

Eficiencia técnica y cambio tecnológico

de las unidades académicas
de la Universidad Michoacana
a través del índice Malmquist

Rita Nayely Silvestre Ramírez

Estudiante de la Maestría en Desarrollo Local, Facultad
de Economía "Vasco de Quiroga", U.M.S.N.H.

ritasr@fevaq.net

Félix Chamú Nicanor

Facultad de Economía "Vasco de Quiroga", U.M.S.N.H.

chamunf@gmail.com

Resumen

El objetivo principal del presente trabajo es medir el comportamiento de la eficiencia técnica, el cambio tecnológico y la productividad total de los factores (PTF) de 21 unidades académicas (DMUs) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), para el periodo 2004-2014, a través del índice Malmquist, -modelo frontera no paramétrico- mediante el Análisis Envolvente de Datos (DEA¹). Los resultados señalan que, en promedio durante el periodo referido, la eficiencia técnica de la mayoría de las DMUs (76%) ha mejorado o se ha mantenido constante, también se observa que, sólo en un poco más de la mitad de las DMUs (57%) existe progreso o status quo en

Fecha de recepción:
06-agosto-2015

Fecha de aprobación:
07-diciembre-2015

¹ Por sus siglas en inglés Data Envelopment Analysis.

Los autores agradecen la revisión y sugerencias de tres dictaminadores anónimos. Cualquier error u omisión es responsabilidad exclusiva de los autores.

la frontera tecnológica. Es decir, el 42% de las DMUs presentó retroceso. Con respecto a la PTF, casi la mitad de las DMUs muestra valores crecientes, mientras que la otra mitad presenta retroceso y sólo una DMU fue constante. El trabajo también sugiere en qué medida las DMUs con retroceso en su PTF deberán mejorar para tener un mejor desempeño.

Palabras clave: Productividad, eficiencia técnica, cambio tecnológico, índice Malmquist, Universidad.

Clasificación JEL: C61, C67, I21, O33

Introducción

Las universidades son organizaciones de aprendizaje; sus objetivos principales son generar, adquirir y transferir conocimiento; desarrollar y transferir innovación tecnológica; apoyar y desafiar establecimientos políticos actuales, así como apoyar a la economía al convertirse en las proveedoras de conocimiento adecuado y competencias demandadas por la fuerza de trabajo en el mercado global (Katharaki & Katharakis, 2010). Sin embargo, las universidades se han enfrentado a grandes dificultades económicas², en donde el nuevo marco de rendición de cuentas públicas las ha conducido a modificaciones en aspectos relacionados con sus estructuras académicas, organizativas y de infraestructura.

Algunas modificaciones que se han llevado a cabo dentro de las Instituciones de Educación Superior (IES) son la duración de los programas académicos, la duración media de tiempo necesario para obtener un título ((Katharaki & Katharakis, 2010), la base del proceso de evaluación, planificación y reorientación de una actividad en particular o de tipo organizacional (Athanasopoulos & Shale, 1997), así como mayor énfasis en investigación y enseñanza (Glass, McCallion, McKillop, Rasaratnam, & Stringer, 2006). La razón de dichos cambios es mejorar la eficiencia de las universidades; es decir, mejorar su capacidad para obtener mejores resultados (en términos de graduados, proyectos de investigación, publicaciones, etc.) de manera más eficiente con el uso de sus recursos (financieros y humanos) (Agasisti & Johnes, 2009).

La evaluación de la eficiencia de las universidades es esencial en la asignación y utilización eficaz de los recursos educativos (Kuah & Wong, 2011) para lo cual existe gran variedad de técnicas de medición paramétricas y no paramétricas (como el DEA e índice Malmquist). En este sentido, con la aplicación de un modelo frontera no paramétrico este trabajo identifica las unidades académicas (DMUs) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) que durante el periodo 2004-2014 fueron eficientes así como a aquellas que no lo son, así también señala en qué grado las DMUs ineficientes tienen que mejorar para alcanzar un desempeño adecuado.

² Sobre todo porque los sectores de educación superior de muchos países obtienen la mayor parte de sus ingresos de fondos públicos (Johnes, 2006).

El presente trabajo se organiza de la siguiente manera. En el primer apartado se presenta el panorama general del sector educativo el cual obliga a que las universidades públicas mejoren su desempeño. En el segundo apartado se señalan los conceptos, tipos y métodos de estimación de la eficiencia y la productividad. Posteriormente, en el tercer apartado, se indica la metodología adoptada, haciendo referencia al modelo, muestra, insumos (inputs) y productos (outputs) utilizados. Los resultados obtenidos se exponen en el cuarto apartado. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones.

I. El sector educativo

La sociedad se basa cada vez más en el saber, de modo que la enseñanza superior y la investigación son componentes esenciales del desarrollo cultural, socioeconómico y de la viabilidad ecológica de los individuos, las comunidades y las naciones (UNESCO, 1994). Razón por la cual, las universidades y otras IES, especialmente las de países en vías de desarrollo, están confrontando la problemática de servir a una población cada vez mayor de estudiantes, más diversificada social y culturalmente (Silvio, 1998). Aunado a esto, la educación superior se enfrenta a desafíos y dificultades relativos a su financiación. Por lo que es esencial señalar que las instituciones educativas deben someterse a evaluaciones para medir su desempeño. Sin embargo, dicha evaluación, a diferencia de las empresas privadas, se vuelve más complicada debido a que tienen objetivos diferentes.

Por un lado, el objetivo de las empresas privadas es maximizar su utilidad³ la cual es resultado de la diferencia entre el ingreso que recibe y los costos en los que incurre (Keat & Young, 2004). Para maximizar las utilidades, una empresa debe gestionar eficientemente sus actividades internas (evitar el despilfarro, levantar la moral de sus trabajadores, elegir procesos de producción eficientes, etc.) y tomar decisiones sensatas en el mercado (comprar la cantidad correcta de factores al menor costo posible y elegir un nivel óptimo de producción) (Samuelson, Nordhaus, Cantú, & Guajardo, 2005). En cambio, el sector educativo al tener un fin público, tiene características que hacen difícil la medición de su eficiencia: es sin ánimo de lucro, hay una ausencia de precios de productos e insumos; y, las Instituciones de Educación Superior producen múltiples productos a partir de múltiples insumos (Johnes, 2006). Por lo que, los intereses de los estudiantes y de las otras partes interesadas con respecto a las operaciones de las IES se basan en un desempeño satisfactorio (Athanasopoulos & Shale, 1997).

Otro aspecto a considerar en la evaluación del desempeño de la educación superior es el relacionado con la evolución de la demanda en los últimos años, la cual se ha visto incrementada. Para el caso de México, durante el ciclo escolar 2013-2014, se tuvo una matrícula de 3,419,391 estudiantes (Secretaría de Educación Pública, 2014)

³ Representa la cantidad que se puede repartir en dividendos entre los propietarios, reinvertir en nueva planta y equipo o utilizar para realizar inversiones financieras. Todas estas actividades elevan el valor que tiene la empresa para los dueños.

mientras que en el ciclo escolar 2004-2005 sólo se contaba con el registro de 2,384,858 estudiantes (Secretaría de Educación Pública, 2005), lo que significa un incremento del 43.38%. A nivel estatal, Michoacán muestra un comportamiento similar. La matrícula pasa de 74,505 a 96,503 estudiantes para los ciclos escolares 2004-2005 y 2013-2014, respectivamente. Presentando un incremento de 29.53%. En relación a la matrícula de la UMSNH, ésta presenta un registro de 34,765 estudiantes en el ciclo escolar 2004-2005 y 37,008 estudiantes en el ciclo escolar 2013-2014.⁴ La matrícula incrementó 6.45%.

En materia de financiamiento estatal, la UMSNH en los últimos años tuvo un incremento en términos nominales, ya que pasó de \$1,062,251,084 pesos en el año 2004 a \$2,403,932,843 pesos en el año 2014. Esto representa un incremento de 126.30%. Sin embargo, respecto a su participación en el presupuesto estatal tuvo ligeros decrementos durante el mismo periodo. Dicha participación presupuestal pasó de 4.66% (\$1,062,251,084 pesos asignados a la UMSNH de \$22,808,116,135 pesos ejercidos por el Gobierno del Estado de Michoacán en el 2004) a 4.17% (\$2,403,932,843 pesos ejercidos por la UMSNH respecto de los \$57,641,044,777 pesos correspondientes al presupuesto del Gobierno del Estado de Michoacán en el 2014). Disminución que se atribuye a la implementación de nuevas dependencias en la Administración Pública Estatal Centralizada⁵, en Entidades Paraestatales⁶ y en Entidades Autónomas⁷ del Gobierno del Estado de Michoacán, así como al incremento de inversión en sectores tales como la salud y seguridad pública⁸.

Con el aumento de la matrícula de estudiantes en las universidades públicas y el financiamiento limitado, ya no es una opción para estas instituciones operar a un mayor grado de eficiencia, sino que se ha convertido en una necesidad (Kuah & Wong, 2011).

En consecuencia, como la matrícula en la educación superior continuará su expansión y la financiación pública será cada vez más diluida, sobre todo a medida que aumenta la competencia de los otros receptores de fondos públicos (como la salud y la seguridad pública), las instituciones educativas deben someterse a la rendición de cuentas. En vista de ello, las autoridades se cuestionan sobre si las IES están utilizando sus recursos de manera productiva (Katharaki & Katharakis, 2010). Por ello, el énfasis se sitúa en la evaluación del desempeño de las universidades públicas y, desde luego,

⁴ Las cifras corresponden únicamente al número de estudiantes de las 21 unidades académicas analizadas y fueron proporcionadas por la Coordinación de Transparencia, Acceso a la Información Pública y Protección de Datos Personales de la UMSNH en septiembre de 2015.

⁵ Secretaría de Seguridad Pública (2004), Secretaría de la Mujer (2006), Secretaría de Pueblos Indígenas (2008).

⁶ Instituto de la Infraestructura Física Educativa del Estado de Michoacán (2004), Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (COECyT, 2004).

⁷ Comisión Estatal de Arbitraje Médico de Michoacán (2004), Tribunal de Justicia Administrativa de Michoacán (2006) e Instituto para la Transparencia y Acceso a la Información Pública del Estado de Michoacán (Itaimich., 2008).

⁸ La inversión en el sector salud pasó de \$1,398,136,810 pesos en el 2004 a \$7,014,325,586 pesos en el 2014. Mientras que la inversión en seguridad pública pasó de \$438,926,770 pesos en el 2005 a \$2,154,254,825 pesos en el 2014 (Periódico Oficial de Michoacán, 2004, 2005 y 2014).

las unidades académicas de la UMSNH, como bien público, no deben ser ajenas a este tipo de evaluación. En este sentido, el presente trabajo evalúa, a través del índice Malmquist, el comportamiento de la Productividad Total de los Factores de las unidades académicas (DMUs) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

II. Eficiencia técnica y productividad: Una aproximación conceptual

Existen distintas definiciones relacionadas con la noción de eficiencia y productividad. Sin embargo, ambas nociones son orientadas en una misma dirección debido a que, en Economía hay que realizar elecciones sobre cómo emplear los recursos y tratar de que con los recursos disponibles los resultados que se obtengan sean los mejores. Entonces, se tienen que aprovechar las posibilidades existentes para producir las mayores cantidades posibles de bienes y servicios para satisfacer las necesidades existentes (Mochón, 2010).

II.1 Eficiencia técnica

La *eficiencia* siempre tiene que ver con la proporción del valor de la producción con respecto al valor del insumo o factor productivo (Heyne, 1998). También es entendida como la comparación entre los valores observados y los óptimos de los inputs y outputs la cual puede realizarse a través de 1) la comparación entre el output máximo alcanzable, para un nivel dado de inputs, y el realmente alcanzado (orientación a outputs); y, 2) la comparación entre el nivel mínimo de inputs necesarios, para un nivel dado de outputs, y el realmente empleado (orientación a inputs) (Giménez, 2011). Es decir, maximizar la producción con el mínimo de recursos o minimizar los recursos dado un nivel de producción a alcanzar.

El concepto de eficiencia ha sido abordado desde dos puntos de vista diferentes: el económico y el técnico. El primero de ellos se relaciona con el cociente entre los resultados económicos obtenidos y los recursos financieros invertidos en su obtención; y, el segundo con el cociente entre la producción de un periodo y el consumo de los factores productivos necesarios; generalmente, esta medida no se calcula en unidades monetarias, sino físicas (Giménez, 2001).

II.2 Productividad

La *productividad* es entendida como la relación o razón entre el nivel de producción final obtenido y los recursos o insumos utilizados para lograrlo, los cuales pueden ser expresados en términos de unidades físicas, denominándose entonces productividad física, o en unidades económicas como productividad de valor (Ibarguen, Padilla, & Centanaro, 2003). La productividad nos indica cuánto producto generan los insumos utilizados en una actividad económica y, expresada como un índice, permite ver cómo ha cambiado la relación entre productos e insumos a través del tiempo, es decir, si se ha

vuelto o no más eficiente la transformación de los insumos en producto (INEGI, 2003).

Existen diferentes tipos de productividad, entre ellos se encuentran la productividad parcial y la productividad total de los factores (PTF). La primera de ellas es la razón entre la cantidad producida y un sólo tipo de insumo (Sumanth, 1990). Mientras que, la segunda es el valor del cociente output/input que toma en cuenta todos los outputs (productos) y todos los inputs (insumos). Es la combinación de todos los inputs y todos los outputs para obtener un solo cociente que ayuda a evitar la atribución de aumentos a un factor (o un output) que son realmente atribuibles a algún otro input (u output) (Cooper, Seiford, & Tone, 2007). En síntesis, la eficiencia técnica se refiere a qué tan bien se desempeña una unidad productiva con la tecnología existente, y la productividad se refiere a la cantidad producida por insumo (Chirinos & Urdaneta, 2007).

II.3 Estimación de la eficiencia técnica y la productividad

Eficiencia técnica

Los métodos de estimación de la eficiencia se agrupan en dos categorías *no frontera*⁹ y *frontera*¹⁰. Los segundos son el referente básico del presente trabajo debido a que una de sus ventajas principales es su capacidad para evaluar la eficiencia técnica global de un grupo de unidades (DMUs) a partir de los insumos consumidos y las salidas producidas.

Los modelos frontera tienen como propósito construir una frontera de posibilidades de producción a través del estudio de la eficiencia técnica de una unidad de producción (DMU) respecto del mejor comportamiento mostrado por algunas de las unidades de producción de la muestra que forman parte de la frontera. Los métodos de Frontera se clasifican en modelos paramétricos y no paramétricos. Los primeros, exigen la definición de una función de producción teórica, de la que deben estimarse sus parámetros a fin de determinar la distancia a ésta de las DMUs analizadas y así medir su nivel de eficiencia técnica. Mientras que los modelos no paramétricos, se caracterizan por no asumir ninguna forma funcional para la función de producción que describe la tecnología de las DMUs analizadas, basándose única y exclusivamente en los datos empíricos disponibles (Giménez, 2001). Tal es el caso del DEA.

El DEA tiene como principal virtud que construye una frontera de unidades eficientes con las unidades de la muestra o de combinaciones lineales de la misma y analiza la eficiencia técnica relativa de un conjunto de organizaciones o unidades tomadoras de decisiones (DMUs) que, mediante una tecnología semejante utilizan igual tipo de inputs para la generación de igual tipo de outputs (Caro & Ibarguen, 2003). Con este método se evita tener que elegir a priori la forma de la función de producción o de costes óptimo

⁹ No requiere una formulación explícita de una frontera que delimite el espacio de situaciones posibles, por lo que no es necesario realizar supuestos fuertemente restrictivos acerca del comportamiento de las unidades objeto de evaluación.

¹⁰ Basados en la estimación de fronteras y en donde existe la posibilidad de hacer una comparación entre las unidades productivas.

(Trillo, 1999). Dentro de éste método se denomina DMU a la organización objeto de estudio. El DEA puede optimizar la combinación de inputs y outputs a partir de tres orientaciones (Cooper, Seiford, & Tone, 2007):

1. Modelo Input-Orientado. Tiene por objeto reducir las cantidades de insumo (input) tanto como sea posible mientras se mantienen como mínimo los niveles de producto (output) presentes.

2. Modelo Output-Orientado. Tiene por objeto maximizar los niveles de output bajo el consumo de input actual.

3. Modelo No-Orientado. Tiene que ver simultáneamente con los excesos de input y las carencias de output de una manera que maximiza conjuntamente ambos.

Productividad

La productividad de una determinada unidad productiva¹¹ se define como la relación existente entre los resultados que obtiene y los recursos involucrados en su producción (Katharaki & Katharakis, 2010). Es ahí donde radica la importancia de medir cómo se están aprovechando dichos recursos. Podemos encontrar distintas metodologías que ayudan a determinar la productividad, entre las que se encuentran: los ratios de productividad e índice Malmquist.

a) Índice Malmquist

Una de las técnicas utilizadas para la evaluación de la productividad está basada en los índices de productividad de Malmquist introducidos por Caves, Christensen y Diewert en 1982 (Chirinos & Urdaneta, 2007) y ampliados por Fare, Grosskopf y Zhang en 1994 (Brown & Domínguez, 2004). Esta técnica surge debido a que el DEA no puede distinguir entre los cambios en la eficiencia técnica relativa causados por los movimientos hacia o desde la frontera de eficiencia técnica en un año determinado y los cambios en esta frontera a través del tiempo (Flegg, Allen, Field, & Thurlow, 2003). Por ello, la productividad total de los factores (PTF) medida a través del índice Malmquist se redefine como el efecto neto de los cambios de la eficiencia técnica (o movimientos relativos a la frontera existente) y los cambios en la frontera de producción (o el cambio tecnológico) entre dos periodos de tiempo bajo el marco de múltiples entradas y múltiples salidas (Cooper, Seiford, & Tone, 2007).

Para la evaluación de la PTF a través del índice Malmquist debe especificarse la orientación del modelo: orientación al input u orientación al output. El índice Malmquist con orientación al input mide las diferencias de productividad como diferencias en el mínimo nivel de inputs que permite producir unos niveles de outputs determinados. Mientras que, el índice Malmquist con orientación al output mide las diferencias de productividad en términos del máximo nivel de producción dadas las cantidades de factores (Caves, Christensen, & Diewert, 1982).

El índice Malmquist mide el cambio de crecimiento de la PTF entre dos puntos de

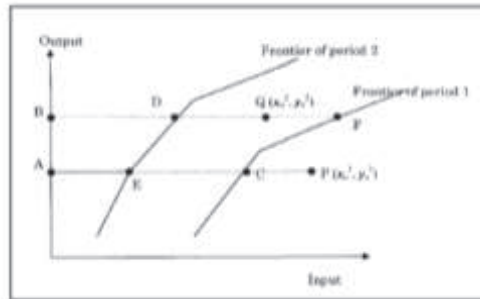
¹¹ Referida a cualquier tipo de organización, empresa, departamento, escuela, hospital, proceso productivo, etc.

datos: la tecnología del periodo t (observación) y la tecnología del otro periodo $t+1$ (Castano & Cabanda, 2007). Este índice, se descompone en eficiencia técnica (conocida como efecto *catch up*) y cambio tecnológico (*frontier shift*). El cambio en la eficiencia técnica (*catch up*) se refiere a la utilización de los recursos productivos de la manera más eficiente tecnológicamente; implica la producción máxima posible de un determinado conjunto de entradas. Por ello, el efecto *catch up* del periodo 2 con respecto al 1 es medido a través de la fórmula siguiente (Cooper, Seiford, & Tone, 2007):

$$Catch\ up = \frac{Eficiencia\ de\ (x_0, y_0)^2\ con\ respecto\ a\ la\ frontera\ del\ periodo\ 2}{Eficiencia\ de\ (x_0, y_0)^1\ con\ respecto\ a\ la\ frontera\ del\ periodo\ 1} \quad (1)$$

Un ejemplo sencillo en el caso de la tecnología de un solo input y un solo output se ilustra en la figura siguiente:

Figura 1. Catch up



Fuente: (Cooper, Seiford, & Tone, 2007).

El efecto *catch up* (orientación-input) puede ser calculado como:

$$Catch\ up = \frac{BD}{BQ} / \frac{AC}{AP} \quad (2)$$

Donde $(catch\ up) > 1$ indica progreso en la eficiencia técnica relativa del periodo 2 respecto al 1, mientras que $(catch-up) = 1$ y $(catch-up) < 1$ indican eficiencia técnica sin cambios y eficiencia técnica en retroceso, respectivamente. En este sentido, el primer componente del índice Malmquist hace referencia al cambio en la eficiencia técnica, cuyas mejoras se consideran evidencia del acercamiento de cada una de las DMUs a la frontera eficiente (Delgado & Álvarez, 2003).

El segundo componente del índice Malmquist hace referencia al cambio tecnológico (*frontier shift*), cuyas mejoras se consideran evidencia de innovación. La descomposición de dicho índice (en *catch up* y *frontier shift*) proporciona una forma alternativa de contrastar convergencia en el crecimiento de la productividad, así como identificar la innovación (Delgado & Álvarez, 2003).

En el caso de la figura 1, el efecto *frontier shift*, puede ser explicado como sigue: el punto de referencia C de $(x_0, y_0)^1$ se trasladó al punto E en la frontera del periodo 2. Así, el efecto *frontier shift* $(x_0, y_0)^1$ es evaluado por

$$\emptyset_1 = \frac{AC}{AE} \quad (3)$$

Esto es equivalente a

$$\emptyset_1 = \frac{\frac{AC}{AP}}{\frac{AE}{AP}} = \frac{\text{Eficiencia de } (x_0, y_0)^1 \text{ con respecto a la frontera del periodo 1}}{\text{Eficiencia de } (x_0, y_0)^1 \text{ con respecto a la frontera del periodo 2}} \quad (4)$$

Del mismo modo, el efecto *frontier shift* en $(x_0, y_0)^2$ es expresado por

$$\emptyset_2 = \frac{\frac{EF}{EQ}}{\frac{BD}{BQ}} = \frac{\text{Eficiencia de } (x_0, y_0)^2 \text{ con respecto a la frontera del periodo 1}}{\text{Eficiencia de } (x_0, y_0)^2 \text{ con respecto a la frontera del periodo 2}} \quad (5)$$

Usando \emptyset_1 y \emptyset_2 , se define el efecto *frontier shift* por su media geométrica:

$$\text{Frontier shift} = \emptyset = \sqrt{\emptyset_1 \emptyset_2}, \quad (6)$$

Donde

$$\emptyset_1 \emptyset_2 = \frac{AC}{AE} \cdot \frac{BF}{BD}$$

Así, $(\text{Frontier shift}) > 1$ indica progreso en la frontera tecnológica alrededor de la DMU_0 del periodo 2 respecto al 1, mientras que $(\text{Frontier shift}) = 1$ y $(\text{Frontier shift}) < 1$ indican el *status quo* y el retroceso en la frontera tecnológica, respectivamente. Entonces, el índice Malmquist (MI), formalmente, es medido como el producto de *catch up* y *frontier shift*:

$$MI = (\text{catch up})(\text{frontier shift}) \quad (7)$$

Así, combinando (4) y (5) con (2) se obtiene $MI = \frac{AP}{BQ} \sqrt{\frac{BF}{AC} \cdot \frac{BD}{AE}}$ donde el primer término representa el cambio relativo en el desempeño y el segundo representa el cambio relativo en la frontera utilizada para evaluar estos desempeños.

Cooper, Seiford y Tone (2007) desarrollaron las medidas numéricas para lo cual emplean la siguiente notación para el resultado de eficiencia técnica de DMU $(x_0, y_0)^{t_1}$ medido por la frontera tecnológica t_2 .¹²

$$\delta^{t_2}((x_0, y_0)^{t_1}) (t_1 = 1, 2 \text{ y } t_2 = 1, 2) \quad (8)$$

Usando esta notación, el efecto catch up (C) en (1) puede ser expresado como:

$$C = \frac{\delta^2((x_0, y_0)^2)}{\delta^1((x_0, y_0)^1)} \quad (9)$$

El efecto frontier shift, F, en (6) es representado por:

$$F = \left[\frac{\delta^1((x_0, y_0)^1)}{\delta^2((x_0, y_0)^1)} * \frac{\delta^1((x_0, y_0)^2)}{\delta^2((x_0, y_0)^2)} \right]^{1/2} \quad (10)$$

Con el producto de C y F se obtiene la siguiente fórmula para el cálculo del índice Malmquist:

$$\text{Malmquist: } MI = \left[\frac{\delta^1((x_0, y_0)^2)}{\delta^1((x_0, y_0)^1)} * \frac{\delta^2((x_0, y_0)^2)}{\delta^2((x_0, y_0)^1)} \right]^{1/2} \quad (11)$$

Esta última expresión da otra interpretación del MI como la media geométrica de los dos cocientes de eficiencia técnica: uno es el cambio de la eficiencia técnica medido por la tecnología del periodo 1 y, el otro, el cambio de la eficiencia técnica medido por la tecnología del periodo 2. Como puede verse, el MI consta de cuatro términos: $\delta^1((x_0, y_0)^1)$, $\delta^2((x_0, y_0)^2)$, $\delta^1((x_0, y_0)^2)$ y $\delta^2((x_0, y_0)^1)$. Los dos primeros están relacionados con las mediciones en el mismo periodo de tiempo ($t=1$ o $t=2$), mientras que los dos últimos son para la comparación intertemporal. El $MI > 1$ indica progreso en la productividad total de los factores de la DMU₀ del periodo 2 respecto al 1, mientras que $MI = 1$ y $MI < 1$ indican el status quo y el deterioro en la productividad total de los factores, respectivamente.

En otras palabras, el índice Malmquist será igual a 1 si no existe ningún efecto neto de cambios (en la eficiencia técnica y en la frontera tecnológica), superior a 1 si la productividad está aumentando e inferior a 1 en caso contrario. En este sentido, el índice propuesto por Malmquist (1953) constituye un punto de referencia para todos los trabajos que pretenden analizar el cambio productivo experimentado por cualquier unidad que transforme recursos.

III. La eficiencia técnica, el cambio tecnológico y la productividad total de los factores de las unidades académicas de la UMSNH a través del índice Malmquist.

El presente trabajo utiliza el índice de productividad Malmquist basado en el DEA

¹² Las fronteras tecnológicas en los periodos 1 y 2 son representadas por los símbolos δ^1 y δ^2 , respectivamente.

para medir la eficiencia técnica y el cambio tecnológico (a través del tiempo) de las unidades académicas de nivel superior de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) durante el periodo 2004-2014. Para el cálculo de los respectivos índices Malmquist se utilizó el programa EMS (Efficiency Measurement System) de HolgerScheel en su versión 1.3.0.

El modelo es con orientación hacia el output; se asume que dada la cantidad de insumos, las unidades académicas de nivel superior (DMUs) de la UMSNH persiguen la maximización de sus productos. Se elige la opción de maximización del output (frente al alternativo de minimización del input) siguiendo trabajos como los de Agasisti & Johnes (2009), Worthington & Lee (2008), Grosskopf & Moutray (2001), Castano & Cabanda (2007), entre otros. Estos autores han realizado evaluaciones de la eficiencia técnica del sector educativo de distintos países, resaltando con ello que, por lo general, este sector con algunas restricciones económicas, sociales y políticas, siempre pretende maximizar sus productos.

Debido a la disponibilidad de información con la que cuentan las dependencias administrativas de la UMSNH, el conjunto de inputs necesarios para obtener los outputs de cada DMU está integrado por: el número total de personal académico; el número total de personal no académico (o administrativo); y, el número total de estudiantes matriculados; mientras que, el conjunto de outputs lo conforma: el número de egresados y el número de grados (títulos) otorgados. Dichos inputs y outputs se encuentran disponibles sólo para los ciclos escolares 2004/2005, 2005/2006, 2006/2007, 2007/2008, 2008/2009, 2009/2010, 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013 y 2013/2014.¹³ En este sentido, las Unidades Académicas de la Universidad Michoacana analizadas corresponden con las DMUs que aparecen en la tabla 1, y los resultados se presentan en el siguiente apartado.

IV. Análisis de resultados

En este apartado se presentan los resultados del efecto catch up, el cambio tecnológico y la productividad total de los factores de las unidades académicas señaladas en la tabla 1. Primeramente, la eficiencia técnica de las unidades académicas de nivel superior de la UMSNH durante el periodo 2004-2014 presentó ligeros progresos (véase cuadro 1).

En el cuadro 1 se puede observar que en el periodo 2010/2011 la mayoría de las DMUs presentaron progreso o han mantenido constante su nivel de eficiencia técnica. Sin embargo, en el periodo 2012/2013 la mayoría de las DMUs presentó retroceso y sólo las DMU 12 y 15 presentaron progreso en su nivel de eficiencia técnica.

Asimismo, cabe destacar el comportamiento casi estable que presentó el nivel de

¹³ Por practicidad, se simboliza cada ciclo escolar únicamente con el año en que dio inicio, diferenciándose los ciclos escolares de los periodos. Los periodos abarcan dos ciclos escolares. Por ello, cuando se habla de periodos (2004/2005, por ejemplo) no se debe perder de vista que se trata de dos ciclos escolares (2004/2005 y 2005/2006). Los datos fueron proporcionados por la Secretaría Académica, la Dirección de Control Escolar y el Departamento de Estadística de la Comisión de Planeación Universitaria a través de la Coordinación de Transparencia Universitaria de la propia Universidad Michoacana.

Tabla 1. Unidades académicas de la UMSNH analizadas, 2004-2014

DMU	Unidad Académica
DMU 1	Facultad de Historia
DMU 2	Facultad de Filosofía "Dr. Samuel Ramos Magaña"
DMU 3	Facultad de Lengua y Literaturas Hispánicas
DMU 4	Facultad de Bellas Artes
DMU 5	Facultad de Derecho y Ciencias Sociales
DMU 6	Facultad de Arquitectura
DMU 7	Facultad de Economía "Vasco de Quiroga"
DMU 8	Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas
DMU 9	Facultad de Biología
DMU 10	Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
DMU 11	Facultad de Ingeniería Civil
DMU 12	Facultad de Ingeniería Mecánica
DMU 13	Facultad de Ingeniería Química
DMU 14	Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera
DMU 15	Facultad de Odontología
DMU 16	Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas "Dr. Ignacio Chávez"
DMU 17	Facultad de Psicología
DMU 18	Facultad de Químico Farmacobiología
DMU 19	Facultad de Enfermería
DMU 20	Escuela de Ciencias Agropecuarias
DMU 21	Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez" (Uruapan)

Fuente: Elaboración propia.

eficiencia técnica de la DMU 18, ya que dichos niveles durante todo el periodo 2004-2014 se mantuvieron en la unidad, exceptuando el periodo 2004/2005 que presentó retroceso. En promedio, se puede señalar que poco más de la mitad de las DMUs analizadas presentó progreso, ya que sus índices de eficiencia técnica promedio fueron mayores a la unidad. Dentro de este grupo mayoritario, las DMUs 12 y 14 fueron las mejor evaluadas. Sus índices de nivel de eficiencia técnica fueron de 1.16 y 1.17, respectivamente. De manera general, el 76.19% de las DMUs analizadas tuvieron progreso o cuando menos mantuvieron constante su nivel de eficiencia técnica (catch up). Sin embargo dicha evolución positiva fue poco significativa, ya que el índice de la unidad académica (DMU) que tuvo el progreso más alto sólo se encontró 0.17 por encima de la unidad.

Con relación a los desplazamientos en la frontera tecnológica de las mismas unidades académicas de nivel superior de la UMSNH y durante el mismo periodo, se puede indicar que poco más de la mitad de las DMUs presento mínimo progreso (véase cuadro 2).

Del cuadro 2 destacan dos periodos. Por un lado, el periodo 2004/2005 cuyas DMUs,

Cuadro 1. Catch up unidades académicas de la UMSNH, 2004-2014

DMU	Periodo										Promedio
	2004/ 2005	2005/ 2006	2006/ 2007	2007/ 2008	2008/ 2009	2009/ 2010	2010/ 2011	2011/ 2012	2012/ 2013	2013/ 2014	
DMU 1	1.23	0.90	0.99	0.91	1.05	0.67	1.98	0.50	1.00	1.00	1.02
DMU 2	1.31	0.82	0.49	1.61	1.24	0.88	1.10	0.94	0.55	1.14	1.01
DMU 3	1.46	0.35	0.95	0.98	1.25	1.10	1.28	0.84	0.79	0.87	0.99
DMU 4	0.92	0.49	1.16	1.20	0.95	1.29	0.98	2.54	0.26	1.16	1.09
DMU 5	1.05	0.95	1.07	0.94	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
DMU 6	0.75	1.18	1.19	1.02	0.88	1.12	0.69	1.00	1.00	1.11	0.99
DMU 7	0.75	1.33	1.55	0.77	1.36	0.88	1.18	1.02	0.57	0.85	1.03
DMU 8	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.03	0.97	1.00	1.00
DMU 9	1.26	0.82	0.91	0.92	0.72	1.34	1.54	0.61	0.82	0.97	0.99
DMU 10	1.00	1.36	1.14	0.76	1.33	1.47	1.14	0.75	0.80	1.02	1.08
DMU 11	0.76	1.09	1.88	0.90	0.88	0.80	1.01	0.88	0.95	1.22	1.04
DMU 12	1.16	1.10	0.93	1.56	0.56	2.55	0.64	1.05	1.01	1.08	1.16
DMU 13	0.87	0.97	2.07	0.60	0.93	1.10	1.14	0.66	0.72	1.17	1.02
DMU 14	1.00	1.00	1.76	0.62	1.16	1.38	2.51	0.97	0.77	0.52	1.17
DMU 15	1.21	0.84	0.99	1.02	1.10	1.15	1.26	0.62	1.60	0.73	1.05
DMU 16	1.07	0.94	1.28	0.78	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01
DMU 17	1.16	1.06	0.86	1.14	0.94	0.88	1.43	0.84	0.93	0.95	1.02
DMU 18	0.89	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99
DMU 19	1.23	0.71	1.00	1.00	1.00	1.00	1.11	2.79	0.42	0.78	1.10
DMU 20	0.83	0.60	1.24	0.84	1.17	1.79	2.20	0.19	0.97	1.56	1.14
DMU 21	1.63	0.61	0.96	1.01	1.15	0.82	1.25	0.67	0.77	1.00	0.99

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Para la lectura del presente cuadro (cuadro 1) se debe revisar la correspondencia descrita en la tabla 1.

en su mayoría, presentaron retroceso; por otro lado, el periodo 2011/2012 fue el periodo cuyo progreso se hizo presente casi en el total de las DMUs analizadas. En el primer caso, sólo la DMU 7 presentó progreso, el valor de su índice fue de 1.09; mientras que, en el segundo caso, sólo la DMU 6 tuvo retroceso en su frontera de producción. Tomando como referencia el promedio de las DMUs, se puede señalar que poco más de la mitad de las DMUs analizadas presentó progreso o se mantuvieron constantes en su frontera tecnológica, es decir, sus índices frontier shift fueron mayores o iguales a la unidad. Asimismo, se pudo identificar que la DMU mejor evaluada tuvo un índice de 1.04 y, la DMU peor evaluada tuvo un índice de 0.96 en su frontera tecnológica. En general, el nivel superior de la UMSNH ha tenido una evolución poco significativa en cuanto a sus niveles de frontier shift en el periodo 2004-2014 y el 57.14% de las DMUs analizadas tuvieron progreso o cuando menos mantuvieron constante su cambio tecnológico.

Finalmente, el análisis de la Productividad Total de los Factores (PTF) de las

Cuadro 2. Frontier shift unidades académicas de la UMSNH, 2004-2014

DMU	Periodo										Promedio
	2004/ 2005	2005/ 2006	2006/ 2007	2007/ 2008	2008/ 2009	2009/ 2010	2010/ 2011	2011/ 2012	2012/ 2013	2013/ 2014	
DMU 1	0.68	1.14	1.01	0.94	0.82	1.06	0.85	1.40	1.05	1.00	1.00
DMU 2	0.56	1.38	1.03	0.89	0.94	0.80	1.03	1.30	1.29	1.00	1.02
DMU 3	0.72	1.43	0.93	0.95	0.88	1.01	0.89	1.36	1.21	1.01	1.04
DMU 4	0.56	1.38	1.02	0.86	0.89	0.94	1.13	1.59	1.00	1.01	1.04
DMU 5	0.87	1.14	0.95	0.98	1.00	1.00	0.99	1.11	0.95	0.96	1.00
DMU 6	0.84	1.11	0.90	0.92	1.10	1.01	1.00	0.89	1.00	0.96	0.98
DMU 7	1.09	1.00	0.99	0.95	0.86	1.19	0.78	1.39	1.23	0.95	1.04
DMU 8	1.00	0.99	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.00	0.95	0.99
DMU 9	0.70	1.27	0.94	0.94	0.95	0.96	0.76	1.67	1.11	0.99	1.03
DMU 10	0.92	0.86	0.95	0.95	0.91	0.74	0.79	1.88	1.14	0.96	1.01
DMU 11	0.91	1.06	0.79	1.13	1.02	1.06	0.85	1.25	0.91	0.93	0.99
DMU 12	0.70	0.93	1.01	0.96	1.02	0.88	0.85	1.55	0.94	0.94	0.98
DMU 13	0.90	0.77	0.70	1.00	0.95	0.86	0.75	1.65	1.07	0.95	0.96
DMU 14	1.00	0.78	1.05	0.97	0.93	0.77	0.82	1.37	1.22	1.01	0.99
DMU 15	0.91	1.08	0.92	1.04	0.95	0.88	0.72	1.54	0.91	0.87	0.98
DMU 16	0.97	0.88	0.88	1.01	1.00	1.00	0.97	1.31	1.00	1.00	1.00
DMU 17	0.83	1.27	0.91	1.06	0.94	1.01	0.92	1.38	0.93	0.95	1.02
DMU 18	0.95	0.98	0.96	1.12	0.90	1.00	1.01	1.00	1.00	0.97	0.99
DMU 19	0.82	1.23	1.00	1.00	1.12	1.00	0.93	1.09	0.88	0.95	1.00
DMU 20	0.57	0.99	0.85	0.94	1.02	0.77	1.07	1.38	1.26	1.01	0.99
DMU 21	0.62	1.38	0.90	1.04	0.77	1.10	0.79	1.72	0.97	0.86	1.02

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Para la lectura del presente cuadro (cuadro 2) se debe revisar la correspondencia descrita en la tabla 1.

unidades académicas, presentadas en la tabla 1, señala que un poco más de la mitad (el 52.38%) presentó progreso. También dicho análisis muestra que el 71.15% de las DMUs del periodo 2012/2013 presentan retroceso, debido a que sus índices están por debajo de la unidad y el resto, 28.58%, ha tenido progreso o al menos ha mantenido constante su nivel de PTF. Caso contrario es el presentado por el periodo 2011/2012 en el cual la mayoría de las DMUs tuvieron progreso. Las DMUs que, en promedio, durante el periodo 2004-2014, tuvieron una PTF creciente fueron las DMUs 4, 7, 10, 11, 12, 14, 16, 17, 19 y 20. Siendo de entre ellas, la DMU 4 la mejor evaluada (con valor de 1.20). Cabe resaltar que la unidad académica que se mantuvo sin cambios en su PTF fue la DMU 15. Por otra parte, la DMU que presentó el retroceso más significativo fue la DMU 13, la cual fue evaluada como la peor por obtener el índice de PTF más bajo, 0.92. De manera global y, respecto a la Productividad Total de los Factores, el 47.61% de las unidades académicas de nivel superior de la UMSNH tuvieron progreso, otro 47.61% tuvo retroceso y únicamente el 4.76% se mantuvo sin cambios en el periodo 2004-2014. (Véase cuadro 3).

Cuadro 3. Índice Malmquist unidades académicas de la UMSNH, 2004-2014

DMU	Periodo										Promedio
	2004/ 2005	2005/ 2006	2006/ 2007	2007/ 2008	2008/ 2009	2009/ 2010	2010/ 2011	2011/ 2012	2012/ 2013	2013/ 2014	
DMU 1	0.84	1.02	1.01	0.86	0.87	0.70	1.69	0.71	1.05	1.00	0.97
DMU 2	0.73	1.13	0.51	1.44	1.17	0.70	1.13	1.22	0.71	1.14	0.99
DMU 3	1.05	0.50	0.89	0.93	1.10	1.11	1.14	1.13	0.95	0.88	0.97
DMU 4	0.52	0.68	1.19	1.03	0.84	1.21	1.10	4.03	0.26	1.17	1.20
DMU 5	0.92	1.08	1.01	0.92	1.00	1.00	0.99	1.11	0.95	0.96	0.99
DMU 6	0.63	1.32	1.07	0.95	0.98	1.14	0.69	0.89	1.00	1.07	0.97
DMU 7	0.82	1.33	1.54	0.73	1.17	1.04	0.92	1.42	0.70	0.81	1.05
DMU 8	1.00	0.99	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	1.04	0.97	0.95	0.99
DMU 9	0.88	1.04	0.86	0.87	0.69	1.28	1.17	1.02	0.91	0.96	0.97
DMU 10	0.92	1.16	1.08	0.72	1.22	1.08	0.91	1.42	0.91	0.98	1.04
DMU 11	0.70	1.15	1.49	1.02	0.90	0.85	0.86	1.10	0.86	1.13	1.01
DMU 12	0.81	1.02	0.94	1.50	0.58	2.25	0.54	1.62	0.95	1.01	1.12
DMU 13	0.79	0.74	1.45	0.60	0.88	0.94	0.85	1.09	0.77	1.11	0.92
DMU 14	1.00	0.78	1.85	0.60	1.07	1.06	2.05	1.33	0.94	0.53	1.12
DMU 15	1.09	0.90	0.91	1.06	1.05	1.02	0.90	0.95	1.46	0.63	1.00
DMU 16	1.03	0.83	1.13	0.79	1.00	1.00	0.97	1.31	1.00	1.00	1.01
DMU 17	0.96	1.35	0.78	1.20	0.88	0.89	1.32	1.15	0.86	0.90	1.03
DMU 18	0.84	0.98	0.96	1.12	0.90	1.00	1.01	1.00	1.00	0.97	0.98
DMU 19	1.01	0.88	1.00	1.00	1.12	1.00	1.03	3.04	0.38	0.74	1.12
DMU 20	0.48	0.59	1.06	0.79	1.19	1.38	2.36	0.25	1.22	1.57	1.09
DMU 21	1.01	0.84	0.87	1.05	0.89	0.90	0.99	1.15	0.75	0.86	0.93

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Para la lectura del presente cuadro (cuadro 3) se debe revisar la correspondencia descrita en la tabla 1.

Conclusiones

Los principales objetivos de las universidades son: adquirir, construir y transferir el conocimiento. Como instituciones de aprendizaje, buscan desarrollar y transferir innovación tecnológica, realizar aportes a los sistemas políticos vigentes, además de ofrecer avances y capacitación a la fuerza de trabajo, con el fin de favorecer el crecimiento económico. Por tanto, las universidades (públicas), al igual que otras organizaciones (públicas y privadas), pueden ser consideradas como entes sociales que se insertan dentro de un entorno amplio, que las obliga a adaptarse a las importantes transformaciones económicas y sociales predominantes. Así, la creciente preocupación por las cuestiones relativas a la calidad de los servicios que brinda el sector educativo público ha dado lugar a que su desempeño (eficiencia técnica) se evalué constantemente, valiéndose del empleo de diversas técnicas, tal es el caso del método de frontera no paramétrico

conocido como análisis envolvente de datos (DEA), que mide la eficiencia técnica de las DMUs, y el índice Malmquist, que calcula la productividad total de los factores (eficiencia técnica y cambio tecnológico).

El DEA mide el desempeño de las DMUs de forma estática (calcula la eficiencia técnica en un momento determinado) y el índice Malmquist lo hace de manera dinámica (calcula la PTF a través del tiempo). En este sentido, el presente trabajo, utilizando el índice Malmquist, se ha centrado en determinar la Productividad Total de los Factores y sus componentes (eficiencia técnica y cambio tecnológico) de las unidades académicas de nivel superior de la Universidad Michoacana, en el periodo 2004-2014. Dicho índice, es un modelo de frontera no paramétrico que mide los cambios, relativos y simultáneos, de la eficiencia técnica y el cambio tecnológico de las unidades tomadoras de decisión, DMUs, a través del tiempo. Cambios que pueden ser determinados a partir de dos factores: 1) un cambio en la eficiencia técnica de una unidad individual (DMU), y 2) un desplazamiento de la frontera de producción misma. Dicha frontera se considera eficiente debido a que se construye a partir de una frontera de producción determinada por la existencia de al menos una DMU eficiente.

A partir de la información disponible, se realizó el análisis del desempeño de la Productividad Total de los Factores de 21 unidades académicas de nivel superior de la Universidad Michoacana a través del índice Malmquist obteniéndose los siguientes resultados: con relación a la *eficiencia técnica*, los resultados indican que el 76.19% de la totalidad de unidades académicas (16 de 21 DMUs) presentó progreso o cuando menos mantuvo constante su nivel de eficiencia técnica (catch up). Dentro de las DMUs que presentaron este comportamiento destacan la Facultad de Ingeniería Mecánica (DMU 12) y la Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera (DMU 14) por ser las mejor evaluadas, sus índices son de 1.16 y 1.17, respectivamente. La Facultad de Derecho y Ciencias Sociales (DMU 5) y la Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas (DMU 8) son las dos unidades académicas que, en promedio, mantuvieron sin cambio alguno su nivel de eficiencia técnica durante todo el periodo analizado.

Por otra parte, el 23.80% de las DMUs (5 de 21) presentaron retroceso en su nivel de eficiencia técnica, debido a que los valores obtenidos están por debajo de la unidad. Sin embargo, dicho retroceso fue mínimo ya que sus índices fueron del 0.99. Respecto a la *frontera tecnológica*, los resultados señalan que dicha frontera tuvo progreso en la Facultad de Filosofía “Dr. Samuel Ramos Magaña” (DMU 2), en la Facultad de Lengua y Literaturas Hispánicas (DMU 3), en la Facultad de Bellas Artes (DMU 4), en la Facultad de Economía “Vasco de Quiroga (DMU 7), en la Facultad de Biología (DMU 9), en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (DMU 10), en Facultad de Psicología (DMU 17) y en la Facultad de Agrobiología “Presidente Juárez” (DMU 21), representando de forma conjunta el 57.14% de las DMUs evaluadas.

En contraste, la frontera tecnológica tuvo retroceso en las unidades académicas siguientes: la Facultad de Arquitectura (DMU 6), la Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas (DMU 8), la Facultad de Ingeniería Civil (DMU 11), la Facultad de Ingeniería Mecánica (DMU 12), la Facultad de Ingeniería Química (DMU 13), la

Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera (DMU 14), la Facultad de Odontología (DMU 15), la Facultad de Químico Farmacobiología (DMU 18) y la Escuela de Ciencias Agropecuarias (DMU 20), que representan el 42.85 % de las DMUs evaluadas. Por su parte, la Facultad de Historia (DMU 1), la Facultad de Derecho y Ciencias Sociales (DMU 5), la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas “Dr. Ignacio Chávez” (DMU 16) y la Facultad de Enfermería (DMU 19) mantuvieron sin cambios su frontera tecnológica.

Con relación a la *Productividad Total de los Factores* de las unidades académicas analizadas se puede señalar que un poco más de la mitad (52.38%) ha tenido progreso o al menos se ha mantenido constante durante el periodo 2004-2014. Dentro de las DMUs que presentan un comportamiento positivo destaca la DMU 4 (Facultad de Bellas Artes) por tener una PTF de 1.20, colocándose como la mejor evaluada. Es decir, dicha DMU genera el mayor número de egresados y títulos otorgados con los insumos (inputs) utilizados. Por otro lado, sólo se cuenta con la Facultad de Odontología (DMU 15) que, en promedio, tuvo un comportamiento constante en su índice Malmquist, es decir, no aumento ni disminuyó su PTF durante el periodo de análisis.

Se señala, también, que las DMUs que tuvieron retroceso en su PTF corresponde al 47.61% y que las unidades académicas que conforman tal porcentaje son: la Facultad de Historia (DMU 1), la Facultad de Filosofía “Dr. Samuel Ramos Magaña” (DMU 2), la Facultad de Lengua y Literaturas Hispánicas (DMU 3), la Facultad de Derecho y Ciencias Sociales (DMU 5), la Facultad de Arquitectura (DMU 6), la Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas (DMU 8), la Facultad de Biología (DMU 9), la Facultad de Ingeniería Química (DMU 13), la Facultad de Químico Farmacobiología (DMU 18) y la Facultad de Agrobiología “Presidente Juárez” (DMU 21).

Tomando como referencia los resultados anteriormente descritos y teniendo en cuenta que casi la mitad de las DMUs evaluadas presentaron retroceso en su PTF, se sugiere que la Facultad de Historia, la Facultad de Lengua y Literaturas Hispánicas, la Facultad de Arquitectura, la Facultad de Biología, la Facultad de Filosofía “Dr. Samuel Ramos Magaña”, la Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas, la Facultad de Ingeniería Química y la Facultad de Agrobiología “Presidente Juárez” (Uruapan) incrementen sus productos (número de egresados y número de grados o títulos otorgados) a fin de elevar el valor de su índice Malmquist. Con dicho incremento, se evitarán retrocesos, se mejorará o se mantendrá en status quo su productividad total de los factores.

Bibliografía

- Agasisti, T., & Johnes, G. (2009). Beyond frontiers: comparing the efficiency of higher education decision-making units across more than one country. *Education Economics*, 59-79.
- Athanassopoulos, A. D., & Shale, E. (1997). Assessing the Comparative Efficiency of Higher Education Institutions in the UK by Means of Data Envelopment Analysis. *Education Economics*, 117-134.

- Brown, F. G., & Domínguez, L. V. (2004). Evolución de la Productividad en la Industria Mexicana: Una Aplicación con el Método de Malmquist. *Investigación Económica*. No. 249, 75-100.
- Caro, G. V., & Ibarguen, V. M. (2003). Análisis por Envoltura de Datos (DEA). En V. M. Ibarguen, C. Padilla, L. Centanaro, & G. V. Caro, *Productividad y eficiencia técnica en la empresa: un enfoque práctico* (págs. 69-118). Colombia: Universidad de Cartagena.
- Castano, M. C., & Cabanda, E. C. (2007). Performance evaluation of the efficiency of Philippine Private Higher Educational Institutions: application of frontier approaches. *International transactions in operational research* 14, 431-444.
- Caves, D. W., Christensen, L. R., & Diewert, W. E. (1982). The economic theory of index numbers and the measurement of input, output, and productivity. *The Journal of the Econometric Society*. Vol. 50. N. 6, 1392-1414.
- Chirinos, G. A., & Urdaneta, M. (2007). Medición de la Eficiencia técnica en el Sector Avícola mediante índices de Malmquist. *AGROALIMENTARIA*. N° 25.95-107.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2007). *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*. Springer.
- Delgado, M. J., & Alvarez, I. A. (2003). Comparación de la eficiencia técnica de los sectores productivos regionales: 1980-1995. *Documento de trabajo ICAE 0305, Universidad Complutense de Madrid*.
- Flegg, A., Allen, D., Field, K., & Thurlow, T. (2003). Measuring the Efficiency and Productivity of British Universities: An Application of DEA and the Malmquist Approach. 1-41.
- Giménez, V. G. (2001). La medida de la eficiencia técnica operativa de unidades de negocio mediante los modelos DEA. Una aplicación al sector de la restauración moderna. *Universitat Autònoma de Barcelona*.
- Giménez, V. M. (2011). Análisis de la eficiencia técnica en las organizaciones. Morelia, Michoacán, México.
- Glass, J. C., McCallion, G., McKillop, D. G., Rasaratnam, S., & Stringer, K. S. (2006). Implications of variant efficiency measures for policy evaluations in UK higher education. *Socio-Economic Planning Sciences* 40, 119-142.
- Grosskopf, S., & Moutray, C. (2001). Evaluating performance in Chicago public high schools in the wake of decentralization. *Economics of Education Review* 20, 1-14.
- Heyne, P. (1998). *Conceptos de Economía: el mundo según los economistas*. Pearson Prentice Hall.
- Ibarguen, V. M., Padilla, C., & Centanaro, L. (2003). Productividad de valor agregado. En V. M. Ibarguen, C. Padilla, L. Centanaro, & G. V. Caro, *Productividad y eficiencia técnica en la empresa: un enfoque práctico* (págs. 15-38). Colombia: Universidad de Cartagena.
- INEGI. (2003). *El ABC de los Indicadores de la Productividad*. México: INEGI.
- Johnes, J. (2006). Data envelopment analysis and its application to the measurement of efficiency in higher education. *Economics of Education Review* 25, 273-288.
- Katharakis, M., & Katharakis, G. (2010). A comparative assessment of Greek universities' efficiency using quantitative analysis. *International Journal of Educational Research* 49, 115-128.

- Keat, P. G., & Young, P. K. (2004). *Economía de la Empresa*. México: Pearson Educación.
- Kuah, C. T., & Wong, K. Y. (2011). Efficiency assessment of universities through data envelopment analysis. *Procedia Computer Science*, 499-506.
- Mochón, F. (2010). *Principios de Economía*. Mc Graw Hill.
- Periódico Oficial de Michoacán. (2004). Presupuesto de Egresos del Gobierno del Estado de Michoacán para el Ejercicio Fiscal del Año 2004. Periódico de Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo. Fundado en 1867.
- Periódico Oficial de Michoacán. (2005). Presupuesto de Egresos del Gobierno del Estado de Michoacán para el Ejercicio Fiscal del Año 2005. Periódico de Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo. Fundado en 1867.
- Periódico Oficial de Michoacán. (2014). Presupuesto de Egresos del Gobierno del Estado de Michoacán para el Ejercicio Fiscal del Año 2014. Periódico de Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo. Fundado en 1867.
- Samuelson, P. A., Nordhaus, W. D., Cantú, J. d., & Guajardo, R. C. (2005). *Microeconomía con aplicaciones a Latinoamérica*. México: Mc. Graw Hill.
- Secretaría de Educación Pública. (2005). *Sistema Educativo de los Estados Unidos Mexicanos, principales cifras, ciclo escolar 2004-2005*. México.
- Secretaría de Educación Pública. (2014). *Sistema Educativo de los Estados Unidos Mexicanos, principales cifras, ciclo escolar 2013-2014*. México.
- Silvio, J. (1998). La virtualización de la educación superior: alcances, posibilidades y limitaciones. *Educación Superior y Sociedad* Vol. 9 N° 1, 27-50.
- Sumanth, D. J. (1990). *Ingeniería y administración de la productividad: medición, evaluación, planeación y mejoramiento de la productividad en las organizaciones de manufactura y servicio*. McGraw-Hill.
- Trillo, D. (1999). El análisis envolvente de datos como técnica de evaluación de la eficiencia técnica de las universidades: una aplicación a la Universidad Politécnica de Cataluña. *VI Encuentro de Economía Pública* (págs. 1-14). Oviedo: s.l: s.n.
- UNESCO. (01 de Marzo de 1994). Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Recuperado el 18 de Abril de 2012, de UNESCO.ORG: <http://www.unesco.org/new/es/education/themes/strengthening-education-systems/higher-education/reform-and-innovation/>
- Worthington, A. C., & Lee, B. L. (2008). Efficiency, technology and productivity change in Australian universities, 1998–2003. *Economics of Education Review* 27, 285–298.