La eficiencia educativa de las instituciones de nivel medio del Departamento de San Pedro

Fecha de recepción: 02/09/2020 Fecha de aceptación: 15/11/2020

Jorge Risso Cáceres*
Benjamín Barán**
Enrique Dávalos***

Resumen

Esta investigación expone un modelo que mide el nivel de eficiencia que presentan las instituciones educativas del nivel medio del Departamento de San Pedro, aplicando para ello el Análisis Envolvente de Datos - DEA (*Data Envelop Analysis*) en su versión orientada a entradas (*Input Oriented*), dando así énfasis a los insumos disponibles en los centros educativos. Los datoscorresponden al año 2015, contemplando el análisis de 105 instituciones educativas del nivel medio que ofertan el bachillerato científico. Se consideraron todas las instituciones que reunían las condicionespropuestas por la metodología seleccionada. La utilización del programa informático GAMS (*General Algebraic Modeling System*) permitió sistematizar y agilizar la obtención del nivel de eficiencia. Para la interpretación de los resultados obtenidos se plantearon categorías que englobaron las variables examinadas en la investigación, constatando que las instituciones educativas alcanzaron una eficiencia media de 90%, es decir, contaban con un nivel razonable de eficiencia, existiendo condiciones, para que aquellas instituciones consideradas ineficientes puedan mejorar su eficiencia. También, resulta importante destacar que el método planteado puede ser replicado al análisis de otros gruposde instituciones, sirviendo de base para un modelo práctico de medición de eficiencia a nivel nacional, que sería realmente el objetivo final.

Palabras clave: Eficiencia educativa, DEA, instituciones de nivel medio, eficiencia técnica, bachillerato científico.

* Universidad Nacional de Asunción. Facultad de Filosofía. Asunción. Paraguay. E- mail: jorisso@filouna.edu.py
** Universidad Nacional de Asunción. Facultad Politécnica. Asunción. Paraguay. E-mail: bbaran@pol.una.py
*** Universidad Nacional de Asunción. Facultad Politécnica. Asunción. Paraguay. E-mail: edavalos@pol.una.py

Abstract

This research presents a model to measure the efficiency level presented by medium-level educational institutions in the Department of San Pedro, applying *Data Envelop Analysis* (DEA) in its input-oriented version, thus emphasizing the inputs available in Paraguayan educational centers. Analyzed data corresponds to the year 2015, encompassing the analysis of 105 middle schools of the Scientific Baccalaureate. All institutions meeting the conditions proposed by the selected methodology were considered. The use of GAMS (*General Algebraic Modeling System*)software program keeps systematizing and speed up calculation on the level of efficiency. For theinterpretation of the results, categories were proposed that included the variables considered in thisresearch, confirming that the considered institutions achieved an average efficiency of 90%. In other words, the educational institutions had a reasonable level of efficiency, and there were conditions so that those institutions considered inefficient could improve their efficiency. Also, itis important to highlight that the proposed method can be replicated to the analysis of other groupsof institutions, serving as the basis for a practical model for measuring efficiency at the national level, which would really be the final objective.

Keywords: Educational efficiency, DEA, medium level institutions, technical efficiency, scientific baccalaureate.

Introducción

Este artículo fue producto de una tesis doctoral, realizada en la Facultad de Filosofía de Universidad Nacional de Asunción en el cual se exponen los principales hallazgos obtenidos en el referido trabajo.

Determinar el nivel de producción y su calidad son pilares significativos para el desarrollo de cualquier sociedad moderna. Las políticas públicas más apropiadas derivan de la identificación y la evaluación de los factores que influyen en una adecuada producción.

En educación, el análisis de los factores que inciden en la producción es aún incipiente, considerando que la producción educativa (formación integral de los alumnos) es valorada en función a parámetros poco eficaces aún. La calidad del producto educativo es hoy determinada porlas calificaciones que obtienen los estudiantes en las diferentes asignaturas. Esto se utiliza para juzgar al estudiante, no así a los docentes o a la misma institución.

Cada institución educativa recibe recursos del estado para alcanzar ciertos objetivos o un nivel apropiado, mediante su uso eficiente. El empleo correcto de estos bienes edu-

cativos sigue siendo una cuestión de responsabilidad ética, antes que una responsabilidad social o administrativa.

La eficiencia en la educación es un factor muy difícil de medir, sin embargo, existen numerosas estrategias y metodologías que pueden ayudar a obtener una estimativa del "nivel de eficiencia". En este sentido, en el Paraguay aún no se han hecho estudios significativos que permitan revelar el uso eficiente o ineficiente de los recursos educativos.

La eficiencia puede ser analizada mediante varias técnicas y metodologías, como la función de producción, el análisis multilineal, mínimos cuadrados ordinarios, análisis envolvente de datos, fronteras estocásticas, etc. (Iregui, Melo y Ramos, 2006).

Las ideas expuestas en los párrafos anteriores han motivado la realización del presente estudio. Para ello, se recurrió al método denominado Análisis Envolvente de Datos (*Data Envelopment Analysis*), en adelante DEA (Seijas, 2004).

Conforme al DEA, la eficiencia se puede medir estableciendo una frontera de producción.La misma se entiende como la distancia entre una observación y el valor óptimo que puede alcanzar. Para medir la eficiencia, el DEA emplea como parámetros los conceptos de convexidad,producción constante de escala y libre disposición de entradas y salidas (Iregui, Melo y Ramos, 2006).

A fin de aplicar este método en un ambiente real del Paraguay, el presente estudio centró su interés en analizar la situación de las instituciones educativas del nivel medio que imparten Bachillerato Científico (Ciencias Sociales, Ciencias Básicas y Letras) del departamento de San Pedro. Para ello se analizó la situación de las instituciones educativas agrupadas en este nivel, a fin de determinar la eficiencia de estas en el periodo educativo correspondiente al año 2015, teniendo en cuenta que los datos requeridos solo se encontraban disponibles hasta dicho año al momento de iniciar el trabajo.

Para evaluar la eficiencia de una determinada institución resulta necesario analizar su capacidad productiva. En este sentido, la evaluación del nivel de productividad tiene una vital importancia en el análisis.

Al conciliar esta idea, surge la incógnita sobre qué tipo de herramienta es la más apropiada.La misma debe proponer un análisis significativo y acabado de la realidad productiva de las Unidades de Toma de Decisión (*Decision Making Unit),* en adelante DMU. En ese contexto, el DEA se presenta como una de las metodologías más apropiadas para medir la eficiencia, en especial en la educación, ya que su interés se centra en el nivel de aprovechamiento de los recursosy no en los costos de éstos.

Esta realiza un análisis de múltiples entradas y múltiples salidas para cada una de las DMU consideradas. Los elementos de cada DMU deben ser susceptibles de comparación; en este sentido, los elementos o factores que representan el *input* y el *output* deben ser homogéneos, de lo contrario no se podrían establecer discriminaciones válidas.

El DEA permite identificar el nivel de eficiencia de cada DMU, teniendo en cuenta los recursos utilizados o los resultados obtenidos, a través de sus dos versiones, el primero en vista a las entradas (*input oriented*) y el segundo en consideración a las salidas (*outputs oriented*). Las dos versiones del DEA se ajustan a ecuaciones matemáticas para obtener el nivel de eficiencia de cada DMU, al respecto Coria (2011) aclara que:

> El supuesto fundamental de la metodología DEA es que, si una unidad productiva es capaz de producir un determinado nivel de producto con una cierta cantidad de insumos,entonces otras unidades productivas que cuentan con la misma cantidad de insumos también pueden alcanzar el nivel de producto de la primera (p. 49).

Con esta condición, la razón de proporcionalidad de los recursos es fundamental para realizar las posibles comparaciones entre las unidades que conforman la muestra o la población. La estimación de la eficiencia será tanto más precisa si las variables son homogéneas y si los recursos están libremente disponibles. "El análisis envolvente de datos constituye una herramienta de análisis para aproximar el comportamiento productivo de las unidades de decisión y gestión sometidas a evaluación" (Seijas, 2004. P. 85).

Esta técnica no es nueva ya que fue desarrollada inicialmente por Charnes, Cooper y Rodhes en 1978, y puede ser considerada como una aplicación al caso de múltiples *outputs* del análisis tradicional de ratios propuesto por Farrell en 1957. En este sentido, el ratio representa la relación cuantificada entre dos variables reflejando su nivel de producción (Seijas, 2005). "La metodología DEA es una técnica que utiliza herramientas de programación lineal paracomparar unidades de producción que utilizan el mismo grupo de recursos y producen el mismo grupo de productos" (Escorcia, Visval y Agudelo, 2015, p. 584).

Otra condición importante representa la homogeneidad de las instituciones a ser estudiadas.Esta condición determina y garantiza la igualdad de condiciones de las DMU, evitando cualquier tipo de circunstancias que puedan favorecer o desfavorecer a una institución en particular.

Según Lopez, Fernández y Morales (2007), "el DEA tiene unas profundas bases matemáticas que le permiten abordar el problema de las eficiencias de una manera novedosa, quepermitirá a cualquier empresa mejorar su gestión." (p. 395); en especial en aquellas instituciones en las que el uso de los *inputs* no es rígido ni constante. Los autores

nombrados sostienen que el DEA provee un método para comparar la eficiencia de cada DMU con respecto a las demás, en uncontexto en el cual dicha eficiencia puede ser fácilmente expresada como el cociente de un únicoproducto sobre un único insumo, tal como lo muestra la siguiente ecuación:

$$Eficiencia = \frac{Output}{Input} \quad (1)$$

Esta ecuación básica es para las unidades que solo utilizan un insumo para producir un soloproducto; sin embargo, existen sistemas que requieren producir varios tipos de outputs y para los cuales son necesarios múltiples inputs. En estos casos, la ecuación planteada (1) requiere de ciertoscambios; al respecto Santos y López (2006) sostienen que la información obtenida mediante la aplicación del modelo DEA hace referencia, principalmente, a cuatro aspectos:

- el indicador de eficiencia, que revela si la unidad de decisión analizada es o no es eficiente;
- las holguras, que señalan las cantidades de inputs y outputs a disminuir e incrementar, respectivamente;
- las unidades eficientes que se toman como punto de referencia, y a las que se deberán aproximar el resto de las unidades no eficientes respecto al nivel de consumo de inputs y producción de outputs; así como
- los coeficientes, que señalan la importancia de cada indicador en la determinación de laeficiencia.

El DEA se reduce a dos métodos, en los cuales se apoya para medir la eficiencia, ambos buscan a través de técnicas de programación matemática, la optimización del uso de los recursos para producir la mayor cantidad posible de productos. Los modelos básicos del DEA son: el CCRy BCC.

El CCR propuesta por de Charnes, Cooper y Rhodes (1978), de cuyos apellidos se construye la sigla CCR. Aquí se consideran los supuestos de convexidad, libre disposición de inputsy outputs, así como, rendimientos constantes a escala. Se parte de la elaboración de un indicador que permite aproximar la eficiencia técnica de cualquier unidad que gestione múltiples outputs e inputs.

Banker, Charnes y Cooper en 1984 desarrollaron un modelo similar al CCR, pero en este caso eliminaron el supuesto de rendimientos constantes a escala, construyendo una frontera más flexible que se adapta mejor a las distintas escalas de producción que las unidades de decisión pueden presentar (Seijas, 2005). A este modelo lo denominaron BCC y el mismo asume la existencia de rendimientos variables a escala y no solo el rendimiento constante, que caracteriza al modelo CCR.

La formulación matemática del modelo BCC es similar al CCR, solo que en el primero se añade una nueva restricción, dada por el hecho de que "ahora la región que delimita el espacio de combinaciones posibles va a ser más cerrada, lo que puede aumentar el número de unidades eficientes" (Seijas, 2004, p. 92). De este modo, una unidad de decisión será eficiente cuando su índice de eficiencia técnica sea igual a la unidad y sus variables de holgura sean nulas.

En este contexto, una unidad de toma de decisión se considerará eficiente cuando su nivel de eficiencia, *e,* sea igual a 1 ($e = 1$) y la distancia que separa a una DMU con el valor óptimo deeficiencia (1) de otra DMU con menor valor de eficiencia, representará el nivel de ineficiencia dela unidad (Seijas, 2004).

Metodología

La metodología propuesta se centra en la utilización del DEA en su modelo CCR orientadoa entradas para determinar el nivel de eficiencia de las instituciones educativas del nivel medio del Departamento de San Pedro.

Las variables utilizadas para medir la eficiencia de las instituciones fueron las siguientes:

R = salida (*output*).
I = entrada (*input*).
R = [R1; R2; R3; R4].

- R1= Cantidad de aprobados en el periodo ordinario;
- R2= Promedio de calificación institucional;
- R3= Puntaje de matemática en la prueba SNEPE; y
- R4= Puntaje de comunicación en la prueba SNEPE.I = [I1; I2; I3; I4; I5; I6; I7].

I1= Cantidad de matriculados;

- I2= Cantidad de docentes con título universitario;
- I3= Cantidad de docentes sin título universitario;
- I4= Cantidad de talleres, laboratorios, dirección y otras dependencias similares;
- I5= Cantidad de aulas disponibles;
- I6= Cantidad de funcionarios que no cumplen función en aula; y
- I7= Monto percibido por la institución en concepto de salario a directivos y personal administrativo.

Para el procesamiento de los datos se utilizó el programa informático GAMS (*General Algebraic Modeling System*), ya que sus características permiten la resolución de problemas de optimización grandes y complejos. De este modo, se evaluaron a todas las instituciones del nivel medio del Departamento de San Pedro que reunían las condiciones

exigidas por el modelo DEA,totalizando así 105 instituciones, de 20 distritos, de los 21 existentes, dado que en el distrito de Antequera no se encontró ninguna institución educativa que cumpla con las característicasrequeridas para el estudio.

Resultados

Para una mejor comprensión de los resultados se establece la siguiente categorización, consus respectivos detalles:

Tabla 1
Categorización de la eficiencia

Categoría	Descripción	Nivel de eficiencia
E	Excelente	$e = 1$
MB	Muy buena	$0.9 \leq e < 1$
B	Buena	$0.8 \leq e < 0.9$
A	Aceptable	$0.7 \leq e < 0.8$
I	Insuficiente	$e < 0.7$

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis e interpretación de los resultados se obtuvo la siguiente categorización de instituciones conforme al nivel de eficiencia lograda por cada una de las mismas:

Tabla 2
Cantidad y porcentaje de instituciones categorizadas

Categoría	Cantidad de instituciones	Porcentaje
E	42	40 %
MB	22	21 %
B	19	18 %
A	14	13 %
I	8	8 %
Total	105	100 %

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados confirmaron que, de las 105 instituciones, 42 alcanzaron la máxima eficiencia ($e = 1$). En esta categoría se posicionó la mayor cantidad de instituciones educativas y solo 8% presentó un nivel de eficiencia insuficiente (I).

El menor promedio lo registró el distrito de 25 de Diciembre ($e = 0.7$), debido principalmente a que las unidades reportaron una elevada tasa de aplazados. Asimismo, los promedios de notas institucionales estuvieron muy próximos al valor mínimo de toda la población(3). También, resultó que estas instituciones educativas contaban con infraestructuras y personal administrativo que sobrepasaban sus necesidades, al compararlas con otras del distrito.

Las instituciones educativas de las zonas urbanas emplearon mayor cantidad de recursos, sin embargo, se igualaron con las de las zonas rurales en cuanto a la producción principal y el promedio de calificaciones. La media de la eficiencia de ambas zonas demostró que las instituciones expusieron un nivel de eficiencia muy semejante; $e = 0.902$ para las instituciones urbanas y $e = 0.903$ para las rurales.

En las zonas urbanas no se constató ninguna institución educativa con la categoría I, todas estuvieron distribuidas en las zonas rurales.

En las zonas rurales la proporción de instituciones E fue de 41.1 %; sin embargo, en las zonas urbanas esta proporción fue solo de 33.3 %, un resultado llamativo, que puede ser explicadoal considerar que las instituciones de las zonas urbanas contaban con un mayor promedio de docentes por centro educativo, además de un promedio más alto de docentes con formación universitaria superior.

La distribución de los recursos siempre ha favorecido a las instituciones de las zonas urbanas, sin embargo, los colegios rurales produjeron resultados muy similares a la de las instituciones urbanas, utilizando menor cantidad de recursos.

Para finalizar esta sección, la Figura 1 muestra la Media de Eficiencia de los distritos analizados del Departamento de San Pedro.

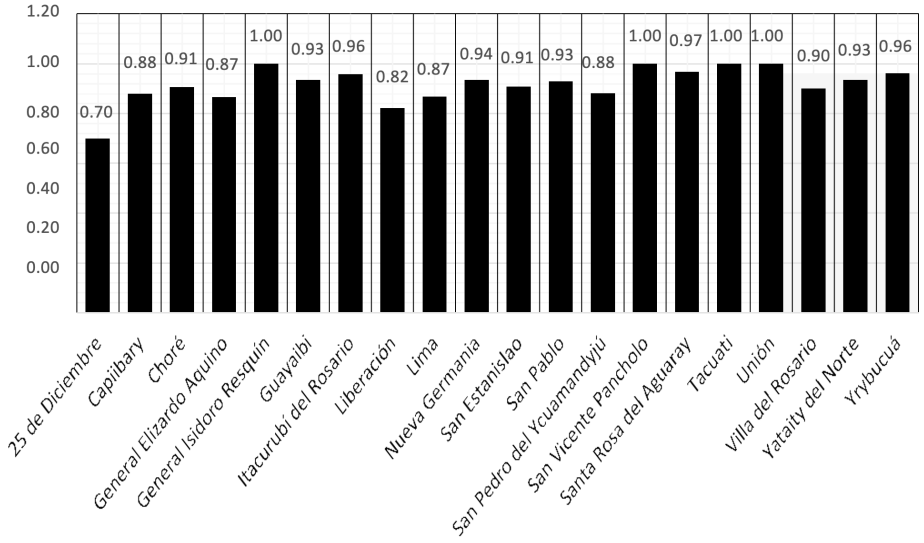

Figura 1. Media de Eficiencia de los distritos del Departamento de San Pedro.
Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

Los resultados obtenidos mediante la aplicación de la metodología DEA permitieron conocer el nivel de eficiencia de las instituciones educativas, revelando que es una metodología muy valiosa para este fin.

El método presentado puede ser aplicado en cualquier área o sector, tanto público como privado, en especial en la educación, en sus diferentes niveles. El mismo aporta datos puntuales sobre cada institución, permitiendo reconocer los factores que la vuelven ineficientes.

En general, las instituciones de las zonas rurales resultaron ser más eficientes que las instituciones de las zonas urbanas.

Las unidades de alta eficiencia (E) presentaron, las siguientes características comunes:

- contaban con un nivel de promocionados más elevado;
- en promedio lograron 3.9 de nota institucional, de 5 posible;
- la sumatoria de los puntajes de las pruebas SNEPE de matemática y comunicaciónpromediaban los 985 puntos;
- mantenían el promedio más alto de alumnos por docente;

- contaban con mayor cantidad de docentes sin formación universitaria, hecho sumamentellamativo;
- mantenían un promedio de 15.3 alumnos por sala de clase;
- la cantidad de salas de clases, para todos los cursos de la educación media, no superabatres;
- no contaban con laboratorios, talleres ni bibliotecas, sólo un grupo muy reducido deinstituciones E tenían estas dependencias; y
- contaban con un solo personal sin función de aula, que mayormente no percibía salariopor el cargo que desempeñaba.

Las 105 instituciones educativas objeto de estudio arrojaron una eficiencia media de 90 %.Por otra parte, el valor mínimo de eficiencia obtenida fue de e = 62,1 % (Colegio Nacional San Blás), siendo el distrito de 25 de Diciembre el que presentó el menor promedio de eficiencia, e = 70 %.

El 40 % de las instituciones evaluadas alcanzaron la máxima eficiencia. Solo los distritos de Villa del Rosario y 25 de Diciembre no contaban con instituciones de eficiencia óptima (E). Por otra parte, el distrito con mayor cantidad de instituciones E fue Guajayvi.

Las instituciones con menor número de docentes con formación universitaria llegaron a sermás eficientes que aquellas con mayor cantidad de profesionales con título universitario. Aquí llama la atención que a medida que aumenta la cantidad de docentes con formación universitaria en la institución, la eficiencia disminuye.

Los colegios menos eficientes fueron aquellos que contaban con más de 60 matriculados, ya que las instituciones con una tasa de inscriptos reducida alcanzaron, en general, la máxima eficiencia (E). Las instituciones con el nivel de eficiencia B presentaron la mayor concentración de matriculados por centro.

También llama la atención que a medida que las instituciones cuentan con mayor equipamiento como laboratorios, talleres, bibliotecas, se vuelven menos eficientes.

Cuando la institución cuenta con más profesionales sin función de aula su eficiencia disminuye, es decir, el hecho de contar con muchos funcionarios fuera de aula no favorece a la eficiencia.

Finalmente, con este trabajo se evidencia la posibilidad de evaluar la eficiencia de las instituciones educativas del sector público, a través de un modelo matemático de optimización. Este modelo puede ser replicado a otros niveles educativos (Educación Escolar Básica o Educación Superior), sin necesidad de utilizar excesivos recursos, como se comprueba en este trabajo.

Sin dudas, la aplicación del modelo DEA permite mejorar la utilización de recursos educativos dentro de cada institución aumentando la eficiencia en la utilización de los mismos.

Referencias

Escorcia, R., Visval, D. y Agudelo, J. (2015). Eficiencia en las instituciones educativas públicas de la ciudad de Santa Marta (Colombia) mediante "Análisis Envolvente de Datos". *Revista chilena de ingenieria, 23*(4), 579-593.

Iregui, A. M., Melo, L. y Ramos, J. (2007). Análisis de la eficiencia de la educación en Colombia. *Revista de Economía del Rosario*. *10*(1), 21-41.

Lopez, F., Fernández, S. y Morales, M. (2007). Aplicación de la técnica DEA (Data Envelopment Analysis) en la determinación de eficiencia de centros de costos de producción. *Scientia et Technica, 13*(37), 365-400.

Santos, Y. y López, R. (2006). Aplicación del modelo DEA en la gestión pública. Un análisis de la eficiencia de las capitales de provincia española. *Revista iberoamericana de contabilidad de gestión, 4*(7), 165-202.

Seijas, A. (2004). *Evaluación de la eficiencia en la educación secundaria.* España: Gesbiblo.

Seijas, D. (2005). Análisis de la eficiencia técnica en la Educación Secundaria. *Estudios de economía aplicada, 32*(2), 299-322.