

Estimación de la eficiencia técnica relativa en la educación superior: el caso de los trece departamentos del Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas de la Universidad de Guadalajara (2001)

JOSÉ HÉCTOR CORTÉS FREGOSO¹
MARTIN G. ROMERO MORETT²

Resumen

Sobre la base de la aplicación del análisis de datos envolvente (ADE), en el presente estudio se estiman las puntuaciones de eficiencia relativa de los trece departamentos académicos del Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas (CUCEA) de la Universidad de Guadalajara (UdeG). El ADE es una técnica no paramétrica y determinista fundamentada en la programación lineal (PL) y en la teoría microeconómica de la producción. Al aplicar este método es posible construir una frontera de

Fecha de recepción: 18 de mayo de 2019. Fecha de aceptación: 19 de junio de 2019.

1 Licenciado en Economía (Universidad de Guadalajara), maestría en Educación (Universidad Autónoma de Guadalajara), doctor en Economía (University of Texas–Austin) y C.D. en Educación (Universidad Autónoma de Guadalajara). Profesor e investigador de tiempo completo titular C. Departamento de Economía y Departamento de Métodos Cuantitativos. Miembro del cuerpo académico núm. 116 “Teoría económica y desarrollo sustentable”. Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas (CUCEA). Universidad de Guadalajara. Correo electrónico: cortesfregoso@hotmail.com. Tel. 37703300 Ext. 25293.

2 Profesor e investigador de tiempo completo titular C. Departamento de Economía. Miembro del cuerpo académico núm. 116 “Teoría económica y desarrollo sustentable”. Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas (CUCEA). Universidad de Guadalajara. Correo electrónico: mromeromoret@hotmail.com. Tel. 37703300 Ext. 25213.

eficiencia y señalar aquellos departamentos académicos que están operando relativamente de forma ineficiente.

Posteriormente, se lleva a cabo un análisis individual de cada departamento académico para determinar cuáles son las causas de tales ineficiencias, se establecen los planes de acción para la mejora potencial, se determinan los grupos de referencia para dichas unidades ineficientes y, finalmente, se calcula el porcentaje de contribución de cada insumo y producto. Se trata de puntuaciones útiles para conocer qué variables han resultado más determinantes en la medición del desempeño de cada unidad decisora (UDE).

Palabras clave: eficiencia técnica relativa, programación lineal, función de producción, insumos, productos, departamento académico, IES, ADE

Clasificación JEL: A22, C10, C40, I22

ESTIMATION OF RELATIVE TECHNICAL EFFICIENCY IN HIGHER EDUCATION:
THE CASE OF THIRTEEN DEPARTMENTS OF THE UNIVERSITY CENTER OF
ECONOMIC ADMINISTRATIVE SCIENCES OF THE UNIVERSITY
OF GUADALAJARA (2001)

Abstract

Based on the application of the envelope data analysis (ADE), in this study the relative efficiency scores of the 13 academic departments of the University Center for Administrative Economic Sciences (CUCEA) of the University of Guadalajara (UdeG) are estimated. The ADE is a non-parametric and deterministic technique based on linear programming (PL) and microeconomic theory of production. By applying this method it is possible to build an efficiency frontier and identify those academic departments that are operating relatively inefficiently.

Subsequently, an individual analysis of each academic department is carried out to determine what are the causes of such inefficiencies, the action plans for the potential improvement are established, the reference groups for these inefficient units are determined and, finally, it is calculated the percentage of contribution of each input and product. These are useful scores to know which variables have been most decisive in measuring the performance of each decision unit (UDE).

Key words: relative technical efficiency, linear programming, production function, inputs, products, academic department, HEI, ADE

Introducción

El análisis de datos envolvente (ADE) es una herramienta cuantitativa muy eficaz para el análisis de la eficiencia técnica relativa (ETR) de unidad decisora (UDE), lucrativas y no lucrativas, cuyo proceso de producción es de naturaleza multiinsumo y multipro-

ducto, como es el caso de una gran variedad de instituciones y organismos del sector público, en general, y del sistema educativo y la educación superior, en particular. La aplicación empírica del modelo ADE clasifica las unidades productivas en eficientes e ineficientes, con respecto al resto del grupo total analizado.

El modelo del ADE constituye un instrumento muy útil en el análisis de organizaciones cuyo proceso productivo es de naturaleza multivariable: múltiples insumos y múltiples productos, como es el caso de la enseñanza universitaria. Desde un punto de vista operativo, sus principales ventajas giran en torno a que no es necesario plantear ningún tipo de hipótesis sobre la especificación de la función de producción o de costos con que operan las UDE evaluadas; además, existe la posibilidad de realizar un análisis post óptimo de la solución identificando los elementos y factores generadores de ineficiencia técnica.

Los recursos económicos destinados al financiamiento de la educación superior pública han experimentado un crecimiento que algunas instituciones de educación superior (IES) perciben como insuficientes. Parece que, ante el crecimiento de la demanda de educación superior, y ante las discusiones recurrentes sobre el financiamiento de las universidades públicas, resulta cada vez más pertinente analizar cuán eficiente es el proceso de asignación de tales recursos económicos. La naturaleza de la evaluación de la universidad pública se dirige al análisis de un proceso muy complejo. A pesar de la complejidad que implica la evaluación de los aspectos económicos ligados a la enseñanza y el aprendizaje universitarios, no hay duda de que se trata de una tarea que es preciso abordar, aun cuando toda evolución suponga prescindir de los aspectos intangibles asociados a la docencia, la discencia y la investigación.

De lo anterior surgen algunas preguntas de investigación como las que se plantean a continuación, en relación con el quehacer académico de los trece departamentos académicos que constituyen la estructura administrativa del Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas (CUCEA) de la Universidad de Guadalajara (UdeG).

¿El presupuesto departamental se asigna de manera eficiente? ¿Qué departamentos están operando relativamente en forma eficiente? ¿Qué departamentos están operando relativamente en forma ineficiente? ¿En qué áreas y en qué porcentajes se pueden mejorar los departamentos ineficientes? Globalmente, ¿qué porcentajes de mejoras presentan las variables de docencia y las variables de investigación? De acuerdo con los resultados obtenidos para cada departamento, ¿existen departamentos que, de acuerdo con la cantidad actual disponible de insumos, no obtienen la cantidad de producto que corresponde?

Breves antecedentes

La teoría microeconómica sobre las técnicas de producción (función de producción) para estimar la frontera del conjunto de posibilidades de producción, así como las eficiencias correspondientes a las empresas (UDE) de dicho conjunto, se remonta a los años cincuenta, con el trabajo pionero realizado por Farrell (1957); posteriormente, Charnes, Cooper y Rhodes (1978, 1981) desarrollan formalmente el modelo ADE, que

da inicio a la teoría moderna del análisis de frontera basado en la programación matemática. Así, el ADE se convierte en un método no paramétrico y determinístico para estimar la frontera de producción eficiente.

Con el apoyo de la programación matemática, autores como Seiford y Thrall describen los diferentes modelos primarios que es factible desarrollar usando un enfoque de insumos y productos, así como sus correspondientes problemas duales. Al hablar de una orientación hacia los insumos se entiende como minimizar los insumos empleados para lograr un cierto nivel de producción. Cuando la orientación es hacia los productos se entiende como maximizar la producción con los insumos disponibles dados.

En los últimos años se han realizado diferentes aplicaciones del ADE para evaluar la eficiencia de las IES. En la mayoría de los estudios, desarrollados en diversos sistemas universitarios, se han valorado las actuaciones de docencia e investigación de las diferentes áreas y departamentos integrados en las IES. En España se han llevado a cabo algunas aplicaciones del modelo ADE para clasificar a escala nacional la eficiencia de los departamentos de contabilidad o para comparar los resultados de eficiencia del conjunto de los departamentos de universidades como las de Cádiz, Málaga, Oviedo, Barcelona y la Politécnica de Cataluña.

Las aplicaciones empíricas para cada una de estas universidades tuvieron como propósito determinar las ETR fundamentándose en el marco teórico desarrollado por Charnes, Cooper y Rhodes (1978) y, posteriormente, aplicado a la educación superior a partir de los años ochenta por otros economistas de la educación superior de Reino Unido, Suecia, Australia, Israel, España, Canadá, China y Brasil.

Metodología

Como todo modelo teórico, y el ADE no es la excepción, el desarrollo de una aplicación para estimar las puntuaciones de ETR exige determinados “pasos” para derivar la información suficiente que facilite la toma de decisiones. Los siguientes cinco pasos ofrecen un panorama general sobre el proceso metodológico propio del ADE.

1. *Definir el conjunto de UDE a evaluar.* En el caso aquí analizado, tales UDE son los trece departamentos académicos seleccionados para realizar el análisis de su ETR. Si bien el tamaño de la muestra no es grande, el número de unidades abarcado es suficiente para generar información útil.
2. *Definir las variables del modelo.* Se clasifican en variables de insumos y variables de productos. Esta etapa exige una decisión difícil, ya que de los criterios empleados para su selección dependen las decisiones de política pública que puedan sugerirse.
3. *Definir el modelo de optimización.* Consiste en definir el tipo de modelo ADE que va a permitir el cálculo de las puntuaciones de eficiencia. Generalmente, el modelo a utilizar es el dual envolvente, y se orienta hacia los insumos o hacia los productos.
4. *Ejecutar y analizar del modelo.* La información proporcionada por el método consta de diversos elementos. El primer objetivo consiste en la obtención de los coeficientes de ETR para cada una de las UDE. Estos coeficientes permiten clasificar

las unidades en dos grupos: *eficientes*, las que logran una eficiencia del 100%, e *ineficientes*, las que obtienen un coeficiente por debajo del 100%, dada la orientación hacia los insumos.

- Una vez superado el objetivo anterior, se procede al análisis pormenorizado de la situación que reflejen los resultados. Este análisis debe hacerse en un doble sentido: en primer lugar el análisis individual, y en segundo lugar el análisis colectivo. La mejora potencial, la participación del conjunto de referencia, la contribución de este y la contribución de insumos y productos forman parte importante del análisis de resultados.

Características del modelo ADE aplicado

La estimación de la frontera de eficiencia de los trece departamentos académicos considerados en la muestra se lleva a cabo con una base de datos que contiene información sobre los insumos y productos de los mismos trece departamentos académicos del CUCEA de la UdeG, obtenida del Informe de Actividades 2001-2002.

Las variables que forman parte del modelo seleccionado ADE consideran tanto los insumos como los productos que participan en el conjunto de posibilidades de producción. En el cuadro 1 se muestran tanto unos como otros, y se dan a conocer las agregaciones que se han realizado, dado que en algunas ocasiones los valores de las variables son nulos. Cuando tal circunstancia se presenta, se asignan valores infinitesimales no arquimedeanos a las variables pertinentes por parte del paquete informático *Frontier Analyst Professional*.

Clasificación Variables de insumo y producto empleadas

No.	<i>Variables de insumo</i>	<i>Siglas</i>	<i>Variables de producto</i>	<i>Siglas</i>
1	Profesores de asignatura	PDA	Libros publicados	LP
2	Investigadores	INV	Artículos publicados con arbitraje nacional	APÓN
3	Profesores de tiempo completo ¹	PTC	Artículos publicados con arbitraje internacional	API
4	Presupuesto departamental	PD	Artículos de divulgación publicados en prensa y revistas periódicas ²	ADP

1 Los primeros tres insumos se agregan en la variable “personal académico” (PA); es decir, $PDA + INV + PTC = PA$.

2 Las categorías de los artículos quedan representados por la variable de producto “artículos publicados” (AP), o sea, $APN + API + ADP = AP$.

La metodología del modelo ADE ofrece una variedad de estructuras de programación matemática aplicables a diferentes situaciones. Los modelos básicos del ADE poseen una tipología de rendimientos a escala constantes (RCE) y variables (RVE). Dicha tipología contiene características que facilitan no solamente la estimación del co-

eficiente de ETR, sino también los diversos rendimientos a escala. Los modelos de ADE que generan la medición de los RCE se conocen como modelos CCR; de igual forma, a los referidos con RVE también se les llama modelos BCC, por la sigla de los desarrolladores de ambos modelos. Para el caso que nos ocupa, el modelo de optimización aplicado para el cálculo de las puntuaciones de eficiencia e ineficiencia es un modelo de ADE con RCE y con orientación al producto; en otras palabras, es un modelo ADE-CCR-P.

La programación del modelo ADE-CCR-P, como cualquier otro problema típico de PL, hace uso de una función objetivo, de un conjunto de restricciones tecnológicas en términos de desigualdades y las condiciones de no negatividad. Así, el modelo (1) corresponde al proceso que consiste en maximizar el incremento proporcional en los productos que puede alcanzar la UDE evaluada, dados sus niveles de insumos.

$$\underset{\varphi, \lambda, s^+, s^-}{\text{Máx}} z_0 = \varphi + \varepsilon(f^+ + f^-) \quad [1]$$

S.a

$$\varphi y_0 - \lambda Y + s^+ = 0$$

$$x_0 - \lambda X - s^- = 0$$

$$\lambda, s^+, s^- \geq 0$$

donde Y es una matriz de productos de dimensión $(s \times n)$; y_0 es el vector de productos de la UDE que se está evaluando; X es la matriz de insumos de orden $(m \times n)$; x_0 es el vector de insumos de la UDE que se está evaluando; λ es el vector de ponderaciones o intensidades $(1 \times n)$; φ se refiere a la puntuación de ETR de la unidad bajo evaluación, y s^+ y s^- son las variables de holgura de los productos y los insumos, respectivamente.

La solución que se logra al resolver el sistema [1] proporciona los valores óptimos (máximos) de φ^* , s^{+*} y s^{-*} , de manera que el valor máximo de $\varphi^* \geq 1$. Solamente cuando φ^* es igual a la unidad ($\varphi^* = 1$), se dice que la UDE evaluada ha alcanzado la frontera de la eficiencia; es decir, la UDE considerada es técnicamente eficiente. En esta posición, prevalece el criterio de Koopmans-Pareto, pues también se supone que la puntuación de eficiencia lograda es estrictamente eficiente. La implicación importante de dicha solución asigna a las variables de holgura de insumos y productos un valor nulo; o sea: $s^{+*} = 0$ y $s^{-*} = 0$. Finalmente, se puede estimar la ETR de un modelo ADE-CCR-P de la UDE evaluada como $\text{ETR} = 1/\varphi^*$.

Un tema sumamente estudiado desde la perspectiva teórica se refiere a la capacidad discriminatoria que pueda tener un modelo de ADE. Aunque no existe una especificación rigurosa que al aplicarla resuelva el problema de la discriminación, por lo general se utiliza la siguiente regla práctica: $n \geq \max\{m \times s, 3(m + s)\}$, donde n es el tamaño de la muestra o número de UDE, m es el número de insumos y s el de productos. En el caso presente, la suma de los insumos y los productos ($2 + 2 = 4$) es menor que el número de UDE consideradas (13), por lo que es posible disponer de una alta capacidad discriminatoria del modelo ADE-CCR-P elegido.

Como se argumentó, la metodología del modelo ADE sugiere una elección de las variables de insumos y de productos muy cuidadosa. Una selección que conlleve sesgos muy grandes en términos de preferencias por parte del investigador puede generar resultados no adecuados, lo que propicia desconfianza por parte de las UDE consideradas. Asimismo, es muy posible que la robustez del modelo quede en entredicho en el momento de realizar un análisis de sensibilidad.

El cuadro 2 muestra la relación de los departamentos académicos considerados en la muestra, así como los datos que corresponden a las variables de insumos y productos anteriormente especificadas.

Como es posible observar, las variables de los productos LP y AP contienen valores nulos; no fue posible desaparecer tales valores con la agregación de variables discutida antes, por lo que se supone que los valores equivalentes a las cifras nulas son números no arquimedeanos; es decir, números infinitesimalmente pequeños.

Cuadro 2
Base de datos original (2001-2002)

No.	Departamentos	Insumos		Productos	
		PA	PD (\$000)	LP	AP
1	Auditoría	28	153	1	5
2	Contabilidad	86	53	5	0
3	Finanzas	60	274	0	0
4	Impuestos	38	189	0	0
5	Economía	55	446	2	20
6	INESER	49	808	5	54
7	Ciencias Sociales y Jurídicas	94	471	0	62
8	Métodos Cuantitativos	37	296	0	16
9	Administración	94	444	7	102
10	Mercadotecnia y Negocios Internacionales	91	452	3	7
11	Recursos Humanos	42	336	5	13
12	Sistemas de Información	53	287	3	0
13	Turismo, Recreación y Servicios	60	331	0	114

Fuente: Elaboración propia basada en la información proporcionada por la Unidad de Planeación de la rectoría y el Informe de Actividades 2001-2002 del Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas (CUCEA) de la Universidad de Guadalajara (UdeG).

Nota: Dos maestros de medio tiempo se consideraron como un maestro de tiempo completo.

Comentarios sobre las estadísticas descriptivas

En el cuadro 3 se muestran las estadísticas descriptivas más importantes de las dos variables de insumos y las dos de productos. Como se puede observar, las variables de productos LP (libros publicados) y AP (artículos publicados) manifiestan valores míni-

mos nulos. Llama la atención la alta desviación típica de la variable PD (presupuesto departamental), corroborada por el alto valor del rango (755).

Por otra parte, en el cuadro 4 se presentan los coeficientes de correlación de Pearson, así como sus correspondientes valores p entre paréntesis. La fortaleza de la asociación entre las variables de insumos y productos no es realmente alta ni tampoco significativa estadísticamente. De hecho, el valor más alto es $r = 0.452$ entre PD y AP, lo cual sugiere que a mayor presupuesto departamental asignado se espera un mayor volumen de artículos publicados, con arbitraje nacional o internacional, o con el propósito de divulgar conocimiento. Sin embargo, no es significativo al 0.10 (10%).

Cuadro 3
Estadísticas descriptivas de las variables de insumo y de producto

<i>Variable</i>	<i>N</i>	<i>Media</i>	<i>Mediana</i>	<i>D/E de la media</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
PA	13	60.54	55.00	6.46	28.00	94.00
PD (000)	13	349.2	331.00	51.8	53.00	808.00
LP	13	2.385	2.00	0.648	0.00	7.00
AP	13	30.2	13.00	11.1	0.00	114.00

Cuadro 4
Coeficientes de correlación de Pearson de las variables de insumos y productos

<i>Variables</i>	<i>PA</i>	<i>PD</i>	<i>LP</i>
PD	0.173 (0.572)	—	—
LP	0.343 (0.251)	0.276 (0.361)	—
AP	0.369 (0.214)	0.452 (0.121)	0.150 (0.624)

El valor del coeficiente de correlación más pequeño se da entre los artículos publicados (AP) y los libros publicados (LP), con $r = 0.150$ y un muy alto valor de probabilidad. Se podría inferir que la “industria editorial” de CUCEA no incurre en un proceso tecnológico de producción de material científico y técnico escrito que genere rendimientos crecientes a escala; más bien parece lo contrario. El cuadro 4 ofrece una visión panorámica sobre el grado de asociación entre los diversos insumos y productos considerados.

Resultados de la aplicación del modelo ADE-CCR-P

En el cuadro 5 aparecen calculadas las puntuaciones de la ETR de los trece departamentos académicos del CUCEA de la UdeG, donde se pueden observar UDE eficientes (eficiencias iguales a 100) y unidades ineficientes (eficiencias menores que 100); asimismo, el cuadro muestra el escalafón basado en el lugar ocupado por cada una de las UDE consideradas. Vale hacer notar que, en el caso de las UDE con puntuaciones eficientes, la base para su clasificación se considera las veces en que aparecen como UDE a imitar por manifestar las mejores prácticas.

Cuadro 5

Eficiencias técnicas relativas (ETR) de los departamentos académicos considerados

No.	Departamentos	ETR (%)	Escalañón
1.	Auditoría	42.31	8
2.	Contabilidad	61.84	5
3.	Finanzas	0.02	13
4.	Impuestos	0.03	12
5.	Economía	40.12	9
6.	INESER	100.00	3
7.	Ciencias Sociales y Jurídicas	60.43	6
8.	Métodos Cuantitativos	39.42	10
9.	Administración	100.00	1
10.	Mercadotecnia y Negocios Internacionales	42.39	7
11.	Recursos Humanos	100.00	2
12.	Sistemas de Información	67.53	4
13.	Turismo, Recreación y Servicios	21.54	11
Valor de la media		51.97	—
Valor de la desviación estándar		34.32	—
Coeficiente de variación		0.66	—

Fuente: Elaboración propia basada en la aplicación del modelo [1].

Al aplicar el modelo ADE-CCR-P [1] resultaron eficientes los departamentos académicos del INESER, Administración y Recursos Humanos; el resto de las UDE resultaron ineficientes. También se proporcionan las estadísticas descriptivas necesarias para tener una idea global del comportamiento de las puntuaciones de la ETR.

Dadas las variables que se han considerado, sobre todo las referidas a las variables de productos, se puede justificar el alto rango que se obtiene entre los valores mínimos de las puntuaciones de la ETR y los máximos. Es clara la distancia que hay entre las puntuaciones de eficiencia de los departamentos de Finanzas e Impuestos y los tres departamentos señalados como eficientes. Las cifras de las variables de insumos y productos están tomadas del informe oficial de las autoridades del CUCEA. La diferencia estriba en los productos generados, como los libros y los artículos publicados.

Es comprensible suponer que los departamentos académicos que todavía no logran un nivel aceptable de investigación adolezcan de un volumen de publicaciones que las justifiquen como sus productos. La consideración de otro tipo de productos, como el número de titulados, pondría en desventaja a departamentos como el INESER, que no ofrecen programas académicos de licenciatura.

Como puede muy bien concluirse, el cuidado que se debe tener al seleccionar las variables de insumos y de productos es de vital importancia. Es necesario recordar que el modelo ADE no es paramétrico; no se tiene la posibilidad de disponer, ex ante, ni de la especificación de la función ni de un fundamento teórico económico más integrado. Sin embargo, tampoco se quiere decir que el modelo ADE no pueda generar resultados

útiles para la toma de decisiones. El modelo ADE-CCR-P aquí aplicado puede considerarse como un elemento parcial de una investigación de alcances mucho más amplios, dada la naturaleza de los departamentos universitarios analizados y la calidad de la información recopilada.

Análisis de resultados

Una vez obtenidas las puntuaciones de ETR derivados de la aplicación del modelo ADE-CCR-P, la siguiente fase del análisis consiste en profundizar en lo acaecido con el desempeño de las unidades ineficientes, con objeto de encontrar respuesta a preguntas como: ¿Qué patrón de desempeño debería seguir una unidad ineficiente para alcanzar la ETR? Como se adelantó en párrafos anteriores, el examen individual para cada departamento trata de explicar el rumbo que se sugiere a cada UDE ineficiente en términos de los siguientes cuatro aspectos a considerar:

1. La mejora potencial.
2. El análisis del conjunto de referencia de cada unidad.
3. Los porcentajes de contribución por departamento y por conjunto de referencia.
4. Los porcentajes de contribución de los insumos y productos a la ETR.

El análisis no se limita a proporcionar un coeficiente de ETR para cada unidad, sino, a través del cálculo del potencial de mejoras, indica cuánto y en qué áreas debe mejorar una unidad ineficiente para lograr una proyección sobre la frontera de eficiencia donde logre el 100% (meta). Esto permite fijar objetivos que sirvan de guía para la actuación y toma de decisiones. En el cuadro 6 se muestran los valores actuales de insumos y productos empleados por la unidad; la columna meta indica los valores de los productos que debería emplear para alcanzar la eficiencia y, finalmente, las columnas de la diferencia absoluta y el potencial de mejoras en términos porcentuales.

Cuadro 6
Mejoras potenciales para los departamentos ineficientes

<i>VARIABLES</i>	<i>TIPO DE VARIABLE*</i>	<i>ACTUAL</i>	<i>META</i>	<i>DIFERENCIA</i>	<i>DIFERENCIA (%)</i>
DEPARTAMENTO DE AUDITORÍA					
PA	I	27.5	27.5	0	0
PD	I	153,000	153,000	0	0
LP	P	1	2.36	1.36	136
AP	P	5	24.61	19.61	392.2
DEPARTAMENTO DE CONTABILIDAD					
PA	I	85.5	85.5	0	0
PD	I	530,000	530,000	0	0
LP	P	5	8.09	3.09	61.8
AP	P	0	63.47	63.47	0

Estimación de la eficiencia técnica relativa en la educación superior. El caso de los trece departamentos del CUCEA (2001). Jose Héctor Cortes Fregoso y Martin G. Romero Morett

VARIABLES	TIPO DE VARIABLE*	ACTUAL	META	DIFERENCIA	DIFERENCIA (%)
DEPARTAMENTO DE FINANZAS					
PA	I	60	57.7	3.23	3.99
PD	I	274.000	274,000	0	0
LP	P	0	-	-	-
AP	P	0	-	-	-
DEPARTAMENTO DE IMPUESTOS					
PA	I	37.5	37.5	0	0
PD	I	189,000	189,000	0	0
LP	P	0	2.96	2.96	∞
AP	P	0	38.28	38.28	∞
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA					
PA	I	54.5	54.5	0	0
PD	I	446,000	446,000	0	0
LP	P	2	4.99	2.99	149.5
AP	P	20	49.85	29.85	149.25
DEPARTAMENTO DEL INESER					
PA	I	48.5	48.5	0	0
PD	I	808,000	808,000	0	0
LP	P	5	5	0	0
AP	P	54	54	0	0
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS SOCIALES Y JURÍDICAS					
PA	I	94	94	0	0
PD	I	471,000	471,000	0	0
LP	P	0	7.1	7.1	∞
AP	P	62	102.59	40.59	65.47
DEPARTAMENTO DE MÉTODOS CUANTITATIVOS					
PA	I	37	37	0	0
PD	I	296.000	296.000	0	0
LP	P	0	3.06	3.06	∞
AP	P	16	40.59	24.59	153.69
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN					
PA	I	93.5	93.5	0	0
PD	I	444,000	444.000	0	0
LP	P	7	7	0	0
AP	P	102	102	0	0
DEPARTAMENTO DE MERCADOTECNIA Y NEGOCIOS INTERNACIONALES					
PA	I	90.5	90.5	0	0
PD	I	452.000	452.000	0	0
LP	P	3	7.08	4.08	136
AP	P	7	93.38	86.38	1234
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HUMANOS					
PA	I	42	42	0	0

VARIABLES	TIPO DE VARIABLE*	ACTUAL	META	DIFERENCIA	DIFERENCIA (%)
PD	I	336,000	336,000	0	0
LP	P	5	5	0	0
AP	P	13	13	0	0
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN					
PA	I	52.5	52.5	0	0
PD	I	287,000	287,000	0	0
LP	P	3	4.44	1.44	48
AP	P	0	48.21	48.21	∞
DEPARTAMENTO DE TURISMO, RECREACIÓN Y SERVICIOS					
PA	I	59.5	59.5	0	0
PD	I	331,000	331,000	0	0
LP	P	0	4.57	4.57	∞
AP	P	14	65	51	364.29

Fuente: Elaboración propia basada en los datos originales y usados con el modelo ADE-CCR-P.

* Tipo de variable: I (Insumo) y P (Producto).

Como puede observarse, y con las limitaciones de las variables de productos consideradas anteriormente, todos los departamentos ineficientes deben tomar decisiones para lograr una proyección en la frontera eficiente mediante diferentes medidas sobre los procesos de producción y publicación de libros (LP) y de artículos (AP), dado que el modelo ADE analizado está orientado a los productos.

Tómese como ejemplo la situación ineficiente que guarda el Departamento de Economía. De acuerdo con la base de datos, el Departamento de Economía registra la producción y publicación de dos libros y de veinte artículos en el año 2001. Para poder proyectarse a un punto sobre la frontera de eficiencia, formada por el Departamento del INESER, el Departamento de Administración y el Departamento de Recursos Humanos, el Departamento de Economía debe incrementar su actividad de publicaciones de libros y de artículos en 149.5% y 149.25%, respectivamente, lo cual implica aumentar la producción y la publicación de libros (LP) de los dos registrados a cinco, y los artículos (AP) de los veinte registrados a 50, aproximadamente. De manera semejante se pueden interpretar los resultados del resto de los departamentos ineficientes sobre la base de las tres últimas columnas del cuadro 6.

Por supuesto, para los departamentos ineficientes que no registraron publicaciones, ni libros ni artículos, la mejora potencial en ambas variables de productos les exige aumentar tanto su producción como sus publicaciones de forma “infinita”; es decir, tienen que publicar cualquier cantidad positiva y alejarse del cero publicaciones. Vale la pena observar que, de acuerdo con los resultados, el único departamento que presenta una disminución en el uso de insumos es el Departamento de Finanzas, el cual tiene que reducir el empleo de personal académico (PA) en aproximadamente 4%.

En promedio, el conjunto de departamentos ineficientes tiene que incrementar la publicación de libros (LP) en un 106.26%; la varianza alcanzada es de 47.46%. Para el

caso de los artículos publicados (AP) la exigencia es mucho mayor: aumentar su publicación en 939.82% en promedio; la dispersión que muestra la variable es de 1,393.42%.

Dados tales valores, se requieren políticas educativas universitarias dirigidas a disminuir drásticamente los resultados comentados. En muchas ocasiones los tomadores de decisiones no disponen de los elementos necesarios y suficientes para adoptar lo que realmente se necesita para generar resultados deseados. Existen, por decirlo de otra forma, restricciones de todo tipo que limitan la capacidad decisora de los responsables directos. Sin embargo, disponer de la información que arrojan modelos como el ADE tiene una ventaja enorme para ubicar, de manera óptima, los contextos futuros de las UDE consideradas. El fenómeno educativo universitario es complejo; hace falta información procesada y basada en teorías sólidas para poder empujar a las IES a niveles de ETR mayores, con el propósito de lograr una mejor asignación de recursos escasos, como los insumos aquí considerados.

El cuadro 7 muestra el conjunto de departamentos eficientes, aquellos que han desarrollado las mejores prácticas, con los cuales cada unidad ineficiente (puntuaciones de ETR menores de 100) debe compararse para “copiar” sus mejores prácticas y proyectarse virtualmente sobre un punto eficiente de la frontera. Por ejemplo, nuevamente tomemos el caso del Departamento de Economía, el que tiene que seguir las prácticas de producción y publicación de los tres departamentos eficientes: Administración, INESER y Recursos Humanos. Sin embargo, el departamento que con más frecuencia se presenta como referencia es el Departamento de Administración, por lo que el Departamento de Economía podría imitar las mejores prácticas de dicho departamento, ya que se muestra como el líder global.

Cuadro 7
Conjuntos de departamentos de referencia con los
que se comparan los departamentos ineficientes

1.	Auditoría	Administración y Recursos Humanos
2.	Contabilidad	Administración y Recursos Humanos
3.	Finanzas	Administración
4.	Impuestos	Administración y Recursos Humanos
5.	Economía	INESER, Administración y Recursos Humanos
6.	INESER	Eficiencia de 100
7.	Ciencias Sociales y Jurídicas	INESER y Administración
8.	Métodos Cuantitativos	INESER y Administración
9.	Administración	Eficiencia de 100
10.	Mercadotecnia y Negocios Internacionales	Administración y Recursos Humanos
11.	Recursos Humanos	Eficiencia de 100
12.	Sistemas de Información	Administración y Recursos Humanos
13.	Turismo, Recreación y Servicios	INESER y Administración

Fuente: Elaboración propia basada en los resultados del modelo ADE-CCR-P.

El liderazgo global del Departamento de Administración se puede observar en el cuadro 8, que contiene un resumen del cuadro 7. Aquí se muestra la cantidad de veces que cada departamento figuró como unidad de referencia para los departamentos ineficientes. Por ejemplo, el departamento del INESER figuró cuatro veces como UDE de referencia para los departamentos de Economía, de Ciencias Sociales y Jurídicas, de Métodos Cuantitativos y de Turismo, Recreación y Servicios. Como se tiene que son diez las referencias que logra alcanzar el departamento 9, que es el de Administración, es esta la razón por la que dicho departamento es el líder global.

Cuadro 8
Número de referencias que alcanzan los departamentos eficientes

Frecuencia referencial	Número que corresponde a los diversos departamentos académicos												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	0	0	0	0	0	4	0	0	10	0	6	0	0

Fuente: Elaboración propia basada en el cuadro 7.

El conjunto de referencia de una UDE ineficiente está formado por las UDE eficientes más similares a ella. Sin embargo, no todas tienen la misma ponderación a la hora de calcular el coeficiente de ETR de la UDE en cuestión.

Además, la UDE ineficiente debe encontrar un punto de proyección sobre la frontera de eficiencia que implique una combinación lineal de las UDE eficientes correspondientes, y recibe una ponderación más alta (un coeficiente con un valor mayor) aquella UDE que muestre un patrón de mejores prácticas en términos de mayor eficiencia para producir sus productos, dados los niveles empleados de insumos.

En el cuadro 9 aparecen todas las UDE del conjunto de referencia, así como la contribución de cada una en términos porcentuales para cada variable de los dos insumos y cada variable de los dos productos. Para lograr las coordenadas de la proyección virtual hacia la frontera de eficiencia (x_{θ}, y_{θ}) , cada una de las UDE puede considerar las sugerencias generadas por el modelo para llevar a cabo un proceso de planeación universitaria que facilite el logro del objetivo: alcanzar una puntuación eficiente del 100%. En este caso, puesto que el modelo es ADE-CCR-P, el énfasis se tiene que poner en decisiones relacionadas con la planeación a mediano y largo plazos de los libros y los artículos publicados.

Es necesario, en esta parte del análisis, hacer hincapié en dos aspectos muy característicos de los estudios de las IES basados en modelos no paramétricos ADE. El primero de ellos apunta a justificar el enfoque de los RCE, ya que las IES necesitan tiempo para alcanzar objetivos específicos, en este caso, libros y artículos publicados. Además de recursos académicos capacitados para la investigación, se necesita la disponibilidad de financiamiento para publicar y dar a conocer investigaciones en eventos apropiados. El segundo aspecto se relaciona con el tipo de decisión a emprender: no es nada sencillo aumentar los productos considerados de la noche a la mañana; se requiere todo un proceso de planeación universitario que apunte a tal fin.

Cuadro 9
Porcentajes de contribución por departamento y por grupo de referencia

No.	Departamento académico	Variables							
		Insumos				Productos			
		PA		PD		LP		AP	
		D*	%	D*	%	D*	%	D*	%
1.	Auditoría	9	74.93	9	63.96	9	65.28	9	91.33
		11	25.07	11	36.04	11	34.72	11	8.67
2.	Contabilidad	9	55.40	9	42.44	9	43.85	9	81.40
		11	44.60	11	57.56	11	56.15	11	18.60
3.	Finanzas	9	100.0	9	100.0	9	100.0	9	100.0
4.	Impuestos	9	91.04	9	85.78	9	86.47	9	97.28
		11	8.96	11	14.22	11	15.53	11	2.72
5.	Economía	6	22.50	6	45.81	6	25.36	6	27.39
		9	54.30	9	31.51	9	44.44	9	64.76
		11	23.20	11	22.68	11	30.20	11	7.85
6.	INESER	-	UR*	-	UR	-	UR	-	UR
7.	Ciencias Sociales y Jurídicas	6	2.20	6	7.31	6	3.00	6	2.24
		9	97.80	9	92.69	9	97.00	9	97.76
8.	Métodos Cuantitativos	6	27.30	6	56.84	6	34.08	6	27.70
		9	72.70	9	43.16	9	65.92	9	72.30
9.	Administración	-	UR	-	UR	-	UR	-	UR
10.	Mercadotecnia y Negocios Internacionales	9	92.44	9	87.89	9	88.49	9	97.73
		11	7.56	11	12.11	11	11.51	11	2.27
11.	Recursos Humanos	-	UR	-	UR	-	UR	-	UR
12.	Sistemas de Información	9	77.92	9	67.68	9	68.93	9	92.56
		11	22.08	11	32.32	11	31.07	11	7.44
13.	Turismo, Recreación y Servicios	6	6.84	6	20.47	6	9.18	6	6.97
		9	93.16	9	79.53	9	90.82	9	93.03

Fuente: Elaboración propia con base en la aplicación del modelo ADE-CCR-P.

D*: Números que corresponden a los departamentos académicos. UR*: Unidad de referencia.

El cuadro 10 muestra la información sobre el peso relativo de cada uno de los insumos y productos. Permite saber, por lo tanto, qué insumos y productos se han empleado en el cálculo de la eficiencia y cuáles, en su caso, han sido ignorados. Téngase presente que el modelo ADE optimiza la función objetivo buscando las ponderaciones que más favorezcan a la unidad evaluada. Los valores de la tabla se muestran norma-

lizados como porcentajes. Se trata de un indicador útil para conocer qué unidades han resultado más determinantes en la puntuación de eficiencia de cada unidad.

Cuadro 10
Porcentajes de contribución de insumos y productos a la ETR

No.	Departamentos	<i>Insumos</i>		<i>Productos</i>		<i>ETR</i>
		<i>PA</i>	<i>PD</i>	<i>LP</i>	<i>AP</i>	
1.	Auditoría	12.03	87.97	100.00	-	42.31
2.	Contabilidad	10.93	89.07	100.00	-	61.84
3.	Finanzas	1.48	98.52	100.00	-	0.02
4.	Impuestos	13.11	86.89	100.00	-	0.03
5.	Economía	84.98	15.02	68.34	31.66	40.12
6.	INESER	73.53	26.47	66.66	33.34	100.00
7.	Ciencias Sociales y Jurídicas	99.13	0.87	1.43	98.57	60.43
8.	Métodos Cuantitativos	98.62	1.38	0.0	100.00	39.42
9.	Administración	99.18	0.82	-	100.00	100.00
10.	Mercadotecnia y Negocios Internacionales	13.22	86.78	100.00	-	42.39
11.	Recursos Humanos	8.68	091.32	100.00	-	100.00
12.	Sistemas de Información	12.22	87.78	100.00	-	67.53
13.	Turismo, Recreación y Servicios	99.04	0.96	-	100.00	21.54

Fuente: Elaboración propia basada en los resultados del modelo ADE-CCR-P.

Es claro que para el período considerado se dan casos en que los productos, LP y AP, no contribuyeron en absoluto en la formación de la puntuación de eficiencia. Por ejemplo, el Departamento de Métodos Cuantitativos muestra una contribución nula por parte del producto LP a la generación del coeficiente de eficiencia. Para ciertos departamentos que son eficientes también se puede observar la misma situación; por ejemplo, el Departamento de Administración, no obstante que es una UDE que se ubica en la frontera de eficiencia, tiene una contribución ínfima por parte del producto LP.

La información del cuadro 11 permite un análisis colectivo de las mejoras potenciales para cada insumo y producto, considerando todos los departamentos de manera global. A pesar del riesgo que implica todo proceso de reducción de la información, en este caso la información generada es útil a la hora de saber qué variables merecen un tratamiento más detallado. En general, puede colegirse que todos los departamentos, independientemente de su puntuación de eficiencia, deben aumentar la producción de libros y artículos publicados de manera sustancial, de acuerdo con los valores actuales y de meta que pueden observarse. Una política editorial integral que pudiera desarrollarse sería un elemento de gran ayuda en este aspecto.

Cuadro 11

Mejoras potenciales globales de los insumos o productos del modelo ADE-CCR-P

	Insumos		Productos	
	PA	PD	LP	AP
Actual	782.50	5'017,000	31.00	293.00
Meta	780.02	5'017,000	61.65	694.98
Diferencia absoluta	2.48	0.0	30.65	401.98
Diferencia (%)	0.29	0.0	98.87	137.19

Fuente: Elaboración propia basada en los resultados derivados del modelo ADE-CCR-P.

Conclusiones y recomendaciones

1. Conclusiones

1. Dado el carácter multivariable (múltiples insumos y múltiples productos) y el complejo proceso productivo de los productos generados de la educación en general, y en específico la educación superior, el modelo ADE es el instrumento ideal para evaluar la ETR de las diversas UDE que conforman la estructura educativa de una IES.
2. La aplicación del instrumento de evaluación de la ETR conocido como ADE le permite a las IES ser más eficientes, ya que los resultados muestran las áreas ineficientes, así como el porcentaje factible en que se pueden mejorar, todo lo cual resulta un gran apoyo en los procesos de planificación universitaria.
3. Para que la universidad sea productiva y competitiva en todas sus áreas, debe asignar eficientemente todos sus recursos, para lo cual debe contar con un instrumento de medición de la ETR, confiable, sencillo, práctico, *ad hoc* y fundamentado matemáticamente, como el ADE.
4. Para fines competitivos es importante para cualquier UDE conocer su nivel de ETR.
5. Para mejorar de modo sustancial la toma de decisiones en las IES, además de instrumentos confiables como el ADE, también es fundamental apoyarse en teorías económicas sólidas que faciliten una interpretación más objetiva.

2. Recomendaciones

1. Las IES, como la Universidad de Guadalajara y sus centros universitarios, pueden disponer de un instrumento de medición de la ETR como es el modelo ADE, técnica confiable no paramétrica y fundamentada en la teoría microeconómica y la programación matemática.
2. Crear una base de datos, lo más confiable posible, para aplicar el modelo ADE y evaluar la ETR de los centros, divisiones y departamentos universitarios al término

de cada calendario escolar, para posteriormente elaborar un programa de mejoramiento para cada una de las UDE que hayan resultado ineficientes.

3. Los gestores universitarios, de todos los niveles, pueden asignar, sobre la base de los resultados arrojados por el análisis cuantitativo de los modelos ADE, los recursos tanto humanos como materiales, financieros e informáticos, en forma honrada, transparente y eficiente, lo cual mejoraría la formación universitaria de profesionales, maestros y doctores en las diversas áreas del conocimiento. La finalidad principal de esta sugerencia es que la universidad, vista como un sistema complejo, sea eficiente en todas y cada una de sus relaciones estructurales.

Bibliohemerografía y cibergrafía

- Abel, Lecir. *Avaliação cruzada da produtividade dos departamentos acadêmicos da UFSC utilizando DEA (Data Envelopment Analysis)*. Dissertação de Mestre. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.
- Avkiran, Necmi K. *Productivity Analysis in the Service Sector with Data Envelopment Analysis*. Second edition. Brisbane: The University of Queensland, 2002.
- Bandeira, Denise Lindstrom. *Análise da eficiência relativa de departamentos acadêmicos – O caso da UFRGS*. Dissertação de mestrado. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, agosto de 2000, pp. 1-133.
- Beasley, J.E. *Comparing University Departments*. *OMEGA International Journal of Management Science*, Vol. 18, No. 2, pp. 171-183, 1990.
- Coelli, Timothy J., D.S. Prasada Rao, Christopher J. O'Donnell y George E. Battese. *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Second edition. USA: Springer Science+Business Media, LLC, 2005.
- Cooper, William W.; Lawrence M. Seiford and Kaoru Tone. *Data Envelopment Analysis. A Comprehensive Text with Models Applications, References, and DEA-Solver Software*. Second edition. Kluwer Academic Publishers, 2007.
- Cooper, William W.; Lawrence M. Seiford y Joe Zhu (Ed.). *Handbook on Data Envelopment Analysis*. Kluwer Academic Publishers, 2004.
- Díez Martín, Francisco y Francisca Martín Jiménez. *Una aplicación del análisis de frontera en los centros propios de la Universidad de Sevilla*. Capítulo del libro *XVII Congreso Nacional y XIII Congreso Hispano-Francés de AEDEM, Evolución, revolución y saber en las organizaciones*, pp. 1601-1610, Burdeos (Francia), 2003.
- Fu, Tsu-Tan y Mei-Ying Huang. *Measuring the Performance and Relative Efficiency of Departments in the College of Commerce using DEA*. Proceedings of the Fourth Workshop on Knowledge Economy and Electronic Commerce, pp. 42-62. Disponible en: [http://moe.ecrc.nsysu.edu.tw/chinese\(workshopC/2006/2006-A1-3.pdf](http://moe.ecrc.nsysu.edu.tw/chinese(workshopC/2006/2006-A1-3.pdf). Consultado: 30 de noviembre de 2010.
- Gómez Sancho, José María. *La evaluación de la eficiencia en las universidades públicas españolas*. X Jornadas de la Asociación de Economía de la Educación, pp. 411-434. Disponible en: <http://www.pagina-aede-org/Murcia/E01.pdf>. Consultado: 30 de noviembre de 2010.

- Johnes, Jill y Li Yu. *Measuring the Research Performance of Chinese Higher Education Institutions using Data Envelopment Analysis*. Lancaster, UK: The Department of Economics, Lancaster University Management School, Working Paper, 2006/025, pp. 1-29.
- Ramanathan, R. *An Introduction to Data Envelopment Analysis. A Tool for Performance Measurement*. New Delhi: Sage Publications India Pvt Ltd, 2003.
- Ray, Subhash C. *Data Envelopment Analysis. Theory and Techniques for Economics and Operations Research*. USA: Cambridge University Press, 2004.
- Toutkoushian, R.K. y M.B. Paulsen (Ed.). *Applying Economics to Institutional Research*. New Directions for Institutional Research. Number 132, Winter 2006.
- . *Economics of Higher Education. Background, Concepts, and Applications*. USA: Springer Science+Business Media B.V., 2016.

