

Análisis envolvente de datos aplicado a la cobertura educativa en el departamento de Bolívar - Colombia (2007-2008)

Víctor Manuel Quesada, Ingrid del C. Blanco** y Francisco Javier Maza****

Resumen

La responsabilidad por la prestación del servicio educativo en Colombia recae en el Estado; así lo dicta la Constitución Política y la Ley General de Educación (115 de 1994). La Ley 715 de 2001 delimita las competencias de la nación y las de los entes territoriales (Departamentos y Municipios) respecto a la gestión del servicio. Mientras que a la nación le corresponden las funciones de planificación a nivel general, a los departamentos y municipios certificados para administrar el servicio les compete planificar a nivel municipal y disponer de lo requerido para que los procesos se realicen con la eficiencia y eficacia necesarias de manera que se logre la cobertura y calidad exigidas por el Estado.

El Departamento Nacional de Planeación (DNP) ha estructurado un sistema de seguimiento al cumplimiento de estos propósitos de País, y para ello ha implementado sistemas de evaluación de la eficiencia en cobertura y calidad de la educación pública (por el origen de su financiación) en los niveles de preescolar, básica y media, utilizando Análisis Envolvente de Datos (DEA por sus siglas del inglés).

El propósito de este artículo es analizar la cobertura educativa en el departamento de Bolívar (Colombia) durante el periodo 2007 – 2008, utilizando información suministrada por las entidades territoriales al Departamento Nacional de Planeación, para estimar la eficiencia de sus municipios en la prestación del servicio educativo. Los resultados muestran que, en materia de Cobertura, no más del 30% se ubica en la frontera eficiente.

Palabras clave: Eficiencia, cobertura educativa, servicio público, Análisis Envolvente de Datos.

* PhD Ingeniería de Organización, Profesor Titular Universidad de Cartagena, grupo Métodos Cuantitativos de Gestión.

** Magíster en educación, profesor Asociado Universidad de Cartagena, grupo Calidad de la Educación-Reformas.

*** Administrador Industrial, asistente vicerrectoría de Investigación Universidad de Cartagena.

Data envelopment analysis applied to education coverage in the department of Bolívar - Colombia (2007-2008)

Abstract

Responsibility for the provision of educational services in Colombia, lies in the State, and is dictated by the Constitution and the General Education Act (115 of 1994). Act 715 of 2001 defines the powers of the nation and the local authorities (departments and municipalities) for service management. While the nation makes planning functions at a general level, the departments and municipalities that have been certified to administer the service, are responsables of the municipal planning and to provide the necessary resources for assure that the processes are conducted with efficiency and effectiveness needed to ensuring the coverage and quality required by the state are achieved. The National Planning Department (DNP) has structured a monitoring system to accomplish these objectives of the Country, and for this assessment has implemented efficiency in coverage and quality of public education (for the source of their funding) in pre-school, primary and secondary, using Data Envelopment Analysis.

The purpose of this paper is to analyze the coverage of education in the department of Bolivar (Colombia) during the period 2007-2008, using information provided by local authorities to the National Planning Department, to estimate the efficiency of their municipalities in service provision education. The results show that, in terms of coverage, no more than 30% are located on the efficient frontier.

Key words: Efficiency, educational coverage, public service, Data Envelopment Analysis.

Introducción

Colombia, a partir de la entrada en vigencia de la constitución de 1991, se definió como "...República unitaria, descentralizada, con autonomía de sus entidades territoriales,...".

La descentralización a la que se refiere la "carta magna" obedeció, entre otras, a la necesidad de "concretar responsabilidades en la prestación de

servicios y asignación de recursos”. Este es un proceso que ha avanzado sustancialmente, al punto de situarse Colombia, hoy día, en un tercer lugar en América Latina en cuanto a su grado de madurez,¹ ubicándose por debajo sólo de Argentina y Brasil.

En lo fiscal, la descentralización le ha permitido a Colombia un incremento en las transferencias acorde con políticas fiscales, sectoriales y redistributivas, mejoramiento en los ingresos y ajuste en los gastos y un superávit fiscal orientado a la inversión local. En lo administrativo, se han descentralizado y clarificado competencias a las entidades territoriales, en educación, salud y servicios públicos.

El Sistema General de Participaciones (SGP), mecanismo creado para el manejo de los recursos de transferencia a las entidades territoriales, ha permitido el establecimiento de asignaciones sectoriales a los departamentos y municipios, para ser distribuidas en educación, salud y agua potable y saneamiento básico, destinadas de acuerdo con sus competencias en cada sector y teniendo en cuenta criterios de población atendida y a atender, equidad y eficiencia. El SGP crea, además, incentivos a la eficiencia fiscal y administrativa.

La ley 715 de 2001, por la cual se dictan normas en materia de recursos y competencias de conformidad con los artículos 151, 288, 356 y 357 de la Constitución Política de Colombia (CPC), prescribe que las Secretarías de Planeación Departamental, o quien haga sus veces, deberán elaborar un informe semestral de evaluación de la gestión y la eficiencia con indicadores de resultado y de impacto de la actividad local, cuya copia se remitirá al Departamento Nacional de Planeación-DNP y deberá ser informado a la comunidad por medios masivos de comunicación.

Varios son los momentos de evaluación del desempeño que, en virtud de la Ley 715 de 2001, ha definido el Departamento Nacional de Planeación: evaluación de la eficacia municipal, evaluación de la eficiencia, evaluación de la gestión, evaluación de requisitos legales, evaluación de entorno y correlación y causalidad entre los índices de los componentes ya señalados.

1 Mide la calidad y consistencia de las dimensiones institucionales de la descentralización. Es el promedio de cinco indicadores: elecciones de alcaldes y gobernadores, atribuciones tributarias a los niveles territoriales, responsabilidades de ejecución del gasto de los niveles territoriales, automaticidad y libre asignación de las participaciones, y control al endeudamiento de las entidades territoriales.

Fundamentos teóricos y metodológicos

El artículo se estructura como sigue: en la primera sección se plantea la concepción del Estado colombiano respecto al servicio educativo, a la luz de la constitución, las leyes y sentencias de la corte Constitucional; el siguiente apartado se dedica al Análisis Envolvente de Datos y los modelos que se utilizan en el estudio. Posteriormente se contemplan los lineamientos del Departamento Nacional de Planeación respecto a la eficiencia en educación y la forma de concebir la función de producción para el servicio educativo; finalmente se desarrolla la aplicación del Análisis Envolvente de Datos a la información suministrada por los entes territoriales, se analizan los resultados y se plantean las conclusiones.

La educación en Colombia

La educación no figura en la Constitución Pública Colombiana bajo el acápite de los derechos fundamentales, pero aparece en el capítulo de los derechos sociales, económicos y culturales, donde es considerada un derecho fundamental de los niños y niñas. Luego en el artículo 67 la cataloga como un derecho de la persona y un servicio público que tiene una función social.

Y a renglón seguido establece que

La educación será gratuita en las instituciones del Estado, sin perjuicio del cobro de derechos académicos a quienes puedan sufragarlos.

Corresponde al Estado regular y ejercer la suprema inspección y vigilancia de la educación con el fin de velar por su calidad, por el cumplimiento de sus fines y por la mejor formación moral, intelectual y física de los educandos, garantizar el adecuado cubrimiento del servicio y asegurar a los menores las condiciones necesarias para su acceso y permanencia en el sistema educativo.

La Corte Constitucional de Colombia mediante varias sentencias se ha pronunciado frente a la educación como derecho fundamental y para ello ha argumentado: El criterio empleado en este momento para determinar si un derecho es fundamental o no consiste en que se otorga “el calificativo de fundamentales en razón de su naturaleza, esto es, por su inherencia con respecto al núcleo jurídico, político, social, económico y cultural del hombre. Un derecho es fundamental por reunir estas características y no por aparecer reconocido en la Constitución Nacional como tal” (Sentencia T-418, 12 de junio de 1992. Mag. Pon. Simón Rodríguez).

De lo anterior ha de inferirse que la educación es un derecho fundamental, y el Estado colombiano tiene la responsabilidad de facilitar el acceso al sistema educativo, brindando oportunidades y condiciones que garanticen una cobertura que corresponda a la demanda de cupos escolares de todas las comunidades, de modo que ninguno de los sujetos de derecho sea excluido.

De ahí que el Departamento Nacional de Planeación esté orientando a los departamentos y municipios para la presentación de informes periódicos de la eficiencia en la aplicación de los recursos del Sistema General de Participación asignados a la educación. El Departamento Nacional de Planeación ha sugerido que la estimación de la eficiencia se desarrolle mediante Análisis Envoltante de Datos –DEA por sus siglas del inglés–.

Modelos de análisis envoltante de datos

El análisis por envoltura de datos (DEA) es una técnica de programación matemática introducida inicialmente por Charnes, Cooper y Rhodes, que permite calcular el índice de eficiencia técnica relativa, resolviendo un programa matemático de optimización. El Análisis Envoltante de Datos propone resolver un programa lineal para cada unidad productiva (DMU)² observada.

El Análisis Envoltante de Datos puede involucrar muchos *inputs* y *outputs* en la evaluación de eficiencia, lo que lo hace ideal para la medida de eficiencia de los municipios en la prestación del servicio educativo ya que éstos contemplan diversos *inputs* y *outputs*. La metodología del Análisis Envoltante de Datos pertenece a los llamados métodos de frontera, en los cuales se evalúa la salida respecto a la función de producción, entendiéndose por tal la relación técnica que transforma los factores en productos; es decir, el máximo nivel de *outputs* alcanzable con una cierta combinación de *inputs*, o bien, el mínimo nivel de *inputs* necesarios para la producción de un cierto nivel de *outputs*.

El Análisis Envoltante de Datos se desarrolla alrededor de la idea básica de que la eficiencia de una DMU se determina por su habilidad para transformar

2 Se asume que la unidad productiva tiene la capacidad de decidir acerca de la cantidad de recursos que utiliza y/o los resultados que produce, por eso se le da el calificativo de decisoria (*Decision Making Unit*, en la literatura anglosajona).

los *inputs* en unos *outputs* deseados. La eficiencia se mide en relación con otras DMU, por lo tanto no es posible establecer si las DMU evaluadas están optimizando el uso de sus recursos aplicados en la producción de sus *outputs*.

El modelo se formaliza asumiendo que hay n DMU a ser evaluadas, cada una de las cuales consumen m *inputs* diferentes para producir s *outputs* también diferentes. La DMU $_j$ utiliza un monto de $X_j = x_{ij}$ *inputs* ($i = 1, \dots, m$) y produce un monto de $Y_j = Y_{kj}$ productos ($k = 1, \dots, s$). La matriz $s \times n$ de medida del producto es designada por \mathbf{Y} , y la $m \times n$ de medida de los *inputs* se designa por \mathbf{X} . Se asume además que $x_{ij} \geq 0$ y $y_{kj} \geq 0$.

Matriz de *inputs*

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \cdot & \cdot & \cdot & X_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ X_{m1} & X_{m2} & \cdot & \cdot & \cdot & X_{mn} \end{bmatrix}$$

Matriz de *outputs*

$$\mathbf{Y} = \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & Y_{1n} \\ Y_{21} & Y_{22} & \cdot & \cdot & \cdot & Y_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ Y_{s1} & Y_{s2} & \cdot & \cdot & \cdot & Y_{sn} \end{bmatrix}$$

Modelo con Retornos Constantes a Escala y Orientación Input – CCR-INPUT–

Al considerar la evaluación de eficiencia de una DMU cualquiera, la que se identificará como DMU $_0$, se construye el siguiente modelo a ser optimizado:

$$\begin{aligned} & \text{MAX} \frac{\sum_{k=1}^s u_{k0} y_{k0}}{\sum_{i=1}^m v_{i0} x_{i0}} \\ & \text{s.a:} \\ & \frac{\sum_{k=1}^s u_{kj} y_{kj}}{\sum_{i=1}^m v_{ij} x_{ij}} \leq 1 \quad \forall j \\ & u_{kj} \geq \varepsilon > 0 \quad \forall k, j \\ & v_{ij} \geq \varepsilon > 0 \quad \forall i, j \end{aligned} \tag{1}$$

Donde v_{ij} y u_{kj} son, respectivamente, los pesos correspondientes a cada entrada y cada salida; m el número total de entradas consideradas y s el número de salidas de la DMU; ϵ es un número infinitesimal (no arquimediano), que garantiza que ninguna DMU asignará valor cero como peso de algún *input* o *output*.

La primera restricción del modelo (1), conocido como *forma ratio*, indica que la razón *output* virtual a *input* virtual no puede exceder la unidad para cada DMU, lo que está de acuerdo con el precepto económico de que los *outputs* generados no pueden ser mayores que el total de recursos que entran al proceso. Al linealizar dicho modelo, maximizando el numerador mientras el denominador se deja constante, se obtiene la siguiente estructura:

$$\begin{aligned}
 & \text{MAX} \quad \sum_{k=1}^s u_{k0} y_{k0} = h_0 \\
 & \text{s.a:} \\
 & \sum_{k=1}^s u_{kj} y_{kj} - \sum_{i=1}^m v_{ij} x_{ij} \leq 0 \quad \forall j \\
 & \sum_{i=1}^m v_{i0} x_{i0} = 1 \\
 & v_{kj} \geq \epsilon > 0 \quad \forall k, j \\
 & u_{ij} \geq \epsilon > 0 \quad \forall i, j
 \end{aligned} \tag{2}$$

El modelo (2) se conoce como *forma multiplicativa* del modelo CCR-input; la optimización produce un conjunto de valores positivos o nulos u^*, v^* que generan el $h_0^*=1$, sólo si la DMU evaluada es eficiente.

Sin embargo, es más frecuente utilizar la forma dual de (2), conocida como la *forma envolvente* del modelo CCR-input [*Ibíd.*], para analizar los resultados; el dual del modelo es:

$$\begin{aligned}
 & \text{MIN } \theta_0 - \varepsilon \left[\sum_{k=1}^s h_k^+ + \sum_{i=1}^m h_i^- \right] \\
 & \text{s.a :} \\
 & \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j = x_{i0} \theta_0 - h_i^- \quad \forall i \\
 & \sum_{j=1}^n y_{kj} \lambda_j = y_{k0} + h_k^+ \quad \forall k \\
 & \lambda_j, h_i^-, h_k^+ \geq 0 \quad \forall j, i, k \\
 & \theta_0 \text{ irrestricta}
 \end{aligned} \tag{3}$$

En este caso, las soluciones del modelo son: $\theta_0, \lambda_j, h_i^-, h_k^+$; la variable h_k^+ corresponde a los valores obtenidos para las holguras de los *outputs* y h_i^- representa las holguras de los *inputs*. Si la DMU alcanza un valor $\theta_0 = 1$ y sus holguras son cero, la unidad es eficiente.

Una de las razones para preferir la forma dual (envolvente) a la forma primal (multiplicativa), es que el esfuerzo computacional para solucionar el primal crece en proporción al número de restricciones. Usualmente en el Análisis Envolvente de Datos, n , el número de DMU, es considerablemente mayor que el número de *inputs* más el número de *outputs* ($m + s$), por tanto puede tomar mucho más tiempo resolver el primal que tiene $n + m + s$ restricciones incluidas las cotas, que resolver el dual con $m + s$ restricciones.

El modelo hasta aquí tratado se conoce como CCR-input (por los autores Charnes, Cooper y Rhodes y por la orientación en la búsqueda de la eficiencia).

La otra dirección que se considera es la orientada a los *outputs*; aplicada al CCR produce el modelo CCR-output. Se obtiene a partir del modelo ratio (1), tomando como constante el numerador de la función objetivo (como en el caso del CCR-input, se le asignará valor 1) y maximizando la función así obtenida:

$$\begin{aligned}
 & \text{MAX} \quad \frac{1}{\sum_{i=1}^m v_{i0} x_{i0}} \\
 & \text{s.a :} \quad \sum_{k=1}^s u_{k0} y_{k0} = 1 \\
 & \sum_{k=1}^s u_{kj} y_{kj} - \sum_{i=1}^m v_{ij} x_{ij} \leq 0 \quad \forall j \\
 & v_{kj} \geq \varepsilon > 0 \quad \forall k, j \\
 & u_{ij} \geq \varepsilon > 0 \quad \forall i, j
 \end{aligned} \tag{4}$$

El modelo (4) es equivalente al siguiente (5):

$$\begin{aligned}
 & \text{MIN} \quad \sum_{i=1}^m v_{i0} x_{i0} \\
 & \text{s.a :} \quad \sum_{k=1}^s u_{k0} y_{k0} = 1 \\
 & - \sum_{i=1}^m v_{ij} x_{ij} + \sum_{k=1}^s u_{kj} y_{kj} \leq 0 \quad \forall j \\
 & u_{kj} \geq \varepsilon > 0 \quad \forall k, j \\
 & v_{ij} \geq \varepsilon > 0 \quad \forall i, j
 \end{aligned} \tag{5}$$

Como puede observarse, la función objetivo de (5) es el inverso de la eficiencia relativa de la unidad evaluada. El correspondiente dual es como sigue (6):

$$\begin{aligned}
 & \text{MAX} \quad \gamma_0 + \varepsilon \left[\sum_{k=1}^s h_k^+ + \sum_{i=1}^m h_i^- \right] \\
 & \text{s.a :} \quad \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j = x_{i0} - h_i^- \quad \forall i \\
 & \quad \quad \sum_{j=1}^n y_{kj} \lambda_j = y_{k0} \gamma_0 + h_k^+ \quad \forall k \\
 & \lambda_j, h_i^-, h_k^+ \geq 0 \quad \forall j, i, k \\
 & \gamma_0 \text{ irrestricta}
 \end{aligned} \tag{6}$$

El uso del modelo de retornos constantes implica que si una actividad (x,y) es factible, entonces, para todo escalar positivo t , la actividad (tx, ty) es también factible, lo que a su vez significa que cualquier DMU, independientemente de su tamaño, puede lograr la eficiencia; cada DMU se compara con la más eficiente. La eficiencia calculada bajo el supuesto de rendimientos a escala constantes y eliminación gratuita de *inputs* y *outputs*³ se conoce como eficiencia técnica global (ETG).

Cuando no es procedente asumir una tecnología con retornos a escala constante, por la naturaleza misma del problema o porque se tenga duda respecto a cuál tecnología asumir como supuesto, es recomendable trabajar con retornos a escala variable (VRS por sus siglas del inglés, o BCC por Banker, Charnes y Cooper, los autores del modelo). Este modelo se logra introduciendo en el CCR en forma envolvente la restricción adicional $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$; la eficiencia así calculada se conoce como eficiencia técnica (ET).

La eficiencia en educación

A través del componente eficiencia se evalúa para la entidad territorial la cantidad de productos obtenidos mediante la aplicación de cada unidad de insumo, por el municipio, a la educación como proceso productivo.

Función de Producción

El Departamento Nacional de Planeación propuso, a los entes territoriales, medir eficiencia en dos productos fundamentales: la matrícula educativa y la calidad de la educación; este artículo se refiere al primero de ellos.

Matrícula Educativa

Por matrícula se entiende la incorporación de población al sistema educativo. Para la producción de matrícula educativa se estima la eficiencia mu-

3 El supuesto de eliminación gratuita de *inputs* establece que una unidad productiva es capaz de producir la misma cantidad de *output* utilizando una cantidad mayor de cualquier *input*; es decir, es posible desechar el exceso de *inputs* a costo cero: si $(x,y) \in T \Rightarrow (\alpha x,y) \in T, \alpha \geq 1$. La eliminación gratuita de *outputs* significa que es posible producir una cantidad menor de cualquier *output*, utilizando las mismas cantidades de *inputs*: si $(x,y) \in T, y' \leq y \Rightarrow (x,y') \in T$.

nicipal de manera agregada (zonas urbanas y rurales), aunque teniendo en cuenta que las condiciones para la prestación del servicio pueden diferir por la dispersión poblacional. En la tabla 1 se presentan los productos y los insumos para estimar la eficiencia en la matrícula educativa.

Tabla 1. Insumo-Producto Función de producción de Matrícula Educativa

VARIABLE	DEFINICIÓN	FUENTE
Producto: Alumnos matriculados de Preescolar a Media en establecimientos educativos oficiales (sin subsidios).	Preescolar, básica (1° primaria a 9° bto) y media (10° y 11° bto)	F1 del Sicep: Indicador 1.1 del sector de Educación y Ministerio de Educación Nacional, Depto, Mpio, DDS-DNP ⁴ (mpios certificados).
	Total: zona urbana y rural	
	Establecimientos Oficiales: instituciones y centros educativos	
Insumo 1: Docentes oficiales vinculados	Total docentes que laboran en establecimientos educativos oficiales	F1 del Sicep: Indicador 1.8 del sector de Educación y Ministerio de Educación Nacional.
	No incluye docentes con funciones administrativas (rector, directores, coordinadores).	
Insumo 2: Inversión en educación en los últimos 3 años (menos nómina y contratos con oferta privada para los últimos tres años)	NO incluye nómina ni contratos con oferta privada	DDTS-DNP: información deflactada con base en lo reportado en Formato C de inversión del Sicep a precios de 2007.
	SÍ: Construcción, mantenimiento y mejoramiento de la infraestructura, material didáctico, pago servicios públicos, transporte escolar, capacitación, sistema de información	
Insumo 3. Espacio de Aula disponible en establecimientos educativos	Medida en metros cuadrados	F1 del Sicep: Indicador 1.7 del sector de Educación.
	Aulas oficiales	

Fuente: Departamento Nacional de Planeación

⁴ Convenciones: Dpto = Departamento, Mpio = Municipio, DDTS = Dirección de Desarrollo Territorial Sostenible, SFPT= Subdirección de Finanzas Públicas territoriales, DDS = Dirección de Desarrollo Social, DNP = Departamento Nacional de Planeación, Formulario F= Formulario SICEP, ICFES = Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, Mineducación = Ministerio de Educación Nacional, Minprotección = Ministerio de la Protección Social, SICEP= Sistema de Información para la Captura de la Ejecución Presupuestal.

El producto son los alumnos matriculados, en establecimientos oficiales del municipio, en los grados correspondientes a preescolar, básica y media (zona urbana y rural). Los insumos son los docentes oficiales, sin incluir docentes con funciones administrativas como rectores, directores, coordinadores. La inversión⁵ incluye todos aquellos gastos distintos de nómina y corresponden a la construcción, mantenimiento y mejoramiento de la infraestructura, dotación de material didáctico, pago de servicios públicos de las instituciones educativas, transporte escolar, capacitación, sistema de información, alimentación escolar, sin incluir los contratos con oferta privada, para los tres últimos años, en pesos constantes del último año de análisis. El tercer insumo corresponde a los metros cuadrados de aula disponibles en el municipio. Esta función no incluye en el producto contratos con oferta privada del sector que provee el municipio en cuanto a cobertura.

Los datos

Para la estimación de la eficiencia, se recurre al modelo de retornos variables a escala con orientación al *output* teniendo en cuenta, en cuanto a lo primero, que no se tiene certeza respecto al tipo de retorno que exhibe la función de producción del proceso aquí tratado; es más, parece evidente que el escalamiento de los insumos no necesariamente causa una respuesta proporcional en los productos, por lo que no sería procedente asumir retornos constantes. De otra parte, las DMU (los municipios) responsables del proceso considerado, no tienen la discrecionalidad en cuanto a la determinación del monto de los insumos que aplicarán al *proceso productivo*, por tanto su preocupación radica en la maximización del *output* a partir de los *inputs* que les son asignados.

La tabla 2 recoge el resumen de los datos, para los años bajo estudio, de las variables a incluir en el modelo para la función de producción de Cobertura.

Tabla 2. Resumen estadístico de variables Función Cobertura

	2007				2008			
	Matrícula	Tdocentes	Inversión	Aulas	Matrícula	Tdocentes	Inversión	Aulas
Promedios	9.686,78	339,58	4.915,42	10.246,03	9.353,07	341,42	5.341,21	13.545,77
Desviación	21.888,93	701,60	20.182,96	21.170,73	22.211,89	710,27	20.316,49	37.697,67
Máximo	148.661,00	4.732,00	136.331,15	141.063,00	150.489,00	4.774,00	137.167,98	229.600
Mínimo	1.656,00	66,00	391,76	1.656,00	1.300,00	66,00	465,52	172,00

Fuente: Quesada, Blanco y Maza (2010)

5 Información deflactada al año base de la evaluación.

Resultados empíricos en cobertura

En la tabla 3 se muestran los resultados del cálculo de la eficiencia (ETG), de los 45 municipios del departamento de Bolívar, para los años 2007 y 2008. El cálculo se realizó mediante el software *Frontier Analyst*. Cabe anotar que en 2008 nueve municipios no cuentan con el índice de eficiencia calculado, debido a que no suministraron la información sobre el área de aulas disponibles.

En el año 2007, 15 son los municipios que resultan eficientes en cobertura, figurando entre los más ineficientes Arenal, Cicuco, Clemencia, El Peñón, Margarita, San Fernando, Simití, y Talaigua, cuya eficiencia no alcanza el 70%, quedando muy por debajo del promedio observado.

En 2008 se aprecia que 11 de los que exhibían eficiencia en el año anterior, la conservan; cuatro pierden su condición de eficientes y entran cinco nuevos municipios a la condición de eficientes en cobertura (véase tabla 4). De los más ineficientes de 2007 sólo uno, San Fernando, se promueve a eficiente en 2008.

Tabla 3. Eficiencias BBC Output Modelo Matrícula Educativa

MUNICIPIOS	2007	2008
ACHI	81,74	90,64
ALTOS DEL ROSARIO	98,58	
ARENAL	57,03	62,56
ARJONA	92,43	100
ARROHONDO	100	100
BARRANCO DE LOBA	95	88,2
CALAMAR	100	96,5
CANTAGALLO	95,26	91,13
CARTAGENA	100	100
CICUCO	67,44	
CLEMENCIA	69,12	94,6
CÓRDOBA	82,83	90,85
EL CARMEN DE BOLÍVAR	100	100
EL GUAMO	100	100

EL PEÑÓN	55,76	
HATILLO DE LOBA	76,68	98,71
MAGANGUE	100	
MAHATES	76,68	80,22
MARGARITA	56,63	55,83
MARÍA LA BAJA	100	100
MOMPOS	90,76	100
MONTECRISTO	100	100
MORALES	84,73	88,1
PINILLOS	81,83	84,47
REGIDOR	100	
RÍO VIEJO	77,6	89,35
SAN CRISTÓBAL	99,65	
SAN ESTANISLAO	82,65	
SAN FERNANDO	67,84	100
SAN JACINTO	87,8	68,75
SAN JACINTO DEL CAUCA	100	100
SAN JUAN NEPOMUCENO	100	100
SAN MARTÍN DE LOBA	85,65	89,91
SAN PABLO	99,12	100
SANTA CATALINA	70,9	100
SANTA ROSA	83,17	70,54
SANTA ROSA DEL SUR	100	100
SIMITI	69,15	54,72
SOPLAVIENTO	100	
TALAIGUA NUEVO	55,62	
TIQUISIO	100	100
TURBACO	100	100
TURBANA	72,82	65,93
VILLANUEVA	81,46	86,76
ZAMBRANO	72,28	88,82
PROMEDIOS	85,95	89,91

Fuente: Quesada, Blanco y Maza (2010)

Tabla 4. Cambios en la condición de eficiencia 2007 – 2008

N°	CONTINÚAN	SALEN	ENTRAN
1	ARROYOHONDO	CALAMAR	ARJONA
2	CARTAGENA	MAGANGUE (*)	MONPOX
3	EL CARMEN DE BOLÍVAR	REGIDOR (*)	SAN FERNANDO
4	EL GUAMO	SOPLAVIENTO (*)	SAN PABLO
5	MARIALABAJA		SANTA CATALINA
6	MONTECRISTO		
7	SAN JUAN DEL CAUCA		
8	SAN JUAN NEPOMUCENO		
9	SANTA ROSA DEL SUR		
10	TIQUISIO		
11	TURBACO		

* Información incompleta en el año 2008

Fuente: Quesada, Blanco y Maza (2010)

Estos resultados revelan que, en general, los municipios de Bolívar no están haciendo un uso eficiente de los recursos que les son transferidos mediante el SGP y resulta, por tanto, urgente que los organismos encargados de la vigilancia de la aplicación de éstos tomen medidas que permitan corregir las desviaciones.

La Mejora Potencial

A partir de las ecuaciones del modelo BCC-output aplicado, y conocidos los municipios (DMU) eficientes que les sirven de referencia a los no eficientes, se puede calcular el incremento requerido en el *output* de estos últimos para lograr ubicarse en la frontera eficiente; del modelo (6) se tiene que:

$$y_{k0}^t = \sum_{j=1}^n y_{kj} \lambda_j = y_{k0} \gamma_0 + h_k^+ \quad (7)$$

Donde y_{k0}^t es la meta de *output* a lograr por la DMU₀ evaluada, en el año t ; las λ_j están asociadas a las DMU eficientes que conforman el grupo de referencia de la DMU₀ (*peer group*). En las tablas 5 y 6 se registran los

municipios evaluados, con sus respectivos referentes y el peso de esa referenciación (las lambdas), calculados con *DEA Excel Solver*.

Tabla 5. Peer Group y valores lambda para los municipios no eficientes. Cobertura 2007

DMU Name	Benchmarks Cobertura Año 2007							
Achi	0,251	Calamar	0,334	Marialabaja	0,081	San Jacinto del Cauca	0,334	Tiquisio
Altos del Rosario	0,47	Arroyohondo	0,492	San Jacinto del Cauca	0,038	San Juan Nepomuceno		
Arenal	0,177	El Guamo	0,754	Montecristo	0,07	San Jacinto del Cauca		
Arjona	0,009	El Carmen de Bolívar	0,164	Magangué	0,268	Marialabaja	0,558	Turbaco
Barranco de Loba	0,034	Marialabaja	0,691	San Jacinto del Cauca	0,264	San Juan Nepomuceno	0,11	Tiquisio
Cantagallo	0,528	Arroyohondo	0,214	El Guamo	0,258	San Jacinto del Cauca		
Cicuco	0,001	Cartagena	0,744	San Jacinto del Cauca	0,085	San Juan Nepomuceno	0,17	Tiquisio
Clemencia	0,13	Calamar	0,007	Marialabaja	0,463	San Jacinto del Cauca	0,4	Tiquisio
Córdoba	0,034	Calamar	0,711	San Jacinto del Cauca	0,256	San Juan Nepomuceno		
El Peñón	0,014	Marialabaja	0,918	San Jacinto del Cauca	0,011	San Juan Nepomuceno	0,057	Tiquisio
Hatillo De Loba	0,062	El Carmen de Bolívar	0,776	San Jacinto del Cauca	0,161	Tiquisio		
Mahates	0,346	Calamar	0,021	El Carmen de Bolívar	0,229	Marialabaja	0,404	Tiquisio

Margarita	0,024	El Carmen de Bolívar	0,439	San Jacinto del Cauca	0,536	Tiquisio		
Mompos	0,164	El Carmen de Bolívar	0,003	Magangué	0,343	Marialabaja	0,489	Turbaco
Morales	0,038	Marialabaja	0,515	San Jacinto del Cauca	0,264	San Juan Nepomuceno	0,182	Tiquisio
Pinillos	0,128	El Carmen de Bolívar	0,163	Marialabaja	0,097	Santa Rosa del Sur	0,612	Tiquisio
Río Viejo	0,059	Montecristo	0,941	Tiquisio				
San Cristóbal	0,007	El Carmen de Bolívar	0,92	Regidor	0,072	San Jacinto del Cauca		
San Estanislao	0,125	Calamar	0,78	San Jacinto del Cauca	0,095	San Juan Nepomuceno		
San Fernando	0,02	Cartagena	0,963	San Jacinto del Cauca	0,035	San Juan Nepomuceno		
San Jacinto	0,335	Calamar	0,11	Marialabaja	0,313	San Jacinto del Cauca	0,242	San Juan Nepomuceno
San Martín de Loba	0,316	Calamar	0,078	Marialabaja	0,301	San Jacinto del Cauca	0,305	Tiquisio
San Pablo	0,006	Cartagena	0,07	Marialabaja	0,311	Santa Rosa del Sur	0,612	Tiquisio
Santa Catalina	0,12	Calamar	0,035	El Carmen de Bolívar	0,53	San Jacinto del Cauca	0,315	Tiquisio
Santa Rosa	0,002	Cartagena	0,816	San Jacinto del Cauca	0,153	San Juan Nepomuceno	0,029	Tiquisio
Simiti	0,081	Calamar	0,138	El Carmen de Bolívar	0,027	San Jacinto del Cauca	0,754	Tiquisio
Talaigua Nuevo	0,001	Cartagena	0,145	San Jacinto del Cauca	0,103	San Juan Nepomuceno	0,752	Tiquisio

Turbana	0,123	Arroyohondo	0,726	San Jacinto del Cauca	0,151	San Juan Nepomuceno		
Villanueva	0,174	Calamar	0,119	Marialabaja	0,627	San Jacinto del Cauca	0,08	San Juan Nepomuceno
Zambrano	0,005	Calamar	0,02	Marialabaja	0,791	San Jacinto del Cauca	0,183	Tiquisio

Fuente: Quesada, Blanco y Maza (2010)

Tabla 6. Peer Group y valores lambda para los municipios no eficientes. Cobertura 2008

DMU Name	Benchmarks Cobertura año 2008							
Achi	0,238	El Carmen de Bolívar	0,102	San Jacinto del Cauca	0,496	San Pablo	0,164	Tiquisio
Arenal	0,782	Arroyohondo	0,042	Montecristo	0,176	Tiquisio		
Barranco De Loba	0,155	El Carmen de Bolívar	0,748	San Jacinto del Cauca	0,03	San Pablo	0,067	Tiquisio
Calamar	0,295	El Carmen de Bolívar	0,648	San Jacinto del Cauca	0,057	Tiquisio		
Cantagallo	0,497	El Guamo	0,324	Montecristo	0,179	San Jacinto del Cauca		
Córdoba	0,027	El Carmen de Bolívar	0,819	San Jacinto del Cauca	0,009	San Juan Nepomuceno	0,144	San Pablo
Clemencia	0,051	San Juan Nepomuceno	0,949	Santa Catalina				
Hatillo de Loba	0,377	Arroyohondo	0,096	El Carmen de Bolívar	0,528	San Jacinto del Cauca		
Mahates	0,296	El Carmen de Bolívar	0,367	San Jacinto del Cauca	0,089	San Pablo	0,248	Tiquisio
Margarita	0,052	El Carmen de Bolívar	0,941	San Jacinto del Cauca	0,006	Tiquisio		
Morales	0,044	San Jacinto del Cauca	0,174	San Juan Nepomuceno	0,134	San Pablo	0,647	Santa Catalina

Pinillos	0,199	El Carmen de Bolívar	0,34	Santa Rosa del Sur	0,46	Tiquisio		
Río Viejo	0,288	El Guamo	0,268	Montecristo	0,444	San Jacinto del Cauca		
San Jacinto	0,229	El Carmen de Bolívar	0,314	San Jacinto del Cauca	0,106	San Juan Nepomuceno	0,352	Santa Catalina
San Martín de Loba	0,135	El Carmen de Bolívar	0,648	San Jacinto del Cauca	0,148	San Pablo	0,069	Tiquisio
Santa Rosa	0,323	San Jacinto del Cauca	0,289	San Pablo	0,388	Santa Catalina		
Simiti	0,121	El Carmen de Bolívar	0,154	Santa Rosa del Sur	0,726	Tiquisio		
Turbana	0,412	San Jacinto del Cauca	0,138	Regidor	0,45	Santa Catalina		
Villanueva	0,125	El Carmen de Bolívar	0,724	San Jacinto del Cauca	0,116	San Juan Nepomuceno	0,035	Santa Catalina
Zambrano	0,146	Arroyohondo	0,024	El Carmen de Bolívar	0,348	San Fernando	0,483	San Jacinto del Cauca

Fuente: Quesada, Blanco y Maza (2010)

A manera de ilustración, se toma el caso de Cicuco cuya puntuación de eficiencia en cobertura, para el año 2007, alcanza un valor de 67,44% (tabla 3) y sus referentes y valores lambdas se muestran en la tabla 7.

Tabla 7. Peer Group Municipio de Cicuco

MUNICIPIO REFERENTE	LAMBDA	MONTO DEL OUTPUT
Cartagena	0,001	148.661
San Jacinto del Cauca	0,744	4132
San Juan Nepomuceno	0,085	9721
Tiquisio	0,170	5941

Fuente: Quesada, Blanco y Maza (2010)

A partir de esta información se calcula el producto potencial de esta DMU:

$$y_{\text{cicuco}}^{2007} = 0,001 * 148661 + 0,744 * 4132 + 0,085 * 9721 + 0,170 * 5941 = 5.059$$

alumnos matriculados.

Lo que comparado con su *output* real (3.455), indica que se requiere mejorar en aproximadamente 47%.⁶

El potencial de mejoramiento en el *output* (alumnos matriculados) que revelan los municipios que exhiben ineficiencias se muestra en las tablas 8 y 9, para los dos años bajo estudio, teniendo en cuenta la cantidad de *inputs* utilizados. Aquí se refleja el principio de eliminación gratuita de *inputs*; esto es, los municipios ineficientes podrían lograr un mayor número de matrículas, sin embargo no lo hacen, lo que los convierte en ineficientes en el uso de sus recursos. La comparación del *output* actual con el potencial arroja el mejoramiento potencial que deben lograr. En el promedio, el requerido de mejoramiento se redujo ligeramente entre 2007 y 2008, aunque se corre el riesgo de que las cifras no sean comparables por la ausencia de información de algunos municipios en el último año. Pero sí es elocuente que Achí haya pasado de un 22,3% a 10,3%; Arenal, de 75,3% a 59,9%; Barranco de Loba, de 5,3% a 13,4%; San Jacinto, de 13,9% a 45,5%; Santa Rosa, de 20,2% a 41,8% y Turbana, de 37,3% a 51,7%. Los dos primeros muestran, como se ve, un ligero mejoramiento en tanto que los restantes evidencian desmejoramiento notorio.

Tabla 8. Mejoramiento potencial del output 2007_modelo cobertura

DMU Name	Actual Matriculados	Target Matriculados	Mejora Potencial
Achí	8011	9800	22,3%
Altos del Rosario	3136	3181	1,4%
Arenal	1905	3340	75,3%
Arjona	16196	17522	8,2%
Barranco de Loba	5736	6038	5,3%
Cantagallo	2231	2342	5,0%
Cicuco	3455	5123	48,3%

⁶ En la tabla 8 se registra 48,3%; la pequeña diferencia radica en que los cálculos provienen de *softwares* diferentes.

Clemencia	3778	5466	44,7%
Córdoba	4719	5697	20,7%
El Peñón	2491	4467	79,3%
Hatillo de Loba	4072	5345	31,3%
Mahates	7171	9351	30,4%
Margarita	3094	5463	76,6%
Mompos	14399	15864	10,2%
Morales	5425	6403	18,0%
Pinillos	7866	9613	22,2%
Río Viejo	4504	5804	28,9%
San Cristóbal	2131	2138	0,3%
San Estanislao	4271	5167	21,0%
San Fernando	3169	4672	47,4%
San Jacinto	7179	8176	13,9%
San Martín de Loba	5915	6906	16,8%
San Pablo	8556	8632	0,9%
Santa Catalina	4043	5702	41,0%
Santa Rosa	4459	5361	20,2%
Simiti	5435	7860	44,6%
Talaigua Nuevo	3456	6213	79,8%
Turbana	3403	4673	37,3%
Villanueva	5480	6727	22,8%
Zambrano	3417	4728	38,4%
Promedio			30,41%

Fuente: Quesada, Blanco y Maza (2010)

Tabla 9. Mejoramiento potencial del output 2008_modelo cobertura

Dmu Name	Actual Matriculados	Target Matriculados	Mejora Potencial
Achí	8533	9414	10,3%
Arenal	1667	2665	59,9%
Barranco de Loba	5292	6000	13,4%

Calamar	7151	7411	3,6%
Cantagallo	2259	2479	9,7%
Córdoba	3498	3698	5,7%
Clemencia	4589	5051	10,1%
Hatillo de Loba	4208	4263	1,3%
Mahates	6604	8232	24,7%
Margarita	2556	4578	79,1%
Morales	4647	5275	13,5%
Pinillos	7472	8845	18,4%
Río Viejo	2740	3067	11,9%
San Jacinto	4786	6962	45,5%
San Martín de Loba	5719	6361	11,2%
Santa Rosa	3636	5155	41,8%
Simiti	4130	7548	82,8%
Turbana	2886	4377	51,7%
Villanueva	5256	6058	15,3%
Zambrano	3143	3538	12,6%
Promedio			26,12%

Fuente: Quesada, Blanco y Maza (2010)

Conclusiones

A través de lo expuesto a lo largo de este artículo ha sido posible establecer que los municipios del departamento de Bolívar han tenido en los dos años analizados un desempeño que no se compadece con los recursos aplicados a la gestión de cobertura educativa.

Los resultados de eficiencia en cobertura no son alentadores, puesto que los municipios eficientes son sólo algo más del 30%, lo que indica que con los recursos que se aplican a la cobertura bien podría atenderse mayor número de estudiantes, como lo evidencian las cifras del potencial de mejora en cobertura de los municipios no ubicados en la frontera eficiente.

Le corresponde al departamento de Bolívar, al tenor de las Leyes 115 de 1993 y 715 de 2001, diseñar las estrategias necesarias para promover la efi-

ciencia en el sector educativo, en lo que respecta a la evaluación y promoción de la matrícula para ampliar, como se requiere, la cobertura.

Una pregunta lógica que aquí surge es ¿qué está haciendo el Ministerio de Educación con los resultados de evaluación que suministran los municipios? Hasta ahora, los entes territoriales se limitan a suministrar la información de utilización de insumos y generación de productos en desarrollo de la actividad educativa; se esperaría que se les asigne, a los responsables directos de la gestión educativa, el encargo de autoevaluar su desempeño; sólo así, los directivos docentes podrán empoderarse del proceso y utilizar los resultados de sus evaluaciones para generar planes de mejoramiento que los conduzca, en un plazo razonable, a la frontera eficiente.

Referencias Bibliográficas

- ÁLVAREZ, Antonio (2001), **La Medición de la Eficiencia y la Productividad**, Pirámide, Madrid, p. 27.
- ASIA, Hussain y MATTHEW, Jones, Banxia Software Ltd. Analyst, F. (2001).
- BANKER, Rajiv D., CHARNES, Abraham y COOPER, William W. (1984). **Some Models for Estimating Technical and Scales Inefficiencies in Data Envelopment Analysis**. *Management Science*, 30, pp. 1078-1092.
- BONILLA, María, CASASUS, Trinidad, MEDAL, Amparo y SALA, Ramón (1998), **Un Análisis de la Eficiencia de los Puertos Españoles**, en VI Jornada de ASEPUMA, U.d. Valencia, Departamento de Economía Financiera y Matemática: Santiago de Compostela, p. 9.
- CHARNES, Abraham, COOPER, William y RHODES, Eduardo (1978). **Measuring Efficiency of Decision Making Units**, *European Journal of Operational Research*, 3, pp. 62-74.
- COLOMBIA, Ministerio de Educación Nacional (2002). **Evaluación Censal de la Calidad**, en *Revolución Educativa Colombia Aprende*, Bogotá.
- COLOMBIA, CONSTITUCIÓN POLÍTICA (1991), Bogotá.
- _____ Departamento Nacional de Planeación. **Visión de la Descentralización y del Ordenamiento Territorial 2019 (2009)**, Pereira.
- _____ LEY 715 de diciembre 21 de 2001, Bogotá.

Departamento Nacional de Planeación, Orientaciones a las Administraciones Departamentales para realizar la Evaluación del Desempeño Municipal Vigencia 2007 (2008), Bogotá.

COOPER, William W., SEIFORD, Lawrence. M. y TONE, Kaoru (2000), **Data Envelopment Analysis, A Comprehensive Text with Models, Applications, References, and DEA-Solver Software.** Ed. K.A. Publisher, United States of America, p. 52.

LERMA CARREÑO, Carlos A. (2007). **El derecho a la Educación en Colombia.** Ed. Fundación Laboratorio de Políticas Públicas, Buenos Aires.

THANASSOULIS, E. (2001), **Introduction to the theory and application of Data Envelopment Analysis,** Kluwer Academic Publishers, ed. 1, Birmingham.

ZHU, Joe (2003), **Quantitative Models for Performance, Evaluation and Benchmarking: DEA with Spreadsheets and DEA Excel Solver,** Ed. Springer, Boston.

Bibliografía recomendada

CHILE, Ministerio del Interior (2007). **Modelo de Gestión de Calidad de los Servicios Municipales, Guía 2.**

COLOMBIA, Departamento Nacional de Planeación (2003). **Competencias Sectoriales por Nivel de Gobierno,** Bogotá.

COLOMBIA, Departamento Nacional de Planeación (2005). **Metodología para la Medición y Análisis del Desempeño Municipal,** Bogotá.