Indicador de inmigración                              |              |                     |                |                     |
| Nativo  | .0007        | .0013               | .0012          | .0028               |
| De primera generación                                 | -.0026       | .0016               | -.0104***      | .0037               |
| Padres interesados actividades escuela                |              |                     |                |                     |
| En desacuerdo   | .0003        | .0032               | -.0100         | .0090               |
| Totalmente de acuerdo                                 | .0004        | .0007               | .0056***       | .0021               |
| Mis padres me apoyan                                  | -.0005       | .0005               | -.0036         | .0015               |
| Internet en casa                                      | .0011        | .0006               | -.0009         | .0018               |
| Educación de los padres                               |              |                     |                |                     |
| Hasta nivel 1   | .0011        | .0009               | .0110***       | .0022               |
| De nivel 4 a 6  | -.0001       | .0004               | .0085***       | .0013               |
| Chi cuadrado  | 79.68***     |                     | 806.81***      |                     |

Nivel de significatividad: \*0.05<p<0.10; \*\*0.01<p<0.01; \*\*\*p<0.01



Tabla 4. Modelo Tobit con datos de “order-m”, rendimientos variables y orientación output

|   | Modelo Tobit |                     |
|---|--------------|---------------------|
|   | Coefficiente | Desviación estándar |
| <b>VARIABLES DEL PAÍS</b>                             |              |                     |
| PIBpc   | 4.09e-07     | 6.52e-07            |
| Densidad de población                                 | 9.11e-07     | 3.44e-06            |
| <b>VARIABLES ESCUELA</b>                              |              |                     |
| Femenino  | .0044        | .0037               |
| Público   | -.0008***    | .0004               |
| Comunidad de localización de la escuela               |              |                     |
| Menos de 3000 habitantes                              | .0005        | .0011               |
| De 15000 a 100000 habitantes                          | -.0007       | .0009               |
| Más de un millón de habitantes                        | 1.61e-06     | .0004               |
| Alumnos de hogares socioeconómicamente desfavorecidos |              |                     |
| Hasta 20 alumnos por centro                           | -.0007       | .0004               |
| De 61 a 100 alumnos por centro                        | -.0035***    | .0009               |
| Tamaño de la clase                                    |              |                     |
| Hasta 28 alumnos por clase                            | .0009***     | .0003               |
| Alumnos que no han repetido                           | .0004        | .0004               |
| Religioso   | .0001        | .0002               |
| Organización de lucro                                 | .0009***     | .0003               |
| Sí tienen dispositivos digitales en la escuela        | -.0014       | .0009               |
| <b>VARIABLES FAMILIA</b>                              |              |                     |
| Número de libros en casa                              |              |                     |
| Hasta 25 libros                                       | .0038***     | .0014               |
| Más de 200 libros en casa                             | .0063***     | .0023               |
| Indicador de inmigración                              |              |                     |
| Nativo  | .0007        | .0015               |
| De primera generación                                 | -.0015       | .0019               |
| Padres interesados actividades escuela                |              |                     |
| En desacuerdo   | 8.22e-06     | .0038               |
| Totalmente de acuerdo                                 | -.0006       | .0008               |
| Mis padres me apoyan                                  | .0004        | .0007               |
| Internet en casa                                      | .0007        | .0007               |
| Educación de los padres                               |              |                     |
| Hasta nivel 1   | -.0001       | .0010               |
| De nivel 4 a 6  | -.0007       | .0005               |
| Chi cuadrado  | 53.24***     |                     |

Nivel de significatividad: \*0.05<p<0.10; \*\*0.01<p<0.01; \*\*\*p<0.01

En cuanto a los resultados obtenidos en las estimaciones de la segunda etapa con los datos de eficiencia obtenidos con el DEA (tabla 3) podemos destacar aquellas variables significativas que más influyen sobre la eficiencia de los resultados académicos. En relación con las *variables del país*, el PIB per cápita influye positivamente sobre la eficiencia, tal y como cabía esperar. Los países con un PIB más alto se espera que sean más productivos y, en consecuencia, más eficientes.

Si nos centramos ahora en las *variables de la escuela*, destaca el efecto negativo que presenta el hecho de que la escuela sea pública sobre la eficiencia. Este efecto negativo es consistente en los tres modelos estimados (tabla 3 y 4). Es decir, los centros públicos presentan menor eficiencia respecto a los centros privados. Este resultado lo obtuvieron Calero y Escardíbul (2007) en su trabajo, sin embargo, dedujeron que “las diferencias de puntuaciones que se observan a favor de los centros privados no vienen explicadas por la titularidad del centro, sino por otras variables referidas a los usuarios (individuales y familiares) y al propio centro” (Calero y Escardíbul, 2007, pag.24). Asimismo, Mizala y Romaguera (2002) destacan el efecto significativo y positivo de las escuelas privadas sobre la eficiencia técnica en las escuelas de Chile.

En cuanto a la localización de la escuela, parece que no tiene un efecto significativo sobre la eficiencia. De hecho, en el primer modelo tobit (tabla 3), no aparece significativo, a diferencia del modelo de Simar y Wilson. Sin embargo, en este último, tanto el estar situada la escuela en un pueblo pequeño como en una gran ciudad aparece significativo y positivo. Esto implica que la localización de la escuela parece no tener influencia sobre la eficiencia.

El contar con alumnos en el centro procedentes de hogares socioeconómicamente desfavorecidos afecta negativamente a la eficiencia, resultado consistente en todos los modelos estimados. El problema que plantean estos alumnos es que, si tienen problemas académicos, estos hogares no pueden facilitarles apoyo escolar, por ejemplo, pagándoles unas clases particulares, o simplemente, los propios padres ayudándoles en sus tareas. En general, los estudiantes de niveles socioeconómicos más bajos tienen resultados académicos peores, en media, que los estudiantes de familias con niveles más altos de ingresos y de educación (Mizala y Romaguera, 2002). Este es un resultado bien conocido en las estimaciones de la función de producción educativa para diferentes países<sup>7</sup>.

El tamaño de la clase, es decir, el número de alumnos por aula, tiene un efecto significativo sobre la eficiencia en los modelos Tobit. El que la clase tenga hasta un máximo de 28 alumnos afecta positivamente sobre la eficiencia. Santos (2007) ya señaló en su trabajo que el tamaño óptimo del aula estaba en 28 alumnos, resultado consistente con el obtenido en este trabajo. Asimismo, Kirjavainen y Loikkanen (1998)

---

<sup>7</sup> Este resultado fue obtenido en un primer momento por Coleman et al. (1966) y fue confirmado en estudios posteriores para países desarrollados y en desarrollo (ver Deller y Rudnicki, 1993; Berger y Toma, 1994; Goldhaber y Brewer, 1997; Mizala y Romaguera, 2000, entre otros).

señalaron, al estimar un modelo Tobit, que la ineficiencia se minimiza cuando el tamaño de la clase es, en media, de 27 estudiantes.

El tipo de organización que gestiona el centro también aparece significativo en los modelos tobit. El hecho de que sea una organización de lucro la que gestiona, afecta positivamente a la eficiencia, a diferencia del hecho de que sea una organización religiosa que no aparece significativa.

Finalmente, comentamos cómo influyen las *variables personales y familiares* referidas a los alumnos. En el modelo de Simar y Wilson destaca la incidencia negativa de ser inmigrante, especialmente de primera generación (Calero y Escardíbul, 2007; Calero et al. 2010; Mancebón et al. 2017).

Cabría esperar que, las variables referidas a la educación de los padres, afectaran positivamente a la eficiencia a medida que la formación de los mismos fuera cada vez mayor. Sin embargo, en los modelos Tobit, estas variables no aparecen significativas y, en el modelo de Simar y Wilson, aparecen significativas y positivas, tanto la referida al menor nivel de educación, como la referida al mayor nivel posible de formación de los padres. En consecuencia, no podríamos decir que existe un claro efecto positivo de la educación de los padres sobre la eficiencia de los resultados académicos de los hijos. Este resultado coincide con el obtenido por Calero y Escardíbul (2007) y Kirjavainen y Loikkanen (1998), que determinan que la educación de padres y madres no afecta de forma significativa a los resultados de los hijos.

#### **4. CONCLUSIONES Y PROSPECTIVA**

Los objetivos planteados con este trabajo eran dos; en primer lugar, determinar la eficiencia de los resultados educativos para una muestra de 51 países de todo el mundo para el año 2015; y, en segundo lugar, determinar cuáles son las variables que más influyen sobre la eficiencia en la educación. De este modo, supone una importante aportación a la literatura ya que evalúa la eficiencia para una amplia muestra de países, a diferencia de otros estudios que se centran en un país o en los países de la OCDE o de la UE. Y, además, utiliza los últimos datos obtenidos en PISA (2015) para realizar una segunda etapa de estimación a partir de los valores de eficiencia calculados en la primera etapa.

Se han utilizado técnicas no paramétricas, DEA, dadas sus ventajas de no imponer formas funcionales para calcular la eficiencia en la educación. Además, la utilización

del método “order-m” permite aliviar los problemas inherentes a las propuestas metodológicas tradicionales como el DEA, en el que la presencia de datos atípicos o su carácter determinístico pueden ser factores que introducen sesgos en los resultados.

Los resultados obtenidos muestran que, las variables que más influyen sobre la eficiencia de los resultados educativos de un país pueden clasificarse en variables del país, del propio centro educativo y variables familiares y personales del estudiante. El PIB per cápita es fundamental para la eficiencia de un país ya que, los países con mayor PIB, obtienen mayores niveles de eficiencia.

La titularidad pública de las escuelas destaca, en los resultados, como una variable que afecta negativamente a la eficiencia, así como el contar con alumnos en el centro procedentes de hogares socioeconómicamente desfavorecidos. En general, los estudiantes de niveles socioeconómicos más bajos, tienen resultados académicos peores (Mizala y Romaguera, 2002).

El tamaño de la clase también es una variable significativa en la eficiencia. El no contar con más de 28 alumnos por aula afecta de forma positiva a la eficiencia. De hecho, Santos (2008) determinó que el tamaño óptimo del aula estaba en 28 estudiantes. Asimismo, la gestión del centro por parte de una organización de lucro también tiene un efecto positivo sobre la eficiencia.

Finalmente, en relación con las variables personales y familiares, destaca la incidencia negativa de ser inmigrante y la no significatividad de la variable referida a la educación de los padres.

Posibles investigaciones futuras se podrían centrar en la realización de un análisis con datos de panel en lugar del análisis de corte transversal realizado en este trabajo para el año 2015. Futuras extensiones del trabajo podrían utilizar los datos de todas las oleadas del informe PISA.

Asimismo, cabe introducir nuevas variables en la estimación; variables que pueden afectar a la eficiencia educativa de un país como puede ser la descentralización. Se han realizado algunos trabajos que estudian el efecto de la descentralización sobre la eficiencia, pero en los que o bien, no han utilizado los datos más recientes de PISA, o bien, se han centrado en un reducido número de países, como los países de la OCDE.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adam, A., Delis, M. D. & Kammas, P. (2014). Fiscal decentralization and public sector efficiency: evidence from OECD countries. *Economics of Governance*, 15, 17–49.
- Afonso, A. & St. Aubyn, M. (2005). Non-Parametric Approaches to Education and Health Efficiency in OECD Countries. *Journal of Applied Economics*, 8:2, 227-246, DOI: 10.1080/15140326.2005.12040626
- Afonso, A., Schuknecht, L. & Tanzi, V. (2005). Public sector efficiency: an international comparison. *Public Choice*, 123, 321-347.
- Amornkitvikai, Y., & Harvie, C. (2010). Identifying and measuring technical inefficiency factors: evidence from unbalanced panel data for Thai listed manufacturing enterprises. *Department of Economics, University of Wollongong, Working Paper 05-10*.
- Arzaghi, M. & Henderson, J. (2005). Why countries are fiscally decentralizing. *Journal of Public Economics*, 89, 1157-1189.
- Banker, R., Charnes, A., & Cooper, W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30 (9), 1078-1092.
- Banker, R., & Natarajan, R. (2008). Evaluating Contextual Variables Affecting Productivity Using Data Envelopment Analysis. *Operations Research*, 56, 48-58.
- Berger, M. & Toma, E. (1994). Variation in state education policies and effects on student performance. *Journal of Policy and Management*, 13(3), 477-491.
- Calero, J., & Escardíbul, J. O. (2007). Evaluación de servicios educativos: el rendimiento en los centros públicos y privados medido en PISA-2003. *Hacienda Pública Española*, 183, 33-66.
- Calero, J., Choi, A. & Waisgrais, S. (2010). Determinantes del riesgo de fracaso escolar en España: una aproximación a través de un análisis logístico multinivel aplicado a PISA-2006. *Revista de Educación, número extraordinario*, 225-256.
- Chakraborty, K., Biswas, B., & Lewis, W. (2001). Measurement of Technical Efficiency in Public Education: A Stochastic and Nonstochastic Production Function Approach. *Southern Economic Journal*, 67(4), 889-905. doi:10.2307/1061576
- Charnes, A., Cooper, W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429–444.

- Christl, M., Köppl-Turyna, M., & Kucsera, D. (2018). Public sector efficiency in Europe: Long-run trends, recent developments and determinants. *Agenda Austria Working Paper, No.14*
- Coleman, J., Campbell, E., Hobson, C., Mcpartland, J. & Mood, A. (1966). Equality of Educational Opportunity. *Washington, U, S: Office of Education.*
- Cordero, J., Crespo, E. & Pedraja, F. (2013). Rendimiento educativo y determinantes según PISA: Una revisión de la literatura en España. *Revista de Educación, 362.*
- Debreu, G. (1951). The coefficient of resource utilization. *Econometrica, 19, 273–292.*
- De Jorge-Moreno, J. & Díaz, J. (2018). Análisis de la eficiencia educativa y sus factores explicativos considerando el efecto de la titularidad en Colombia con datos Pisa 2012. *Revista Desarrollo y Sociedad, 80, 89-118.*
- Deller, S. & Rudnicki, E. (1993). Production efficiency in elementary education: the case of Maine Public Schools. *Economics of Education Review, 12, 45-57.*
- Drew, J., Kortt, M. & Dollery, B. (2015). What Determines Efficiency in Local Government? A DEA Analysis of NSW Local Government. *Economic Papers, 34, 243–256.*
- Farrell, M. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General), 120 (3), 253-290.*
- Fuentes, A. (2009). Raising Education Outcomes in Spain, OEC. OECD *Economics Department Working Papers, 666.*
- Goldhaber, D. & Brewer, D. (1997). Why don't schools and teachers seem to matter? *Journal of Human Resources, 32(3), 505-523.*
- Hanushek, E. (1986). The economics of schooling: Production and efficiency in public schools. *Journal of Economic Literature, 24, 1141-1177.*
- Hanushek, E. (1995). Interpreting Recent Research on Schooling in Developing Countries. *World Bank Economic Review, 9 (2), 227-246.*
- Hauer, D. & Kyobe, A. (2010). Determinants of government efficiency. *World Development, 38(11), 1527-1542.*
- Hoff, A. (2007). Second stage DEA: Comparison of approaches for modelling the DEA score. *European Journal of Operational Research, 181, 425–435.*
- Illyasu, A. & Abidin, Z. (2016). Evaluating contextual factors affecting the technical efficiency of freshwater pond culture systems in Peninsular Malaysia: A two-stage DEA approach. *Aquaculture Reports, 3, 12–17.*

- Kirjavainen, T., & Loikkanen, H. A. (1998). Efficiency Differences of Finnish Senior Secondary Schools: An Application of DEA and Tobit Analysis. *Economics of Education Review*, 17(4), 377-394.
- Liu, J., Lu, L., & Lu, W. (2016). Research fronts in data envelopment analysis. *Omega*, 58, 33-45.
- Lovell, C. & Rouse, A. (2003). Equivalent standard DEA models to provide super-efficiency scores. *Journal of the Operational Research Society*, 54, 101-108.
- Mancebón, M. J., Calero, J., Choi, Á. & Ximénez-de-Embún, D. P. (2017). The efficiency of public and publicly subsidized high schools in Spain: Evidence from PISA-2006. *Journal of the Operational Research Society*, 63(11), 1516-1533.
- Mancebón, M. J. & Muñiz, M. (2003). Aspectos clave de la evaluación de la eficiencia productiva en la educación secundaria. *Papeles de Economía Española*, 95, 162-187.
- Manrique, O. (2006). Fuentes de la economía de aglomeración. Una revisión bibliográfica. *Cuadernos de Economía*, 25, 53-74.
- McDonald, J. (2009). Using least squares and Tobit in second stage DEA efficiency analyses. *European Journal of Operational Research*, 197, 792-798.
- Mizala, A., & Romaguera, P. (2000). School performance and choice: the Chilean experience. *Journal of Human Resources*, 35(2), 392-417.
- Mizala, A., & Romaguera, P. (2002). The Technical Efficiency of Schools in Chile. *Applied Economics*, 34, 1533-1552.
- Mónaco, L. (2012). Measuring Italian university efficiency: a non-parametric approach. *MPRA Paper No. 37949*
- Panizza, U. (1999). On the determinants of fiscal centralization: Theory and Evidence. *Journal of Public Economics*, 74, 97-139.
- Raab, L. & Lichty, W. (2002). Identifying sub-areas that compromise a greater metropolitan area: the criterion of county relative efficiency. *Journal of Regional Science*, 42, 579-594.
- Rayp, G., & Van de Sijpe, N. (2007). Measuring and Explaining Government Efficiency in Developing Countries. *Journal of Development Studies*, 43, 360-381.
- Rodríguez-Pose, A., Tijmstra, S., Sylvia, A. & Bwire, A. (2009). Fiscal decentralisation, efficiency, and growth. *Environment and Planning A*, 41, 2041-2062.
- Samut, P. & Cafri, R. (2016). Analysis of the Efficiency Determinants of Health Systems in OECD Countries by DEA and Panel Tobit. *Social Indicators Research*, 129, 113-132.

Santín, D. (2006). La medición de la eficiencia en las escuelas: una revisión crítica. *Hacienda Pública Española*, 177(2), 57-82.

Santos, M. E. (2007). Quality of education in Argentina: determinants and distribution using PISA 2000 test scores. *Well-being and Social Policy*, 3, 69-95.

Simar, L., & Wilson, P. (2007). Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes. *Journal of Econometrics*, 136, 31–64.

Wolszczak-Derlacz, J. (2017). An evaluation and explanation of (in) efficiency in higher education institutions in Europe and the U.S. with the application of two-stage semiparametric DEA. *Research Policy*, 46, 1595-1605.



## 6. ANEXO

Tabla 5. Variables del estudio

| Variables   | Fuente   | Año  | Unidades y definición   |
|---|--|------|---|
| <b>Variables eficiencia</b>                           |  |      |   |
| Matemáticas   | PISA (Programme for International Student Assessment) OCDE | 2015 | Resultados de alumnos de 15 años en esa competencia.  |
| Lectura   | PISA (Programme for International Student Assessment) OCDE | 2015 | Resultados de alumnos de 15 años en esa competencia.  |
| Ciencias  | PISA (Programme for International Student Assessment) OCDE | 2015 | Resultados de alumnos de 15 años en esa competencia.  |
| Ratio alumno-profesor                                 | PISA (Programme for International Student Assessment) OCDE | 2015 | Número de alumnos por cada profesor en la escuela   |
| Gasto en educación                                    | Banco Mundial  | 2015 | Gasto total del gobierno del país en educación (% PIB)  |
| Ordenadores   | PISA (Programme for International Student Assessment) OCDE | 2015 | Disponibilidad de ordenadores por alumno en la escuela  |
| <b>Variables del país</b>                             |  |      |   |
| PIBpc   | Indicadores de desarrollo mundial, Banco Mundial           | 2015 | Producto Interior Bruto per cápita (dólares, 2015)  |
| Densidad de población                                 | Indicadores de desarrollo mundial, Banco Mundial           | 2015 | Habitantes por kilómetro cuadrado   |
| <b>Variables escuela</b>                              |  |      |   |
| Femenino  | PISA (Programme for International Student Assessment) OCDE | 2015 | Porcentaje de alumnas matriculadas en la escuela  |
| Público   | PISA (Programme for International Student Assessment) OCDE | 2015 | Porcentaje de escuelas públicas en el país  |
| Comunidad de localización de la escuela               | PISA (Programme for International Student Assessment) OCDE | 2015 | Definición que mejor describe la comunidad donde está situada la escuela  |
| Menos de 3000 habitantes                              |  |      |   |
| De 15000 a 100000 habitantes                          |  |      |   |
| Más de un millón de habitantes                        |  |      |   |
| Alumnos de hogares socioeconómicamente desfavorecidos | PISA (Programme for International Student Assessment) OCDE | 2015 | Porcentaje de alumnos de hogares socioeconómicamente desfavorecidos   |
| Hasta 20 alumnos por centro                           |  |      |   |
| De 61 a 100 alumnos por centro                        |  |      |   |
| Tamaño de la clase                                    | PISA (Programme for International Student Assessment) OCDE | 2015 | Tamaño de la clase  |
| Alumnos que no han repetido                           | PISA (Programme for International Student Assessment) OCDE | 2015 | Porcentaje de alumnos que no han repetido ningún curso  |
| Religioso   | PISA (Programme for International Student Assessment) OCDE | 2015 | Tipo de organización que dirige el centro educativo   |
| Organización de lucro                                 | PISA (Programme for International Student Assessment) OCDE | 2015 | Tipo de organización que dirige el centro educativo   |
| Si tienen dispositivos digitales en la escuela        | PISA (Programme for International Student Assessment) OCDE | 2015 | Disponibilidad de dispositivos digitales en la escuela  |
| <b>Variables familia</b>                              |  |      |   |
| Número de libros en casa                              | PISA (Programme for International Student Assessment) OCDE | 2015 | Porcentaje de estudiantes   |
| Hasta 25 libros                                       |  |      | Porcentaje de estudiantes que tienen hasta 25 libros en casa  |
| Más de 200 libros en casa                             |  |      | Porcentaje de estudiantes que tienen más de 200 libros en casa  |
| Indicador de inmigración                              | PISA (Programme for International Student Assessment) OCDE | 2015 | Indicador de grado de inmigración   |
| Nativo  |  |      | Porcentaje de nativos   |
| De primera generación                                 |  |      | Porcentaje de inmigrantes de primera generación   |
| Padres interesados actividades escuela                | PISA (Programme for International Student Assessment) OCDE | 2015 | Padres interesados en las actividades que se realizan en la escuela de sus hijos                                  |
| En desacuerdo   |  |      | Porcentaje de estudiantes que están en desacuerdo con esta afirmación   |
| Totalmente de acuerdo                                 |  |      | Porcentaje de estudiantes que están totalmente de acuerdo con esta afirmación                                     |
| Mis padres me apoyan                                  | PISA (Programme for International Student Assessment) OCDE | 2015 | Apoyo de los padres en los esfuerzos y logros académicos (% de estudiantes que piensan que sus padres les apoyan) |
| Internet en casa                                      | PISA (Programme for International Student Assessment) OCDE | 2015 | Porcentaje de estudiantes que tienen internet en casa   |
| Educación de los padres                               | PISA (Programme for International Student Assessment) OCDE | 2015 | Nivel más alto de educación de los padres (ISCED)   |
| Hasta nivel 1   |  |      | Porcentaje de alumnos cuyos padres tienen un nivel de educación hasta 1   |
| De nivel 4 a 6  |  |      | Porcentaje de alumnos cuyos padres tienen un nivel de educación entre 4 y 6                                       |

Tabla 6. Eficiencia en educación. Año 2015. Orientación input

| Rendimientos constantes |                      |                 |                      |
|-------------------------|----------------------|-----------------|----------------------|
| País                    | Orient. Output-input | País            | Orient. Output-input |
| Alemania                | 0,8546               | Italia          | 0,9482               |
| Australia               | 0,7323               | Japón           | <b>1,0000</b>        |
| Austria                 | 0,7928               | Jordania        | 0,8302               |
| Bélgica                 | 0,9245               | Letonia         | 0,9240               |
| Brasil                  | 0,8308               | Líbano          | <b>1,0000</b>        |
| Bulgaria                | 0,8636               | Lituania        | 0,9617               |
| Chile                   | 0,7156               | Luxemburgo      | 0,9886               |
| Colombia                | 0,6515               | Macao           | <b>1,0000</b>        |
| Corea                   | 0,7327               | Malta           | <b>1,0000</b>        |
| Costa Rica              | 0,5625               | Méjico          | 0,5977               |
| Dinamarca               | 0,6929               | Moldavia        | <b>1,0000</b>        |
| Eslovaquia              | 0,8239               | Noruega         | 0,8619               |
| Eslovenia               | <b>1,0000</b>        | Países Bajos    | 0,6263               |
| España                  | 0,9323               | Perú            | 0,8670               |
| Estados Unidos          | 0,6457               | Polonia         | <b>1,0000</b>        |
| Estonia                 | <b>1,0000</b>        | Portugal        | 0,8844               |
| Finlandia               | 0,8781               | Qatar           | 0,8192               |
| Francia                 | 0,7491               | Reino Unido     | 0,6679               |
| Georgia                 | <b>1,0000</b>        | República Checa | 0,7308               |
| Hong Kong               | <b>1,0000</b>        | Rumanía         | 0,9496               |
| Hungría                 | 0,8956               | Singapur        | <b>1,0000</b>        |
| Indonesia               | 0,8928               | Suiza           | 0,8221               |
| Irlanda                 | 0,9886               | Tailandia       | 0,6456               |
| Islandia                | 0,8936               | Túnez           | 0,8523               |
| Israel                  | 0,7431               | Turquía         | 0,8923               |
|                         |                      | Uruguay         | 0,9007               |

Fuente: Cálculos propios del autor

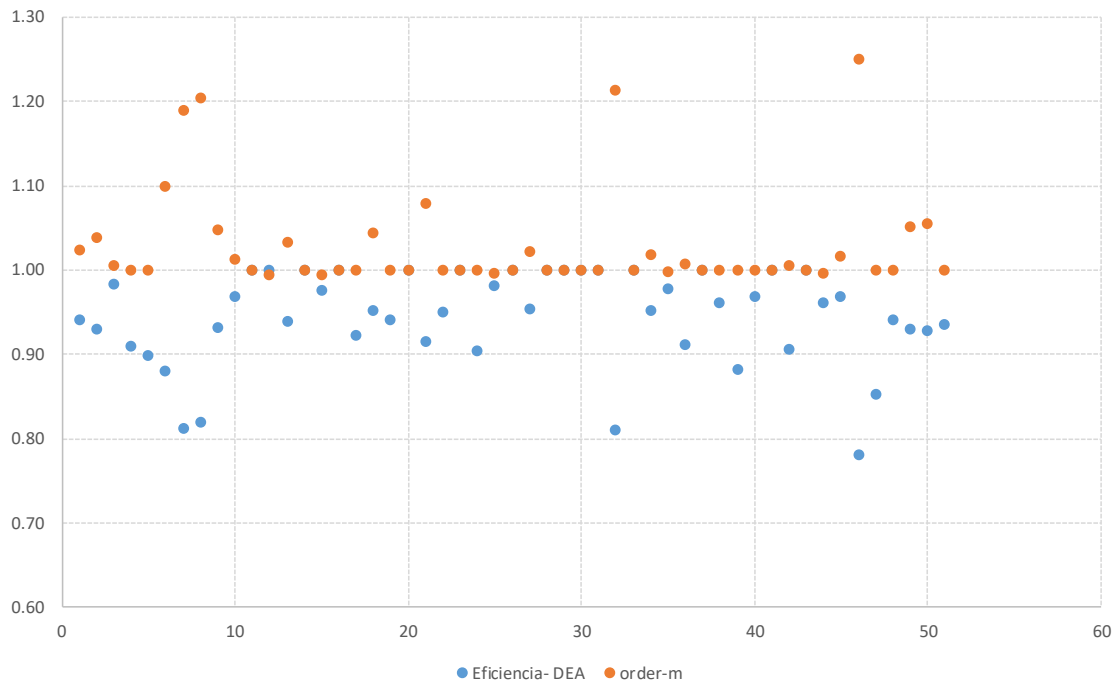


Figura 1. Medidas de eficiencia con rendimientos variables a escala, orientación output

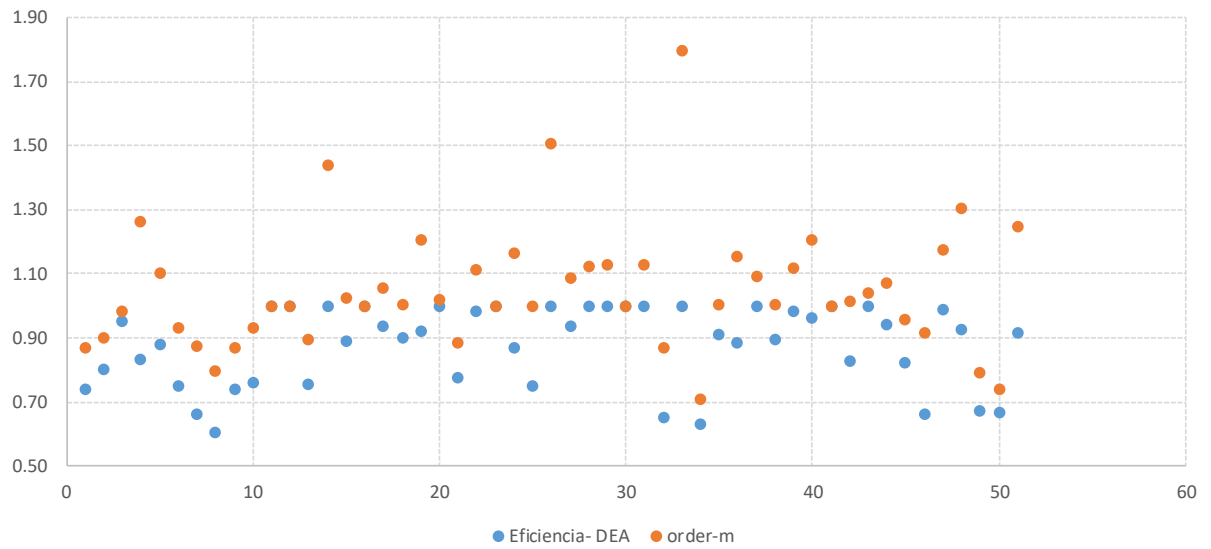


Figura 2. Medidas de eficiencia con rendimientos variables a escala, orientación input