

MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD DE LOS COLEGIOS OFICIALES DE BARRANQUILLA

Adel Alfonso Mendoza Mendoza¹, Leidys Romero Fontalvo², Elkin Julio Blanco³

Resumen

Introducción. En este artículo se presenta una metodología que permite que los colegios públicos (también llamados oficiales) de la ciudad de Barranquilla evalúen su desempeño respecto a otras instituciones oficiales y establezcan planes de mejoras potenciales para su organización. **Objetivo.** Evaluar y analizar, mediante la técnica de análisis envolvente de datos (DEA), la eficiencia relativa y la productividad de acuerdo con el índice de Malmquist en el uso de los recursos de los colegios oficiales del distrito de Barranquilla. **Materiales y métodos.** Se identificaron las variables de entradas y salidas mediante la metodología multicriterio y la aplicación de encuestas a expertos y se siguieron los lineamientos propuestos por Golany y Roll (1) para la utilización de la técnica DEA. **Resultados.** Los resultados de este estudio indican que, de los 148 colegios evaluados, 56 presentaron un incremento en su productividad, es decir, el 38% del total de las instituciones. Así mismo, se observó que en los años 2012 y 2013 el número de colegios eficientes fueron 54 y 57, respectivamente. **Conclusión.** Se evaluó la eficiencia considerando el modelo DEA CCR-O con retornos a escala constantes. El análisis de la eficiencia se efectuó teniendo en cuenta las cinco localidades del distrito de Barranquilla (Riomar, Norte-Centro Histórico, Metropolitana, Suroriente y Suroccidente) y se generaron los valores de eficiencia para los años 2012 y 2013.

Palabras clave: productividad, análisis envolvente de datos, índice de Malmquist, eficiencia.

¹ Magíster en Ingeniería Industrial. Profesor de Tiempo Completo de la Universidad del Atlántico. Grupo de Investigación 3i+d. Email: adelmendoza@uniatlantico.edu.co

² Ingeniera Industrial de la Universidad del Atlántico.

³ Ingeniero Industrial de la Universidad del Atlántico.

MEASUREMENT OF THE EFFICIENCY AND PRODUCTIVITY OF THE PUBLIC SCHOOLS OF BARRANQUILLA

Adel Alfonso Mendoza Mendoza¹, Leidys Romero Fontalvo², Elkin Julio Blanco³

Abstract

Introduction. In this article is shown a methodology that allows each of the public schools of the city of Barranquilla to assess their performance with respect to other official institutions, providing them with the opportunity to establish plans for potential improvements for their organization. **Objective.** To evaluate and analyze through the Data Envelopment Analysis technique (DEA in Spanish), the relative efficiency and productivity with the Malmquist index regarding the use of resources of the public schools of the District of Barranquilla. **Materials and methods.** Identification of input and output variables using Multicriteria methodology and application of surveys to experts, following the guidelines proposed by Golany and Roll for the use of the DEA technique. **Results.** The results of this study indicate that, from the 148 schools analyzed, 56 had an increase in their productivity, that is, 38% of the total number of institutions. Likewise, it was observed that in the years 2012 and 2013 the number of efficient schools are 54 and 57 respectively. **Conclusion.** The efficiency was evaluated considering the DEA CCR-O model with constant returns to scale. The efficiency analysis was carried out taking into account the five localities of the Barranquilla District (Riomar, Norte Centro Histórico, Metropolitana, Suroriente and Suroccidente), and efficiency values were generated for the years 2012 and 2013.

Key words: productivity, data envelopment analysis, Malmquist index, efficiency.

MEDIÇÃO DA EFICIÊNCIA E PRODUTIVIDADE DAS ESCOLAS OFICIAIS DE BARRANQUILLA

Adel Alfonso Mendoza Mendoza¹, Leidys Romero Fontalvo², Elkin Julio Blanco³

Resumo

Introdução. Este artigo apresenta uma metodologia que permite que cada uma das escolas oficiais da cidade de Barranquilla avalie seu desempenho em relação às outras instituições oficiais, proporcionando-lhes a oportunidade de estabelecer planos de melhorias potenciais para sua organização. **Objetivo.** Avaliar e analisar mediante a técnica de análise por envoltória de dados (DEA), a eficiência relativa e a produtividade com o índice de Malmquist no uso dos recursos das escolas oficiais do Distrito de Barranquilla. **Materiais e métodos.** Identificação de variáveis de entrada e saída usando metodologia multicritério e aplicação de pesquisas a especialistas e seguindo as diretrizes propostas por Golany e Roll para o uso da técnica DEA. **Resultados.** Os resultados deste estudo indicam que, das 148 escolas avaliadas, 56 tiveram aumento de produtividade, ou seja, 38% do total de instituições. Da mesma forma, observou-se que nos anos de 2012 e 2013 o número de escolas eficientes é de 54 e 57, respectivamente. **Conclusão.** A eficiência foi avaliada considerando o modelo DEA CCR-O com retornos constantes de escala. A análise de eficiência foi feita tendo em conta as cinco localidades no Distrito de Barranquilla (Riomar, Norte Centro Histórico, Metropolitana, Suroriente e Suroccidente) e valores de eficiência para os anos de 2012 e 2013 foram gerados.

Palavras-chave: produtividade, análise por envoltória de dados, índice de Malmquist, eficiência.

Introducción

El sistema educativo en Colombia se conforman por los niveles de educación inicial, la educación preescolar, la educación básica, que incluye el ciclo primario y secundario, la educación media, y la educación superior(2). Según lo establecido por la ley 115 de 1994 o Ley General de Educación, y según lo dispuesto en la carta magna de Colombia, en Colombia la educación es un derecho y un servicio público. Sin embargo, la inversión en educación en el país no llega al 5% del PIB, de acuerdo con la información registrada en los datos del Banco Mundial(3), en el periodo entre 2009 y 2013. Por tal motivo, se hace necesaria la buena asignación de estos recursos para que la posibilidad de acceder a un sistema de calidad no se dificulte ni se generen deficiencias en la cobertura.

En los últimos años, se observa que en el distrito de Barranquilla se ha gestionado la apertura de nuevos centros oficiales de formación, lo que representa un avance en términos de cobertura educativa; sin embargo, esto no es garantía de mayores avances en términos de calidad educativa. Así mismo, el gobierno ha implementado el índice sintético de calidad educativa, el cual mide los resultados de cada institución educativa cada año, pero esto no permite establecer si los recursos destinados a la educación se están utilizando eficientemente, o si el monto actual de estos recursos es suficiente para lograr niveles óptimos de calidad. De aquí surge la necesidad de evaluar el desempeño actual del sistema educativo que abarca los centros oficiales del distrito de Barranquilla.

En este trabajo de investigación se determinan la eficiencia y la productividad de los colegios oficiales de Barranquilla durante el periodo entre los años 2012 y 2013. Para ello, se utiliza el análisis envolvente de datos (DEA) y el índice de Malmquist. Actualmente, cada vez es mayor la atención a la gestión de recursos públicos, razón por la cual surge la necesidad de evaluar el desempeño de los colegios del distrito de Barranquilla a través de una herramienta que pueda proporcionarnos resultados confiables que permitan plantear mejoras en la organización y gestión de cada plantel educativo.

Metodología

La metodología del análisis envolvente de datos (DEA) fue desarrollada por Charnes, Cooper y Rhodes, basados los conceptos concebidos por Farrel en 1957(4). Es una técnica de programación lineal que se utiliza para comparar unidades de producción que manejan el mismo grupo de recursos y producen el mismo grupo de productos, generando así una frontera eficiente e indicadores relativos de eficiencia dentro de la población de unidades de producción bajo estudio. Es así como las instituciones educativas oficiales de Barranquilla se pueden tomar como una industria que transforma recursos o insumos en productos. Cada institución educativa, tratada como una DMU (Decision Making Unit), puede ser vista como una firma multi-producto(5), es decir, cada institución educativa cuenta con unos recursos (personal docente, personal administrativo y recursos físicos) para llevar a cabo su función misional y a partir de

estos recursos obtener unos productos que se pueden medir a través del desempeño de cada institución en las pruebas de estado.

El DEA es una de las principales técnicas usadas en el sector público y privado para evaluar el desempeño de unidades productivas. Su uso es tan amplio que se pueden citar, entre algunas de sus aplicaciones, las realizadas en la evaluación de eficiencias en bancos(6), en la evaluación de riesgos crediticios(7) y en la evaluación del desempeño en el sector de la salud(8). La técnica DEA también ha sido usada en evaluación del desempeño en instituciones de educación como en la investigación de Sav(9) en donde se compara la eficiencia operativa de colegios en Estados Unidos. Nazarko y Šaparauskas(10) evaluaron la eficiencia de universidades tecnológicas polacas, Liu et al(11) estimaron la eficiencia técnica de escuelas secundarias y preparatorias en Taipéi (China) y Garzón et al(12) analizaron la eficiencia técnica de instituciones públicas de educación secundaria del estado Barinas (Venezuela). En Colombia se encuentran los estudios realizados por: Quesada et al (13), quienes analizaron la cobertura educativa de los municipios en el departamento de Bolívar; Iregui et al(14), que determinaron la eficiencia técnica de colegios públicos y privados del país; y Soto et al(15), que efectuaron un estudio para calcular y analizar la eficiencia relativa en cobertura y calidad de las instituciones educativas del municipio de Dos Quebradas, Risaralda.

El índice de la variación de productividad Malmquist fue introducido por

Caves et al(16) en 1982, inspirado en el trabajo de Malmquist(17). Su objetivo es medir la variación de la productividad en dos periodos de tiempo. Supóngase que, para una DMU₀, se evalúa la eficiencia para dos periodos de tiempo t y $t+1$ y que existe una función de producción para cada periodo de tiempo evaluado. El índice de productividad de Malmquist, orientado a los inputs, mide la variación de productividad para la DMU₀ entre los periodos t y $t+1$. Dentro de las aplicaciones del índice de Malmquist en el sector educativo podemos destacar algunas investigaciones como: Aparicio et al(18), Podinovski et al(19) y Essid et al(20), entre otros.

Materiales y métodos

La presente investigación de naturaleza cuantitativa es un estudio empírico soportado en el análisis envolvente de datos (DEA) que consiste en determinar los valores de eficiencia técnica de 148 de las 152 instituciones educativas distritales (IED) de Barranquilla durante los años 2012 y 2013, mediante el modelo DEA-CCR con enfoque en salidas. Con base en estos resultados se determinó el índice de productividad de Malmquist para cada IED. En el estudio se excluyeron 4 de las 152 Instituciones debido a la falta de la información requerida. El modelo DEA-CCR también se puede usar para determinar si los rendimientos a escala están aumentando o disminuyendo(21).

El desarrollo de esta investigación se llevó a cabo según los lineamientos propuestos por Golany y Roll

(1) para la utilización de la técnica DEA, en los que plantean las siguientes tres fases:

- Definición y selección de cada una de las DMU que van a ser incluidas en el análisis.
- Aplicación del modelo DEA CCR.
- Cálculo del índice de productividad de Malmquist.

Para la identificación de las variables se consultaron otras investigaciones que se tomaron como guía, y a partir de allí se seleccionaron las variables a utilizar en el modelo DEA-CCR, empleando la metodología de juicio de expertos pro-

puesta por Escobar y Cuervo (22), con el propósito de disminuir el número de variables de entradas y salidas del análisis de eficiencia y, de esta forma, mejorar el poder discriminatorio del DEA (23). Se consultaron diez expertos: cuatro directivos de planteles educativos oficiales, cuatro doctores en educación de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Del Atlántico y dos funcionarios de la Secretaría de Educación del distrito de Barranquilla. Los expertos realizaron una valoración de las diferentes variables de estudios realizados por otros autores y a partir de esta valoración se realizó la selección de variables a través de una evaluación multicriterio. A continuación, en la Tabla 1, se muestran las variables incluidas en el estudio.

Tabla 1. Variables incluidas en el estudio

Variables de entrada	Variables de salida
1. Matrícula oficial del plantel educativo	1. Número de alumnos que alcanzan los logros en el año escolar
2. Nómina del personal docente anual	2. NO deserción en la IE (permanencia)
3. Nómina de personal administrativo	3. Promedio de las competencias en matemáticas SABER 11
4. Número de aulas de clase del plantel educativo	4. Promedio de las competencias en ciencias naturales SABER 11
5. Metros cuadrados construidos	5. Promedio de las competencias en humanidades SABER 11
6. Número de computadores	6. Promedio de las competencias en inglés SABER 11
	7. Promedio de las competencias en lenguaje SABER 11

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Para llevar a cabo el proceso de medición de las variables de entrada y de salida, se definió el conjunto de institucio-

nes educativas oficiales que formarían parte del estudio. De los 152 colegios públicos con los que cuenta el distrito de

Barranquilla, se tuvieron en cuenta 148. Dado que en las bases de datos consultadas no había información disponible para estas instituciones, se excluyeron del estudio a las siguientes: Centro de Educación Básica # 201, Centro de Educación Básica Etnoeducativo Paulino Salgado “Batata”, IED Angelina De Montes e IED Niño Jesús.

La búsqueda de información de las variables de entrada y de salida para cada IED se realizó para los años 2012 y 2013, ya que el objetivo era evaluar el cambio que se produce en la eficiencia técnica según los cambios tecnológicos presentados durante este periodo de tiempo. La información con la que se efectuó el análisis fue recolectada de varias fuentes, entre las cuales se encuentran las bases de datos de la Secretaría de Educación de Barranquilla (SED), de la que se destaca el Sistema de Información Nacional de Educación Básica y Media (SINEB)(24), a través del cual los establecimientos educativos deben reportar a la SED la información referente a la matrícula oficial y no oficial, la nómina, la infraestructura física y tecnológica entre otras. Se consultaron además las bases de datos del Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES) y los registros de algunas IED que no tenían reportada la información solicitada a la SED.

Los datos de las variables de entrada (matrícula oficial, número de aulas de clase, metros cuadrados de área construida, número de computadores) así como la información para determinar los valores de las variables de salida (número de alumnos que alcanzan los

logros y no deserción o permanencia) fueron tomados de las bases de datos de la SED y de las visitas a las instituciones educativas. Los valores de las nóminas anuales de personal docente y administrativo se determinaron teniendo en cuenta la asignación salarial para el escalafón de la planta docente de cada IED, como lo reglamenta el Departamento Administrativo de la Función Pública a través de los Decretos 1055 y 1027 del 4 de abril de 2011(25,26), por medio de los cuales se modifican las remuneraciones de los servidores públicos docentes y directivos docentes. Se manejaron pesos constantes para cada año.

Los resultados obtenidos por los establecimientos educativos en las distintas competencias (matemáticas; ciencias naturales, integrada por química, física y biología; humanidades, integrada por ciencias sociales y filosofía; lenguaje e inglés), se obtuvieron de las estadísticas manejadas por el ICFES en sus bases de datos.

Resultados

Como se mencionó anteriormente, la determinación de los valores de eficiencia se realizó mediante el modelo DEA-CCR. Cabe resaltar que la mayor parte de las contribuciones en DEA son hechas por dos modelos estándar: el CCR y el BBC (27). El modelo CCR calcula las eficiencias bajo la hipótesis de retornos constantes a escala, es decir, compara unidades homogéneas; el modelo BBC calcula las eficiencias con retornos variables a escala en donde cada unidad ineficiente solo se compara con una

unidad eficiente, pero de sus mismas características. De acuerdo con la literatura de la técnica DEA, se emplearon “rendimientos constantes a escala” para caracterizar el modelo CCR, esto es, técnicamente, correcto, pero algo engañoso porque este modelo también se puede usar para determinar si los rendimientos a escala están aumentando o disminuyendo (21).

Como se ha descrito anteriormente en este artículo de investigación, la eficiencia de las instituciones educativas del distrito de Barranquilla consideradas objeto de estudio será evaluada mediante el modelo DEA CCR-O. En la Tabla 2 y Tabla 3 se muestra el resumen de los principales estadísticos descriptivos para las variables de entrada y de salida, respectivamente.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de las variables de entrada

Matrícula oficial	Valor de la nómina docente anual	Nómina del personal administrativo	Número de aulas de clase	M ² cons-truidos	Número de computa-dores	
2012						
Media	1397	87512291	92625517	18	1661	36
Mediana	1251	742874359	83904215	16	1412	29
Desv. Estándar	1620	1753107659	134366304	28	3859	134
2013						
Media	1273	909725768	93152486	19	1965	38
Mediana	1160	803022336	84538210	17	1412	33
Desv. Estándar	1394	1753107659	134366304	28	3859	134

Fuente. Elaboración propia de los autores

Tabla 3. Estadísticos descriptivos de las variables de entrada

	PROM Matemáticas SABER 11	PROM Ciencias Naturales SABER 11	PROM Humanidades SABER 11	PROM Inglés SABER 11	PROM Lenguaje SABER 11	Número de alumnos que alcanzan los logros	NO deserción
2012							
Media	50	50	46	48	50	1287	1370
Mediana	47	46	42	44	47	1155	1222
Desv. Estándar	8	4	5	2	7	1413	1613

Continuación tabla 3. Estadísticos descriptivos de las variables de salida.

	PROM Matemáticas SABER 11	PROM Ciencias Naturales SABER 11	PROM Humanidades SABER 11	PROM Inglés SABER 11	PROM Lenguaje SABER 11	Número de alumnos que alcanzan los logros	NO deserción
2013							
Media	49	49	46	47	50	1142	1244
Mediana	46	46	43	44	47	1024	1104
Desv. Estándar	2	3	5	4	3	1273	1411

Fuente. Elaboración propia de los autores

La medición de la productividad en este trabajo se realizó utilizando el índice de productividad de Malmquist (IPM), basado en la metodología DEA, propuesto por Färe et al (28) que descompone el

IPM en dos componentes: cambio de la eficiencia técnica y cambio de la frontera tecnológica de la DMU0. La multiplicación de estos cambios da como resultado el índice de productividad.

$$IPM_0 = \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \left[\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \frac{D_0^t(x^t, y^t)}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2}$$

En donde el primer término, cambio de la eficiencia técnica, refleja los cambios en la eficiencia relativa de una unidad *i*. El segundo término, el cambio tecnológico, mide el cambio en la propia frontera de producción y refleja los efectos que se refieren al sistema de IED en su conjunto (29).

En la Tabla 4 se muestran los resultados de eficiencia para los años 2012 y 2013, asimismo, los índices de productividad para cada una de las instituciones educativas estudiadas durante este periodo.

Tabla 4. Eficiencia e Índice de Productividad de Malmquist.

Institución Educativa	Eficiencia CCR 2012	Eficiencia CCR 2013	Índice De Productividad
C.C.E.B. # 187 CÍVICO 7 DE ABRIL	1,0000	1,0000	0,934
CENT. EDUC. DIST. # 062	0,9597	0,9851	1,005
C.C.E.B. Y MEDIA # 197	1,0000	0,9303	0,883
C.E.B. Y MEDIA # 103	1,0000	1,0000	0,972
C.E.B. Y MEDIA # 132	1,0000	1,0000	1,062
C.E.B. Y MEDIA # 161	0,9861	1,0000	0,980
C.E.B. Y MEDIA # 176	0,9732	0,9808	1,000
C.E.B. SALVADOR ENTREGAS	1,0000	1,0000	0,846
C.E.D. JESUS MAESTRO FÉ Y ALEGRÍA	0,9856	0,9907	1,005
COL. DIST. ALFONSO LÓPEZ	0,8162	0,7939	0,968
COL. DIST. ESTHER DE PELAEZ	1,0000	1,0000	1,027
COL. COM. DIST. VILLA DEL CARMEN	0,9765	0,9226	0,944
COL. COM. DIST. PABLO NERUDA	0,9764	0,9592	0,978
COL. DE BARRANQUILLA CODEBA	0,9958	0,9081	0,904
COL. DIST. COSTA CARIBE	1,0000	1,0000	0,995
COL. DIST. DE BACHILLERATO SAN LUIS	1,0000	1,0000	0,943
COL. DIST. GABRIEL GARCÍA MÁRQUEZ	0,9903	1,0000	1,002
COL. DIST. DE EDUC. COOP. Y PARA EL TRABAJO	1,0000	1,0000	0,966
COL. DIST. EL SILENCIO	0,9900	0,9655	0,975
COL. DIST. LOS ROSALES	0,9132	0,9339	1,023
COL. DIST. MARÍA AUXILIADORA	0,9954	0,9642	0,952
COL. DIST. MARÍA INMACULADA	0,9853	0,9831	0,998
COL. DIST. MARIE POUSSEPIN	1,0000	1,0000	1,000
COL. DIST. SARID ARTETA DE VÁSQUEZ	0,9029	0,9137	1,010
COL. DIST. BOSTON	1,0000	1,0000	1,025
COL. DIST. BUENOS AIRES	1,0000	1,0000	0,975
COL. DIST. CAMILO TORRES TENORIO	0,9532	1,0000	1,104
COL. DIST. EL CAÑAHUATE	1,0000	1,0000	1,013
COL. DIST. HOGAR MARIANO	0,9955	0,9861	0,989
COL. DIST. ISAAC NEWTON	0,9587	0,9636	0,999
COL. DIST. JORGE ISAACS	0,9747	0,9606	0,979
COL. DIST. JOSE EUSEBIO CARO	0,8834	0,9702	1,098
COL. DIST. JUAN JOSÉ RONDON	0,9681	0,9427	0,974
COLEGIO DISTRITAL LA SALLE	0,8980	0,9084	1,012

Continuación Tabla 4. Eficiencia e Índice de Productividad de Malmquist.

Institución Educativa	Eficiencia CCR 2012	Eficiencia CCR 2013	Índice De Productividad
COLEGIO DISTRITAL MURILLO	0,9853	0,9445	0,923
COL. DIST. NUEVA ESPERANZA	1,0000	1,0000	1,040
COL. DIST. NUEVO BOSQUE	0,9302	0,8888	0,953
COLEGIO DISTRITAL OLAYA	0,9664	0,9674	1,002
COL. DIST. SAGRADO CORAZÓN DE JESÚS	0,9300	0,9231	0,989
COL. DIST. SAN GABRIEL	0,9596	1,0000	1,061
COL. DIST. SAN JOSÉ	0,9963	0,9867	0,991
COL. DIST. SAN VICENTE DE PAUL	0,9854	0,9499	0,955
COL. DIST. SANTO DOMINGO DE GUZMÁN	1,0000	1,0000	0,997
COLEGIO JORGE N. ABELLO	0,8434	1,0000	1,184
COL. MAYOR DE B/QUILLA Y DEL CARIBE	0,9755	0,8942	0,917
COL. METROPOLITANO DE B/QUILLA	0,9891	0,9596	0,961
COL. TEC. DIST. DE REBOLO	0,9704	0,7674	0,758
COL. TEC. DIVERSIFICADO DE B/QUILLA	0,9530	0,8959	0,940
ESC. NORMAL SUP. DEL DISTRITO DE B/QUILLA	0,9850	0,9588	0,973
ESC. NORMAL SUPERIOR LA HACIENDA	1,0000	1,0000	0,999
IED CIUDADELA 20 DE JULIO	1,0000	0,9876	0,973
INST. TEC. COMERCIAL EL SANTUARIO	1,0000	1,0000	1,019
IED DE FORMACIÓN TEC. ALBERTO ASSA	1,0000	0,9519	0,867
INST. CULTURAL LAS MALVINAS	1,0000	0,9904	0,963
IED EVARDO TURIZO PALENCIA	1,0000	0,9961	0,942
INST. DIST. COM. LOS LAURELES	1,0000	0,9513	0,932
IED ARTE Y CULT. ALEJANDRO OBREGÓN	1,0000	1,0000	1,109
IED EL CASTILLO DE LA ALBORAYA	1,0000	0,9373	0,937
IED NUEVA GRANADA	1,0000	1,0000	1,000
IED TEC. MEIRA DEL MAR	0,9594	0,9800	1,020
IED BETANIA NORTE	0,9846	1,0000	1,016
IED COM. MANUEL ELKIN PATARROYO	1,0000	1,0000	0,921
IED DENIS HERRERA DE VILLA	0,9726	0,9981	1,006
IED ANTONIO JOSÉ DE SUCRE	0,9536	1,0000	1,049
IED ARTE Y TECNOL. ESTHER FORERO	1,0000	0,9884	0,948
IED CALIXTO ÁLVAREZ	0,9710	0,9569	0,983
IED CARLOS MEISEL	0,9518	0,9191	0,943
IED COM. OCTAVIO PAZ	0,9605	0,8960	0,925
IED COM. 7 DE ABRIL	0,9969	1,0000	0,940

Continuación Tabla 4. Eficiencia e Índice de Productividad de Malmquist.

Institución Educativa	Eficiencia CCR 2012	Eficiencia CCR 2013	Índice De Productividad
IED COM. METROPOLITANA	1,0000	0,9804	0,929
IED CONCENTRACIÓN CEVILLAR	0,9513	0,9336	0,975
IED DE FORMACIÓN INTEGRAL	1,0000	1,0000	1,000
IED DEL BARRIO SIMÓN BOLÍVAR	0,9429	0,8723	0,917
IED DEL CARIBE	1,0000	1,0000	1,021
IED DEL DLLO HUMANO Y CULT. DEL CARIBE	0,9665	0,9569	0,984
IED DESPERTAR DEL SUR	0,9222	0,9613	1,014
IED EDUARDO SANTOS	1,0000	1,0000	0,953
IED EL CAMPITO	1,0000	0,9845	0,971
IED EL PARAÍSO	0,9946	0,9973	0,989
IED EL VALLE	1,0000	1,0000	0,933
IED EVARISTO SOURDIS	1,0000	1,0000	1,133
IED INMACULADA CONCEPCIÓN	0,9754	1,0000	1,058
IED INOCENCIO CHINCÁ INEDICH	0,9896	1,0000	1,010
IED JESÚS DE NAZARETH	1,0000	0,9735	0,953
IED JORGE ROBLEDO ORTIZ	0,9362	0,9620	1,027
IED JOSE MARTI	0,9595	1,0000	1,034
IED LA CONCEPCIÓN	1,0000	1,0000	1,097
IED LA ESMERALDA	0,9879	0,9671	0,942
IED LA ESPERANZA DEL SUR	0,9602	0,9724	1,008
IED LA LUZ	0,9565	0,9866	1,015
IED LA MAGDALENA	0,9681	0,9408	0,968
IED LA MILAGROSA FÉ Y ALEGRÍA	0,9468	0,9738	1,023
IED LA PRESENTACIÓN	1,0000	1,0000	0,977
IED LA VICTORIA	0,9070	0,9002	0,992
IED LAS AMÉRICAS	0,9956	1,0000	0,955
IED LAS FLORES	0,9819	0,9818	0,992
IED LESTONNAC	1,0000	0,9833	0,971
IED LUIS CARLOS GALÁN SARMIENTO	0,8776	0,9307	1,044
IED LUZ DEL CARIBE	0,9763	0,8884	0,910
IED MADRE MARCELINA	0,9672	0,9713	1,004
IED MADRES CATÓLICAS	0,9658	0,9322	0,965
IED MANUEL ZAPATA OLIVELLA	1,0000	0,9947	0,908
IED MARCO FIDEL SUÁREZ	0,9616	0,8929	0,924
IED MIGUEL ANGEL BUILES	0,9679	0,9698	0,999

Continuación Tabla 4. Eficiencia e Índice de Productividad de Malmquist.

Institución Educativa	Eficiencia CCR 2012	Eficiencia CCR 2013	Índice De Productividad
IED MUNDO BOLIVARIANO	1,0000	1,0000	0,890
IED NUESTRA SEÑORA DE LAS NIEVES	1,0000	0,9742	0,966
IED PARA EL DLLO DEL TALENTO HUMANO	0,9927	1,0000	1,004
IED PARA EL DLLO HUMANO, MARÍA CANO	0,9930	1,0000	1,000
INST. EDUC. DIST. PESTALOZZI	0,9783	0,9712	0,984
IED REUVEN FEUERSTEIN	1,0000	1,0000	1,019
IED SALVADOR SUAREZ SUAREZ	0,9913	1,0000	1,003
IED SAN MIGUEL ARCÁNGEL	0,8995	1,0000	1,109
IED SAN SALVADOR	0,9224	0,8887	0,964
IED SANTA BERNARDITA	0,9700	1,0000	1,029
IED SIMON BOLIVAR	0,9219	0,9360	1,014
IED TEC. COOP. JESÚS MISERICORDIOSO	1,0000	1,0000	0,974
IED TIERRA SANTA	1,0000	1,0000	0,994
IED EL CORAZÓN DEL SANTUARIO	0,9405	0,9626	1,025
IED RODOLFO LLINÁS RIASCOS	1,0000	0,9491	0,941
IED SOFÍA CAMARGO DE LLERAS	0,9899	1,0000	1,008
IED TEC. HELENA DE CHAUVIN	0,9656	0,9859	1,021
IED CRUZADA SOCIAL	0,9928	1,0000	0,993
INST. TEC. DE COMERCIO B/QUILLA	1,0000	1,0000	0,998
IED DE LAS NIEVES	0,9540	0,9650	1,012
IED BETZABE ESPINOZA	0,9452	0,9575	1,007
IED BRISAS DEL RÍO	1,0000	1,0000	0,956
IED CIUDADELA ESTUDIANTIL	1,0000	1,0000	0,932
IED DE CARRIZAL	1,0000	1,0000	0,994
IED EL PUEBLO	0,9718	0,8829	0,893
IED FUNDACIÓN PIES DESCALZOS	0,9836	0,9763	0,993
IED HILDA MUÑOZ	0,9950	0,9854	0,990
IED JAVIER SÁNCHEZ	0,8047	0,9124	1,134
IED JUAN ACOSTA SOLERA	1,0000	0,9985	0,972
IED KARL PARRISH	0,9344	0,9198	0,982
IED LA LIBERTAD	0,9509	0,9350	0,981
IED LA MERCED	0,9903	0,9434	0,942
IED LA UNIÓN	0,9390	0,9666	1,029
IED LAS GRANJAS	1,0000	1,0000	0,989

Continuación Tabla 4. Eficiencia e Índice de Productividad de Malmquist

Institución Educativa	Eficiencia CCR 2012	Eficiencia CCR 2013	Índice De Productividad
IED LOS PINOS	1,0000	1,0000	1,029
IED NUESTRA SEÑORA DEL ROSARIO	1,0000	0,9953	0,945
IED SANTA MAGDALENA SOFÍA	0,9756	0,9688	0,991
IED SONIA AHUMADA	0,9235	0,8240	0,894
IED VILLANUEVA	0,9854	1,0000	1,005
IED JOSE ANTONIO GALÁN	0,9898	0,9887	0,999
INSTITUTO ALEXANDER VON HUMBOLDT	1,0000	1,0000	1,014
INST. DIST. DE EXPERIENCIAS PEDAGÓGICAS	0,9749	0,9554	0,981
INST. TEC. NACIONAL DE COMERCIO	0,9776	0,9939	1,017

Fuente. Elaboración propia de los autores.

La ciudad de Barranquilla se encuentra dividida en cinco localidades; las instituciones educativas están distribuidas en estas zonas de la siguiente manera: 7 IED en la localidad Riomar, 20 IED en la localidad Norte-centro histórico, 32 IED en la localidad Metropolitana, 36 IED en

la localidad Suroriente y 53 IED en la localidad Suroccidente.

En la Tabla 5 se muestran los valores de eficiencia promedio por localidad. Los resultados muestran un comportamiento muy similar durante los años 2012 y 2013.

Tabla 5. Eficiencia por Localidad.

Localidad	Eficiencia CCR 2012	Eficiencia CCR 2013
Localidad Riomar	0,9784	0,9665
Localidad Norte Centro Histórico	0,9855	0,9801
Localidad Metropolitana	0,9828	0,9811
Localidad Suroriente	0,9672	0,9500
Localidad Suroccidente	0,9671	0,9695

Como lo establece la literatura, si la DMU0 obtiene un $IPM0 > 1$, la unidad ha experimentado una mejora en la productividad con relación al periodo inicial, lo contrario sucede si su $IPM0 < 1$, y si $IPM0 = 1$ entonces la DMU0 no ha sufrido ningún cambio productivo. Si vemos los resultados en la Tabla 4, se aprecia que el IPM mayor lo obtuvo la IED Jorge N Abello, con un $IPM=1,184$; lo que indica que esta institución experimentó una mejora en su productividad del año 2012 al año 2013. Mientras que el Colegio Técnico Distrital de Rebollo obtuvo un $IPM=0,758$; por lo que experimentó una disminución en su productividad. Instituciones como el CEB. Y MEDIA # 176, Col. Dist. Marie Poussepin, IED Nueva Granada, IED de Formación Integral y IED María Cano no sufrieron ningún cambio productivo.

Discusión

El índice de productividad de Malmquist, junto al análisis envolvente de datos, se han utilizado ampliamente para medir los cambios de productividad en diferentes tipos de organizaciones; sin embargo, su utilización para evaluar el rendimiento del sector educativo es casi nula (20). El presente trabajo es uno de los primeros en Colombia en utilizar el índice de Malmquist en la evaluación de rendimiento de colegios oficiales. En cuanto a estudios de medición de eficiencia en la educación, la gran mayoría de estos hace referencia a instituciones de educación superior, son de carácter regional e involucran un número menor de unidades educa-

tivas. En el presente estudio se evaluaron 148 instituciones.

Se observó que durante el año 2012 la eficiencia promedio de los colegios oficiales del distrito de Barranquilla fue de 97,35% y el número de instituciones eficientes fue 54, lo cual equivale al 36% del total. Para el año 2013, la eficiencia promedio de los colegios oficiales del distrito de Barranquilla fue de 96,86% y el número de instituciones eficientes fue 57, lo cual equivale al 38% del total. De acuerdo con lo anterior, las IED podrían lograr los mismos resultados con un ahorro potencial de los insumos empleados del 2,65% y 3,14% en 2012 y 2013. Durante este periodo, 37 instituciones no presentaron cambio en sus valores de eficiencia. Los resultados indican que, en términos de eficiencia, el comportamiento de las IED del distrito de Barranquilla es muy similar, ya que las que no son eficientes muestran resultados superiores al 80% y al 77% para el 2012 y 2013, respectivamente. Los resultados no muestran diferencias significativas en la eficiencia promedio por localidades.

Los resultados ponen de manifiesto que la productividad del sector de la IED del distrito de Barranquilla sufre un leve descenso del 1,4%. Sin embargo, se puede observar que los mejores colegios en este ítem logran un aumento del 4,4% en promedio y los peores colegios una disminución del 3,5% en promedio, lo que evidencia que estos últimos no han sido capaces en términos medio de adoptar mejores técnicas organizativas para incrementar su productividad.

Conclusiones

Este estudio estuvo orientado a evaluar y analizar la eficiencia y la productividad de todas las instituciones educativas del distrito de Barranquilla durante el periodo 2012-2013, la selección de los insumos o variables de entrada y de los productos o variables de salidas representaba una tarea de mucho cuidado, ya que la calidad de los resultados estaba sujeta a una buena selección de estas variables. Por este motivo, se inició un proceso exhaustivo para identificar los recursos y productos que caracterizaban el sector educativo oficial de la ciudad de Barranquilla. Se consultaron los trabajos empíricos en esta área, que eran comparables para definir

inicialmente el grupo de variables, para luego validarlas con personas con experiencias y formación en el área de la educación.

La eficiencia de las IED durante los años 2012 y 2013 es muy similar. De las 148 IED, durante los años 2012 y 2013 resultaron eficientes 54 IED y 57 IED respectivamente. Se encontró una disminución de la productividad del sector; sin embargo, 56 instituciones presentaron un $IPM0 > 1$, así: 1 IED de la localidad Riomar, 10 IED de la localidad Norte-centro histórico, 9 IED de la localidad Metropolitana, 12 IED de la localidad Suroriente y 24 de localidad Suroccidente. La localidad Norte-centro histórico fue la única que presentó incremento de productividad.

Referencias

1. Golany B., Roll Y. An application procedure for DEA. *Omega*. 1989;17(3):237-50.
2. Congreso de la República. Por la cual se expide la Ley General de Educación. Ley 115. Colombia: Ministerio de Educación; 1994. 50 p.
3. Banco Mundial. [Internet]. Gasto público en educación total (% del PIB). S.F. [Citado año, mes, día]. Disponible en: <http://datos.bancomundial.org/indicador/SE.XPD.TOTL.GD.ZS>
4. Charnes A., Cooper W., Rhodes E. Measuring the efficiency of decision-making units. *Eur J Oper Res*. 1978;2(6):429-44.
5. Guzmán-Finol., K. ¿Qué hay detrás de un cambio en la productividad hospitalaria? Documentos de Trabajo sobre Economía Regional. 2015;(215):1-56.
6. Kutlar A., Kabasakal A., Ekici M. Efficiency of commercial banks in Turkey and their comparison: application of DEA with Tobit analysis. *International Journal of Mathematics in Operational Research*. 2017;10(1):84-103.
7. Tsolas I. Firm credit risk evaluation: a series two-stage DEA modeling framework. *Ann of Oper Res*. 2015;233(1):483-500.
8. Carrillo M., Jorge J. DEA-like efficiency ranking of regional health systems in Spain. *Soc Indic Res*. 2017;133(3):1133-49.
9. Sav T. Efficiency Estimates and Rankings Employing Data Envelopment and Stochastic Frontier Analyses: Evaluating the Management of U.S. Public Colleges. *Information Management and Business Review*. 2012;8(4):444-52.

10. Nazarko J., Šaparauskas J. Application of DEA method in efficiency evaluation of public higher education institutions. *Technological and Economic Development of Economy*. 2014;20(1):25-44.
11. Liu HH., Kuo FH., Li LH. The operating efficiency of vocational and senior high schools in Xindian district of New Taipei City: Three envelopment models in DEA. *International Business Research*. 2016;9(11):116-25
12. Garzón H., Flores S., Flores J. Eficiencia técnica de instituciones públicas de educación secundaria del estado Barinas, Venezuela. *Revista Venezolana de Análisis de Coyuntura*. 2011;17(2):149-65.
13. Quesada V., Blanco I., Maza F. Análisis envolvente de datos aplicado a la cobertura educativa en el departamento de Bolívar, Colombia (2007-2008). *Omnia*. 2010;16(3):77-100.
14. Iregui A., Melo L., Ramos J. Análisis de eficiencia de la educación en Colombia. *Rev de Economía del Rosario*. 2007;10(1):21-41.
15. Soto J., Vásquez S., Villegas J. Eficiencia en cobertura y calidad de las instituciones educativas oficiales del municipio de Dosquebradas (Risaralda). *Scientia Et Technica*. 2010; 3(46):181-6.
16. Caves D., Christensen L., Diewert E. The economic theory of index numbers and the measurement of input, output and productivity. *Econometría*. 1982;50(6):1393-1414.
17. Malmquist S. Index numbers and indifference surfaces. *Trabajos de Estadística y de Investigación Operativa*. 1953;4(2):209-242.
18. Aparicio J., Crespo-Cebada E., Pedraja-Chaparro F., Santín D. Comparing school ownership performance using a pseudo-panel database: a Malmquist-type index approach. *Eur J Oper Res*. 2017;256(2):533-42.
19. Podinovski V., Ismail I., Bouzdine-Chameeva T., Zhang W. Combining the assumptions of variable and constant returns to scale in the efficiency evaluation of secondary schools. *Eur J Oper Res*. 2014;239(2):504-13.
20. Essid H., Ouellette P., Vigeant S. Productivity, efficiency, and technical change of Tunisian schools: A bootstrapped Malmquist approach with quasi-fixed inputs. *Omega*. 2014;42(1), 88-97.
21. Cooper W., Seiford L., Tone K. *Data envelopment analysis*. 2da ed. Nueva York: Springer Science & Business Media;2007. 492 p.
22. Escobar J., Cuervo A. Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en Medición*. 2008;6:27-36.
23. Jenkins L., Anderson M. A multivariate statistical approach to reducing the number of variables in data envelopment analysis. *Eur Journal Oper Res*. 2003;147(1):51-61.
24. Sistema de información nacional de educación básica y media (SINEB) [Internet]. <http://www.mineducacion.gov.co/1621/w3-article-156285.html>.
25. Departamento Administrativo de la Función Pública. Por el cual se modifica la remuneración de los servidores públicos docentes y directivos docentes al servicio del Estado en los niveles de preescolar, básica y media que se rigen por el Decreto Ley 2277 de 1979. Decreto 1055. Colombia: Ministerio de Educación. 2011. 7 p.
26. Departamento Administrativo de la Función Pública. Por el cual se modifica la remuneración de los servidores públicos docentes y directivos docentes al servicio del Estado en los niveles de preescolar, básica y media que se rigen por el Decreto Ley 1278 de 2002. Decreto 1027. Colombia: Ministerio de Educación. 2011. 7 p.

27. Suzuki S., Nijkamp P., Rietveld P., Pels E. A distance friction minimization approach in data envelopment analysis: a comparative study on airport efficiency. *Eur J of Oper Res.* 2010;207(2):1104-15.
28. Färe R., Grosskopf S., Lindgren B., Roos P. Productivity changes in Swedish pharmacies 1980–1989: a non-parametric Malmquist approach. *Journal of Productivity Analysis.* 1992;3(1-2):85-101.
29. Parteka A., Wolszczak-Derlacz J. Dynamics of productivity in higher education: cross-european evidence based on bootstrapped Malmquist indices. *Journal of Productivity Analysis.* 2013;40(1):67-82.