



LA EFICIENCIA DEL SECTOR EDUCATIVO EN MICHOACÁN DESDE LA ÓPTICA DEL ÍNDICE DE EDUCACIÓN MUNICIPAL, 2000 Y 2005

Rodrigo Gómez Monge

Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación
(2013) - Volumen 11, Número 1

<http://www.rinace.net/reice/numeros/arts/vol11num1/art2.pdf>

Fecha de recepción:	23 de agosto de 2012
Fecha de dictaminación:	22 de septiembre de 2012
Fecha de segundo envío:	18 de noviembre de 2012
Fecha de aceptación:	20 de noviembre de 2012



1. INTRODUCCIÓN

La metodología DEA es un modelo 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 describir la estructura bajo la cual se estima el Índice de Educación (IE), buscando evidencia empírica sobre los niveles de eficiencia que presenta el sector educativo en nueve ciudades representativas (de acuerdo al IE) del estado de Michoacán, específicamente en lo referente al nivel primaria.

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 9 municipios, tomando como criterio de selección el IE?, (2) ¿se presentan diferencias entre las municipios seleccionados? y, si fuera así, (3) ¿puede ser el IE una variable que está incidiendo en las diferencias de eficiencia en el sistema educativo de Michoacán?

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

Un efecto del refinamiento de las técnicas matemáticas es el surgimiento del análisis DEA (*Data Envelopment Analysis*), 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 (1978).

“El 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 DMU (*Decision Making Unit*), 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 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 (Contreras, 2006; 3).

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

$$\theta_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}}, \text{ (para la unidad 0 de referencia)} \quad (1)$$

es decir, el cociente entre el valor del *output* producido, representado por el vector y_0 ponderado por el vector de precios u_0 , y el valor total de los *inputs* consumidos en el proceso valorados según el vector de precios o valores v_0 . 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 restricciones¹ para acotar el valor de dicha eficiencia" (Contreras, 2006; 4).

El análisis de eficiencia, en su forma relativa se fundamenta en la valoración del cociente analizado en el párrafo anterior comparándolo con el mismo valor para las restantes unidades estudiadas. Lo anterior se realiza mediante técnicas de programación lineal, estableciendo el programa de la siguiente manera:

$$\text{Max}_{u,v} \theta_0 = u^T x_0 + v_0$$

S.a.

$$v^T y_0 = 1$$

$$-u^T y + -v^T x + v_0 \bar{\mathbf{1}} \geq 0$$

$$u \geq s \bar{\mathbf{1}}$$

$$v \geq s \bar{\mathbf{1}}$$

$$v_0 \text{ libre}$$

(2)

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

"La salida del análisis DEA ofrece por un lado un *score* 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" (Contreras, 2006; 5).

Lo interesante de la propuesta es que 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.

En lo anterior hay que destacar la no unicidad de las soluciones del análisis: DEA ofrece uno de las posibles conjunto de soluciones eficientes para u y v, no así para los valores de eficiencia que si son únicos, Por tanto, depende de qué paquete informático se utilice para la resolución de los problemas de programación lineal obtendremos una u otro solución posible para las unidades virtuales

1.2. Aplicaciones de la metodología DEA al sector educativo

George Halkos, Tzeremes Nickolaos y Kourtzidis Stravos (2010) analizan los comportamientos de eficiencia en 16 departamentos de la Universidad de Thessaly. Concluye que se presentan marcadas ineficiencias entre los distintos departamentos, lo que indica errores de localización de los recursos productivos.

¹ La principal restricción consiste en que las prioridades o preferencias del agente decisor no intervienen en el análisis.

Martin Kocher, Luptáčík Mikulás y Sutter Matthias (2001) 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), empleado datos de panel.

Melville McMillan y Debaish Datta (1998) 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, Ernest Thanassoulis, Mika Kortelainen, Geraint Johnes y Jill Johnes (2008) 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.

A continuación 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			
George Halkos; Tzeremes Nickolaos, Kourtzidis Stravos (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.				
Martin Kocher, Luptáčík Mikulás y 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.			
Melville McMillan y Debasish 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.			
Ernest Thanassoulis, 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.

1.3. El índice de Educación (IE) y su forma de estimación

El Índice de Educación (IE) es un componente del Índice de Desarrollo Humano (IDH). Navarro Chávez (2007) define al IDH como una medida de logro en desarrollo humano. La medición de los adelantos o logros se realiza en función de tres apartados:

1. Un indicador de salud, relacionado con la esperanza de vida al nacer,
2. Un indicador de educación, relacionado con la tasa de alfabetización de adultos y de matriculación combinada en educación primaria, secundaria y terciaria y,
3. Un indicador de ingreso, relacionado con el Producto Interno Bruto per cápita.

La metodología para el cálculo del IE consiste en los siguientes pasos:

1. Se seleccionan valores mínimos y máximos de referencia, con los cuales se compara el logro del país, estado o municipio analizado.

El desempeño en cada componente se expresa como un valor entre 0 y 1, aplicando la siguiente fórmula general:

$$\text{Índice del componente} = \frac{\text{valor efectivo} - \text{valor mínimo}}{\text{valor máximo} - \text{valor mínimo}} \quad (3)$$

2. Para el caso del índice de educación se pondera con dos tercios el logro en la tasa de alfabetización y con un tercio el logro en la tasa bruta de matriculación combinada mencionada anteriormente.

$$\begin{aligned} \text{Índice del componente de educación} \\ = \frac{2}{3} \text{Tasa de alfabetización} + \frac{1}{3} \text{Tasa de bruta de matriculación combinada} \end{aligned} \quad (4)$$

TABLA 2. VALORES MÁXIMOS Y MÍNIMOS ESTABLECIDOS POR EL PNUD PARA EL CÁLCULO DEL IE

Indicador	Valor máximo	Valor mínimo
Tasa de alfabetización de adultos (%)	100	0
Tasa bruta de matriculación combinada (%)	100	0
Fuente: Navarro Chávez, José Cesar Lenin Navarro (2007), "Informe sobre Desarrollo Humano. Michoacán, 2007", Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, México.		

Los valores máximos y mínimos establecidos por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), en el ámbito internacional, son los mostrados en la tabla 2.

2. OBJETO DE ESTUDIO: EL SISTEMA EDUCATIVO MEXICANO Y EL ESTADO DE MICHOACÁN

El presente apartado está constituido por dos apartados: uno primero en el que se caracteriza el Sistema Educativo Mexicano, determinando los tipos de educación que se imparten, enfocándonos, específicamente, al nivel primario; en un segundo momento se describirán el comportamiento del IE para el caso del Estado de Michoacán.

2.1. 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 el mencionado 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" (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 2010: 3).

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" (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 2010: 3).

La educación en nuestro México la conforman 3 niveles: básica, media superior y superior. La educación básica contempla los niveles preescolar, primario y secundario; la educación media superior es lo relacionado con la preparatoria y educación tecnológica y la educación superior comprende a las universidades.

Describiendo específicamente el nivel básico sus características son las siguientes:

1. Educación preescolar:

La educación inicial tiene como propósito favorecer el desarrollo físico, cognoscitivo, afectivo y social de los menores de 4 años de edad en los centros de desarrollo infantil, atiende a niños entre 3 y 5 años de edad.

Se imparte generalmente en tres grados. El primero y el segundo atienden a niños de 3 y 4 años; el tercero a los de 5 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 6 hasta 11 años de edad (o hasta 15 años cuando los alumnos ingresan a primaria con más de 6 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 proporciona en tres años a quienes hayan concluido la educación primaria y, generalmente, se dirige a la población de 12 a 14 años de edad.

2.2. Michoacán: caracterización fundamental del estado²

La educación primaria en el estado de Michoacán para los años 2000 y 2005 se encuentra enmarcada por los siguientes puntos:

1. Según en el Censo de Población y Vivienda (2005), el estado de Michoacán ocupa el 3% del territorio total de México y el 3.8% de la población total del país.
2. En los censos económicos de 2004 muestran que la entidad sólo posee 2% de valor total de los activos fijos del país.
3. La tasa anual de crecimiento poblacional ha venido disminuyendo de 1.9% entre 1980 y 1990 a -0.1% entre 2000 y 2005, y en todo el periodo el promedio ha sido de 1.2%. El decrecimiento en el segundo periodo se debe principalmente a la alta tasa de migración que presenta el estado.
4. La entidad generó en 2004 un Producto Interno Bruto total que la ubicó en el lugar 13 en el país, aunque el PIB per cápita lo situó en el lugar 25 de 32.
5. Michoacán muestra una importante heterogeneidad socioeconómica, su división se realiza en diez regiones que agrupan a 113 municipios: Lerma-Chapala, Bajío, Cuitzeo, Oriente, Tepalcatepec, Purépecha, Pátzcuaro-Zirahuén, Tierra Caliente, Sierra-Costa e Infiernillo.
6. Michoacán, midiendo su escala de desarrollo por el valor del Índice de Desarrollo Humano (IDH), entraba en el periodo bajo estudio, en la categoría de desarrollo humano medio (IDH entre 0.50 y 0.80), con un nivel similar al de Paraguay o San Vicente y las Granadinas.

En el periodo bajo análisis, el estado de Michoacán planteó las siguientes políticas en el Plan de Desarrollo 2002-2008 (Navarro, 2007: 40):

1. Política social: alfabetización, atención a regiones con menor desarrollo relativo a pueblos indígenas, mujeres y adultos mayores en pobreza.

² La información de este apartado viene del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), sitio en internet: <http://www.inegi.org.mx>

2. Política educativa: ampliar la cobertura y calidad, con atención prioritaria a las áreas de mayor rezago relativo, apoyo para la adquisición de útiles escolares y creación de una universidad indígena.
3. Política de salud: programas de salud comunitaria, atención a pueblos indígenas y para mujeres y recién nacidos.
4. Política de desarrollo económico, equitativo y sustentable: programas de infraestructura, financiamiento, canalización de remesas, encadenamientos productivos y actividad artesanal.

2.3. Caracterización del IE para el estado de Michoacán en los años 2000 y 2005

Tomando en consideración la estimación realizada por el PNUD para los municipios del estado de Michoacán en los años 2000 y 2005, se presentan 9 municipios, estratificados de la siguiente manera: (1) los 3 de más alto desarrollo humano, (2) los 3 municipios que se encuentran en las posiciones intermedias (lugares 56, 57 y 58) y (3) los 3 de más bajo desarrollo humano.

En la tabla 3 se muestran los municipios anteriormente mencionados, para el año 2000.

TABLA 3. ÍNDICE DE EDUCACIÓN 2000

Índice	
Morelia	0.8547
Lázaro Cárdenas	0.8158
Zacapu	0.8093
Tacámbaro	0.7414
Vista Hermosa	0.741
Erongarícuaro	0.7405
Susupuato	0.6502
Tumbiscatío	0.639
Charapan	0.6326

Fuente: Navarro Chávez, José Cesar Lenin Navarro (2007), "Informe sobre Desarrollo Humano. Michoacán, 2007", Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, México.

Para el año 2005, los datos se muestran en la tabla 4.

TABLA 4. ÍNDICE DE EDUCACIÓN 2005

Índice	
Morelia	0.8547
Lázaro Cárdenas	0.8158
Marcos Castellanos	0.7954
José Sixto Verduzco	0.7431
Yurécuaro	0.7479
Ocampo	0.7285
Tiquicheo de Nicolás Romero	0.6554
Charapan	0.6326
Tumbiscatío	0.639

Fuente: Navarro Chávez, José Cesar Lenin Navarro (2007), "Informe sobre Desarrollo Humano. Michoacán, 2007", Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, México.

Es de destacar que de los tres primeros lugares, los municipios de Morelia y Lázaro Cárdenas ocuparon en el 2000 y 2005 el primer y segundo lugar, mientras que Zacapu, en el 2000 ocupó la tercera posición, siendo sustituido por Marcos Castellanos en el 2005.

Para el caso de los municipios con grado de desarrollo intermedio, se presentaron variaciones completas de un año de comparación a otro. En el 2000, los municipios que ocupaban las posiciones 56, 57 y 58 fueron Tacámbaro, Vista Hermosa y Erongarícuaro, mientras que para el 2005 José Sixto Verduzco, Yurécuaro y Ocampo se encontraron en los lugares mencionados.

Por último, los municipios con más bajo grado de desarrollo se comportaron de la siguiente manera: para 2000, las posiciones fueron ocupadas por Susupuato, Tumbiscatío y Charapan, mientras que en el 2005 se encontraron Tiquicheo de Nicolás Romero, Charapan (subió un lugar) y Tumbiscatío (bajo un lugar).

3. MÉTOD Y DISCUSIÓN: APLICACIÓN DEL *DATA ENVELOPMENT ANALYSIS* (DEA) AL NIVEL PRIMARIO DE EDUCACIÓN EN EL ESTADO DE MICHOCÁN Y SU RELACIÓN CON EL *ÍNDICE DE EDUCACIÓN MUNICIPAL* (IE)

El presente análisis está constituido por dos apartados: uno en el que se estimará los niveles de eficiencia mediante la metodología DEA; en un segundo momento se relacionará esta estimación con los niveles de IE existentes en los municipios bajo estudio.

3.1. Estimación de los niveles de eficiencia al nivel primario de educación en 9 municipios del estado de Michoacán, utilizando Data Envelopment Analysis (DEA)

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

La definición de las variables que se utilizarán para la medición de la eficiencia son las siguientes, recordando que el estudio se centrará en el nivel primario:

- Variable de salida (*output*): Número de estudiantes aprobados (aprobación).
- Variables de entrada (*input*): Inscripción total, permanencia, personal docente, escuelas y grupos atendidos.

La estructura programática del modelo consiste en las características que se listan a continuación:

- Se utiliza el modelo básico DEA.
- Se encuentra orientado hacia las variables de entrada.
- Los rendimientos a escala de los insumos (o variables de entrada) se suponen variables en el proceso.

Es importante mencionar que los datos obtenidos, y que se presentan en el apéndice de esta investigación, 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 nivel nacional se efectuó durante el ciclo escolar 1976/1977, sin embargo se han llevado a cabo diversas modificaciones al mismo; para el caso del estado de Michoacán la serie de tiempo consistente y uniforme se tiene desde el ciclo 2000/2001.

Aplicando la metodología DEA se reportan los valores de eficiencia para los nueve municipios bajo estudio se muestran en las tablas 5 y 6.

TABLA 5. MEDICIONES DE EFICIENCIA

Porcentaje	
Municipio/año	2000
Morelia	100.00%
Lázaro Cárdenas	96.83%
Zacapu	100.00%
Tacámbaro	94.36%
Vista Hermosa	100.00%
Erongarícuaro	100.00%
Susupuato	100.00%
Tumbiscatío	93.02%
Charapan	100.00%

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. MEDICIONES DE EFICIENCIA

Porcentaje	
Municipio/año	2005
Morelia	100.00%
Lázaro Cárdenas	100.00%
Marcos Castellanos	100.00%
José Sixto Verduzco	100.00%
Yurécuaro	100.00%
Ocampo	98.50%
Tiquicheo de Nicolás Romero	88.48%
Charapan	100.00%
Tumbiscatío	100.00%

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).

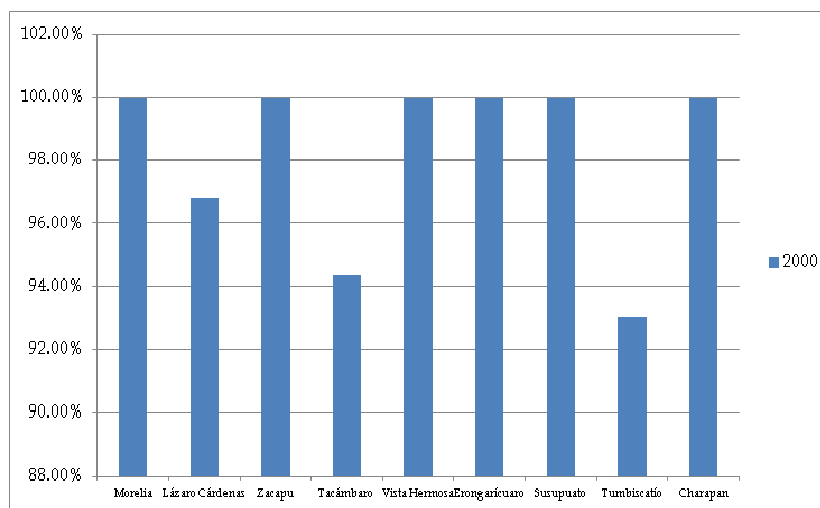
De las tablas 5 y 6 podemos deducir lo siguiente:

1. Comparativamente existe un mejoramiento en los niveles de eficiencia del año 2005 con respecto al 2000.
2. En el año 2000, Morelia, Zacapu, Vista Hermosa, Erongarícuaro, Susupuato y Charapan son los únicos municipios que presentan niveles de eficiencia completos.

3. Para el mismo año, Lázaro Cárdenas, Tacámbaro y Susupuato muestran diversos niveles de ineficiencia.
4. En el año 2005, Morelia, Lázaro Cárdenas, Marcos Castellanos, José Sixto Verduzco, Yurécuaro, Charapan y Tumbiscatío presentan eficiencia perfecta.
5. Para el mismo 2005, Ocampo y Tiquicheo de Nicolás Romero no alcanzan la eficiencia perfecta.

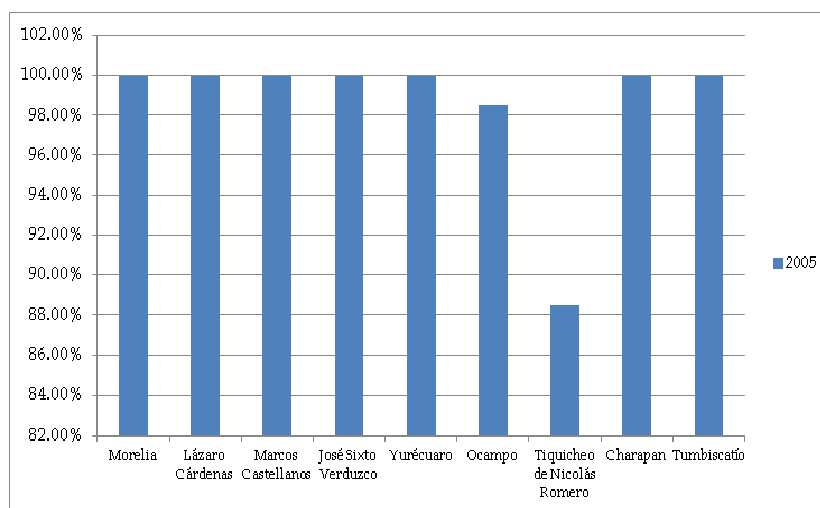
Lo anterior se puede percibir de igual forma en los gráficos 1 y 2.

GRÁFICO 1. EFICIENCIA PARA LA MEDICIÓN DE EFICIENCIA EN LA EDUCACIÓN EN LOS MUNICIPIOS SELECCIONADOS, 2000



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

GRÁFICO 2. EFICIENCIA PARA LA MEDICIÓN DE EFICIENCIA EN LA EDUCACIÓN EN LOS MUNICIPIOS SELECCIONADOS, 2005



Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la tabla 6.

El análisis DEA para el sector educativo en los municipios que presentan ineficiencia, específicamente en el nivel primario, continúa con la identificación de las holguras o *slacks* que se pueden presentar en las variables analizadas. A continuación se muestran las tablas de holgura:

TABLA 7. HOLSURA EN DIVERSAS ENTRADAS PARA EL AÑO 2000

Número de personas				
	Alumnos que asistieron	Docentes	Escuelas	Grupos
Lázaro Cárdenas	188.4700299	75.23901	47.635494	152.03338
Tacámbaro	461.4366391	0	54.115205	190.35189
Tumbiscatío	51.07821229	19.006761	31.593257	55.167098

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 8. HOLSURA EN DIVERSAS ENTRADAS PARA EL AÑO 2005

Número de personas				
	Alumnos que asistieron	Docentes	Escuelas	Grupos
Ocampo	86.86702639	0	1.8452251	8.3601118
Tiquicheo de Nicolás Romero	209.3237548	27.820056	49.614459	63.837215

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).

Si se explican las anteriores tablas podemos llegar a las siguientes conclusiones:

1. La variable *alumnos que asisten a clases* presentó diversos niveles de exceso en los municipios bajo análisis. Es así que para el año 2000, Lázaro Cárdenas tuvo un exceso de 188 asistentes, Tacámbaro 461 y Tumbiscatío 51; en el 2005 este comportamiento se ajustó, sin embargo los municipios bajo estudio continuaron presentando excedentes: Ocampo con 87 y Tiquicheo de Nicolás Romero con 209.
2. La variable *docentes* también presentó diversos niveles de exceso en los municipios estudiados. Para el año 2000, Lázaro Cárdenas tuvo un exceso de 75 y Tumbiscatío 19; y en el 2005 este comportamiento disminuyó, es así que solo Ocampo presentó un excedente por 28 profesores.
3. La variable *escuelas* también presentó niveles de exceso diversos. Para el año 2000, Lázaro Cárdenas 48, Tacámbaro 54 y Tumbiscatío 32; y en el 2005 vuelve a moderarse el excedente, es así que Ocampo presentó un exceso de 2 y Tiquicheo de Nicolás Romero 50.
4. Por último, la variable *grupos* también presentó niveles de exceso diversos. Para el año 2000, Lázaro Cárdenas 152, Tacámbaro 190 y Tumbiscatío 55; y en el 2005 vuelve a moderarse el excedente, es así que Ocampo presentó un exceso de 8 y Tiquicheo de Nicolás Romero 64.

A partir de la identificación de los municipios ineficientes en el sector primaria se generaran las lambdas³ con la metodología DEA para identificar el grado de *benchmarking* que debe realizar cada una de las mismas. Las tablas 9 y 10 muestran las lambdas a utilizar.

Explicando los comportamientos calculados, tenemos los siguientes sentidos:

1. En el año 2000, el municipio de Lázaro Cárdenas debe realizar el proceso de *benchmarking* con Morelia por 0.2086 y con Zacapu por 0.7914; el municipio de Tacámbaro debe realizar el proceso de "imitación" con Morelia por 0.0678, con Zacapu por 0.2805 y con Vista Hermosa por 0.6517 y, finalmente, el municipio de Tumbiscatío debe realizar el proceso en cuestión con Erongarícuaro por 0.2067 y con Susupuato por 0.7933.
2. Para el año 2005, el municipio de Ocampo debe realizar el proceso de *benchmarking* con Marcos Castellanos por 0.1934, con Yurécuaro por 0.7046 y Charapan por 0.1020 y, finalmente, el municipio de Tiquicheo de Nicolás de Romero debe realizar el proceso en cuestión con José Sixto Verduzco por 0.2653 y con Charapan por 0.7347.

TABLA 9. LAMBDA, PARA LOS MUNICIPIOS INEFICIENTES PARA EL AÑO 2000

	Morelia	Lázaro Cárdenas	Zacapu	Tacámbaro	Vista Hermosa	Erongarícuaro	Susupuato	Tumbiscatío	Charapan
Morelia	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Lázaro Cárdenas	0.2086	0	0.7914	0	0	0	0	0	0
Zacapu	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Tacámbaro	0.0678	0	0.2805	0	0.6517	0	0	0	0
Vista Hermosa	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Erongarícuaro	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Susupuato	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Tumbiscatío	0	0	0	0	0	0.2067	0.7933	0	0
Charapan	0	0	0	0	0	0	0	0	1

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).

³El 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 10. LAMBDA, PARA LOS MUNICIPIOS INEFICIENTES PARA EL AÑO 2005

	Morelia	Lázaro Cárdenas	Marcos Castellanos	José Sixto Verduzco	Yurécuaro	Ocampo	Tiquicheo de Nicolás Romero	Charapan	Tumbiscatío
Morelia	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Lázaro Cárdenas	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Marcos Castellanos	0	0	1	0	0	0	0	0	0
José Sixto Verduzco	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Yurécuaro	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Ocampo	0	0	0.1934	0	0.7046	0	0	0.102	0
Tiquicheo de Nicolás Romero	0	0	0	0.2653	0	0	0	0.7347	0
Charapan	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Tumbiscatío	0	0	0	0	0	0	0	0	1

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).

Posteriormente, si aplicamos la metodología DEA, pero modificando el modelo hacia la supereficiencia y suponiendo los rendimientos como constantes, podemos calcular el exceso de eficiencia de cada uno de los 9 municipios estudiado. Los datos se presentan en las tablas 11 y 12:

TABLA 11. MEDICIONES DE EFICIENCIA

Municipio/año	Porcentaje
	2000
Morelia	111.27%
Lázaro Cárdenas	99.02%
Zacapu	100.68%
Tacámbaro	95.69%
Vista Hermosa	102.26%
Erongarícuaro	100.38%
Susupuato	90.81%
Tumbiscatío	90.26%
Charapan	98.25%

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 12. MEDICIONES DE EFICIENCIA

Porcentaje	
Municipio/año	2005
Morelia	134.54%
Lázaro Cárdenas	100.23%
Marcos Castellanos	100.36%
José Sixto Verduzco	100.55%
Yurécuaro	101.17%
Ocampo	98.45%
Tiquicheo de Nicolás Romero	91.92%
Charapan	101.70%
Tumbiscatío	84.12%

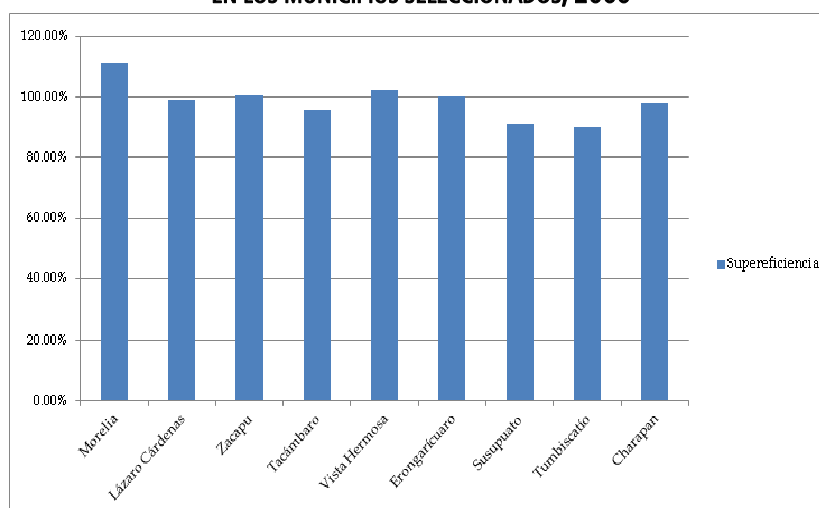
Fuente: Elaboración propia con base en la información de los formatos 911 de la Secretaría de Educación Pública (SEP) y Secretaría de Educación en el Estado (SEE).

De las tablas 11 y 12 podemos llegar a las siguientes conclusiones:

1. Para el año 2000, Morelia, Zacapu, Vista Hermosa y Erongarícuaro son los únicos municipios que presentan niveles de supereficiencia.
2. Para el mismo año, Susupuato y Charapan ya no se consideran como eficientes, a diferencia del modelo que supone los rendimientos como variables. Lázaro Cárdenas, Tacámbaro y Tumbiscatío muestran diversos niveles de ineficiencia en ambos modelos.
3. En el año 2005, Morelia, Lázaro Cárdenas, Marcos Castellanos, José Sixto Verduzco, Yurécuaro y Charapan presentan supereficiencia.
4. Para el mismo 2005, Tumbiscatío entra como ineficiente, cambiando la estructura del modelo a rendimientos constates. Ocampo y Tiquicheo de Nicolás Romero tampoco alcanzan niveles de supereficiencia.

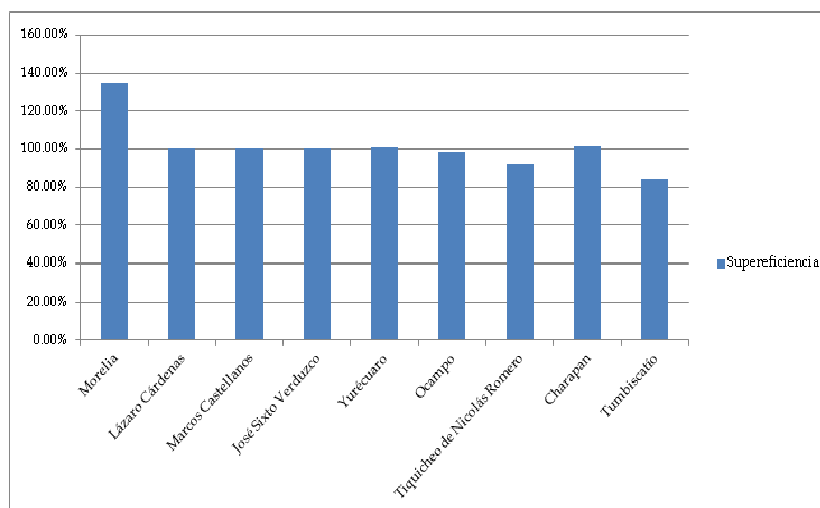
Para fines de simplificación, y con la finalidad de graficar los valores de supereficiencia, se muestran los gráficos 3 y 4.

GRÁFICO 3. SUPEREFICIENCIA PARA LA MEDICIÓN DE EFICIENCIA EN LA EDUCACIÓN EN LOS MUNICIPIOS SELECCIONADOS, 2000



Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la tabla 11.

GRÁFICO 4. SUPEREFICIENCIA PARA LA MEDICIÓN DE EFICIENCIA EN LA EDUCACIÓN EN LOS MUNICIPIOS SELECCIONADOS, 2005



Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la tabla 12.

3.2. Relación de los niveles de eficiencia utilizando Data Envelopment Analysis (DEA) con el Índice de Educación Municipal (IE) en 9 municipios del estado de Michoacán

Finalmente, se supone que a una mejora en el IE de los municipios bajo análisis, se tendrá una mejora en los niveles de eficiencia del sector educativo. A partir de lo anterior se propone el siguiente modelo de regresión lineal:

$$y_i = b_1 + b_2 x_i + e_i$$

(5)

En donde:

y_i = Niveles de eficiencia/superficiencia para los años 2000 y 2005.

x_i = Niveles del IE para los años 2000 y 2005.

b_1 = Terminio constante.

b_2 = Relación funcional entre la variable y_i y x_i

e_i = Terminio aleatorio.

Tomando en consideración lo anterior, se llegan a los siguientes resultados:

TABLA 13. PRUEBAS ECONOMÉTRICAS APLICADAS PARA VALIDAR LA RELACIÓN ENTRE EFICIENCIA/SUPEREFICIENCIA E IE

Variable		Sentido de la relación establecida	Porcentaje de error en el estadístico t-Student para el coeficiente	r ²	Durbin-Watson	Porcentaje de heteroscedasticidad
Endógena (y)	Explicativa (x _i)					
1.- Eficiencia en el año 2000.	1.- IE en el año 2000.	(0.0.739) Positiva.	57.79%	0.0464	2.9071	37.37%
1.- Supereficiencia en el año 2000.	1.- IE en el año 2000.	-0.6022 Positiva.	1.37%	0.6044	1.873	87.87%
1.- Eficiencia en el año 2005.	1.- IE en el año 2005.	-0.1816 Positiva.	31.31%	0.1444	2.2228	8.12%
1.- Supereficiencia en el año 2005.	1.- IE en el año 2005.	-1.2204 Positiva.	3.19%	0.505	1.9206	29.04%

Fuente: Elaboración propia, con base en las tablas 3, 4, 5, 6, 11 y 12.

En referencia a la tabla 13 podemos concluir lo siguiente:

1. Para el caso de la eficiencia no se comprueba la relación directa entre ésta y el IE, ya que el grado de ajuste, medido por el porcentaje de error en el estadístico t-Student y el coeficiente r², es bastante malo.
2. Para el caso de la variable supereficiencia, se comprueba la relación directa entre ésta y el IE, destacando que existe un mejor grado de ajuste, medido por el porcentaje de error en el estadístico t-Student y el coeficiente r², que en la variable eficiencia.
3. El caso de autocorrelación, en ninguno de los modelos se presenta.
4. La violación referida a heteroscedasticidad presenta altos grados de presencia en los modelos en que se utiliza la variable supereficiencia.

De lo anterior es de destacar la nula relación que se establece entre la mejora en el IE y los niveles de eficiencia en el nivel primaria educativo, sin embargo al utilizar la variable supereficiencia, para el caso de los 9 municipios del estado de Michoacán bajo estudio, existe pertinencia estadística.

4. CONCLUSIONES

Dentro de los innumerables procedimientos para calcular la eficiencia de una empresa, institución o sector de la actividad económica resalta el conocido como DEA (*Data Envelopment Analysis*). Las ideas originales para el establecimiento de la metodología anterior fueron establecidas por Farrell en 1957, sin embargo el desarrollo matemático del modelo se llevó a cabo en 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 unidades eficientes contra las que se comparan todas y cada una de las unidades analizadas. La distancia

de cada una de las unidades, 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, Zacapu, Vista Hermosa, Erongarícuaro, Susupuato y Charapan para el año 2000, así como Morelia, Lázaro Cárdenas, Marcos Castellanos, José Sixto Verduzco, Yurécuaro, Charapan y Tumbiscatio para el 2005. Los municipios Lázaro Cárdenas, Tacámbaro y Susupuato (2000) y Ocampo y Tiquicheo de Nicolás de Romero (2005) son los municipios con algún nivel de ineficiencia en dos años de estudio.

Una vez identificadas a 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.

También se realizó un análisis de *benchmarking*, con la finalidad de mejorar los indicadores de los municipios ineficientes.

Continuando con el análisis de la eficiencia del sector educativo en los municipios seleccionados del estado de Michoacán se utilizó el esquema de supereficiencia, dirigiendo a los rendimientos constantes.

Concluyendo el estudio, se buscó la relación causal que se podría establecerse entre el Índice de Educación Municipal (IE) y la medición de eficiencia/supereficiencia realizada con la metodología DEA, destacando que el sentido de la regresión establecida, para el caso de la eficiencia, se anulaba estadísticamente; sin embargo, para el caso de la variable supereficiencia se comprueba estadísticamente la relación planteada, es decir que a un mejoramiento en el IE se generaría un aumento en los niveles de supereficiencia en los municipios bajo análisis.

Es importante recordar que el contexto del estado es de un desarrollo medio-bajo (PIB per cápita en el lugar 23 de 32 y un IDH en la categoría de desarrollo humano medio), aunque las políticas implementadas ayudaron a atenuar esta situación. Las principales dos principales políticas que impactaron fueron:

1. Política social, sobresaliendo el aspecto de alfabetización.
2. Política educativa: ampliar la cobertura y calidad, con atención prioritaria a las áreas de mayor rezago relativo, así como el apoyo para la adquisición de útiles escolares.

Finalmente, 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 primaria, además de estudiarlo comparativamente con indicadores de bienestar social, como en este caso el Índice de Educación Municipal (IE).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bates, R. y otros (1989). *Teoría crítica de la Administración educativa*. Valencia: Servicio de publicaciones de la Universidad.
- Banker, R., A. Charnes y Cooper, W. W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Efficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30(9), 1078-1092.

- Bonilla Hernández, S. y Sosa Trujillo, C. (2005). *Evaluación de las prácticas de crianza y su impacto en la calidad de vida infantil en una muestra de escuelas PEC y NO PEC en el municipio de Puebla*. Tesis de Licenciatura No Publicada. Universidad de Las Américas (UDLA), Puebla, México
- Carvallo Potón, M. (2005). Análisis de los resultados obtenidos en estudios de eficacia escolar en México, comparados con otros países. *Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en la Educación (REICE)*, 3(2), 80-108
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos* (2010). México: Porrúa.
- Contreras, I., Guerrero, F. y Paralera C. (s/f). Análisis de eficiencia de las AFORES: Aplicación del análisis DEA junto al análisis multivalente [278 párrafos]. *Departamento de Economía y Empresa-Universidad Pablo de Olavide*. Recuperado de: http://www.afore.com.mx/investigacion_analisis/analisis_eficacia_afores/index.html
- Charnes, A., Cooper, W.W. y Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision makings units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444
- Halkos, G. E., Nickolaos G. T. y Stravos A. K. (2010). An Application of Statistical Interference in DEA Models: An Analysis of Public Owned University Departaments Efficiency. *EERI Research Paper*, 17, 23-67.
- Farrell M., (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society (Series A)*, 120, 253-290.
- Hernández Laos, E. (1981). Funciones de Producción y Eficiencia Técnica: una Apreciación Crítica. *Revista de Estadística y Geografía*, 2(5), 9-34
- Kocher, M. G., Mikulás L. y Sutter M. (2001). Measuring Productivity of research in Economics. A Cross-Country Study Using DE. *Working Paper Series*, 77, 98-110.
- McMillan M. y Datta D. (1998). The Relative Efficiencies of Canadian Universities: A DEA Perspective. *Analyse de Politiques*, 4, 132-156.
- Mijangos Díaz, E. (1994). La política educativa de la revolución en Michoacán. El gobierno de Pascual Ortiz Rubio. *Tzintzun*, 19, 77-101.
- Navarro Chávez, J. C. L. (2005). *La eficiencia del sector electico en México*. México: Morevallado.
- Navarro Chávez, J. C. L. (2007). *Informe sobre Desarrollo Humano. Michoacán, 2007*. México: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Thanassoulis, E., Kortelainen, M., Johnes, G. y Johnes, J. (2008). Costs an Efficiency of Higher Education Institutions in England: A DEA Analysis. *Working Paper 2009/008*, 78-112.
- Sitios en internet:
- <http://www.cplade.michoacan.gob.mx> (diversas fechas de consulta).
 - <http://www.educacion.michoacan.gob.mx> (diversas fechas de consulta).
 - <http://www.inegi.org.mx> (diversas fechas de consulta).
 - <http://www.michoacan.gob.mx> (diversas fechas de consulta).

ANEXO 1. CONCENTRADO DE VARIABLES DE ENTRADA Y SALIDA

2000						
DMU/Variable	Alumnos que aprobaron	Alumnos que asistieron	Alumnos inscritos	Docentes	Escuelas	Grupos
Morelia	84,173	89,121	93,057	3,213	401	3,499
Lázaro Cárdenas	25,705	27,360	29,267	1,162	183	1,319
Zacapu	9,252	9,731	10,109	433	55	457
Tacámbaro	9,112	10,074	10,641	399	108	630
Vista Hermosa	1,604	1,714	1,761	76	8	77
Erongarícuaro	1,733	1,861	1,890	95	14	108
Susupuato	1,285	1,524	1,605	75	36	166
Tumbiscatío	1,856	2,191	2,382	131	71	253
Charapan	1,980	2,139	2,183	96	11	101

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).

ANEXO 2. CONCENTRADO DE VARIABLES DE ENTRADA Y SALIDA

2005						
DMU/Variable	Alumnos que aprobaron	Alumnos que asistieron	Alumnos inscritos	Docentes	Escuelas	Grupos
Morelia	84,816	88,853	92,818	3,477	416	3,692
Lázaro Cárdenas	22,813	23,835	24,885	1,170	159	1,251
Marcos Castellanos	4,026	4,272	4,328	201	34	245
José Sixto Verduzco	4,847	5,090	5,163	308	46	349
Yurécuaro	3,529	3,694	3,867	143	27	161
Ocampo	3,440	3,701	3,805	152	29	182
Tiquicheo de Nicolás Romero	2,546	2,894	3,066	206	79	259
Charapan	1,715	1,816	1,828	99	11	99
Tumbiscatío	1,280	1,592	1,649	107	51	117

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).