

**EFICIENCIA EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS OFICIALES DE  
BÁSICA SECUNDARIA Y MEDIA DEL DISTRITO DE CARTAGENA  
(COLOMBIA) MEDIANTE ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS  
(DEA) ENTRE EL AÑO 2015 Y 2018**

**AUGUSTO CÉSAR RODRÍGUEZ MATURANA  
ERIK JOSÉ ARIAS CORONEL**

Trabajo de Investigación como requisito para optar el título de  
Magister en Ingeniería Industrial

Tutor

**DAVID MARTINEZ SIERRA**

**RESUMEN**

La eficiencia en el uso de los recursos para el logro de los objetivos educacionales es materia clave para alcanzar el desarrollo educacional. La investigación realizada se enmarca en la línea de investigación Gestión de operaciones de la Universidad Simón Bolívar en el marco de la Maestría en Ingeniería énfasis Industrial; con enfoque cuantitativo, de tipo explicativo (evaluativo), analiza la eficiencia y el cambio productivo en ochenta y dos (82) instituciones educativas de Básica Secundaria y Media del sector público de la ciudad de Cartagena (Colombia), participantes en el examen estandarizado Saber 11 entre los años 2015 y 2018, en las disciplinas de matemáticas, lectura crítica, ciencias naturales, sociales ciudadanas e inglés. Para ello se ha aplicado la técnica no paramétrica del Análisis Envlovente de Datos (DEA) con orientación Input. El cambio productivo se obtiene como índice de Malmquist-Luenberger el que se puede descomponer en cambios en la eficiencia técnica (catching-up) y cambio técnico o tecnológico (boundary shift).

La metodología propuesta se orienta a la toma de decisiones y al cambio, cuya intención se dirige a generar conocimiento, que permita delimitar los factores fundamentales que, al influir sobre el modo de gestión de las instituciones educativas, fueran susceptibles de ser empleados para mejorar la eficiencia de los mismos; en tiempos donde se perciben con un servicio de baja calidad. Los resultados generales indican un deterioro en la eficiencia técnica y en el cambio productivo (Malmquist-Luenberger), pero un avance en el cambio técnico o tecnológico en el distrito de Cartagena.

**Palabras clave:** Educación, Calidad, Eficiencia, Análisis Envlovente de Datos, Índice de Malmquist, Cambio en productividad

## ABSTRACT

Efficiency in the use of resources to achieve educational objectives is key to achieving educational development. The research carried out is part of the Operations Management research line of the Simón Bolívar University within the framework of the Master in Engineering, Industrial emphasis; with a quantitative approach, of an explanatory (evaluative) type, it analyzes the efficiency and the productive change in eighty-two (82) educational institutions of Basic Secondary and Average of the public sector of the city of Cartagena (Colombia), participants in the standardized test Saber 11 between 2015 and 2018, in the disciplines of mathematics, critical reading, natural sciences, citizen social and English. For this, the non-parametric technique of Data Envelopment Analysis (DEA) with Input orientation has been applied. Productive change is obtained as a Malmquist-Luenberger index which can be decomposed into changes in technical efficiency (catching-up) and technical or technological change (boundary shift).

The proposed methodology is geared towards decision-making and change, the intention of which is to generate knowledge, which allows defining the fundamental factors that, by influencing the management mode of educational institutions, could be used to improve education. Their efficiency; in times where they are perceived with a low quality service. The general results indicate deterioration in technical efficiency and productive change (Malmquist-Luenberger), but an advance in technical or technological change in the Cartagena district.

**Key words:** Education, Quality, Efficiency, Data Envelopment Analysis, Malmquist Index, Change in productivity

## INTRODUCCIÓN

El análisis envolvente de datos (DEA), es una técnica no paramétrica para medir el rendimiento de las unidades de toma de decisiones (DMU) que utilizan entradas múltiples para producir salidas múltiples. Originalmente, el DEA se ocupaba de los procesos de producción de una etapa sin referencia a la estructura interna de las DMU. Sin embargo, un número significativo de estudios se ha centrado en evaluar la eficiencia en procesos de producción de múltiples etapas, donde los productos de algunas etapas, caracterizados como productos intermedios, se usan como entradas a las otras etapas o como productos externos del proceso de producción o ambos (Despotis & Koronakos, 2014). Färe y Grosskopf fueron los primeros en evaluar la eficiencia de los procesos de múltiples etapas, donde la estructura interna de la DMU, que indica el flujo de las medidas intermedias entre las etapas, es fundamental en la evaluación de la eficiencia.

La eficiencia en el uso de los recursos para el logro de los objetivos educacionales es materia clave para alcanzar el desarrollo educacional. La presente

investigación, de tipo evaluativa, está dirigida a analizar la eficiencia y el cambio productivo en ochenta y dos (82) instituciones educativas de Básica Secundaria y Media del sector público de la ciudad de Cartagena (Colombia), participantes en el examen estandarizado Saber 11 entre los años 2015 y 2018, en las disciplinas de matemáticas, lectura crítica, ciencias naturales, sociales ciudadanas e inglés. Para ello se ha aplicado la técnica no paramétrica del Análisis Envolvente de Datos (DEA) con orientación Input. El cambio productivo se obtiene como índice de Malmquist-Luenberger el que se puede descomponer en cambios en la eficiencia técnica (catching-up) y cambio técnico o tecnológico (boundary shift).

Por otro lado, la trascendencia del sector de la educación en la economía se hace presente por diversas razones, y se convierte en una necesidad conocer qué tan eficientes están siendo las instituciones educativas, en tiempos donde se perciben con un servicio de baja calidad.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hasta hace poco hablar de calidad, eficiencia, eficacia y productividad al interior de las instituciones educativas oficiales (IEO), era poco común. No obstante, los cambios internos y externos en el sistema educativo, y en el contexto mundial han hecho de la educación, según el Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2002; p. 7), un derecho universal, un deber del Estado y de la sociedad, un instrumento esencial en la construcción de sociedades autónomas, justas y democráticas.

Desde comienzos de los noventa, la educación en Colombia adquirió mayor importancia dentro del debate público, gracias al fortalecimiento del proceso de descentralización, derivado de la Constitución Política de 1991 y sus normas reglamentarias. Como resultado de este proceso, los recursos destinados a educación aumentaron gradualmente y de manera significativa. Durante este período también se ajustaron los mecanismos de distribución territorial de las transferencias y las normas que regulan la carrera docente. (Iregui B., A. M.; Melo B., L.; 2006). Al evaluar los resultados del sistema educativo público durante los últimos años, se observan aumentos importantes en los niveles de cobertura en primaria y secundaria, pero no se registran mayores avances en la calidad de los planteles oficiales. Esta situación resulta paradójica en la medida en que se ha venido desarrollando un proceso de descentralización que ha aumentado considerablemente los recursos para el sector. No obstante, a priori no se puede establecer si estos recursos se están utilizando ineficientemente, o si aún faltan recursos para poder lograr mejores niveles de calidad, o si existen otro tipo de factores que afectan el desempeño académico de los estudiantes de los establecimientos públicos.

Por las características específicas de la función de producción de la educación básica y media, se selecciona la técnica no paramétrica de Análisis Envolvente de Datos (DEA), ya que gracias a la generación endógena de los pesos de cada variable utilizada en el modelo, es posible consolidar diversos indicadores

educativos en un único índice, sin recurrir a ponderaciones estipuladas subjetivamente o de suposiciones necesarias acerca de las formas funcionales, tan comunes en la regresión estadística. De igual manera, cabe recordar que la eficiencia en el sector público no radica en el aumento de utilidades como lo es para el sector privado, sino en mejorar la calidad del servicio brindado, trabajando en el perfeccionamiento de los diferentes procesos que lo conforman. En definitiva, cualquier intento de estimar el comportamiento productivo de las unidades de decisión educativas debe contemplar un análisis riguroso de las variables seleccionadas; existiendo como única limitación, la impuesta por la información estadística disponible. De aquí, que parece pertinente preguntarse:

¿Cuál es el índice de eficiencia de las Instituciones Educativas Oficiales de Básica Secundaria y Media del Distrito de Cartagena (Colombia), para el período de tiempo comprendido entre el 2015 y el 2018?

¿Qué variables definen el comportamiento productivo de las Instituciones educativas oficiales en el Distrito de Cartagena?

¿Cuál es el modelo de Análisis Envolvente de Datos (DEA), más apropiado para evaluar la eficiencia en la Instituciones Educativas oficiales del Distrito de Cartagena, durante el periodo comprendido entre el año 2015 y 2018?

## **2. OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Estimar el índice de eficiencia de las instituciones educativas oficiales, de básica secundaria y media del Distrito de Cartagena, mediante la técnica no paramétrica del Análisis Envolvente de Datos (DEA), para el período de tiempo comprendido entre el 2015 y el 2018

### **Objetivos Específicos**

Realizar una revisión bibliográfica a cerca de aplicaciones del análisis envolvente de datos (DEA) como técnica de evaluación de eficiencia, para documentar y recopilar conceptos y resultados que contribuyan al estudio de la estimación de la eficiencia en instituciones educativas del sector oficial de Cartagena de Indias.

Definir la formulación de un modelo de Análisis Envolvente de Datos (DEA), más apropiado para evaluar la eficiencia en las Instituciones Educativas oficiales del Distrito de Cartagena, durante el periodo comprendido entre el año 2015 y 2018.

Definir y recopilar la información de las variables de entrada y salida, de las instituciones educativas oficiales de Cartagena de Indias, de tal manera que permita

la selección de las DMU productivas y omitir del estudio aquellas que carezcan de información, tenga datos atípicos o no deban ser incluidas dentro del análisis por otras razones.

Evaluar mediante la técnica no paramétrica del Análisis Envolvente de Datos (DEA), el cambio en la productividad (índice de Malmquist-Luenberger) de las instituciones Educativas oficiales del Distrito de Cartagena.

### **3. REFERENTES TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS**

La institución educativa es el eslabón más neurálgico en la cadena educativa, pues es al interior de ella donde se gesta el acto educativo más significativo: el aprendizaje; por lo que el interés por los elementos y factores que intervienen en el proceso formativo de cada individuo que por ella pasa es permanente.

#### **3.1 La Educación como proceso productivo**

La educación es tanto un derecho fundamental de toda persona, como un motor de desarrollo y transformación social; dado que es la herramienta de mayor incidencia en el desarrollo alcanzado históricamente por los pueblos. Por muchos años, la preocupación era lograr una mayor cobertura, y llevar la educación a todos y todas, sin tener en cuenta los resultados de la misma. Como derecho fundamental, la educación está llamada a incluir características que la hagan cumplir su función transformadora, para algunos estas se encuentran asociadas a lo que llaman calidad, para otros debe responder a la dignidad de la persona y al compromiso social. La incorporación del análisis económico a las investigaciones en el ámbito de la educación ha supuesto la introducción de una serie de aspectos innovadores a la hora de abordar sus principales problemas. En este sentido, la evaluación de la calidad de los servicios educativos es un claro ejemplo de esta nueva perspectiva, aunque no es el único.

El núcleo en torno al cual la presente investigación articula el problema de la calidad de la educación no es otro que el análisis de la función de producción. Esto es así, porque se entiende la actividad educativa como un proceso donde se combinan una serie de factores productivos para obtener un determinado producto.

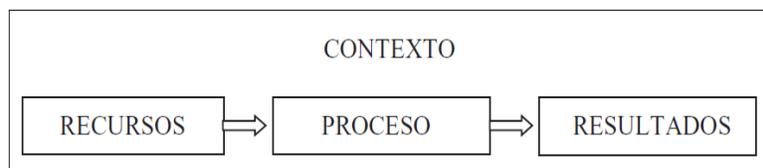
La complejidad del tema a tratar es uno de los principales puntos que se deben resaltar, dado que delimitar las peculiaridades del producto escolar no es tarea fácil. Respecto a esta cuestión, es necesario poner de manifiesto algunos de los aspectos diferenciales que tiene el output educativo frente a otras producciones.

La actividad educativa desde un punto de vista económico es entendida como la prestación de un servicio que se realiza sobre las personas, distinguiéndola de otro tipo de servicios y, sobre todo, de la producción de bienes. En este sentido, la aportación de Hill (1977) trata de dar solución a esta controversia al diferenciar

entre bienes y servicios. Según este autor, un bien puede ser definido como un objeto físico apropiable y transferible entre unidades económicas. Mientras que, por el contrario, un servicio es definido como un cambio en la condición de una persona o de un bien perteneciente a alguna unidad económica, producido como el resultado de la actividad de alguna otra.

Los factores determinantes de la calidad de la enseñanza en cualquier sistema educativo constituyen elementos fundamentales que inciden en la organización y funcionamiento de las instituciones educativas. De ahí se deriva que el análisis de la calidad de la educación y su mejora pasan necesariamente por la evaluación del comportamiento de estas instituciones. Por esta razón, nuestro planteamiento acerca de la calidad de la educación lo enfocaremos desde la perspectiva de la evaluación de los centros educativos. Podemos representar los elementos que definen el proceso escolar mediante un modelo interactivo en donde la secuencia del análisis es la siguiente:

**Figura 1. Elementos que definen el proceso escolar**



Fuente: Seijas, 2004

En consecuencia, se observa como el comportamiento de cualquier centro debe analizarse no sólo a través de la relación entre recursos y resultados, sino también por la manera en que se llevan a cabo los procesos de transformación de esos factores y el contexto específico en el cual el centro desarrolla su actividad. Así pues, cualquier perspectiva de análisis que quiera ser calificada de idónea debería contemplar en la medida de lo posible al fenómeno educativo como resultado de la interacción de esos cuatro factores.

### **3.2 Análisis Envoltente de Datos (DEA)**

La metodología empleada en este estudio para medir las eficiencias comparativas y determinar cambios de productividad, se denomina Análisis Envoltente de Datos (Data Envelopment Análisis) y corresponde a una herramienta basada en técnicas de programación lineal. Es una metodología eminentemente comparativa, ya que entrega medidas de eficiencia para cada DMU comparándola con cada una de las restantes DMU que conforman la muestra. No se puede hablar de eficiencias absolutas, a menos que se pueda aducir que el conjunto de DMU es suficientemente grande para poder ser considerado como la población total. Se

asume que cada DMU emplea unos recursos (entradas) para entregar productos (salidas) y aquellas DMU que se incluyen en los modelos, se asumen como homogéneas, es decir emplean el mismo tipo de entrada para producir los mismos tipos de salida. Las medidas de eficiencia corresponden a la relación de las salidas sobre las entradas, las cuales se ponderan para cada DMU, logrando para cada una los mejores índices de eficiencia, lo cuales la ventaja fundamental sobre cualquier otra técnica de las técnicas tradicionales. Igualmente permite trabajar unidades que producen varias salidas haciendo uso de diversos insumos. Los pesos ponderados asignados a las entradas y salidas, se obtienen a través de modelos de programación lineal, que, a través de restricciones, evitan que las eficiencias superen el 100%.

DEA es un método no - paramétrico (de frontera) que no requiere de especificaciones particulares de la forma funcional que transforma el conjunto de variables de entrada en el conjunto de variables de salida que se emplearon en el estudio para cada DMU. Esta metodología (DEA) genera una frontera eficiente (que envuelve todo el conjunto de unidades considerado) con aquellas DMU que tienen el mejor desempeño.

### 3.2.1 Modelos DEA

Existen muchos modelos DEA que se diferencian por el tipo de eficiencias que miden (técnica y asignación, entre otras) y la orientación que tienen, que puede ser a entradas (reducir las entradas hasta el nivel mínimo posible sin que se afecte negativamente el nivel de salidas) o a salidas (aumentar al máximo el nivel de salidas sin requerir mayores niveles de entradas). Teniendo en cuenta que lo que se desea en este trabajo es estudiar la posibilidad de minimizar la necesidad de recursos (gastos administrativos) para emitir primas, se hará uso de los modelos CCR y BCC orientados a entradas, para hallar eficiencias técnicas (factor de contracción simultánea que es posible lograr en todas las entradas, sin desmejorar los niveles de salida), de mezcla (cuando es necesario cambiar la proporción relativa de las entradas para alcanzar la eficiencia) y de escala (permite determinar qué tanto afecta la escala de operación de una DMU sus resultados de eficiencia).

#### 3.2.1.1 Modelo BCC Orientado a entradas (inputs)

Sus siglas se deben a quienes lo desarrollaron en 1984: Banker, Charnes y Cooper. A continuación se muestra la estructura del modelo, que debe ser trabajado en dos fases. En la primera de ellas se hallará el factor de contracción simultánea para todas las entradas ( $k_0$ ) y en la segunda las holguras por cada entrada ( $s_i^-$ ).

$$h_{j_0} = \min k_0 - \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_i^- \right) \quad (1)$$

Sujeto a:

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j X_{ij} = k_0 X_{i0} - s_i^- \quad i=1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j Y_{rj} = s_r^+ + Y_{r0} \quad r=1, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j = 1$$

$$s_i^-, s_r^+ \geq 0, k_0 \text{ libre}$$

$\varepsilon$ : infinitesimal no arquimediano

### 3.2.1.2 Modelo CCR Orientado a entradas (inputs)

Sus siglas se deben a sus creadores: Charnes, Cooper y Rhodes. A diferencia del modelo BCC, el modelo CCR elimina la restricción de convexidad entre las diferentes DMU. A continuación, se muestra la estructura del modelo, que debe ser trabajado en dos fases. En la primera de ellas se hallará el factor de contracción simultánea para todas las entradas ( $k_0$ ) y en la segunda las holguras por cada entrada ( $s_i^-$ ).

$$h_{j0} = \min k_0 - \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^- \right) \quad (2)$$

Sujeto a:

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j X_{ij} = k_0 X_{i0} - s_i^- \quad i=1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j Y_{rj} = s_r^+ + Y_{r0} \quad r=1, \dots, s$$

$$s_i^-, s_r^+ \geq 0, k_0 \text{ libre}$$

$\varepsilon$ : infinitesimal no arquimediano

### 3.2.1.3 Índice de Malmquist-Luenberger

El índice de índice de Malmquist-Luenberger permite evaluar los cambios de eficiencia a través del tiempo, a través de la siguiente formulación:

$$MI = \frac{C_{-EF}_T^{D, t+1}}{C_{-EF}_T^{D, t}} \left( \frac{C_{-EF}_T^{D, t+1}}{C_{-EF}_T^{D, t+1}} * \frac{C_{-EF}_T^{D, t}}{C_{-EF}_T^{D, t}} \right)^{1/2} \quad (3)$$

Los factores a considerar en este índice son la eficiencia marcada con el superíndice  $D_{t+1}$  y el subíndice  $T_{t+1}$ , correspondientes al factor  $k_0$  de un modelo CCR para la DMU en evaluación, teniendo en cuenta los datos del segundo período. El segundo factor es aquel marcado  $D_t$  y el subíndice  $T_t$  que corresponde al factor  $k_0$  de un modelo CCR para la DMU en evaluación, teniendo en cuenta los datos del primer período. Las restantes eficiencias (superíndice  $D_{t+1}$  y subíndice  $T_t$  y; superíndice  $D_t$  y subíndice  $T_{t+1}$ ) corresponden al factor  $k_0$  de un modelo CCR para la DMU en evaluación empleando los datos del primer período al lado izquierdo de las ecuaciones y del segundo período al lado derecho y viceversa.

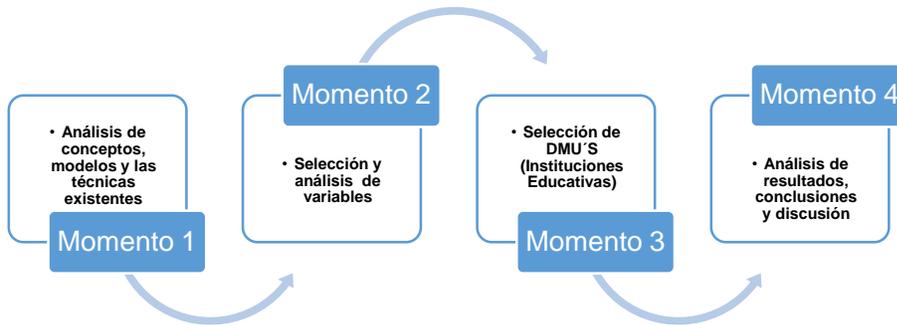
La primera parte del Índice de Malmquist, denominada Cambio en Eficiencia Técnica, representa el cambio en la eficiencia de uso de los insumos (entradas) para entregar productos (salidas). Un valor mayor a 1 implica que la DMU, ha mejorado el uso de entradas para producir salidas, mientras que un valor igual a 1, implica que no ha habido ninguna mejoría. Por el contrario, un valor menor que 1 implica que la DMU es menos eficiente en el uso de las entradas para producir salidas. La segunda parte del Índice de Malmquist, denominada Cambio en Eficiencia de la Industria, captura el cambio en la frontera de la industria y su interpretación en términos de los resultados obtenidos es contraria al caso de la primera parte del indicador, pues una mejora en los niveles de la frontera, reportará un valor menor que uno y viceversa.

### 3.3 Ruta Metodológica

La presente investigación estimó el índice de eficiencia de ochenta y dos (82) instituciones educativas oficiales, de básica secundaria y media del Distrito de Cartagena, usando la técnica no paramétrica del Análisis Envolvente de Datos (DEA), para el período de tiempo comprendido entre el 2015 y el 2018; mediante un enfoque cuantitativo, debido a que su intención fue explicar, evaluar y analizar datos sobre variables; estudiando sus propiedades y fenómenos. La metodología propuesta se orienta a la toma de decisiones y al cambio, cuya intención se dirige a generar conocimiento (alcance explicativo – evaluativo). Es un estudio No experimental – Longitudinal.

Utilizando técnicas de programación lineal, el método usado compara cada institución con las demás, de la forma más favorable para la misma; esto con el fin de evitar desigualdades, en razón, a que cada institución es relativamente distinta de las otras, es decir, no dependen de una frontera de producción ideal para las comparaciones; de ahí que se hable de eficiencia relativa. Esto implica que las instituciones que resultaren eficientes, lo son en comparación con instituciones que tienen características similares y poseen en términos generales los mismos recursos, no obstante, si involucramos otras instituciones, las que son eficientes, podrían pasar a ser ineficientes en el nuevo marco de referencia. Esta investigación siguió los siguientes momentos: (ver figura 2)

**Figura 2. Momentos de la investigación**



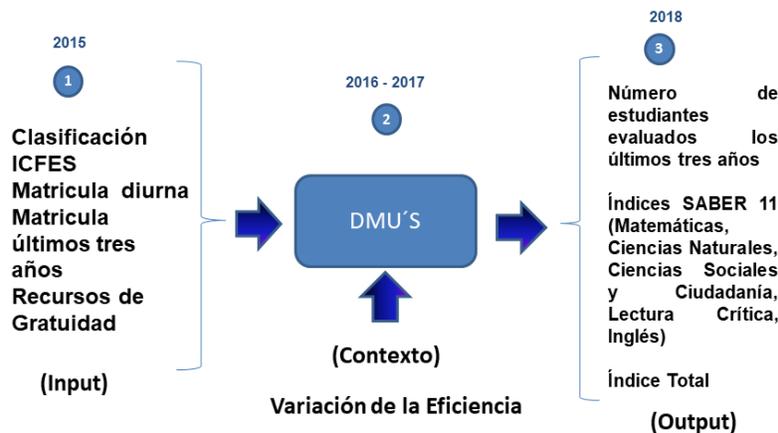
Fuente: autores, 2020

**Variables consideradas en el estudio:**

Variables de entrada	Variables de salida
Clasificación de la institución educativa (según ICFES)	Número de estudiantes evaluados los últimos tres (3) años
Número de estudiantes matriculados en la jornada diurna	Resultados pruebas SABER 11: áreas de Matemáticas, Ciencias Naturales, ciencias Sociales y Ciudadanía, Lectura Crítica e inglés
Número de estudiantes matriculados los últimos tres años	Índice total en pruebas SABER 11
Recursos de gratuidad	

Una vez contrastado los resultados obtenidos con el modelo propuesto y las diferentes técnicas existentes, se analizó críticamente los hallazgos más importantes de éste y su aplicabilidad para la estimación de la eficiencia en el sistema educativo de la ciudad.

**Figura 3. Modelo propuesto**



Fuente: autores, 2020

Para la aplicación de los modelos se hace uso del software EMS, Efficiency Measurment System Versión 1.30, desarrollado por Holger Scheel de la Universitat Dortmund Germany (2000). Este programa (diseñado para Windows), calcula las medidas de eficiencia concernientes al Análisis Envolvente de Datos, al hacer uso de la librería para solucionar problemas de programación BPMPD 2.11, desarrollada por Csaba Mézaros, que utiliza un código capaz de resolver problemas con más de cinco mil (5000) DMU'S y alrededor de cuarenta (40) variables de entradas y salidas. Para el ingreso de datos, se utiliza un archivo de Excel 2010 (.xlsx), en el cual se encuentran los datos puros de entrada y salida.

#### 4. ESTUDIO EMPÍRICO: DATOS Y RESULTADOS

El estudio empírico se basa en algunas dimensiones de la educación y evalúa cómo ha mejorado la productividad entre 2015 y 2018, considerando solamente el sector oficial de las instituciones educativas en Cartagena de Indias (Colombia). Es común en el sector educativo utilizar modelos DEA con orientación a la obtención de mejores resultados con los recursos disponibles, y no hacia la minimización de estos, sobre los que es poco el control que se ejerce, puesto que muchos recursos conciernen directamente al proceso de escolarización, o bien de la asignación por parte de los entes gubernamentales (MEN y/o Secretarías de educación, para este caso). Sin embargo, en el presente estudio se adopta un modelo DEA orientado a inputs, utilizando variables de entrada en su mayoría controladas por cada DMU, pues se encuentran relacionadas con su capacidad instalada, y cobertura del servicio educativo.

Se calcula el índice que permitió evaluar la eficiencia de las Instituciones Educativas Oficiales Del Distrito de Cartagena de Indias; con variables de entrada y salida definidas en la ruta metodológica, siguiendo un modelo DEA orientado a inputs, es decir una DMU será Pareto Eficiente si no es posible disminuir ninguno

de sus niveles de entrada sin tener que incrementar al menos uno de sus otros niveles de entrada o disminuir al menos uno de sus niveles de salida.

Es importante anotar que los datos de las variables correspondientes a siete (7) instituciones educativas se encontraban incompletas (8,54% de las instituciones educativas), motivo por el cual no fueron tenidas en cuenta para el ingreso de datos al software, ni para el análisis de resultados, estas son: IE María Reina (28); IE Antonio Nariño (40), IE Islas del Rosario (58); IE Leticia (65); IE San Francisco de Asís; IE Santa Cruz del Islote (71); IE la Victoria (77); IE Fe y Alegría el Progreso (81).

#### 4.1 Evaluación de la Eficiencia

Los resultados de eficiencia (score de eficiencia relativa de cada DMU) obtenidos para las instituciones educativas consideradas en el estudio, en total setenta y cinco (75), equivalentes al 91,46% de las instituciones educativas oficiales en el Distrito de Cartagena; de acuerdo con el modelo propuesto. Se pueden diferenciar Instituciones Educativas, según el comportamiento de su eficiencia, así:

Al evaluar la eficiencia media de las IEO del Distrito de Cartagena (Tabla 1), podemos observar que sólo existen siete (7) Instituciones Educativas (9,33%), que pertenecen a la frontera eficiente durante todo el horizonte de tiempo (4 años): IE Nuestra Señora del Carmen (12); IE Promoción Social (20); IE La Milagrosa (30); IE Soledad Acosta de Samper (31); IE CASD Manuela Beltrán (55); IE Tierra Baja (61); IE María Auxiliadora (78). Igualmente, encontramos dos (2) instituciones educativas (2,67%) que en varios periodos se han mostrado eficientes y cuyo promedio está muy por encima de la media global y un poco cercano a la frontera; estas son: IE Ararca (66) y IE Puerto Rey (59).

Otro grupo, integrado por Instituciones Educativas que no habiéndose ubicado en la frontera eficiente, su promedio está por encima de la media (84,88%), en total veintiséis (26) instituciones (equivalen a 34,67%): IE Valores Unidos (4); IE Luis Carlos Galán Sarmiento (5); IE República de Argentina (8); IE Olga González de Arraut (27); IE de Ternera (29); IE Fernando de la Vega (32); IE Fe y Alegrías las Gaviotas (IE 34); IE Juan José Nieto (35), IE Alberto Elías Fernández Baena (38), IE Omaira Sánchez Garzón (41); IE La Libertad (44); IE María Cano (45), IE Playas de Acapulco (46), IE Villa Estrella (48), IE Manuela Vergara de Curi (49), Escuela Normal Superior (50); IE Francisco de Paula Santander (53), IE Rafael Núñez (54), IE Isla Fuerte (60); IE Tierra Bomba (62); IE Santa Ana (63); IE Pontezuela (64), IE Manzanillo del mar (67); IE Caño del Oro (69); IE Nueva Esperanza de Arroyo Grande (72); IE San Juan de Damasco (75).

**Tabla 1. Resultados DEA para IEO Distrito de Cartagena – 2015 – 2018**

No.	DMU	2015	2016	2017	2018	Promedio
1	I.E. ARROYO DE PIEDRA	83,22%	48,92%	49,80%	95,35%	69,32%
2	I.E. CORAZON DE MARIA	49,17%	53,71%	51,60%	57,93%	53,10%
3	I.E. NUESTRO ESFUERZO	92,31%	56,85%	51,09%	91,16%	72,85%
4	INSTITUCIÓN VALORES UNIDOS	86,84%	92,86%	93,91%	95,08%	92,17%
5	I.E. LUIS C GALAN SARMIENTO	93,50%	92,86%	97,35%	99,82%	95,88%
6	I.E. AMBIENTALISTA DE CARTAGENA	75,72%	72,00%	67,02%	73,99%	72,18%
7	I.E. SALIM BECHARA	95,42%	57,56%	51,62%	93,87%	74,62%
8	I.E. REPUBLICA DE ARGENTINA	97,84%	98,40%	98,37%	98,47%	98,27%
9	I.E. LUIS CARLOS LOPEZ	74,47%	75,05%	63,86%	79,95%	73,33%
10	I.E. ANA MARIA VELEZ DE TRUJILLO	56,41%	58,95%	97,48%	62,69%	68,88%
11	I.E. CAMILO TORRES DEL POZON	66,40%	66,81%	67,07%	76,81%	69,27%
12	I.E. NUESTRA SRA DEL CARMEN	108,95%	107,31%	104,51%	111,03%	107,95%
13	I.E. SANTA MARIA	77,18%	82,05%	68,21%	77,40%	76,21%
14	I.E. JOHN F KENNEDY	91,13%	89,26%	74,51%	82,77%	84,42%
15	I.E. PEDRO HEREDIA	81,91%	51,75%	86,44%	98,33%	79,61%
16	I.E. MERCEDES ABREGO	86,15%	79,67%	70,71%	79,36%	78,97%
17	I.E. LICEO DE BOLIVAR	61,36%	57,69%	47,45%	61,55%	57,01%
18	I.E. DE FREDONIA	56,94%	59,80%	58,62%	62,14%	59,37%
19	I.E. MANUELA BELTRAN	59,66%	60,56%	57,40%	91,06%	67,17%
20	I.E. PROMOCION SOCIAL DE C/GENA.	102,44%	106,29%	111,73%	108,73%	107,30%
21	I.E. REPUBLICA DEL LIBANO	62,02%	65,22%	51,48%	61,81%	60,13%
22	I.E. JOSE DE LA VEGA	76,13%	76,25%	55,62%	67,71%	68,93%
23	I.E. SOLEDAD ROMAN DE NUÑEZ	79,92%	72,15%	67,93%	74,87%	73,72%
24	I.E. HIJOS DE MARIA	64,12%	67,46%	59,07%	68,79%	64,86%
25	I.E. NUESTRA SRA DEL PERPETUO SOCORRO	58,37%	59,49%	52,07%	92,90%	65,71%
26	I.E. MADRE LAURA	59,10%	63,03%	55,72%	73,06%	62,73%
27	I.E. OLGA GONZALEZ ARRAUT	99,45%	99,25%	98,92%	99,41%	99,26%
29	I.E. DE TERNERA	92,08%	91,21%	92,27%	92,59%	92,04%
30	I.E. LA MILAGROSA	156,65%	156,44%	145,83%	116,43%	143,84%
31	I.E. SOLEDAD ACOSTA DE SAMPER	149,95%	150,86%	144,26%	153,26%	149,58%
32	I.E. FERNANDO DE LA VEGA	97,47%	95,00%	94,17%	92,77%	94,85%
33	I.E. JOSE MANUEL RODRIGUEZ TORICES	89,85%	86,00%	81,36%	81,36%	84,64%
34	I.E. FE Y ALEGRIA LAS GAVIOTAS	86,66%	87,96%	88,78%	89,50%	88,22%
35	I.E. JUAN JOSE NIETO	96,89%	91,13%	90,73%	93,52%	93,07%
36	I.E. FULGENCIO LEQUERICA VELEZ	59,33%	57,33%	52,06%	61,53%	57,56%
37	I.E. SAN LUCAS	68,67%	70,44%	61,13%	77,05%	69,33%
38	I.E. ALBERTO E. FERNANDEZ BAENA	104,00%	66,53%	90,00%	88,99%	87,38%
39	I.E. ANTONIA SANTOS	63,31%	62,13%	51,29%	65,69%	60,60%
41	I.E. OMAIRA SANCHEZ GARZON	91,49%	90,72%	93,58%	96,16%	92,99%

No	DMU	2015	2016	2017	2018	Promedio
42	I.E. 20 DE JULIO	63,86%	66,57%	62,04%	70,72%	65,80%
43	I.E. FE Y ALEGRIA LAS AMERICAS	82,22%	81,06%	56,78%	74,19%	73,56%
44	I.E. LA LIBERTAD	96,97%	97,01%	98,50%	96,10%	97,14%
45	I.E. MARIA CANO	94,94%	95,35%	97,70%	95,89%	95,97%
46	I.E. PLAYAS DE ACAPULCO	96,91%	97,32%	88,37%	83,27%	91,47%
47	I.E. SAN FELIPE NERI	56,50%	58,31%	52,30%	56,28%	55,85%
48	I.E. VILLA ESTRELLA	97,14%	97,22%	93,75%	93,03%	95,29%
49	I.E. MANUELA VERGARA DE CURI	95,92%	94,19%	94,75%	93,58%	94,61%
50	ESCUELA NORMAL SUPERIOR DE CARTAGENA DE INDIAS	82,78%	91,66%	81,61%	87,44%	85,87%
51	I.E. CIUDAD DE TUNJA	63,37%	64,35%	61,40%	65,52%	63,66%
52	I.E. BERTHA GEDEON DE BALADI	72,18%	74,05%	76,96%	77,60%	75,20%
53	I.E. FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	94,44%	94,61%	96,63%	96,50%	95,55%
54	I.E. RAFAEL NUÑEZ	93,47%	92,50%	91,34%	93,24%	92,64%
55	I.E. CASD MANUELA BELTRAN	167,05 %	221,05 %	224,72 %	229,73 %	210,64%
56	I.E. NUEVO BOSQUE	61,11%	64,12%	48,12%	62,18%	58,88%
57	I.E. FOCO ROJO	58,03%	59,74%	55,27%	65,31%	59,59%
59	I.E. PUERTO REY	100,00 %	100,14 %	98,25%	94,75%	98,28%
60	I.E. DE ISLA FUERTE	94,44%	94,71%	98,08%	100,34 %	96,89%
61	I.E. TIERRA BAJA	169,66 %	155,97 %	158,58 %	112,48 %	149,18%
62	I.E. DE TIERRA BOMBA	94,44%	94,89%	96,92%	96,93%	95,80%
63	I.E. DE SANTA ANA	97,58%	97,50%	97,60%	95,46%	97,03%
64	I.E. DE PONTEZUELA	94,62%	94,83%	97,17%	98,55%	96,29%
66	I.E. DE ARARCA	98,78%	101,97 %	105,20 %	97,63%	100,90%
67	I.E. MANZANILLO DEL MAR	98,81%	98,19%	97,65%	88,08%	95,68%
68	I.E. DE BAYUNCA	68,54%	66,36%	59,14%	63,12%	64,29%
69	I.E. SAN JOSE CAÑO DEL ORO	97,73%	97,12%	97,83%	97,16%	97,46%
72	I.E. NUEVA ESPERANZA ARROYO GRANDE	97,09%	96,15%	97,89%	98,99%	97,53%
73	I.E. SAN JUAN DE DAMASCO	95,03%	93,65%	93,85%	94,64%	94,29%
74	I.E. TECNICA DE PASACABALLOS	64,21%	61,67%	54,43%	66,77%	61,77%
75	I.E. NUESTRA SEÑORA DEL BUEN AIRE	54,64%	58,83%	52,98%	96,89%	65,84%
76	I.E. DOMINGO BENKOS BIOHO	48,06%	51,58%	46,05%	49,50%	48,80%
78	I.E. MARIA AUXILIADORA	123,05 %	122,75 %	121,69 %	182,41 %	137,48%
79	I.E. MADRE GABRIELA DE SAN MARTIN	62,48%	61,63%	53,82%	66,15%	61,02%
80	I.E. JOSE MARIA CORDOBA DE PASACABALLOS	50,47%	92,00%	94,29%	97,06%	83,45%
82	I.E. DE LA BOQUILLA	62,06%	62,79%	53,61%	63,04%	60,38%
	<b>% DMU'S eficientes / por año</b>	<b>12,00%</b>	<b>12,00%</b>	<b>10,67%</b>	<b>10,67%</b>	<b>10,67%</b>

	<b>% DMU'S ineficientes / por año</b>	<b>88,00%</b>	<b>88,00%</b>	<b>89,33%</b>	<b>89,33%</b>	<b>89,33%</b>
	<b>Promedio por año</b>	<b>85,15%</b>	<b>84,17%</b>	<b>81,76%</b>	<b>88,45%</b>	<b>84,88%</b>

Fuente: autores

El resto, treinta y nueve instituciones educativas en total (39), equivalentes al 52%, con desempeño medio por debajo del promedio o por encima pero demasiado próximo a este, lo conforman: I.E. Arroyo de Piedra (1); I.E. Corazón de María (2); I.E. Nuestro Esfuerzo (3); I.E. Ambientalista de Cartagena (6); I.E. Salim Bechara (7); I.E. Luis Carlos López (9); I.E. Ana María Vélez de Trujillo (19); I.E. Camilo Torres del Pozón (11); I.E. Santa María (13); I.E. John F Kennedy (14); I.E. Pedro Heredia (15); I.E. Mercedes Abrego (16); I.E. Liceo de Bolívar (17); I.E. De Fredonia (18); I.E. Manuela Beltrán (19); I.E. Republica del Líbano (21); I.E. José De La Vega (22); I.E. Soledad Román de Núñez (23); I.E. Hijos de María (24); I.E. Nuestra Sra del Perpetuo Socorro (25); I.E. Madre Laura (26); I.E. José Manuel Rodríguez Torices (31); I.E. Fulgencio Lequerica Vélez (36); I.E. San Lucas (37); I.E. Antonia Santos (39); I.E. 20 De Julio (42); I.E. Fe y Alegría Las Américas (43); I.E. San Felipe Neri (47); I.E. Ciudad de Tunja (51); I.E. Bertha Gedeón de Baladí (52); I.E. Nuevo Bosque (56); I.E. Foco Rojo (57); I.E. de Bayunca (68); IE Técnica de Pasacaballos (74); I.E. Nuestra Señora Del Buen Aire (75); I.E. Domingo Benkos Bioho (76); I.E. Madre Gabriela De San Martin (79); I.E. José María Córdoba De Pasacaballos (80); I.E. de La Boquilla (82).

Se observa una disminución progresiva en el porcentaje de instituciones educativas eficientes por año, de 12% en 2015, pasa a 10,67% en 2018.

Es posible establecer un ranking de instituciones educativas, según el promedio de eficiencia en el periodo 2015 – 2018. Teniendo en cuenta las características del contexto y las particularidades de cada institución educativa, se propone el ranking por UNALDE, intentando reconocer las posibilidades y desventajas que cada zona del Distrito de Cartagena posee para atender el sector educativo. Tablas 2, 3, 4, 5 y 6.

**Tabla 2. Ranking IEO Unalde Country 2015 – 2018**

<b>Unalde</b>	<b>DMU</b>	<b>Promedio Eficiencia (2015 - 2018)</b>	<b>Ranking</b>
Country	55 I.E. CASD MANUELA BELTRAN	210,64%	1
	78 I.E. MARIA AUXILIADORA	137,48%	2
	27 I.E. OLGA GONZALEZ ARRAUT	99,26%	3
	32 I.E. FERNANDO DE LA VEGA	94,85%	4
	73 I.E. SAN JUAN DE DAMASCO	94,29%	5
	54 I.E. RAFAEL NUÑEZ	92,64%	6
	38 I.E. ALBERTO E. FERNANDEZ BAENA	87,38%	7
	50 ESCUELA NORMAL SUPERIOR DE CARTAGENA DE INDIAS	85,87%	8

23	I.E. SOLEDAD ROMAN DE NUÑEZ	73,72%	9
19	I.E. MANUELA BELTRAN	67,17%	10
26	I.E. MADRE LAURA	62,73%	11
56	I.E. NUEVO BOSQUE	58,88%	12

Fuente: autores

**Tabla 3. Ranking IEO Unalde Santa Rita 2015 – 2018**

Unalde	DMU	Promedio Eficiencia (2015 - 2018)	Ranking
Santa Rita	30 I.E. LA MILAGROSA	143,84%	1
	13 I.E. SANTA MARIA	76,21%	2
	22 I.E. JOSE DE LA VEGA	68,93%	3
	10 I.E. ANA MARIA VELEZ DE TRUJILLO	68,88%	4
	39 I.E. ANTONIA SANTOS	60,60%	5
	17 I.E. LICEO DE BOLIVAR	57,01%	6
	2 I.E. CORAZON DE MARIA	53,10%	7

Fuente: autores

**Tabla 4. Ranking IEO Unalde Industrial y de la Bahía 2015 – 2018**

Unalde	DMU	Promedio Eficiencia (2015 - 2018)	Ranking
Industrial y de la Bahía	31 I.E. SOLEDAD ACOSTA DE SAMPER	149,58%	1
	20 I.E. PROMOCION SOCIAL DE C/GENA.	107,30%	2
	8 I.E. REPUBLICA DE ARGENTINA	98,27%	3
	45 I.E. MARIA CANO	95,97%	4
	49 I.E. MANUELA VERGARA DE CURI	94,61%	5
	35 I.E. JUAN JOSE NIETO	93,07%	6
	29 I.E. DE TERNERA	92,04%	7
	33 I.E. JOSE MANUEL RODRIGUEZ TORICES	84,64%	8
	14 I.E. JOHN F KENNEDY	84,42%	9
	16 I.E. MERCEDES ABREGO	78,97%	10
	52 I.E. BERTHA GEDEON DE BALADI	75,20%	11
	7 I.E. SALIM BECHARA	74,62%	12
	9 I.E. LUIS CARLOS LOPEZ	73,33%	13
	6 I.E. AMBIENTALISTA DE CARTAGENA	72,18%	14
	37 I.E. SAN LUCAS	69,33%	15
	42 I.E. 20 DE JULIO	65,80%	16

Fuente: autores

**Tabla 5. Ranking IEO Unalde Rural 2015 – 2018**

Unalde	DMU	Promedio Eficiencia (2015 - 2018)	Ranking
Rural	61 I.E. TIERRA BAJA	149,18%	1
	66 I.E. DE ARARCA	100,90%	2
	59 I.E. PUERTO REY	98,28%	3
	72 I.E. NUEVA ESPERANZA ARROYO GRANDE	97,53%	4
	69 I.E. SAN JOSE CAÑO DEL ORO	97,46%	5
	63 I.E. DE SANTA ANA	97,03%	6
	60 I.E. DE ISLA FUERTE	96,89%	7
	64 I.E. DE PONTEZUELA	96,29%	8
	62 I.E. DE TIERRA BOMBA	95,80%	9
	67 I.E. MANZANILLO DEL MAR	95,68%	10
	80 I.E. JOSE MARIA CORDOBA DE PASACABALLOS	83,45%	11
	1 I.E. ARROYO DE PIEDRA	69,32%	12
	75 I.E. NUESTRA SEÑORA DEL BUEN AIRE	65,84%	13
	68 I.E. DE BAYUNCA	64,29%	14
	74 I.E. TECNICA DE PASACABALLOS	61,77%	15
	82 I.E. DE LA BOQUILLA	60,38%	16
76 I.E. DOMINGO BENKOS BIOHO	48,80%	17	

Fuente: autores

**Tabla 6. Ranking IEO Unalde De La Virgen y Turística 2015 – 2018**

Unalde	DMU	Promedio Eficiencia (2015 - 2018)	Ranking
De La Virgen y Turística	12 I.E. NUESTRA SRA DEL CARMEN	107,95%	1
	44 I.E. LA LIBERTAD	97,14%	2
	5 I.E. LUIS C GALAN SARMIENTO	95,88%	3
	53 I.E. FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	95,55%	4
	48 I.E. VILLA ESTRELLA	95,29%	5
	41 I.E. OMAIRA SANCHEZ GARZON	92,99%	6
	4 INSTITUCIÓN VALORES UNIDOS	92,17%	7
	46 I.E. PLAYAS DE ACAPULCO	91,47%	8
	34 I.E. FE Y ALEGRIA LAS GAVIOTAS	88,22%	9
	15 I.E. PEDRO HEREDIA	79,61%	10
	43 I.E. FE Y ALEGRIA LAS AMERICAS	73,56%	11
	3 I.E. NUESTRO ESFUERZO	72,85%	12
	11 I.E. CAMILO TORRES DEL POZON	69,27%	13
	25 I.E. NUESTRA SRA DEL PERPETUO SOCORRO	65,71%	14
	24 I.E. HIJOS DE MARIA	64,86%	15
	51 I.E. CIUDAD DE TUNJA	63,66%	16
	79 I.E. MADRE GABRIELA DE SAN MARTIN	61,02%	17
	21 I.E. REPUBLICA DEL LIBANO	60,13%	18

57	I.E. FOCO ROJO	59,59%	19
18	I.E. DE FREDONIA	59,37%	20
36	I.E. FULGENCIO LEQUERICA VELEZ	57,56%	21
47	I.E. SAN FELIPE NERI	55,85%	22

Fuente: autores

#### 4.2 Índice de Malmquist-Luenberger

A partir de los datos resultantes de la evaluación de la Eficiencia Técnica (CATCHING UP), Eficiencias Tecnológica (BOUNDARY SHIFT) y el índice de Malmquist, se realiza el análisis temporal utilizando el Índice de Malmquist-Luenberger mediante el software EMS y cálculos manuales, sobre la evolución que han tenido las instituciones educativas oficiales del Distrito de Cartagena evaluadas en este estudio, a lo largo de estos cuatro años (2015, 2016, 2017 y 2018). Para el análisis se tuvo en cuenta lo siguiente:

Si el valor de la primera componente, el indicador de mejoras en la eficiencia de la DMU (catch – up), es 1, significaría que la DMU tiene en el período  $t+1$ , la misma distancia a la frontera eficiente que en el período  $t$ , lo que estaría indicando que no ha habido mejora en la eficiencia; un valor por encima de 1 indicaría que la DMU se ha vuelto más eficiente, y lo contrario si tiene un valor menor que 1. Como indicios de cambios en la tecnología a la cual pertenece la DMU0 (boundary shift), si el valor es mayor que 1, representa avance tecnológico de la industria, en su zona, en la que las empresas eficientes estarán logrando, en promedio, mayores niveles de output en el período  $t+1$  que en el período  $t$ . El índice de Malmquist captura estos dos cambios traduciéndolos en ganancias de productividad en caso de que su valor sea superior a 1. Se pueden interpretar los componentes del crecimiento en productividad como sigue: mejoramientos en el componente “cambio en la eficiencia” son evidencia de acercamiento a la frontera, mientras que los mejoramientos en cambios técnicos son evidencia de innovación (Fare et al., 1994).

Los resultados de la aplicación a las instituciones educativas, se muestran a continuación, como un resumen de los cambios promedio anuales ocurridos, tanto en el índice de Malmquist como en sus dos componentes (Eficiencia Técnica (catching up) y Eficiencia Tecnológica (boundary shift)). Tablas 7, 8 y 9..

La Tabla 7, muestra que el período comprendido entre el año 2016 y 2017, fue el mejor periodo en promedio de eficiencia técnica (catching up), cuarenta y siete (47) instituciones educativas lograron aumentar su eficiencia (62,67%); y solo cuatro (4) la mantuvieron (5,33%). Por otro lado, durante el período 2017 – 2018 fue el periodo donde disminuyo un poco en promedio la eficiencia técnica, solo cinco (5) instituciones mantuvieron su eficiencia (6,67%), mientras que solo veinte (20) aumentaron su eficiencia (26,67%). Se puede destacar que las instituciones educativas Juan José (35) y San Juan de Damasco (73) que lograron aumentar su

eficiencia técnica con los más altos valores en promedio y está muy por encima de la media global geométrica durante los 3 periodos (2015 - 2016, 2016-2017, 2017-2018).

**Tabla 7. Variación Eficiencia Técnica (catching up) de IEO 2015 – 2018**

No	2015-2016	Variación	2016-2017	Variación	2017-2018	Variación	MEDIA
1	1,73	+	1,88	+	0,89	-	1,43
2	0,88	-	1,17	+	0,82	-	0,94
3	1,46	+	1,99	+	0,91	-	1,38
4	0,95	-	1,00	NO	0,92	-	0,96
5	1,06	+	0,98	-	0,98	-	1,00
6	0,98	-	1,19	+	0,95	-	1,03
7	1,49	+	2,03	+	0,91	-	1,40
8	0,99	-	1,00	+	0,99	-	1,00
9	0,84	-	1,47	+	0,79	-	0,99
10	1,58	+	0,39	-	1,49	+	0,97
11	1,00	NO	1,14	+	0,87	-	1,00
12	0,99	-	1,09	+	0,96	-	1,01
13	0,78	-	1,36	+	0,83	-	0,96
14	0,85	-	1,33	+	0,92	-	1,01
15	2,64	+	0,68	-	1,39	+	1,36
16	0,96	-	1,26	+	0,96	-	1,05
17	0,87	-	1,58	+	0,82	-	1,04
18	0,93	-	1,08	+	0,90	-	0,97
19	0,93	-	1,67	+	0,62	-	0,99
20	1,01	+	0,93	-	0,99	-	0,98
21	0,75	-	1,52	+	0,79	-	0,97
22	0,73	-	1,67	+	0,82	-	1,00
23	1,04	+	1,17	+	1,00	NO	1,07
24	0,83	-	1,33	+	0,82	-	0,97
25	0,86	-	2,04	+	0,55	-	0,99
26	0,83	-	1,48	+	0,72	-	0,96
27	1,00	NO	1,01	+	1,00	NO	1,00
29	1,02	+	0,99	-	1,01	+	1,01
30	0,93	-	0,86	-	1,25	+	1,00
31	0,95	-	1,11	+	0,94	-	1,00
32	1,02	+	0,99	-	1,04	+	1,02
33	0,99	-	1,06	+	1,04	+	1,03
34	0,99	-	1,00	NO	0,98	-	0,99
35	1,06	+	1,04	+	1,03	+	1,04
36	0,94	-	1,30	+	0,88	-	1,02
37	0,85	-	1,45	+	0,77	-	0,98
38	2,12	+	0,73	-	1,58	+	1,35
39	0,84	-	1,55	+	0,80	-	1,01
41	1,04	+	1,00	NO	0,98	-	1,01
42	0,89	-	1,22	+	0,84	-	0,97
43	0,71	-	1,87	+	0,78	-	1,01
44	1,02	+	0,96	-	1,02	+	1,00

45	1,02	+	0,96	-	1,01	+	1,00
46	0,90	-	1,04	+	1,06	+	1,00
47	0,87	-	1,20	+	0,90	-	0,98
48	0,96	-	1,03	+	1,01	+	1,00
49	1,02	+	0,98	-	1,03	+	1,01
50	0,80	-	1,20	+	0,84	-	0,93
51	0,94	-	1,12	+	0,92	-	0,99
52	1,01	+	0,97	-	0,97	-	0,98
53	1,02	+	0,98	-	1,00	NO	1,00
54	1,00	NO	1,03	+	0,99	-	1,01
55	0,77	-	1,01	+	0,74	-	0,83
56	0,72	-	1,72	+	0,74	-	0,97
57	0,90	-	1,28	+	0,82	-	0,98
59	0,98	-	0,98	-	1,04	+	1,00
60	1,03	+	0,99	-	0,97	-	1,00
61	1,11	+	0,70	-	1,53	+	1,06
62	1,02	+	0,98	-	1,00	NO	1,00
63	1,00	NO	0,98	-	1,02	+	1,00
64	1,02	+	0,99	-	0,98	-	1,00
66	1,00	NO	0,90	-	1,04	+	0,98
67	1,00	NO	0,91	-	1,12	+	1,00
68	0,92	-	1,20	+	0,97	-	1,02
69	1,01	+	0,99	-	1,01	+	1,00
72	1,03	+	0,99	-	1,00	NO	1,01
73	1,02	+	1,01	+	1,01	+	1,01
74	0,92	-	1,39	+	0,85	-	1,03
75	0,84	-	2,03	+	0,51	-	0,95
76	0,83	-	1,20	+	0,87	-	0,95
78	0,99	-	1,51	+	0,67	-	1,00
79	0,89	-	1,41	+	0,82	-	1,01
80	0,56	-	1,00	NO	0,53	-	0,67
82	0,84	-	1,38	+	0,84	-	0,99
<b>MEDIA</b>	0,98		1,15		0,92		1,01

Fuente: autores

En la tabla 8, se muestran los resultados del análisis de las variaciones para los índices en eficiencia tecnológica (boundary shift) para el período estudiado.

El periodo 2015-2016, presenta el mejor promedio de eficiencia tecnológica. Se puede destacar que las instituciones educativas Fulgencio Lequerica Vélez (36) y de Bayunca (68) lograron aumentar su eficiencia tecnológica con los más altos valores en promedio, estando por encima de la media global geométrica durante los 3 periodos (2015-2016, 2016-2017, 2017-2018). Sin embargo hay que anotar que el periodo 2017-2018, fue en el cual más instituciones educativas aumentaron su eficiencia tecnológica, en total treinta y ocho (38), que corresponde al 50,67%

**Tabla 8. Variación Eficiencia Tecnológica (boundary shift) de IEO 2015 – 2018**

No	2015-2016	Variación	2016-2017	Variación	2017-2018	Variación	MEDIA
1	1,70	+	0,91	-	1,02	+	1,16
2	0,92	-	0,80	-	0,99	-	0,90
3	1,62	+	0,88	-	1,08	+	1,16
4	0,94	-	1,00	NO	0,98	-	0,97
5	1,01	+	0,87	-	0,99	-	0,95
6	1,05	+	0,90	-	0,98	-	0,98
7	1,66	+	0,79	-	1,01	+	1,10
8	0,99	-	0,88	-	1,05	+	0,97
9	0,99	-	0,99	-	0,98	-	0,99
10	0,96	-	0,70	-	1,05	+	0,89
11	0,99	-	0,99	-	0,99	-	0,99
12	1,02	+	0,91	-	1,02	+	0,98
13	0,94	-	0,86	-	1,02	+	0,94
14	1,02	+	1,08	+	1,00	NO	1,03
15	1,58	+	0,78	-	0,98	-	1,07
16	1,08	+	0,92	-	1,02	+	1,01
17	1,06	+	1,00	NO	1,02	+	1,03
18	0,95	-	0,81	-	1,03	+	0,93
19	0,99	-	0,74	-	1,05	+	0,92
20	0,96	-	0,84	-	1,02	+	0,94
21	0,95	-	0,88	-	1,02	+	0,95
22	1,00	NO	1,08	-	1,02	+	1,03
23	1,11	+	0,82	-	1,14	+	1,01
24	0,95	-	0,94	-	1,02	+	0,97
25	0,98	-	0,80	-	1,02	+	0,93
26	0,94	-	0,84	-	0,95	-	0,91
27	1,00	NO	0,96	-	0,99	-	0,98
29	1,01	+	0,76	-	1,23	+	0,98
30	1,00	NO	1,01	+	1,04	+	1,02
31	0,99	-	0,95	-	1,01	+	0,98
32	1,03	+	0,89	-	0,94	-	0,95
33	1,04	+	0,84	-	1,03	+	0,97
34	0,99	-	0,85	-	0,95	-	0,93
35	1,06	+	0,92	-	1,02	+	1,00
36	1,03	+	1,05	+	1,06	+	1,05

37	0,97	-	0,92	-	1,06	+	0,98
38	1,56	+	0,74	-	0,99	-	1,05
39	1,02	+	1,10	+	0,94	-	1,02
41	1,01	+	0,96	-	1,01	+	0,99
42	0,96	-	0,82	-	1,00	NO	0,93
43	1,01	+	0,97	-	1,01	+	1,00
44	1,00	NO	0,85	-	0,99	-	0,95
45	1,00	NO	0,84	-	0,97	-	0,94
46	1,00	NO	0,90	-	1,05	+	0,98
47	0,97	-	0,82	-	0,91	-	0,90
48	1,00	NO	0,95	-	0,69	-	0,87
49	1,02	+	0,86	-	0,93	-	0,93
50	0,90	-	0,97	-	0,99	-	0,95
51	0,98	-	0,89	-	1,07	+	0,98
52	0,97	-	0,98	-	0,95	-	0,97
53	1,00	NO	0,96	-	1,01	+	0,99
54	1,01	+	0,84	-	1,01	+	0,95
55	0,76	-	0,92	-	0,98	-	0,88
56	0,95	-	0,95	-	0,95	-	0,95
57	0,97	-	0,82	-	1,00	NO	0,93
59	1,00	NO	0,91	-	1,02	+	0,97
60	1,00	NO	0,88	-	1,00	NO	0,96
61	1,09	+	0,89	-	1,00	NO	0,99
62	1,00	NO	0,86	-	1,01	+	0,95
63	1,00	NO	0,86	-	1,04	+	0,96
64	1,00	NO	0,89	-	0,99	-	0,96
66	0,97	-	0,94	-	1,02	+	0,98
67	1,01	+	1,01	+	0,97	-	0,99
68	1,03	+	1,07	+	1,05	+	1,05
69	1,01	+	0,88	-	0,99	-	0,96
72	1,01	+	0,93	-	0,97	-	0,97
73	1,01	+	0,97	-	1,05	+	1,01
74	1,04	+	0,84	-	1,00	NO	0,96
75	0,93	-	0,94	-	1,05	+	0,97
76	0,93	-	1,07	+	0,83	-	0,94
78	1,00	NO	0,88	-	1,00	NO	0,96
79	1,01	+	0,86	-	1,01	+	0,96
80	0,55	-	0,83	-	1,00	NO	0,77
82	0,99	-	0,91	-	1,00	NO	0,97
<b>MEDIA</b>	<b>1,02</b>		<b>0,90</b>		<b>1,00</b>		<b>0,97</b>

Fuente: autores

En la tabla 9, se muestran los resultados del análisis de las variaciones para los índices de Malmquist-Luenberger para el período estudiado

**Tabla 9. Variación Índice de Malmquist-Luenberger de IEO 2015 – 2018**

No	2015-2016	Variación	2016-2017	Variación	2017-2018	Variación	MEDIA
1	2,95	+	1,70	+	0,91	-	1,66
2	0,81	-	0,93	-	0,81	-	0,85
3	2,37	+	1,75	+	0,98	-	1,60
4	0,88	-	1,01	+	0,90	-	0,93
5	1,06	+	0,85	-	0,98	-	0,96
6	1,03	+	1,07	+	0,94	-	1,01
7	2,46	+	1,60	+	0,92	-	1,54
8	0,99	-	0,88	-	1,04	+	0,97
9	0,84	-	1,45	+	0,78	-	0,98
10	1,51	+	0,27	-	1,56	+	0,86
11	0,99	-	1,13	+	0,86	-	0,99
12	1,00	NO	0,99	-	0,97	-	0,99
13	0,74	-	1,18	+	0,84	-	0,90
14	0,87	-	1,44	+	0,92	-	1,05
15	4,18	+	0,53	-	1,37	+	1,45
16	1,04	+	1,17	+	0,98	-	1,06
17	0,93	-	1,58	+	0,84	-	1,07
18	0,89	-	0,87	-	0,93	-	0,90
19	0,92	-	1,24	+	0,65	-	0,91
20	0,98	-	0,77	-	1,01	+	0,91
21	0,71	-	1,34	+	0,81	-	0,92
22	0,73	-	1,79	+	0,84	-	1,03
23	1,16	+	0,96	-	1,15	+	1,08
24	0,79	-	1,26	+	0,83	-	0,94
25	0,84	-	1,63	+	0,56	-	0,92
26	0,78	-	1,24	+	0,68	-	0,87
27	1,00	NO	0,96	-	0,99	-	0,99
29	1,03	+	0,76	-	1,23	+	0,99
30	0,93	-	0,86	-	1,31	+	1,02
31	0,94	-	1,05	+	0,95	-	0,98
32	1,04	+	0,89	-	0,98	-	0,97
33	1,03	+	0,89	-	1,08	+	0,99
34	0,98	-	0,85	-	0,93	-	0,92
35	1,13	+	0,96	-	1,05	+	1,04
36	0,97	-	1,36	+	0,93	-	1,07
37	0,82	-	1,33	+	0,82	-	0,96
38	3,31	+	0,54	-	1,56	+	1,41
39	0,86	-	1,71	+	0,75	-	1,03
41	1,05	+	0,96	-	0,99	-	1,00
42	0,86	-	1,01	+	0,84	-	0,90
43	0,72	-	1,81	+	0,78	-	1,01
44	1,01	+	0,82	-	1,01	+	0,94
45	1,02	+	0,81	-	0,99	-	0,93
46	0,90	-	0,93	-	1,11	+	0,98

47	0,84	-	0,98	-	0,82	-	0,88
48	0,96	-	0,98	-	0,69	-	0,87
49	1,04	+	0,84	-	0,96	-	0,94
50	0,73	-	1,17	+	0,83	-	0,89
51	0,93	-	0,99	-	0,99	-	0,97
52	0,99	-	0,95	-	0,92	-	0,95
53	1,02	+	0,94	-	1,01	+	0,99
54	1,01	+	0,87	-	1,00	NO	0,96
55	0,58	-	0,93	-	0,72	-	0,73
56	0,68	-	1,63	+	0,70	-	0,92
57	0,87	-	1,04	+	0,82	-	0,91
59	0,98	-	0,89	-	1,06	+	0,97
60	1,03	+	0,87	-	0,98	-	0,96
61	1,20	+	0,62	-	1,54	+	1,05
62	1,01	+	0,84	-	1,00	NO	0,95
63	1,00	NO	0,84	-	1,07	+	0,96
64	1,02	+	0,88	-	0,98	-	0,96
66	0,97	-	0,85	-	1,07	+	0,96
67	1,01	+	0,91	-	1,08	+	1,00
68	0,95	-	1,28	+	1,02	+	1,07
69	1,02	+	0,87	-	1,00	NO	0,96
72	1,04	+	0,92	-	0,97	-	0,98
73	1,03	+	0,98	-	1,06	+	1,02
74	0,96	-	1,17	+	0,85	-	0,98
75	0,78	-	1,91	+	0,54	-	0,93
76	0,78	-	1,28	+	0,72	-	0,89
78	1,00	NO	1,33	+	0,67	-	0,96
79	0,90	-	1,21	+	0,84	-	0,97
80	0,31	-	0,84	-	0,53	-	0,52
82	0,83	-	1,26	+	0,84	-	0,96
<b>MEDIA</b>	<b>0,99</b>		<b>1,03</b>		<b>0,92</b>		<b>0,98</b>

Fuente: autores

Como se observa en la tabla 13, entre los años 2017-2018 fue el periodo de productividad más bajo, solo el 26,67% de las instituciones educativas oficiales contribuyeron a aumentar en productividad (22 instituciones); mientras que 65,33% la disminuyeron (49 instituciones). Cuatro (4) instituciones (5,33%) no tuvieron cambios en su productividad para ese periodo de tiempo. El mejor período de productividad para las instituciones educativas oficiales, fue el 2016 – 2017, en el cual el 44% aumentaron en productividad, y 56% presentaron disminución.

## 5. Conclusiones y Discusión

Se estimó la eficiencia de las Instituciones Educativas Oficiales del Distrito de Cartagena de Indias (Colombia), mediante la aplicación del Análisis Envoltante de Datos (DEA). Esta técnica permite involucrar múltiples variables de entrada y salida, además de asignar ponderaciones a cada una de las variables, sin recurrir a ningún tipo de subjetividad o suposiciones arbitrarias. No obstante, algunas debilidades señaladas en la bibliografía acerca de su utilización (Sengupta, 1995); esta técnica de optimización no paramétrica está lo suficientemente estructurada para evaluar la eficiencia relativa en el sector público, específicamente en el campo educativo, sin la necesidad de hacer supuestos a priori sobre el comportamiento de la función de producción.

Si bien los resultados de la investigación se presentan luego de diferentes niveles de interpretación, reflexiones sobre los presupuestos teóricos y la metodología utilizada; los investigadores, luego de una profundización bibliográfica basada en estudios previos relacionados y en la documentación colombiana y estadística existente sobre eficiencia en educación básica y media; realizan una selección de variables que permitan alcanzar los objetivos propuestos, ajustados a la disponibilidad al acceso de la información, y al comportamiento histórico de las variables para el contexto cartagenero. En este sentido, la utilización de los resultados arrojados se supeditan a la aplicación objetiva en los planteles educativos distritales, limitando su alcance, siempre determinado por el contexto de las variables utilizadas y de los objetos del estudio.

Los resultados obtenidos le permiten a cada institución educativa en particular conocer en qué medida deben incrementar la utilización de los recursos considerados, a fin de mejorar su eficiencia relativa, o de manera correlativa para el nivel de recursos dados. Para el ejecutor de políticas públicas, estos resultados pueden dar indicaciones relacionadas con la asignación de recursos disponibles, a fin de incrementar la eficiencia de las instituciones educativas.

La agrupación por Unalde (simula conjuntos homogéneos), permitió refinar algunos de los resultados; lo que sugiere en próximos estudios, o en la aplicación de modelos, la necesidad de restringir los conjuntos de planteles para obtener resultados mucho más confiables, al considerar como planteles de referencia a aquellos directamente comparables. Es posible considerar otras variables que ayuden a determinar los conjuntos de homogéneos de referencia, como número de estudiantes jornada, ruralidad, acceso a tecnología, etc.

Entendiendo que la calidad de la Educación es un proceso que consta de diversas variables complejas enmarcadas dentro de las interacciones sociales,

políticas, culturales y económicas entre los actores que en ella participan, consideramos que es pertinente comenzar a pensar en variables de insumos y productos que den cuenta, por ejemplo, de la metodología utilizada en el sistema educativo para la orientación de conocimientos, la reflexión docente alrededor de su práctica docente, las relaciones con su contexto, intereses y necesidades de los estudiantes, y mucha otras que inicialmente parecieran no registrables.

Resulta necesario estudiar a fondo y distinguir entre Instituciones Educativas de la zona urbana y la zona rural para profundizar en el análisis de cuáles son los factores que inciden directamente para que una Institución Educativa pueda resultar influyente en la eficiencia de otras instituciones, a partir de las metodologías propuestas en el enfoque del Análisis Envolvente de Datos (DEA).

### REFERENCIAS

1. Alcaldía Mayor de Cartagena de Indias. (2010). Diagnóstico del Distrito de Cartagena en Materia de Ordenamiento Territorial. Pre diagnóstico componente urbano-rural. Universidad de Cartagena.
2. Álvarez, J. (2005). ¿Es posible convertir nuestras escuelas en organizaciones que aprenden para mejorar? Revista Electrónica Iberoamericana sobre la Calidad y Cambio en Educación. Consultado el día 22 de agosto de 2010 de [www.ice.deusto.es/rinace/reice/vo.l3n1e/Añvarez.pdf](http://www.ice.deusto.es/rinace/reice/vo.l3n1e/Añvarez.pdf)
3. Arrow, K. J. (1973): "Higher education as a filter". Journal of Public Economics, 2(3), págs. 193-216.
4. Athanasios, G.N. y Ketkar, K. (1998): "Efficient utilization of resources in public schools: a case study of New Jersey" Applied Economics, 30,
5. Banco Mundial. (2004). Indicadores Mundiales de Desarrollo 2004. CD-ROM. Washington, DC.
6. Banco Mundial. (2005). Estadísticas de educación (EdStats), tomado de <http://devdata.worldbank.org/edstats/query/default.htm>.
7. Banker, R. y Morey, R. (1986a): "The Use of Categorical Variables in Data Envelopment Analysis", Management Science 32(12), 1613-1627.
8. Banker, R. y Morey, R. (1986b): "Efficiency Analysis for Exogenously Fixed Inputs and Outputs", Operations Research 34(4), 513-521.

9. Carroll, J. (1963): "A model of school learning". Teachers College Record, 64 723-733.
10. Casassus, J. (2002). Cambios paradigmáticos en educación. Revista Brasileira de Educación. Sao Pablo – Brasil. Pp. 48-59.
11. Castaño, Elkin; Tobón, David; Piñeros, Luís y Vásquez, Johana (2006), Laboratorio de Calidad de la Educación de Medellín, Medellín, Secretaría de Educación de Medellín.
12. Cohn, E. (1968): "Economies of scale in Iowa high schools relationsh" The Journal of Human Resources, 3(4),
13. Cohn, E. y Millman, S.D. (1975): Input-output analysis in Public Education, Cambridge, Ballinger Publishing Company.
14. Coleman, J. S. et al. (1966): Equality of educational opportunity. Washington, DC: U.S. Government Printing Office (GPO).
15. Coleman, J. et al. (1982): High school relationshi: Public, Catholic and private schools compared, New ela, Basic Books
16. Colombia, Ministerio de Educación Nacional. (1994). Ley 115 de febrero 8 de 1994. Recuperado de: [http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-85906\\_archivo\\_pdf.pdf](http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf)
17. Colombia, Ministerio de Educación Nacional (MEN) (2008a). Guía metodológica 31: evaluación anual de desempeño laboral. Bogotá, Colombia: Ministerio de Educación Nacional. Recuperado de: [https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-169241\\_archivo\\_pdf.pdf](https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-169241_archivo_pdf.pdf)
18. Colombia, Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2008b). Guía 34. Guía para el Mejoramiento Institucional. De la Autoevaluación al Plan de Mejoramiento. Santafé de Bogotá: Cargraphics. ISBN: 978-958-691-306-5. Recuperado de: [http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-177745\\_archivo\\_pdf.pdf](http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-177745_archivo_pdf.pdf).
19. Colombia, Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2010). Plan Sectorial 2010 – 2014. Documento 9. [http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-293647\\_archivo\\_pdf\\_plansectorial.pdf](http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-293647_archivo_pdf_plansectorial.pdf)
20. Colombia, Ministerio de Educación Nacional. (marzo, 2013). Sistema de Información y Gestión de la Calidad Educativa (SIGCE), - Manual de Usuario. Plan de Mejoramiento Institucional (PMI) - Versión 0.2. Recuperado el 10 de mayo de 2013 de

<http://www.modernizacionsecretarias.gov.co/images/documents/Archivo/SI GCE/Manual%20PMI%20para%20usuario%20EE.pdf>

21. Colombia, Ministerio de Educación Nacional. (MEN) (2015a), "OECD-Colombia education and skills accession policy review: Country background report", Ministerio de Educación Nacional, Bogotá.
22. Colombia, Ministerio de Educación Nacional. (MEN) (2015b), Informe de Rendición de Cuentas 2014, Ministerio de Educación Nacional, Bogotá.
23. Cordero Ferrera, José Manuel (2006). Evaluación de la Eficiencia con Factores Exógenos mediante el Análisis Envolvente de Datos (DEA). Una Aplicación a la Educación Secundaria en España. Universidad de Extremadura. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Tesis Doctoral. Badagoz, diciembre
24. Corpoeducación y otros. (2008). Educación ¿Qué dicen los indicadores? Bolívar (Cartagena y Magangué), 2002 – 2006. Recuperado de: [http://www.educacioncompromisodetodos.org/index.php?option=com\\_phocadownload&view=category&id=2&Itemid=184&limitstart=70](http://www.educacioncompromisodetodos.org/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=2&Itemid=184&limitstart=70)
25. De la Orden, A. (1991). El éxito escolar. Departamento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación. Universidad Complutense de Madrid. Revista Complutense de Educación, Vol. 2 (1) – 13-25. Edit. Universidad Complutense. Madrid.
26. De la Orden, A. (1995). Evaluación de la organización de centros escolares. En Revista Galega de Psicopedagogía. Monográfico, No. 6, 51 – 66.
27. Färe, R. et alter (1989): "Measuring School District Performance". Public Finance Quaterly. Vol 17, nº4,
28. Figlio, D. N. (1999): "Functional form and the estimated effects of school resources". Economics of Education Review, vol. 18, págs. 241-252.
29. Fox, T. G. (1969): "School System Resorce Use in Production of Interdependent Educational Outputs" The Joint National Meeting, American Astronautical Society and Operations Research Society, Denver, Colorado.
30. Fried, H.O., Schmidt, S. y Yaisawarng, S. (1999): "Incorporating the Operating Environment into a Nonparametric Measure of Technical Efficiency", Journal of Productivity Analysis 12, 249-267.

31. Fuentes P., Ramón (2000). Eficiencia de los Centros Públicos de Educación Secundaria de la provincia de Alicante. Universidad de Alicante. Facultad de Ciencias Económicas. Tesis Doctoral. Alicante.
32. Hanushek, E.A. (1972): Education and race: an analysis of the educational production process, Cambridge, MA: Health-Lexington.
33. Hanushek, E. A. (1997): "Assessing the effects of school resources on student performance: An update". Educational Evaluation and Policy Analysis. 19, 141-164.
34. Hanushek, E.A.; Luque, J.A. (2003) Efficiency and equity in schools around the world. Economics of Education Review 22. 481–502
35. Heinesen, E. y Graversen, B.K. (2005). The Effect of School Resources on Educational Attainment: Evidence from Denmark. Bulletin of Economic Research, Vol. 57, No. 2, p. 109-43, abril.
36. Henao, M. y Silva, E. (2004). Financiamiento del Sector Educativo 1993-2004. Ministerio de Educación Nacional, Mimeo.
37. Herbert F., Lewis y Thomas R. Sexton. Network DEA: efficiency analysis of organizations with complex internal structure. Computer & Operations Research 31 (2004). 1364 – 1410. Disponible online at [sciencedirect.com](http://sciencedirect.com)