

# La eficiencia del sector educativo en las principales ciudades de Michoacán, 2000-2009

ZACARÍAS TORRES HERNÁNDEZ\*/JOSÉ CÉSAR LENIN NAVARRO CHÁVEZ\*\*/RODRIGO GÓMEZ MONGE\*\*\*

FECHA DE RECEPCIÓN: 05/01/2011; FECHA DE APROBACIÓN: 29/03/2012

**RESUMEN:** Se estudian los aportes teóricos y metodológicos del Análisis de la Envolvente de Datos (DEA), así mismo se realiza una revisión de diversos estudios que han aplicado esta técnica al sector educativo. En un segundo apartado se realiza una caracterización del sistema educativo básico en el estado de Michoacán, enfocándonos a nivel primario y dirigido a las diez principales ciudades del Estado, para cada una de las regiones económicas propuestas por la Coordinación de Planeación para el Desarrollo del Estado de Michoacán (CPLADE). En la tercera parte se presenta la aplicación de la metodología DEA a las ciudades propuestas, buscando definir los niveles de eficiencia. Finalmente se muestran las conclusiones a que se llegan en el estudio.

**PALABRAS CLAVE:**

- DEA (Data Envelopment Analysis: Análisis de la Envolvente de Datos)
- eficiencia
- Sistema Educativo Mexicano

**JEL:** C67, D61, G21

# The efficiency of the education sector in major cities of Michoacan, 2000-2009

**ABSTRACT:** This research examines the theoretical and methodological contributions of Data Envelopment Analysis (DEA), also carried out a review of various studies that have applied this technique to the education sector. In a second paragraph is a characterization of the basic education system in the State of Michoacán, focusing on level primary and directed to the ten major cities in the State, for each of the economic regions proposed by the Planning for the Development Coordination of the State of Michoacán (CPLADE). In the third part presents the application of the DEA methodology proposed to the ten cities, seeking to define the levels of efficiency. Finally we show the conclusions reached in the study.

**KEYWORDS:**

- DEA (Data Envelopment Analysis)
- efficiency
- Mexican Educational System

\* Profesor Investigador de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Comercio y Administración del Instituto Politécnico Nacional. Director del Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales (CIECAS) del Instituto del Politécnico Nacional.

\*\* Profesor Investigador del Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

\*\*\* Profesor Investigador de la Facultad de Economía "Vasco de Quiroga" de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

## Introducción

Data Envelopment Analysis (DEA) es una metodología de estimación no paramétrica para generar un límite eficiente, a partir de considerar diversos recursos (llamados entradas o *inputs*) y los productos generados (también conocido como salidas o *outputs*).

El principal objetivo de la presente investigación es realizar una revisión teórica y metodológica de algunas aplicaciones de la metodología DEA al sector educativo, para en un segundo momento buscar evidencia empírica sobre los niveles de eficiencia que presenta el sector educativo en Michoacán, específicamente en el referente al nivel primaria, durante el periodo que comprende los años 2000-2009. Para realizar esta aplicación se propone utilizar la división regional utilizada por la Coordinación de Planeación para el Desarrollo del Estado de Michoacán (CPLADE).

Lo anterior se encuentra fundamentado en las siguientes preguntas de investigación: (1) ¿es aplicable la metodología DEA al caso del sector educativo en su nivel primaria, con la finalidad de realizar la medición de la eficiencia para los 10 principales municipios que integran las regiones económicas del estado?, (2) ¿se presentan diferencias entre los municipios? y, si fuera así, (3) ¿cuáles son las principales variables que están incidiendo en las diferencias de eficiencia en el sistema educativo de ellos?

### 1.1. Fundamentos teóricos del análisis Data Envelopment Analysis (DEA)

Un efecto del refinamiento de las técnicas matemáticas es el surgimiento del análisis DEA, esta técnica se considera como modelo multicriterio dentro de los modelos multiobjetivo, que, originariamente, buscan realizar un análisis de eficiencia relativa en un conjunto de unidades y es propuesta por los trabajos de Charnes, Cooper y Rhodes.<sup>1</sup>

La metodología DEA pretende determinar una frontera eficiente, un lugar geométrico o conjunto de valores-solución que dominan, envuelven, al resto de valores analizados. Cada valor situado en la frontera de eficiencia es considerado una unidad de decisión, una Decision Making Unit (DMU) eficiente, mientras que el resto, situadas dentro del conjunto limitado por dicho conjunto eficiente, son catalogadas como ineficientes. Consideramos un caso general en el que  $n$  unidades producen un conjunto de *outputs* representados por la matriz  $y$ , la columna  $j$ -ésima de dicha matriz, denotada por  $y_j$ , representa los valores de los *outputs* producidos por la unidad  $j$ . Análogamente se definen la matriz  $x$  y sus correspondientes columnas para los *inputs* utilizados. Tanto la matriz de *inputs* consumidos como de *outputs* producidos son matrices de términos positivos.<sup>2</sup>

La valoración de la eficiencia técnica de cada unidad se realiza a través del valor:

$$\Theta_o = \frac{u_o^t y_o}{v_o^t x_o}$$

(para la unidad 0 de referencia) es decir, el cociente entre el valor del *output* producido, representado por el vector  $y_o$  ponderado por el vector de precios  $u_o$ , y el valor total de los *inputs* consumidos en el proceso valorados según el vector de precios o valores  $v_o$ . En cada caso, el subíndice representa cada una de las unidades analizadas, el cociente se calcula en el mejor de los casos posibles para la unidad analizada. Es decir, consideramos como dados los vectores de cantidades, tanto de *inputs* como de *outputs*, y buscamos los vectores de valoración de los mismos que sitúen a la unidad en la mejor de las situaciones posibles respecto al conjunto de unidades de referencia, además de a una serie de restricciones<sup>3</sup> para acotar el valor de dicha eficiencia”.<sup>4</sup> El análisis de eficiencia, en su forma relativa, se fundamenta en la valoración del cociente anterior comparándolo con el mismo valor para las restantes unidades estudiadas. Esto se realiza mediante técnicas de programación lineal, estableciendo el programa de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{Max}_{u,v,\Theta} \quad & \Theta_o = u^t x_o + v_o \\ \text{s. a.} \quad & v^t y_o = 1 \\ & -u^t y + v^t x + v_o \bar{1} \geq 0 \\ & u \geq \varepsilon \bar{1} \\ & v \geq \varepsilon \bar{1} \\ & v_o \text{ libre} \end{aligned}$$

<sup>1</sup> Charnes, A., W. W. Cooper y E. Rhodes, “Measuring the efficiency of decision makings units”, en *European Journal of Operational Research*, Vol. 12, No. 25, 1978, pp. 25-63.

<sup>2</sup> I. Contreras, F. Guerrero y C. Paralera, “Análisis de eficiencia de las AFORES: Aplicación del análisis DEA junto al análisis multivalente”, p. 5. Sitio de internet: [http://www.afore.com.mx/investigacion\\_analisis/analisis\\_eficacia\\_afores/index.html](http://www.afore.com.mx/investigacion_analisis/analisis_eficacia_afores/index.html), fecha de consulta: 15 de junio de 2011.

<sup>3</sup> La principal restricción consiste en que las prioridades o preferencias del agente decisor no intervienen en el análisis.

<sup>4</sup> I. Contreras, F. Guerrero y C. Paralera, *op. cit.*, p. 4.

A cada unidad le corresponde un sistema análogo (el modelo representa el programa correspondiente a la unidad 0 de referencia). La notación,  $\bar{I}$  representa un vector del tipo  $\bar{I} = (1, \dots, 1) \in \mathfrak{R}^n$  y  $\varepsilon$  es un infinitésimo no arquimediano.

La salida del análisis DEA ofrece por un lado un *score* o valor de eficiencia, representado por  $Q$  en la formulación, igual a 1 para aquellas unidades consideradas eficientes por el análisis, y menores a uno para las ineficientes. Además, la distancia con la unidad de este valor refleja la distancia radial de la unidad ineficiente a la frontera de eficiencia calculada.<sup>5</sup>

Para cada unidad eficiente se ofrecen unidades de referencia o unidades objetivos (Benchmarking), construidas como combinaciones convexas de las unidades eficientes que ofrecen valores objetivos para el vector de *output* a las unidades ineficientes.

## I.2. Aplicaciones de la metodología DEA al sector educativo

Halkos, George E., Nickolaos G. Tzeremes, Stravos A. Kourtzidis<sup>6</sup> analizan los comportamientos de eficiencia

en 16 departamentos de la Universidad de Thessaly. Concluyen que se presentan marcadas ineficiencias entre los distintos departamentos, lo que indica errores de localización de los recursos productivos.

Kocher, Martin G., Mikuláš Luptáčík, Matthias Sutter<sup>7</sup> analizan la productividad en el sector educativo, desde el punto de vista de 21 diversos países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD), empleando datos de panel.

McMillan y Datta<sup>8</sup> realizan un análisis por definición de variables y, también, por tipo de universidad. Destacan la importancia de definir las variables en función de revisión bibliográfica y un estudio específico sobre el sector que se observa.

Por último, Thanassoulis, Mika Kortelainen, Geraint Johnes y Jill Johnes<sup>9</sup> realizan un análisis de eficiencia, a partir del modelo DEA y de regresión, aplicado al sistema de educación en Reino Unido. Concluyen que el sector educativo no se puede evaluar como un todo, sino con las particularidades que tiene.

Véase la tabla uno se presentan las variables, países y periodo muestral utilizado y el tipo de estimación empleado.

**Tabla 1**  
**Estudios relacionados con la aplicación del modelo DEA al sector educativo**

Modelos aplicados	Variables utilizadas		País(es)	Periodo muestral	Tipo de estimación (Metodología empleada)
	Input	Output			
Halkos, George E.; Nickolaos G. Tzeremes, Stravos A. Kourtzidis (2010)	Número de académicos	Enseñanza	Grecia	2009-2010	DEA con retornos constantes a escala
	Número de personal de staff (administrativos y técnicos académicos)	Investigación			
	Número de estudiantes.				
	Número de recursos económicos				
Kocher, Martin G.; Mikuláš Luptáčík, Matthias Sutter (2001)	Publicación de artículos de investigación en las 10 principales revistas de divulgación internacionales	Gastos en investigación y desarrollo	21 países de la OECD	1980-1998 (datos panel)	DEA con retornos constantes a escala
		Número de universidades con departamentos de economía			
		Total de población			

<sup>5</sup> I. Contreras, F. Guerrero y C. Paralara, *op. cit.*, p. 5.

<sup>6</sup> G. Halkos, N. Tzeremes y S. Kourtzidis (2010) "An Application of Statistical Interference in DEA Models: An Analysis of Public Owned University Departments' Efficiency", en *EERI Research Paper Series*, No. 17, 2010, pp. 2031-4892.

<sup>7</sup> M. Kocher, M. Luptáčík y S. Sutter, "Measuring Productivity of research in Economics. A Cross-Country Study Using DEA", en *Working Paper Series*, Working Paper no. 77, Vienna University of Economics & B.A, Department of Economics, agosto, 2001.

<sup>8</sup> D. McMillan, y L. Datta, "The Relative Efficiencies of Canadian Universities: A DEA Perspective", en *Canadian Public Policy, Analyse de Politiques*, No. 4, Vol. XXIV, Department of Economics, University of Alberta, Edmonton, Canadá, 1998.

<sup>9</sup> E. Thanassoulis, M. Kortelainen, G. Johnes y J. Johnes, "Costs an Efficiency of Higher Education Institutions in England: A DEA Analysis", en *Working Paper 2009/008*, Lancaster University Management School, The Department of Economics, UK, UK, 2008.

**Tabla 1 (continuación)**  
**Estudios relacionados con la aplicación del modelo DEA al sector educativo**

Modelos aplicados	Variables utilizadas		País(es)	Periodo muestral	Tipo de estimación (Metodología empleada)
	Input	Output			
McMillan y Datta (1998)	Facultades de tiempo completo en ranking de calidad	Inscripción de alumnos en pregrado	Canadá	1992-1993	DEA con retornos constantes a escala
	Facultades de tiempo completo que reciben becas	Inscripción de alumnos en pregrado, en el área de ciencias			
	Gastos, excluyendo salarios	Inscripción de alumnos en pregrado, en otras áreas del conocimiento			
	Gastos de operación	Inscripción de alumnos en programas de grado			
		Inscripción de alumnos en programas de maestría			
		Inscripción de alumnos en programas de doctorado			
		Gastos en investigación			
		Becas otorgadas			
Thanassoulis, E; Mika Kortelainen, Geraint Johnes y Jill Johnes (2008)	Costos totales de operación	Estudiantes de tiempo completo en el nivel licenciatura por área del conocimiento	Reino Unido	2000-2003 (datos panel)	DEA con retornos constantes a escala
		Estudiantes de tiempo completo en el nivel posgrado por área del conocimiento			
		Valor de las actividades de investigación			

Fuente: Elaboración propia.

## Objeto de estudio: el Sistema Educativo Mexicano y los diez principales municipios del estado de Michoacán

Esta parte se encuentra constituida por dos apartados. En el primero se analiza el Sistema Educativo Mexicano, determinando los tipos de educación que se imparten, se enfoca al nivel básico y, específicamente, el primario. En el segundo momento se describirán las 10 regiones socioeconómicas en que se encuentra dividido el estado, se mencionan los criterios para dicha segmentación y la selección a partir de cada una de las regiones de los principales municipios de cada una de ellas.

<sup>10</sup> *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*, 2010, p. 3. Disponible en <http://info4.juridicas.unam.mx/ijure/fed/9/4.htm?s>

<sup>11</sup> *Ibid.*

## II.1. Sistema Educativo Mexicano: caracterización fundamental

La educación es un derecho fundamental consagrado en el artículo tercero de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

En ese artículo queda establecido que “Todo individuo tiene derecho a recibir educación. El estado –federación, estados, distrito federal y municipios–, impartirá educación preescolar, primaria y secundaria. La educación preescolar, primaria y la secundaria conforman la educación básica obligatoria”.<sup>10</sup>

También se establece que “la educación que imparte el Estado tenderá a desarrollar armónicamente todas las facultades del ser humano y fomentará en él, a la vez, el amor a la Patria y la conciencia de la solidaridad internacional en la independencia y en la justicia”.<sup>11</sup>

La educación en México la integran tres niveles: básico, medio superior y superior. La educación básica contempla el preescolar, primaria y secundaria; la educación media superior lo que es el bachillerato y la educación tecnológica, y la educación superior comprende los niveles licenciatura y posgrado.

Las características principales del nivel básico se mencionan enseguida:

### 1. Educación preescolar

La educación inicial tiene como propósito favorecer el desarrollo físico, cognoscitivo, afectivo y social de los menores de cuatro años de edad en los centros de desarrollo infantil, atiende a niños entre tres y cinco años de edad.

Se imparte generalmente en tres grados. El primero y el segundo atienden a niños de tres y cuatro años; el tercero, a los de cinco años.

Este tipo de educación preescolar se ofrece en tres modalidades: general, indígena y cursos comunitarios.

### 2. Educación primaria

La educación primaria es obligatoria y se imparte a niños de seis hasta once años de edad (o hasta quince años cuando los alumnos ingresan a primaria con más de seis años o tienen bajas temporales o repetición de grados en el trayecto). La duración de los estudios es de seis años.

La primaria se ofrece en tres modalidades: general, indígena y cursos comunitarios. Existe también la modalidad de primaria para adultos.

### 3. Educación secundaria

La educación secundaria es obligatoria desde 1993 y se imparte en los siguientes servicios: general, para trabajadores, telesecundaria, técnica y para adultos. La secundaria se ofrece en tres años a quienes hayan concluido la educación primaria y generalmente se dirige a la población de doce a catorce años de edad.

## II.2. Regionalización del estado de Michoacán: caracterización fundamental

La regionalización del territorio del estado de Michoacán define diez regiones con base en los criterios siguientes:

- a) Cuencas hidrológicas
- b) Jurisdicción municipal como unidad territorial
- c) Disponibilidad de recursos naturales
- d) Infraestructura económica

Las regiones económicas se consideran como uno de los ejes de diseño y aplicación de políticas públicas y estrategias de desarrollo económico y social en el Estado.

Las regiones socioeconómicas definidas para efectos de planeación, son:

• **Región I, Lerma-Chapala.** Comprende: Briseñas, Cojumatlán de Régules, Chavinda, Ixtlán, Jacona, Jiquilpan, Marcos Castellanos, Pajacuarán, Purépero, Sahuayo, Tangamandapio, Tangancicuaro, Tlazazalca, Venustiano Carranza, Villamar, Vista Hermosa y Zamora.

• **Región II, Bajío michoacano.** Comprende: Angamacutiro, Coeneo, Churintzio, Ecuandureo, Huaniqueo, Jiménez, José Sixto Verduzco, La Piedad, Morelos, Numanán, Panindícuaro, Penjamillo, Puruándiro, Tanhuato, Yurécuaro, Zacapu y Zináparo.

• **Región III, Cuitzeo.** Comprende: Acuitzio, Álvaro Obregón, Copándaro, Cuitzeo, Charo, Chucándiro, Huandacareo, Indaparapeo, Morelia, Queréndaro, Santa Ana Maya, Tarímbaro y Zinapécuaro.

• **Región IV, Oriente.** Comprende: Anganguero, Áporo, Contepec, Epitacio Huerta, Hidalgo, Irímbo, Juárez, Jungapeo, Maravatío, Ocampo, Senguio, Susupuato, Tiquicheo de Nicolás Romero, Tlalpujahuá, Tuxpan, Tuzantla, Tzitzio y Zitácuaro.

• **Región V, Tepalcatepec.** Comprende: Aguililla, Apatzingán, Buena Vista, Cotija, Los Reyes, Parácuaro, Peribán, Tepalcatepec, Tingüindín, Tocuambo.

• **Región VI, Purépecha.** Comprende: Charapan, Cherán, Chilchota, Nahuatzen, Nuevo Parangaricutiro, Paracho, Tancítaro, Taretan, Tingambato, Uruapan y Ziracuaretiro;

• **Región VII, Pátzcuaro-Zirahuén.** Comprende: Erongarícuaro, Huiramba, Lagunillas, Pátzcuaro, Quiroga, Salvador Escalante y Tzintzuntzan.

• **Región VIII, Tierra Caliente.** Comprende: Carácuaro, Huetamo, Madero, Nocupétaro, San Lucas, Tacámbaro, Turicato.

• **Región IX, Costa.** Comprende: Aquila, Arteaga, Coahuayana, Coalcomán de Vázquez Pallares, Chiniquilla, Lázaro Cárdenas y Tumbiscatío.

• **Región X, Infiernillo.** Comprende Ario de Rosales, Churumuco, Gabriel Zamora, La Huacana, Múgica y Nuevo Urecho.

Para una mejor comprensión, véase el mapa 1.

**Mapa 1**  
**Regiones socioeconómicas en el estado de Michoacán de Ocampo**



**Fuente:** Sergio Rodríguez Marmolejo (2010) “Programa de Desarrollo 2010- 2012 Región IX: Sierra Costa del estado de Michoacán”, mimeo.

### II.3 Principales ciudades del estado de Michoacán para cada una de las regiones económicas: criterio de población

Ahora, tomando como criterio de selección la población de cada uno de los 113 municipios en que se ha estructurado el estado de Michoacán de Ocampo, se elige el municipio que presente mayor número de habitantes, uno para cada una de las regiones descritas en el apartado anterior.

Véase la tabla 2, donde se presenta la selección que se realizó.

**Tabla 2**  
**Regiones económicas y municipios del estado de Michoacán de Ocampo**  
**Población total**

Municipio	Población total	Región económica a la que pertenece
Total	4,351,037	
053 Morelia	729,279	III
102 Uruapan	315,350	VI
108 Zamora	186,102	I
052 Lázaro Cárdenas	178,817	IX
112 Zitácuaro	155,534	IV
006 Apatzingán	123,649	V
069 La Piedad	99,576	II
066 Pátzcuaro	87,794	VII
082 Tacámbaro	69,955	VIII
055 Múgica	44,963	X

**Fuente:** Elaboración propia con base en la información del sitio de internet: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/TabuladosBasicos/Default.aspx?c=27302&s=est>, diversas fechas de consulta.

**Método y discusión: aplicación del *Data Envelopment Analysis* (DEA) al nivel primario de educación en el estado de Michoacán**

Por lo que respecta a la metodología a seguir, en primer lugar se realizó una contextualización de las variables a utilizar.

La definición de las variables que se utilizarán para la medición de la eficiencia son las siguientes (recuérdese que el estudio se centrará en el nivel primaria):

- Variables de salida (*output*): Número de estudiantes aprobados (aprobación) y número de estudiantes que asistieron durante el ciclo escolar (permanencia).
- Variables de entrada (*input*): Inscripción total, personal docente, escuelas y grupos atendidos.

La estructura programática se basa en las características que se listan a continuación:

- Se utiliza la metodología básica DEA
- Se encuentra orientado hacia las variables de salida
- Los rendimientos a escala de los insumos (o variables de entrada) se suponen variables en el proceso

Es importante mencionar que los datos empleados surgen del formato 911, aplicado por la Secretaría de Educación Pública. Este cuestionario genera información básica acerca del Sistema Educativo Nacional, en sus diversos niveles.

La primera aplicación a escala nacional del formato 911 se llevó a cabo en el ciclo escolar 1976/1977, sin embargo se han llevado a cabo diversas modificaciones. Para el caso del estado de Michoacán la serie de tiempo consistente y uniforme se tiene desde el ciclo 2000/2001, por lo que la temporalidad del estudio abarcará desde ese ciclo escolar hasta el último reportado 2009/2010.

Al hacer uso de la metodología DEA, se encontraron los valores de eficiencia que se presentan en la tabla número tres para las diez principales ciudades de cada una de las regiones del estado de Michoacán.

**Tabla 3**  
**Medición de eficiencia en el sector educativo en Michoacán, para cada ciudad seleccionada**  
**Porcentaje**

Municipio/año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Zamora	100.00%	98.70%	100.00%*	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%*	100.00%	100.00%
La Piedad	100.00%	93.90%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%*	100.00%*	100.00%	100.00%
Morelia	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Zitácuaro	98.40%	97.30%	98.80%	98.80%	99.20%	99.30%	99.80%	100.00%	100.00%	100.00%*
Apatzingán	93.20%	96.10%	95.50%	93.70%	93.90%	94.80%	94.10%	94.60%	94.50%	95.20%
Uruapan	98.60%	95.30%	100.00%*	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	99.00%	100.00%	100.00%
Pátzcuaro	97.40%	100.00%	97.30%	98.20%	97.50%	97.90%	99.20%	98.40%	99.40%	99.50%
Tacámbaro	94.90%	100.00%	95.90%	96.10%	97.10%	95.20%	96.40%	96.00%	96.50%	97.00%
Lázaro Cárdenas	96.00%	100.00%	96.60%	96.70%	97.30%	98.50%	97.90%	98.80%	97.40%	99.10%
Múgica	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

\* Indica la eficiencia de eficiencia débil.

**Fuente:** Elaboración propia con base en la información de los formatos 911 de la Secretaría de Educación Pública (SEP) y Secretaría de Educación en el Estado (SEE).

De la tabla tres se deduce lo siguiente:

1. Los municipios de Morelia y Múgica muestran evidencia de eficiencia fuerte en los diez años.
2. Los municipios de Zamora y La Piedad muestran ineficiencia en el año 2001, aunque en los restantes años tienen una eficiencia fuerte.
3. Los municipios de Zitácuaro y Uruapan presentan algún nivel de ineficiencia en algunos de los años.
4. Pátzcuaro, Tacámbaro y Lázaro Cárdenas, excepto por 2001, siempre tuvieron ineficiencia.

5. Apatzingán siempre presentó ineficiencia durante los años estudiados.
6. Por su parte, en la tabla cuatro se muestra el promedio de los municipios ineficientes.<sup>12</sup>

<sup>12</sup> Se consideran en este caso los municipios de Zitácuaro, Apatzingán, Uruapan, Pátzcuaro, Tacámbaro y Lázaro Cárdenas, dejando fuera Zamora y La Piedad, ya que éstos sólo presentaron niveles de ineficiencia en un año (2001).

**Tabla 4**  
**Mediciones de eficiencia**  
**Porcentaje**

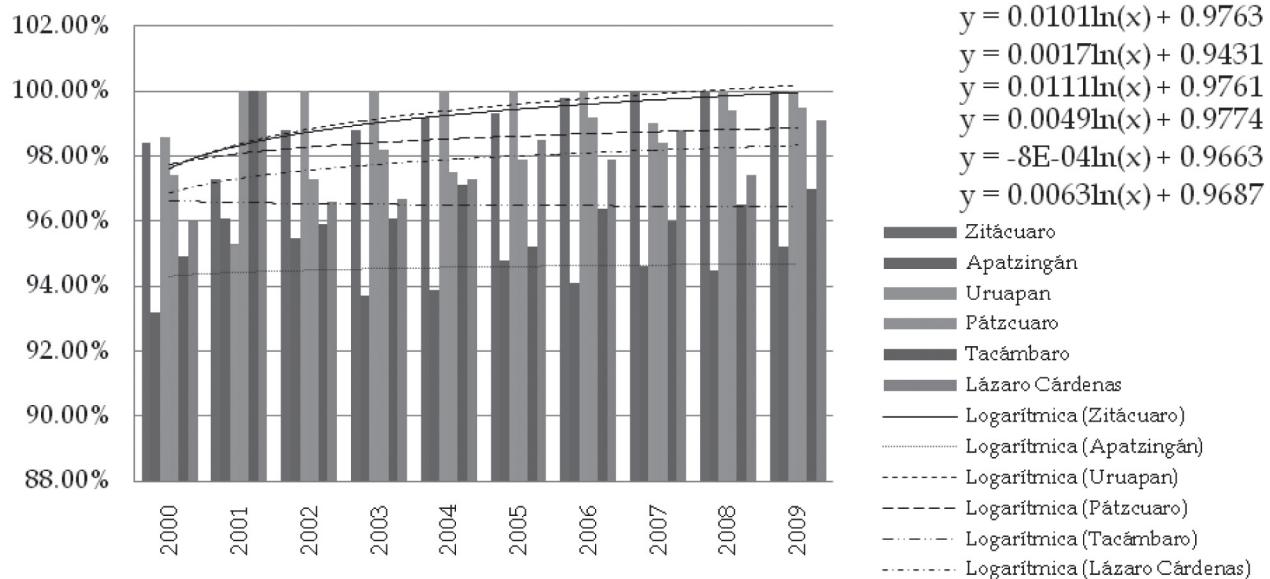
	Promedio
Zitácuaro	99.16%
Apatzingán	94.56%
Uruapan	99.29%
Pátzcuaro	98.48%
Tacámbaro	96.51%
Lázaro Cárdenas	97.83%

Fuente: Elaboración propia con base en la información de la tabla 3.

La figura 2 destaca los comportamientos tendenciales de los municipios ineficientes indicados:

1. Excepto por el municipio de Tacámbaro, los restantes municipios que presentan niveles de ineficiencia, con el correr del tiempo, van considerablemente mejorándolos.
2. Uruapan es el que presenta la corrección más fuerte (0.0111), seguida por Zitácuaro (0.0101), Lázaro Cárdenas (0.0063), Pátzcuaro (0.0049), y por último, Apatzingán (0.0017).
3. Tacámbaro reduce su eficiencia en un coeficiente de -0.0008 durante el periodo sujeto a análisis.

**Figura 2**  
**Eficiencia y tendencia para la medición de la educación para cada ciudad seleccionada**



Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la tabla 3.

El análisis DEA para el sector educativo en los principales municipios de Michoacán, específicamente en el nivel primario, continúa con la identificación de las holguras o *slacks* que se pueden presentar en las variables analizadas. Véase la tabla 5 para conocer las holguras.



**Tabla 5**  
**Holgura en la variable alumnos que asistieron**  
**Número de personas**

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<b>Zitácuaro</b>	322.37	259.141	294.535	312.362	131.858	84.149	126.419	0	0	0
<b>Apatzingán</b>	699.758	686.837	545.765	813.885	562.512	488.069	495.949	576.312	552.08	468.328
<b>Uruapan</b>	269.846	0	0	0	0	0	0	198.222	0	0
<b>Pátzcuaro</b>	291.642	244.22	235.009	163.625	217.483	86.735	48.784	143.35	85.289	105.627
<b>Tacámbaro</b>	450.157	383.075	417.589	390.786	281.24	347.563	385.087	378.573	349.92	341.402
<b>Lázaro Cárdenas</b>	284.891	416.414	343.199	324.159	297.842	57.131	31.033	68.013	110.881	41.081

Fuente: Elaboración propia con base en la información de los formatos 911 de la Secretaría de Educación Pública (SEP) y Secretaría de Educación en el Estado (SEE).

**Tabla 5 (continuación)**  
**Holgura en la variable docentes**  
**Número de personas**

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<b>Zitácuaro</b>	82.588	43.694	46.975	68.391	59.122	63.118	78.94	0	0	0
<b>Apatzingán</b>	12.367	5.56	0	14.371	13.071	16.983	33.905	11.653	12.538	16.56
<b>Uruapan</b>	34.115	0	0	0	0	0	0	82.931	0	0
<b>Pátzcuaro</b>	70.231	47.527	43.2	32.967	23.619	29.061	34.314	32.838	34.569	35.414
<b>Tacámbaro</b>	19.759	17.422	14.505	9.443	14.886	4.963	14.731	11.577	6.36	6.802
<b>Lázaro Cárdenas</b>	138.505	144.537	160.294	168.992	202.533	193.054	228.821	188.602	223.612	251.212

Fuente: Elaboración propia con base en la información de los formatos 911 de la Secretaría de Educación Pública (SEP) y Secretaría de Educación en el Estado (SEE).

**Tabla 5 (continuación)**  
**Holgura en la variable escuelas**  
**Número de unidades**

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<b>Zitácuaro</b>	31.759	29.215	28.163	30.977	27.701	23.963	28.252	0	0	0
<b>Apatzingán</b>	37.236	38.282	29.12	25.729	21.3	21.21	23.871	17.114	13.411	8.758
<b>Uruapan</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Pátzcuaro</b>	8.825	5.82	8.724	5.149	0.908	0	0.413	0	0	0
<b>Tacámbaro</b>	45.764	37.693	39.018	37.559	39.471	37.312	40.394	38.359	36.527	37.301
<b>Lázaro Cárdenas</b>	41.594	41.671	42.481	46.555	37.337	23.798	15.85	0	0	0

Fuente: Elaboración propia con base en la información de los formatos 911 de la Secretaría de Educación Pública (SEP) y Secretaría de Educación en el Estado (SEE).

**Tabla 5 (final)**  
**Holgura en la variable grupos**  
**Número de unidades**

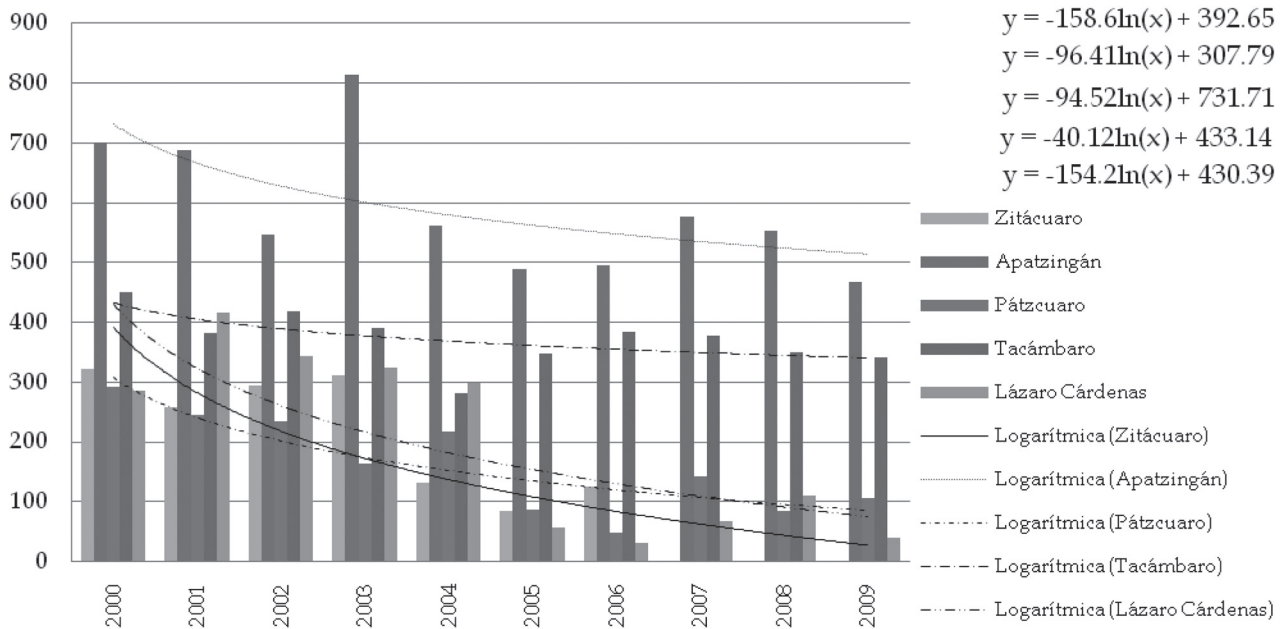
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<b>Zitácuaro</b>	138.594	113.818	113.957	134.604	131.989	102.475	107.66	0	0	0
<b>Apatzingán</b>	91.644	92.158	58.22	63.774	62.502	33.974	45.174	45.897	50.321	18.326
<b>Uruapan</b>	36.163	0	0	0	0	0	0	49.54	0	0
<b>Pátzcuaro</b>	75.737	54.102	53.617	49.765	34.856	45.132	44.179	48.042	44.889	40.851
<b>Tacámbaro</b>	171.251	149.006	135.32	131.694	148.856	93.952	97.423	141.848	127.999	122.561
<b>Lázaro Cárdenas</b>	170.163	182.404	199.548	185.735	215.767	167.483	210.832	133.677	196.695	213.353

**Fuente:** Elaboración propia con base en la información de los formatos 911 de la Secretaría de Educación Pública (SEP) y Secretaría de Educación en el Estado (SEE).

Al analizar la tabla cinco, y tomando como punto de partida las variables que generan excedente, se llega a las siguientes conclusiones:

1. La variable *alumnos que asistieron* presentó diversos niveles de excedente para los municipios bajo estudio. (Véase figura 3).

**Figura 3**  
**Holgura y tendencia para la variable: Alumnos que asistieron**



**Fuente:** Elaboración propia con base en los datos de la tabla 5.

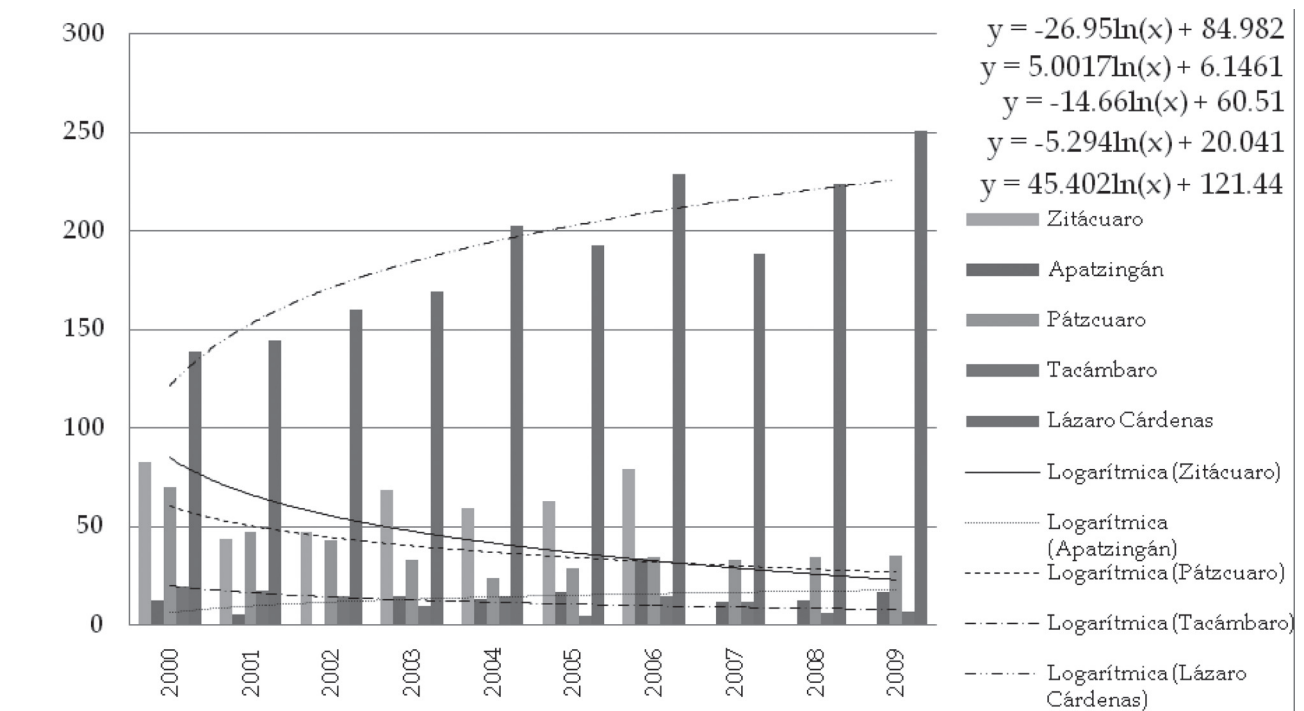
La figura tres y la tabla cinco nos muestran el comportamiento y tendencia de la holgura de la variable *alumnos que asistieron*, de lo anterior se puede desprender que, para el caso del municipio Uruapan se presentó *slack* sólo para los años 2000 y 2007. Este municipio no graficó.

Si se analizan los municipios que presentaron temporalmente excedentes marcados en la variable estudiada podemos deducir que todos ellos redujeron sus excedentes: Zitácuaro (-158.6), Lázaro Cárdenas (-154.2), Pátzcuaro (-96.41), Apatzingán (-94.52) y Tacámbaro (-40.12).

2. La variable *alumnos inscritos* presentó excedente para el municipio de Apatzingán en el año 2002 por 291.053 estudiantes.

3. La variable *docentes* presenta diferentes niveles de *slack* para los municipios sujetos a investigación. Véase la figura 4 para conocer su comportamiento temporal.

**Figura 4**  
**Holgura y tendencia para la variable: Docentes**



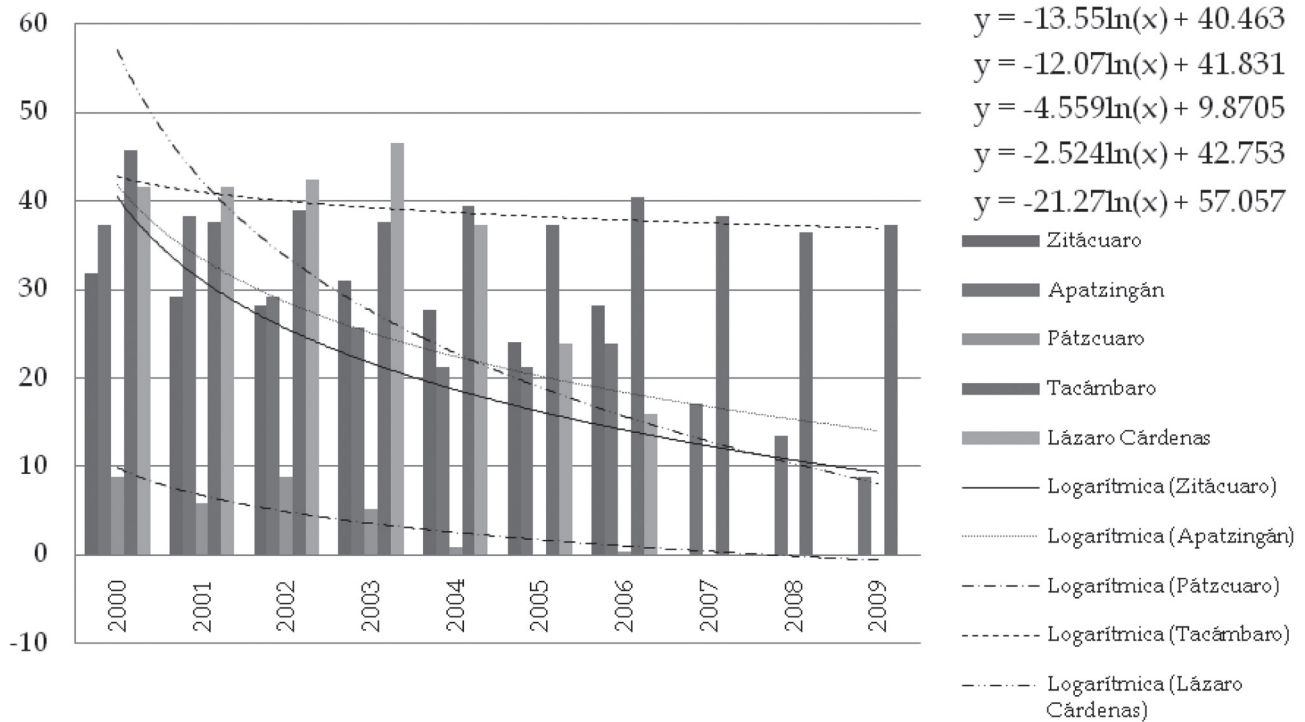
Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la tabla 5.

4. Al igual que en el caso de los *alumnos que asistieron*, Uruapan presentó excedente sólo para los años 2000 y 2007, por lo que no se graficó.

Si analizamos gráficamente los municipios bajo estudio, temporalmente existen comportamientos erráticos: Zitácuaro (-26.95), Pátzcuaro (-14.66) y Tacámbaro (-5.294) disminuyen el uso de este recurso, sin embargo Lázaro Cárdenas (45.402) y Apatzingán (5.0017) aumentan su uso, lo que las vuelve más ineficientes.

5. En la variable *escuelas* se dieron diferentes niveles de excedente para los municipios sujetos a revisión (véase la figura 5).

**Figura 5**  
**Holgura y tendencia para la variable: Escuelas**



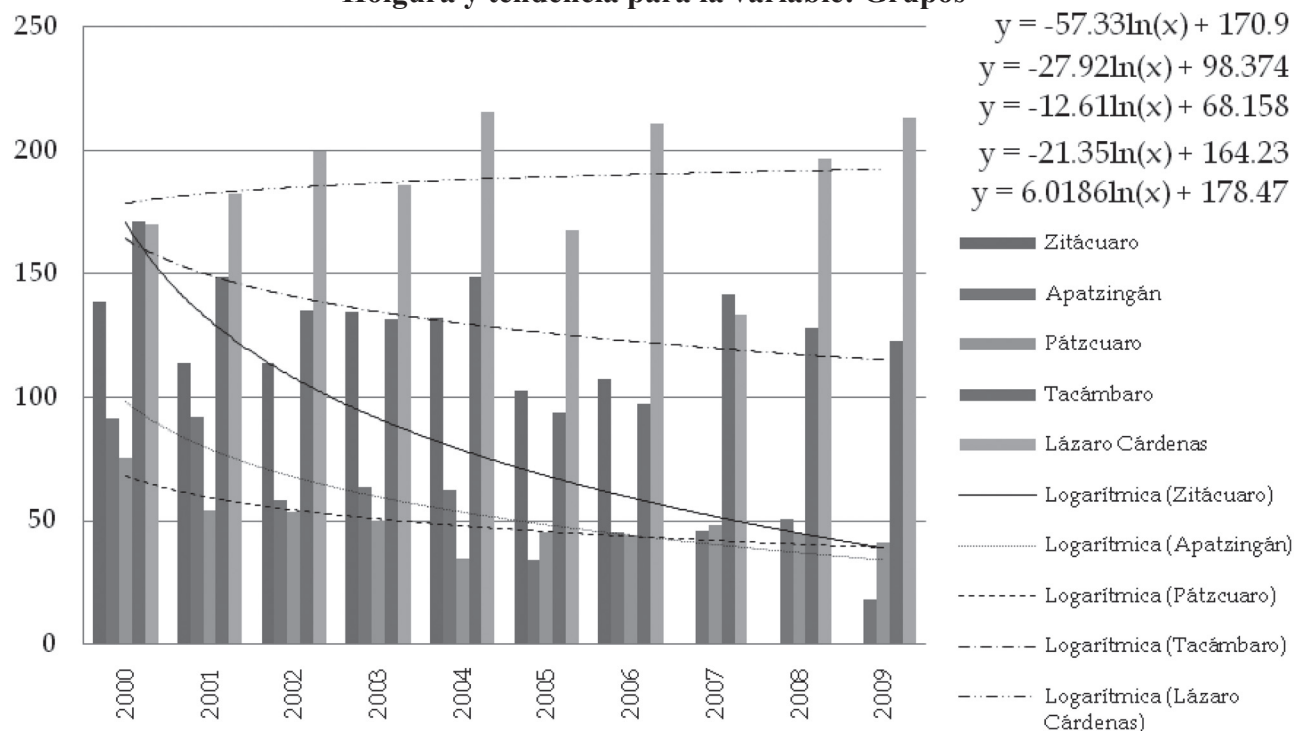
**Fuente:** Elaboración propia con base en los datos de la tabla 5.

En este caso, Uruapan no presentó algún nivel de *slack* en la variable *escuelas*.

Si se estudia el comportamiento gráfico de los municipios que presentaron excedentes en la variable *escuelas* se puede deducir que, al contrario del caso estudiado anteriormente, disminuyen el uso ineficiente de este recurso: Lázaro Cárdenas (-21.27), Zitácuaro (-13.55), Apatzingán (-12.07), Pátzcuaro (-4.559) y Tacámbaro (-2.524).

6. Por último, la variable *grupos* presentó niveles de excedente para los municipios revisados, como se puede observar en la figura 6.

**Figura 6**  
**Holgura y tendencia para la variable: Grupos**



Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la tabla 5.

En la figura seis se puede observar el comportamiento y deducir la tendencia de la holgura de la variable *grupos*, de ello se puede desprender que, para el caso de Uruapan sólo se presentó excedente para los años 2000 y 2007, por lo que no se graficó.

Si se analiza el comportamiento temporal de los municipios que presentaron excedentes marcados en la variable *grupos* se puede deducir que, excepto por Lázaro Cárdenas (6.0186), los restantes municipios disminuyeron el uso de esta recurso de entrada: Zitácuaro (-57.33), Apatzingán (-27.92), Tacámbaro (-21.35) y Pátzcuaro (-12.61).

A partir de la identificación de los municipios ineficiente en el sector primario se generaron las lambdas<sup>13</sup> con la metodología DEA para identificar el grado de *benchmarking* que debe realizar cada uno de estos municipios (véase la tabla número seis para conocer estas lambdas).

**Tabla 6**  
**Lambdas, para los municipios ineficientes para los años 2000 y 2001**

	2000				2001			
	Zamora	La Piedad	Morelia	Múgica	Zamora	La Piedad	Morelia	Múgica
Zitácuaro	0	0.869	0.131	0	0	0.856	0.144	0
Apatzingán	0	0.941	0.059	0	0	0.94	0.06	0
Uruapan	0.58	0.131	0.289	0	0	0	0	0
Pátzcuaro	0	0.828	0	0.172	0	0.871	0	0.129
Tacámbaro	0	0.428	0	0.572	0	0.482	0	0.518
Lázaro Cárdenas	0	0.839	0.161	0	0	0.821	0.179	0

Fuente: Elaboración propia con base en la información de los formatos 911 de la Secretaría de Educación Pública (SEP) y Secretaría de Educación en el Estado (SEE).

<sup>13</sup> El valor indica el coeficiente que la unidad ineficiente debe imitar de cada una de las unidades de referencia (eficientes) para llegar a alcanzar su óptimo.

**Tabla 6 (continuación)**  
**Lambdas, para los municipios ineficientes para los años 2002 y 2003**

	2002				2003			
	Zamora	La Piedad	Morelia	Múgica	Zamora	La Piedad	Morelia	Múgica
Zitácuaro	0	0.856	0.144	0	0	0.863	0.137	0
Apatzingán	0	0.938	0.062	0	0	0.942	0.058	0
Uruapan	0	0	0	0	0	0	0	0
Pátzcuaro	0	0.887	0	0.113	0	0.903	0	0.097
Tacámbaro	0	0.49	0	0.51	0	0.484	0	0.516
Lázaro Cárdenas	0	0.83	0.17	0	0	0.85	0.15	0

Fuente: Elaboración propia con base en la información de los formatos 911 de la Secretaría de Educación Pública (SEP) y Secretaría de Educación en el Estado (SEE).

**Tabla 6 (continuación)**  
**Lambdas, para los municipios ineficientes para los años 2004 y 2005**

	2004				2005			
	Zamora	La Piedad	Morelia	Múgica	Zamora	La Piedad	Morelia	Múgica
Zitácuaro	0	0.864	0.136	0	0	0.869	0.131	0
Apatzingán	0	0.942	0.058	0	0	0.945	0.055	0
Uruapan	0	0	0	0	0	0	0	0
Pátzcuaro	0	0.892	0	0.108	0	0.832	0.004	0.163
Tacámbaro	0	0.511	0	0.489	0	0.473	0	0.527
Lázaro Cárdenas	0	0.852	0.148	0	0	0.863	0.137	0

Fuente: Elaboración propia con base en la información de los formatos 911 de la Secretaría de Educación Pública (SEP) y Secretaría de Educación en el Estado (SEE).

**Tabla 6 (continuación)**  
**Lambdas, para los municipios ineficientes para los años 2006 y 2007**

	2006				2007				
	Zamora	La Piedad	Morelia	Múgica	Zamora	La Piedad	Morelia	Zitácuaro	Múgica
Zitácuaro	0	0.873	0.127	0	0	0	0	1	0
Apatzingán	0	0.956	0.044	0	0	0.671	0	0.329	0
Uruapan	0	0	0	0	0.521	0.179	0.3	0	0
Pátzcuaro	0	0.863	0	0.137	0.015	0.778	0	0	0.207
Tacámbaro	0	0.477	0	0.523	0	0.441	0	0	0.559
Lázaro Cárdenas	0	0.887	0.113	0	0	0.249	0.047	0.704	0

Fuente: Elaboración propia con base en la información de los formatos 911 de la Secretaría de Educación Pública (SEP) y Secretaría de Educación en el Estado (SEE).

**Tabla 6 (continuación)**  
**Lambdas, para los municipios ineficientes para los años 2008 y 2009**

	2008					2009					
	Zamora	La Piedad	Morelia	Zitácuaro	Múgica	Zamora	La Piedad	Morelia	Zitácuaro	Uruapan	Múgica
Zitácuaro	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
Apatzingán	0	0.64	0	0.36	0	0	0.6	0	0.4	0	0
Uruapan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Pátzcuaro	0.04	0.775	0	0	0.185	0	0.877	0	0	0.003	0.12
Tacámbaro	0	0.458	0	0	0.542	0	0.491	0	0	0	0.509
Lázaro Cárdenas	0	0.587	0.093	0.32	0	0	0.616	0.105	0.28	0	0

**Fuente:** Elaboración propia con base en la información de los formatos 911 de la Secretaría de Educación Pública (SEP) y Secretaría de Educación en el Estado (SEE).

Al analizar los comportamientos podemos deducir el proceso de *benchmarking* que deben realizar los municipios ineficientes para alcanzar una eficiencia fuerte en el estado. Es de destacar que los municipios de Zamora, La Piedad, Morelia y Múgica no presentan valores del proceso de imitación hacia otros municipios, ya que son los municipios a tomar como referencia por tener el 100% de eficiencia. Los procesos deben ser en los siguientes sentidos:

1. En el año 2000, el municipio de Zitácuaro debió realizar el proceso de *benchmarking* con el municipio de La Piedad por 0.869 y con Morelia por 0.131; Apatzingán debió realizar el proceso de “imitación” con La Piedad por 0.941 y con Morelia por 0.059; Uruapan debió realizar una comparación con Zamora por 0.58, La Piedad por 0.131 y con Morelia por 0.2989; Pátzcuaro debió realizar este *benchmarking* con La Piedad por 0.828 y con Múgica por 0.172; Tacámbaro debió tomar como referencia a La Piedad con 0.428 y Múgica por 0.572 y, finalmente, Lázaro Cárdenas debió realizar el proceso en cuestión con La Piedad por 0.839 y con Morelia por 0.161.

2. Para 2001, el municipio de Zitácuaro debió realizar el proceso de *benchmarking* con el municipio de La Piedad por 0.856 y con Morelia por 0.144; Apatzingán debió realizar el proceso de “imitación” con La Piedad por 0.94 y con Morelia por 0.06; Pátzcuaro debió realizar este *benchmarking* con La Piedad por 0.871 y con Múgica por 0.129; Tacámbaro debió tomar como referencia a La Piedad con 0.482 y Múgica por 0.518 y, finalmente, Lázaro Cárdenas debió realizar el proceso en cuestión con La Piedad por 0.821 y con Morelia por 0.179.

3. En 2002, el municipio de Zitácuaro debió realizar el proceso de *benchmarking* con el municipio de La Piedad por 0.856 y con Morelia por 0.144; Apatzingán debió

realizar el proceso de “imitación” con La Piedad por 0.938 y con Morelia por 0.062; Pátzcuaro debió realizar este *benchmarking* con La Piedad por 0.887 y con Múgica por 0.113; Tacámbaro debió tomar como referencia a La Piedad con 0.49 y Múgica por 0.51 y, finalmente, Lázaro Cárdenas debió realizar el proceso en cuestión con La Piedad por 0.83 y con Morelia por 0.17.

4. Para 2003, el municipio de Zitácuaro debió realizar el proceso de *benchmarking* con el municipio de La Piedad por 0.863 y con Morelia por 0.137; Apatzingán debió realizar el proceso de “imitación” con La Piedad por 0.942 y con Morelia por 0.058; Pátzcuaro debió realizar este *benchmarking* con La Piedad por 0.903 y con Múgica por 0.097; Tacámbaro debió tomar como referencia a La Piedad con 0.484 y Múgica por 0.516 y, finalmente, Lázaro Cárdenas debió realizar el proceso en cuestión con La Piedad por 0.85 y con Morelia por 0.15.

5. En 2004, el municipio de Zitácuaro debió realizar el proceso de *benchmarking* con el municipio de La Piedad por 0.864 y con Morelia por 0.136; Apatzingán debió realizar el proceso de “imitación” con La Piedad por 0.942 y con Morelia por 0.058; Pátzcuaro debió realizar este *benchmarking* con La Piedad por 0.892 y con Múgica por 0.108; Tacámbaro debió tomar como referencia a La Piedad con 0.511 y Múgica por 0.489 y, finalmente, Lázaro Cárdenas debió realizar el proceso en cuestión con La Piedad por 0.852 y con Morelia por 0.148.

6. Para 2005, el municipio de Zitácuaro debió realizar el proceso de *benchmarking* con el municipio de La Piedad por 0.869 y con Morelia por 0.131; Apatzingán debió realizar el proceso de “imitación” con La Piedad por 0.945 y con Morelia por 0.055; Pátzcuaro debió realizar este *benchmarking* con La Piedad por 0.832, Morelia con 0.004 y con Múgica por 0.163; Tacámbaro debió tomar como

referencia a La Piedad con 0.473 y Múgica por 0.527 y, finalmente, Lázaro Cárdenas debió realizar el proceso en cuestión con La Piedad por 0.863 y con Morelia por 0.137.

7. En 2006, el municipio de Zitácuaro debió realizar el proceso de *benchmarking* con el municipio de La Piedad por 0.873 y con Morelia por 0.127; Apatzingán debió realizar el proceso de “imitación” con La Piedad por 0.956 y con Morelia por 0.044; Pátzcuaro debió realizar este *benchmarking* con La Piedad por 0.863 y con Múgica por 0.137; Tacámbaro debió tomar como referencia a La Piedad con 0.477 y Múgica por 0.523 y, finalmente, Lázaro Cárdenas debió realizar el proceso en cuestión con La Piedad por 0.887 y con Morelia por 0.113.

8. Para 2007, el municipio de Apatzingán debió realizar el proceso de “imitación” con La Piedad por 0.671 y con Zitácuaro por 0.329; Uruapan debió establecer las relaciones de comparación con Zamora por 0.521, La Piedad por 0.179 y Morelia con 0.3; Pátzcuaro debió realizar este *benchmarking* con Zamora por 0.015, La Piedad con 0.778 y con Múgica por 0.207; Tacámbaro debió tomar como referencia a La Piedad con 0.441 y Múgica por 0.559 y, finalmente, Lázaro Cárdenas debió realizar el proceso en cuestión con La Piedad por 0.249, con Morelia por 0.047 y Zitácuaro con 0.704.

9. En el AÑO 2008, el municipio de Apatzingán debió realizar el proceso de “imitación” con La Piedad por 0.64 y con Zitácuaro por 0.36; Pátzcuaro debió realizar este *benchmarking* con Zamora por 0.04, La Piedad con 0.775 y con Múgica por 0.185; Tacámbaro debió tomar como referencia a La Piedad con 0.458 y Múgica por 0.542 y, finalmente, Lázaro Cárdenas debió realizar el proceso en cuestión con La Piedad por 0.587, con Morelia por 0.093 y Zitácuaro con 0.32.

10. Por último, para el año 2009, el municipio de Apatzingán debió realizar el proceso de “imitación” con La Piedad por 0.6 y con Zitácuaro por 0.4; Pátzcuaro debió realizar este *benchmarking* con La Piedad con 0.877, Uruapan por 0.003 y con Múgica por 0.12; Tacámbaro debió tomar como referencia a La Piedad con 0.491 y Múgica por 0.509 y, finalmente, Lázaro Cárdenas debió realizar el proceso en cuestión con La Piedad por 0.616, con Morelia por 0.105 y Zitácuaro con 0.28.

Posteriormente, si se aplica la metodología DEA, pero modificando el modelo y ahora suponiendo los rendimientos como constantes, podemos calcular el excedente de eficiencia de cada uno de los 10 principales municipios estudiados, llamada como *supereficiencia* (véase tabla 7).

**Tabla 7**  
**Medición de supereficiencia en el sector educativo en Michoacán, para cada ciudad seleccionada**  
**Porcentaje**

Municipio/año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Zamora	104.50%	98.50%	100.20%	99.10%	99.30%	99.00%	98.70%	99.40%	99.70%	103.20%
La Piedad	102.60%	96.20%	102.90%	102.60%	102.60%	102.90%	101.30%	101.40%	101.30%	101.20%
Morelia	101.10%	101.60%	101.10%	102.60%	103.60%	104.20%	105.10%	104.90%	102.70%	101.30%
Zitácuaro	98.10%	98.00%	98.20%	98.30%	99.00%	99.10%	99.30%	99.30%	99.10%	99.40%
Apatzingán	96.10%	95.50%	96.80%	95.50%	96.70%	97.00%	97.10%	96.30%	96.10%	96.50%
Uruapan	99.30%	98.00%	103.10%	102.70%	100.00%	101.40%	99.80%	99.20%	99.60%	99.60%
Pátzcuaro	97.60%	97.00%	98.10%	98.50%	98.20%	99.10%	99.50%	98.50%	99.00%	99.10%
Tacámbaro	94.80%	101.10%	95.20%	94.70%	96.30%	95.60%	95.60%	95.00%	95.40%	95.40%
Lázaro Cárdenas	98.30%	102.60%	98.10%	98.30%	98.30%	99.20%	99.70%	99.00%	99.00%	99.40%
Múgica	97.20%	102.00%	97.00%	95.20%	97.20%	97.70%	98.10%	96.70%	97.30%	96.60%

**Fuente:** Elaboración propia con base en la información de los formatos 911 de la Secretaría de Educación Pública (SEP) y Secretaría de Educación en el Estado (SEE).

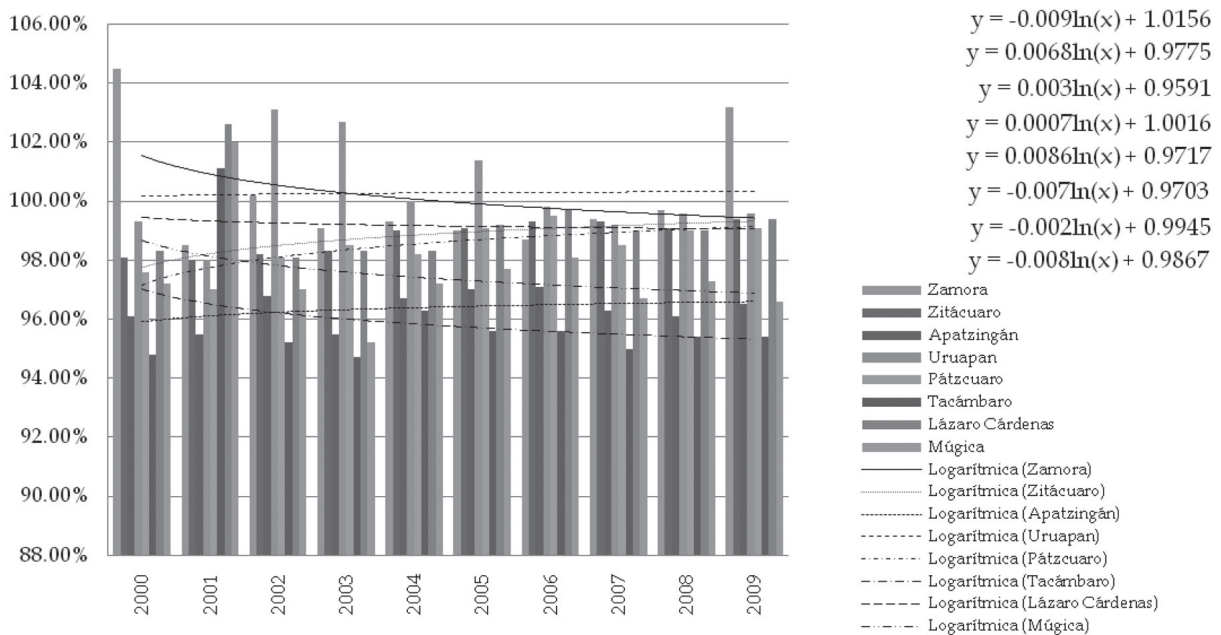
De la tabla siete se concluye lo siguiente:

1. Sólo Morelia presenta niveles de eficiencia superiores al 100% (*supereficiencia*)
2. La Piedad, excepto por 2001, los restantes años presenta niveles de *supereficiencia*
3. Uruapan presenta en cuatro años niveles de *supereficiencia* (de 2002 a 2005)
4. Zamora tiene tres niveles de *supereficiencia* (2000, 2002 y 2009)
5. Tacámbaro, Lázaro Cárdenas y Múgica sólo presentan *supereficiencia* en el año 2001
6. Zitácuaro, Apatzingán y Pátzcuaro no logran alcanzar algún nivel de *supereficiencia* en el periodo analizado



Para fines de simplificación, y con la finalidad de graficar los valores de supereficiencia en la figura siete se muestra la relación temporal de los ocho municipios que presentan durante los años estudiados valores numéricos de ineficiencia. Estos son: Zamora, Zitácuaro, Apatzingán, Uruapan, Pátzcuaro, Tacámbaro, Lázaro Cárdenas y Múgica. La Piedad se omite del estudio, ya que sólo presentó un año de ineficiencia (2001).

**Figura 7**  
**Ineficiencia y tendencia para la medición de la educación para cada ciudad seleccionada**



**Fuente:** Elaboración propia con base en los datos de la tabla 7.

De la figura siete es importante destacar los siguientes comportamientos tendenciales en los ocho municipios analizados:

1. En el caso de los municipios Pátzcuaro (0.0086), Zitácuaro (0.0068) y Apatzingán (0.0003), los niveles de eficiencia van aumentando en el periodo analizado, a pesar de ello tienen valores de ineficiencia en todos los años bajo estudio.
2. En el caso del municipio de Uruapan (0.0007), los niveles de eficiencia van aumentando en el periodo analizado, a pesar de ello tienen valores de ineficiencia en los años 2000, 2001 y de 2006 a 2009.
3. Los municipios de Zamora (-0.009), Múgica (-0.008), Tacámbaro (-0.007) y Lázaro Cárdenas (-0.002) tienen un deterioro de los niveles de eficiencia en el periodo estudiado.

## Conclusiones

Dentro de los innumerables procedimientos para calcular la eficiencia de una organización o sector de la actividad económica, resalta la metodología conocida como Data Envelopment Analysis (DEA). Las ideas originales para el establecimiento de esta metodología fueron establecidas por Farrell en 1957, sin embargo el desarrollo matemático del modelo se llevó a cabo hasta el año 1978 por Charnes, Cooper y Rhodes. En la metodología DEA, la construcción de la frontera de eficiencia se da a partir de la combinación lineal de empresas eficientes, contra las que se compara todas y cada una de las empresas analizadas. La distancia de cada una de las organizaciones, con respecto a la frontera estimada matemáticamente es lo que se conoce como ineficiencia.

Por lo que corresponde a los indicadores de eficiencia, los municipios que presentan una eficiencia perfecta (100%) son Morelia y Múgica; Zamora y La Piedad tuvieron un solo año de ineficiencia (2001). Los municipios de Uruapan, Zitácuaro,

Pátzcuaro, Lázaro Cárdenas, Tacámbaro y Apatzingán presentaron diversos niveles de ineficiencia en los años de estudio.

Por lo que respecta al comportamiento tendencial de la eficiencia, tenemos que, a excepción del municipio de Tacámbaro, los restantes presentan niveles de ineficiencia en el periodo analizado, conforme pasa el tiempo ésta mejora.

Una vez identificados los municipios ineficientes, se analizan los *slacks* existentes en las variables de entrada del Sistema Educativo, en su componente de primaria. De manera general, las variables que presentan exceso son alumnos que asistieron, docentes, escuelas y grupos. La variable alumnos inscritos sólo presentó excedente para un año (2002) y un municipio (Apatzingán).

También se realizó un análisis de *benchmarking*, con la finalidad de mejorar los indicadores de los municipios ineficientes: Zitácuaro, Apatzingán, Uruapan, Pátzcuaro, Tacámbaro y Lázaro Cárdenas.

Para concluir el análisis de la eficiencia del sector educativo en los principales municipios de cada una de las regiones del estado de Michoacán se utilizó el esquema de supereficiencia, dirigiendo el modelo a las salidas, pero utilizando rendimientos constantes. En este aspecto destacó el comportamiento errático de los diversos municipios ineficientes, teniendo cuatro de ellos un mejoramiento de sus niveles (Pátzcuaro, Zitácuaro, Uruapan y Apatzingán) y cuatro lo empeoran (Zamora, Múgica, Tacámbaro y Lázaro Cárdenas).

Dado el carácter de eficiencia que debe tener cualquier Sistema Educativo, es importante continuar con las mediciones de este tipo de eficiencia, bajo metodologías científicamente validadas, tendiendo a una optimización en el uso de los recursos con los que se produce el servicio a nivel primario.

Finalmente es de destacar que este tipo de metodologías y los resultados que nos arrojan nos proporcionan elementos importantes para la toma de decisiones.

## Referencias

- ◆ Banker, R., A. Charnes, y W. W. Cooper, “Some Models for Estimating Technical and Scale Efficiencies in Data Envelopment Analysis”, en *Management Science*, Vol. 30, No. 9, 1984.
- ◆ Contreras, I., F. Guerrero, y C. Paralara, “Análisis de eficiencia de las AFORES: Aplicación del análisis DEA junto al análisis multivalente”, sitio de internet: [http://www.afore.com.mx/investigacion\\_analisis/analisis\\_eficacia\\_afores/index.html](http://www.afore.com.mx/investigacion_analisis/analisis_eficacia_afores/index.html), fecha de consulta: 15 de junio de 2011.
- ◆ Charnes, A., W. W. Cooper y E. Rhodes, “Measuring the efficiency of decision makings units”, en *European Journal of Operational Research*, Vol. 12, No. 25, 1978.
- ◆ Halkos, G., N. Tzeremes y S. Kourtzidis (2010) “An Application of Statistical Interference in DEA Models: An Analysis of Public Owned University Departamentos’ Efficiency”, en *EERI Research Paper Series*, No. 17/2010, 2010, ISSN: 2031-4892.
- ◆ Farrell, M., “The measurement of productive efficiency”, en *Journal of the Royal Statistical Society (Series A)*, 120, part. III, 1957.
- ◆ Hernández E., “Funciones de Producción y Eficiencia Técnica: una Apreciación Crítica”, en *Revista de Estadística y Geografía*, Vol. 2, No. 5, Secretaría de Programación y Presupuesto, México, 1981.
- ◆ Kocher, M., M. Luptáček y S. Sutter, “Measuring Productivity of research in Economics. A Cross-Country Study Using DEA”, en *Working Paper Series, Working Paper no. 77*, Vienna University of Economics & B.A, Department of Economics, agosto 2001.
- ◆ McMillan, D. y L. Datta, “The Relative Efficiencies of Canadian Universities: A DEA Perspective”, en *Canadian Public Policy, Analyse de Politiques*, No. 4, Vol. XXIV, Department of Economics, University of Alberta, Edmonton, Canadá, 1998.
- ◆ Navarro Chávez, J. C. L., *La eficiencia del sector eléctrico en México*, Morevallado, México, 2005.
- ◆ Poder Ejecutivo Federal, *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*, 2010, disponible en <http://info4.juridicas.unam.mx/ijure/fed/9/4.htm?s>
- ◆ Thanassoulis, E, M. Kortelainen, G. Johnes y Johnes, J., “Costs an Efficiency of Higher Education Institutions in England: A DEA Analysis”, Lancaster University Management School, The Department of Economics. *Working Paper 2009/008*, UK, 2008.

### Sitios en internet, diversas fechas de consulta:

<http://www.cplade.michoacan.gob.mx>

<http://www.inegi.org.mx>

<http://www.michoacan.gob.mx>

<http://www.educacion.michoacan.gob.mx>