

LA EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA TÉCNICA. UNA APLICACIÓN DEL DEA A LA UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Dra. Dña. Raquel Martín Rivero

Universidad de La Laguna

e-mail: rmartinr@ull.es

ABSTRACT

En los últimos veinte años la Economía de la Educación está dirigiendo su atención de forma creciente a la evaluación de la eficiencia interna de los centros educativos, principalmente públicos. El objetivo de este trabajo es llevar a cabo una aplicación empírica del Análisis Envolvente de Datos (DEA), con la finalidad de analizar la eficiencia técnica en los departamentos no experimentales de la Universidad de La Laguna (ULL). Dicho análisis permitirá profundizar en el conocimiento de la tecnología de producción de los departamentos universitarios y suministrará información para mejorar la eficiencia y, por tanto, facilitar la gestión universitaria.

1. Introducción.

El objetivo de este trabajo es llevar a cabo una aplicación empírica del Análisis Envolvente de Datos (DEA), con la finalidad de analizar la eficiencia técnica en los departamentos no experimentales de la Universidad de La Laguna (ULL).

La estructura es la que se expone a continuación. El primer apartado se dedica al Análisis Envolvente de Datos (DEA), técnica que será utilizada para valorar la eficiencia con la que actúan los departamentos universitarios. Seguidamente, se realiza la identificación y justificación de las variables input y output que intervienen en el proceso productivo, así como la descripción del conjunto de unidades objeto de análisis. En este caso, se han elegido los departamentos no experimentales de la Universidad de La Laguna para el curso académico 2002/2003. Posteriormente se lleva a cabo la elección del modelo DEA más apropiado para este análisis, así como su aplicación. Por último, se incluye un apartado de conclusiones.

2. El Análisis Envolvente de Datos.

El Análisis Envolvente de Datos, desarrollado por Charnes, Cooper y Rhodes (1978), a partir del trabajo seminal de Farrell (1957), tiene por objeto la medición de la eficiencia de lo que sus autores denominaron “unidades tomadoras de decisiones” (DMU). El análisis puede estar referido tanto a entidades no lucrativas globalmente consideradas, como a determinadas partes de una organización, siempre y cuando sean unidades que consuman el mismo tipo de inputs para la obtención del mismo tipo de outputs, esto es, sean unidades homogéneas.

El DEA trata de definir la frontera de producción empírica formada por las mejores unidades observadas¹, para posteriormente cuantificar el grado de eficiencia de las observaciones que forman parte de la muestra, es decir, su distancia en relación con la frontera, a través de la programación lineal. Así, el DEA compara a cada unidad únicamente con las mejores unidades observadas, siendo el indicador de eficiencia que se obtiene relativo.

Para medir la eficiencia, cuando nos encontramos con múltiples inputs y outputs, surge la formulación propuesta por Charnes, Cooper y Rhodes (1978), conocida como modelo CCR, que adopta la forma fraccional² expuesta en el cuadro 1.

La complejidad que presenta la resolución del programa en forma fraccional llevó a Charnes, Cooper y Rhodes (1979) a transformarlo en uno equivalente de programación lineal.

¹ A la hora de llevar a cabo la construcción de la envolvente existen unos supuestos de partida, definidos por el propio Farrell (1957). Estos son: libre disponibilidad de inputs y outputs, convexidad, y rendimientos a escala constantes.

² El indicador de eficiencia se define como el cociente entre la suma ponderada de los outputs y la suma ponderada de los inputs, ponderaciones que son generadas por la propia técnica a través de la programación matemática, obteniendo, para cada unidad, la valoración más favorable de su eficiencia en relación con las demás.

La versión utilizada en la mayor parte de los trabajos aplicados es el dual del programa lineal puesto que cada una de las variables que aparecen en él tiene un significado concreto y es una formulación más sencilla (Ganley y Cubbin, 1992).

Cuadro 1: Formulación básica del DEA: modelo CCR

Fraccional	Dual
$\text{Max. } h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s U_{ro} Y_{ro}}{\sum_{i=1}^m V_{io} X_{io}} \text{ s.a.: } \frac{\sum_{r=1}^s U_{ro} Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m V_{io} X_{ij}} \leq 1; j=1,2,\dots,n$ $V_{io}, U_{ro} \geq 0; \quad r=1,2,\dots,s$ $i=1,2,\dots,m$	$\text{Minimizar } \theta_0 - \epsilon \left[\sum_{i=1}^m S_i^+ + \sum_{r=1}^s S_r^- \right] \text{ s.a.: } \sum_{j=1}^n \lambda_j X_{ij} + S_i^+ = \theta_0 X_{io}$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j Y_{rj} - S_r^- = Y_{ro} \quad \lambda_j, S_i^+, S_r^- \geq 0, \quad j=1,2,\dots,n$ $i=1,2,\dots,m$ $r=1,2,\dots,s$

El modelo expuesto hasta ahora contiene la restricción de rendimientos constantes a escala, lo que implica que es posible que unidades de gran escala sean comparadas con unidades hipotéticas de reducida escala y al contrario, hecho que en la práctica puede ser inapropiado. Para detectar las posibles fuentes de ineficiencia que provienen de la escala de operaciones en la que opera una DMU, surge el modelo planteado por Banker, Charnes y Cooper (1984), conocido por sus siglas como BCC.

El trabajo de investigación determina que, para el caso de la ULL, las ventajas y las restricciones de la metodología DEA en su aplicación son las que se exponen en el siguiente cuadro.

Cuadro 2: Ventajas y restricciones del DEA.

Ventajas	Restricciones
<ul style="list-style-type: none"> ► Se adapta a la multiplicidad de inputs y outputs ► No contempla la ausencia de precios como dificultad para su aplicación. ► Evita la imposición de una forma funcional. ► Ofrece información minuciosa y detallada. ► Permite incluir factores que están fuera del control de las unidades analizadas. ► Permite variables expresadas en distintas unidades de medida ► Flexibilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> ► Los resultados son sensibles a la especificación del modelo pero no lo podemos comprobar. ► Modelo determinístico . ► Homogeneidad en las unidades analizadas. ► Necesidad de una proporción óptima de variables. ► Incapacidad de ordenar las unidades eficientes. ► Incapacidad de identificar <i>outliers</i>. ► Flexibilidad.

La metodología DEA se considera lo suficientemente apropiada para ser utilizada en la medición de la eficiencia de las instituciones universitarias, puesto que se adapta a las características propias del ámbito a analizar, como lo demuestran los numerosos trabajos existentes al respecto (Tavares, 2002 y Seiford, 1997), y además los inconvenientes que presenta pueden ser minimizados a través de las diferentes extensiones del modelo inicial que se han desarrollado en los últimos años.

3. Identificación de las variables.

La selección de las variables de este estudio se fundamenta en los argumentos de tipo teórico que suministra la Economía de la Educación, en la revisión de la literatura sobre

trabajos empíricos previos, que han estimado una función de producción en las instituciones de educación superior, y en la disponibilidad de información.

En esta investigación, las unidades seleccionadas son los departamentos no experimentales de la Universidad de La Laguna³ que, para el curso académico 2002-2003, eran 31 (21 correspondientes a la división de ciencias sociales, económicas, jurídicas y de la educación y los 10 restantes pertenecientes a humanidades). Existen departamentos que obtienen en alguna de las dos variables referidas al profesorado un valor nulo. Como demuestran Lovell y Pastor (1996), un modelo CCR con una orientación output sin inputs carece de sentido, por lo que finalmente hemos eliminado los departamentos con algún input cero. Como consecuencia, el análisis ha sido realizado para un conjunto de 29 departamentos no experimentales.

Las variables utilizadas en el análisis, se recogen a continuación.

Cuadro 3: Variables de la función de producción.

<i>Inputs</i>	<i>Outputs</i>
► Recursos Humanos ⁴	► Docencia
	- % profesores con buena valoración en encuesta evaluación docente (PED) ⁵ .
- Catedráticos universidad, catedráticos escuela y titulares universidad (PDI).	- N° créditos impartidos por departamento (NC).
- Titulares escuela, prof. asociados y ayudantes (PD).	- N° alumnos matriculados en primer y segundo ciclo por departamento (NA).
► Recursos Financieros	- N° alumnos de tercer ciclo por departamento (NATC).
	► Investigación ⁶
- Presupuesto departamental (PP).	- N° de publicaciones (NP).
	- Ingresos de proyectos de investigación (IPI) ⁷ .

4. Elección del modelo DEA.

La evaluación de la eficiencia a través del DEA puede realizarse mediante la aplicación de diferentes modelos. En este apartado hemos de seleccionar el modelo más idóneo a aplicar a nuestro objeto de evaluación, lo cual nos llevará a especificar el tipo de rendimientos a escala que exhibe la tecnología de producción así como la orientación del modelo (maximización de outputs o minimización de inputs).

³ Los datos utilizados en este análisis empírico proceden de la Memorias Académicas de la Universidad de La Laguna, de las Memorias de Investigación, de las Guías de la Comisión de Doctorado, del Informe de Evaluación de la Calidad Docente, de los presupuestos de la Universidad, de la información suministrada por el Gabinete de Análisis y Planificación (GAP), por el Vicerrectorado de Investigación, por la Unidad Técnica de Evaluación (UTE) y por la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la Universidad de La Laguna.

⁴ En ambos grupos existe personal con una dedicación parcial, existiendo en la Universidad de la Laguna, profesores contratados a 3, 4, 5 y 6 horas. Éstos han sido ponderados con 0,375, 0,5, 0,625 y 0,75 respectivamente, obteniendo como resultado el profesorado existente equivalente a tiempo completo.

⁵ Hemos utilizado la relación número de profesores que han obtenido una nota igual a superior a cuatro en la encuesta contestada por los alumnos de la Universidad de la Laguna para el curso 2002/2003 con respecto al total de profesores evaluados por departamento. La puntuación en la encuesta oscila entre uno y cinco, siendo uno la puntuación mínima y cinco la máxima.

⁶ Algunos trabajos que analizan la investigación universitaria (Ng y Li, 2000; Martínez, 2003), utilizan el valor acumulado de la producción científica para varios años. Por ello, la información utilizada corresponde a los cursos académicos 2002/2003 y 2001/2002. Hemos incluido el n° de publicaciones nacionales e internacionales⁶ con ponderación 1, y el n° de ponencias y comunicaciones con ponderación 0,6. La falta de información desagregada ha impedido utilizar otros criterios.

⁷ En relación a los IPI, estos eran principalmente de 3 categorías: 1, 2 y 3 años, y para imputarlos al período considerado se hizo un reparto proporcional.

El sector universitario se caracteriza porque el grado de control de los gestores de las unidades objeto de análisis sobre sus recursos es mínimo, ya que éstos vienen determinados por niveles superiores de la administración en función de unos criterios preestablecidos y fundamentalmente basados en la demanda. Por tanto, parece razonable suponer que los objetivos de los gestores públicos irán orientados hacia la obtención de los mejores resultados, es decir, hacia la obtención de mayores niveles de producción a partir de los recursos disponibles, en lugar de hacia una minimización de estos últimos sobre los que no ejercen casi ningún control (Avkiran, 2001; Caballero y otros, 2000; Martínez, 2003). Ello nos lleva a seleccionar un modelo DEA con orientación al output para la evaluación de la eficiencia, es decir, vamos a analizar en qué porcentaje los departamentos universitarios pueden incrementar su producción docente e investigadora, a partir de los recursos disponibles.

En cuanto a la elección del modelo DEA entre un modelo DEA CCR y uno BCC⁸, hemos utilizado los procedimientos⁹ descritos por Martínez (2003) y que han sido utilizados posteriormente en otros trabajos como el reciente de Calderón y otros (2005).

En primer lugar, hemos llevado a cabo una regresión de los índices de eficiencia obtenidos a través de la aplicación del modelo CCR sobre el tamaño del departamento, medido por el número de profesores equivalentes a tiempo completo, con la finalidad de comprobar si el tamaño es estadísticamente significativo para explicar los índices de eficiencia.

Tabla 1: Regresión de los índices de eficiencia CCR sobre el tamaño de los departamentos.

Variable	Coefficiente	T-Student	Significación
Constante	0,971	20,115	0,000
Nº total de profesores (P_i)	-0.001	-0,788	0,437

$R^2 = 0,023$; $dw = 1,923$; $F = 0,622$
 $H_0: \beta = 0$ } $Z (\text{Prob } Z > z): 0,437 > 0,05$
 $H_1: \beta \neq 0$ }

Se evidencia, a partir de los resultados obtenidos que aparecen en la tabla 1, que la escala de operaciones de los departamentos considerados no es estadísticamente significativa para explicar los índices de eficiencia. Por tanto, la tecnología de producción, según este criterio, ofrece rendimientos constantes a escala.

En segundo lugar, se ha aplicado una batería de contrastes no paramétricos sobre los índices de eficiencia calculados para los dos modelos: CCR y BCC. Estas pruebas son los

⁸En este punto, se han calculado los índices de eficiencia bajo los supuestos de rendimientos constantes y variables. Sin embargo, no expondremos los resultados hasta decantarnos por uno de ellos.

⁹ El paquete estadístico utilizado para la realización de los cálculos ha sido el SPSS 12.0.

contrastes de Mann-Whitney y de Kolmogorov-Smirnov¹⁰. A través de la prueba U de Mann-Whitney contrastamos la hipótesis nula de que los dos grupos independientes de los índices de eficiencia proceden de la misma población. La prueba de Kolmogorov-Smirnov se utiliza para contrastar la hipótesis nula de que la distribución de los índices de eficiencia es la misma.

Los estadísticos que aparecen en la tabla 2 y 3 nos llevan a afirmar, con un 95% de confianza, que no podemos rechazar las hipótesis nulas. Por tanto podemos concluir que las ineficiencias en la escala no son significativamente importantes.

Tabla 2: Contraste de Mann-Whitney.

Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z (Prob Z>z)
307,00	742,00	-2,195 (0,028*)

*significativo al nivel 0,1.

Tabla 3: Contraste de Kolmogorov-Smirnov.

Diferencia absoluta	Diferencia positiva	Diferencia negativa	Estadístico K-S Z (Prob Z>z)
0,345	0,345	0,00	1,313 (0,064)

$H_0: F_1 = F_2$

$H_1: F_1 \neq F_2$

Z (Prob Z>z): 0,064 > 0,05

El tercer procedimiento utilizado para determinar la naturaleza de los rendimientos a escala, consiste en calcular el coeficiente de correlación entre los índices de eficiencia que se obtienen cuando el modelo se define con rendimientos constantes a escala (CCR) y con rendimientos variables a escala (BCC). Un coeficiente de correlación alto indica que la aplicación de las dos formulaciones del modelo proporcionan como resultado ordenaciones muy parecidas. La aplicación de estas dos versiones de formulación del modelo para los departamentos no experimentales nos permite concluir que las ordenaciones son parecidas, tal y como indica un coeficiente de correlación del 63%.

Tabla 4: Coeficientes de correlación entre los modelos CCR y BCC.

	CCR	BCC
CCR	1,00	0,63
BCC	0,63	1,00

El último procedimiento al que se recurre para estudiar en qué medida las ineficiencias detectadas se deben a diferencias en la escala de operaciones en la que operan los distintos departamentos, consiste en determinar la eficiencia de escala, la cual se obtiene a través del cociente entre los índices de eficiencia obtenidos bajo por el modelo CCR y los índices de eficiencia obtenidos por el modelo BCC.

¹⁰ Ambos nos permiten analizar la divergencia de las distribuciones de los índices de eficiencia, que se obtienen cuando el modelo se define

Tabla 5: Eficiencia de escala.

Departamento	Eficiencia de escala	Departamento	Eficiencia de escala	Departamento	Eficiencia de escala
Dpto. 1.	0,975	Dpto. 20.	0,981	Dpto. 38.	1
Dpto. 8.	1	Dpto. 21.	0,909	Dpto. 39.	0,962
Dpto. 11.	1	Dpto. 22.	1	Dpto. 40.	1
Dpto. 12.	1	Dpto. 23.	0,956	Dpto. 41.	1
Dpto. 14.	0,934	Dpto. 28.	1	Dpto. 53.	0,678
Dpto. 15.	0,848	Dpto. 29.	0,924	Dpto. 54.	1
Dpto. 16.	1	Dpto. 30.	1	Dpto. 55.	1
Dpto. 17.	1	Dpto. 31.	0,736	Dpto. 56.	1
Dpto. 18.	1	Dpto. 32.	0,937	Dpto. 61.	1
Dpto. 19.	0,874	Dpto. 37.	1		

Como se desprende de la tabla anterior, la mayor parte de los departamentos¹¹ muestran un índice de eficiencia a escala igual a uno o muy próximo a uno (el 86,2%). Ello implica que los departamentos operan con una escala eficiente, por lo que su ineficiencia, en caso de producirse, sería estrictamente técnica. En algunos casos, las unidades analizadas presentan un índice de eficiencia a escala muy inferior a la unidad, por lo que podría presentarse algún caso de ineficiencia a escala.

En definitiva, los cuatro procedimientos utilizados nos permiten señalar que la tecnología de producción, que presentan los departamentos no experimentales de la Universidad de La Laguna, para el curso académico 2002/2003, y con los datos considerados, se caracteriza por presentar rendimientos constantes a escala. Es por ello que hemos utilizado el modelo CCR. Los resultados aparecen recogidos a partir del siguiente epígrafe.

5. Análisis e interpretación de los resultados.

Las tasas de eficiencia¹² para cada departamento aparecen a continuación.

Tabla 6: Índices de eficiencia.

Departamento	Índice	Departamento	Índice	Departamento	Índice
Dpto. 1.	0,825	Dpto. 20.	0,948	Dpto. 38.	1
Dpto. 8.	1	Dpto. 21.	0,904	Dpto. 39.	0,962
Dpto. 11.	1	Dpto. 22.	1	Dpto. 40.	1
Dpto. 12.	1	Dpto. 23.	0,955	Dpto. 41.	1
Dpto. 14.	0,64	Dpto. 28.	1	Dpto. 53.	0,678
Dpto. 15.	0,848	Dpto. 29.	0,924	Dpto. 54.	1
Dpto. 16.	1	Dpto. 30.	1	Dpto. 55.	1
Dpto. 17.	1	Dpto. 31.	0,736	Dpto. 56.	1
Dpto. 18.	1	Dpto. 32.	0,862	Dpto. 61.	1
Dpto. 19.	0,859	Dpto. 37.	1		

Dentro de los departamentos no experimentales se identifican 17 unidades eficientes y 12 ineficientes, siendo la media de los ratios de eficiencia de 93,59%, lo cual indica un 6,41% de ineficiencia media para el conjunto de departamentos analizados.

con rendimientos constantes a escala y con rendimientos variables a escala.

¹¹ En este trabajo hemos evitado publicar el nombre de los departamentos, para lo cual se les ha sido asignado un número.

¹² El programa informático utilizado ha sido el EMS (Efficiency Measurement System) de Holger Scheel (U. of Dortmund). Versión 1.3.

5.1. Identificación y caracterización de los departamentos eficientes.

El DEA no posee la facultad de realizar una ordenación de los centros eficientes, puesto que a todos se les asigna un valor igual a la unidad. Sin embargo, existen varios modos de efectuar una jerarquización de las unidades eficientes.

Un método frecuentemente utilizado es el basado en el número de veces que una unidad entra a formar parte del grupo de comparación de otras (Smith y Mayston, 1987). Cuantas más veces la unidad analizada forme parte del *peer group* de otras unidades, dicha unidad habrá sido tomada en más ocasiones como referencia de otras, lo cual implica que la entidad ha demostrado su superioridad frente a las demás. Si la frecuencia de aparición es baja puede indicar que se trata de unidades que muestran unos procesos productivos muy especializados o extremos y su eficiencia puede resultar sospechosa.

Tabla 7: Frecuencia de los dptos. eficientes en el *peer group* de los dptos. ineficientes.

Departamento	Nº de veces de aparición	Departamento	Nº de veces de aparición
Dpto. 8.	10	Dpto. 37.	0
Dpto. 11.	0	Dpto. 38.	0
Dpto. 12.	0	Dpto. 40.	8
Dpto. 16.	3	Dpto. 41.	0
Dpto. 17..	0	Dpto. 54.	3
Dpto. 18.	0	Dpto. 55.	8
Dpto. 22.	5	Dpto. 56.	1
Dpto. 28.	3	Dpto. 61.	2
Dpto. 30.	5		

Otro método para discriminar entre centros identificados como eficientes es el denominado modelo de supereficiencia de Andersen y Petersen (1993). Éste resuelve un modelo de programación lineal similar al convencional, pero que evita las situaciones de empate entre las tasas de eficiencia, mediante la exclusión de las restricciones del programa lineal de la unidad eficiente en cuestión.

Los resultados, obtenidos al utilizar el modelo de supereficiencia de Andersen y Petersen (1993), para el caso de los departamentos no experimentales, aparecen recogidos a continuación.

Tabla 8: Modelo de supereficiencia.

Departamento	Eficiencia	Departamento	Eficiencia	Departamento	Eficiencia
Dpto. 8.	358%	Dpto. 22.	128%	Dpto. 41.	111%
Dpto. 11.	191%	Dpto. 28.	156%	Dpto. 54.	224%
Dpto. 12.	101%	Dpto. 30.	164%	Dpto. 55.	208%
Dpto. 16.	139%	Dpto. 37.	106%	Dpto. 56.	102%
Dpto. 17.	182%	Dpto. 38.	104%	Dpto. 61.	112%
Dpto. 18.	113%	Dpto. 40.	232%		

5.2. Identificación y caracterización de los departamentos ineficientes

El DEA proporciona las unidades ineficientes así como los objetivos óptimos de producción y de consumo que los departamentos ineficientes deben alcanzar para se

catalogados como eficientes. Estos objetivos se calculan aplicando directamente el índice de eficiencia y las correspondientes variables de holgura a los valores reales de la unidad analizada.

Asimismo el DEA nos suministra información acerca de los grupos de referencia de cada unidad, los cuales vienen definidos por aquellos subconjuntos de entidades eficientes, que matemáticamente están determinados por aquellas unidades con valores de λ_j no nulos al resolver el problema de programación lineal. El conocimiento de la composición del grupo de referencia de cada uno de los departamentos ineficientes puede resultar inestimable, a la hora de implementar estrategias encaminadas a mejorar la eficiencia. Asimismo, facilitará a los departamentos la planificación a medio y largo plazo, en materia de docencia y, sobre todo, en materia de investigación. En este sentido, las prácticas productivas de cada entidad ineficiente deben compararse con aquellas que forman parte del grupo de referencia. El cuadro 4, recoge los grupos de referencia o de comparación (*peer group*) de los departamentos no experimentales.

Cuadro 4: Grupos de referencia y ponderaciones λ_j asignadas.

Dptos. ineficientes	Grupos de referencia	Ponderaciones
Dpto. 1.	Departamentos 16, 22, 30, 40 y 55	L16=0,0894; L22=0,2437; L30=0,0364; L40=0,1763; L55=0,2192
Dpto. 14.	Departamentos 8, 22, 40 y 55	L8=0,0166; L22=0,2119; L40=0,9384; L55=0,1923
Dpto. 15.	Departamentos 8, 28, 30 y 55	L8=1,4098; L28=0,5217; L30=0,0524; L55=0,0462
Dpto. 19.	Departamentos 8, 40, 55 y 56	L8=0,6724; L40=1,1439; L55=0,0993; L56=0,2375
Dpto. 20.	Departamentos 8, 40 y 55	L8=0,3590; L40=0,4811; L55=0,3974
Dpto. 21.	Departamentos 8, 22, 40 y 55	L8=0,6249; L22=0,3029; L40=0,1075; L55=0,4264
Dpto. 23.	Departamentos 22, 30, 40 y 61	L22=0,6387; L30=0,2670; L40=0,3818; L61=0,0404
Dpto. 29.	Departamentos 8, 16, 28, 54 y 55	L8=0,1635; L16=0,0044; L28=0,8722; L54=0,3672; L55=0,3924
Dpto. 31.	Departamentos 8, 16, 22, 30, 40 y 61	L8=0,834; L16=1,1145; L22=0,005; L30=0,058; L40=1,467; L61=0,3374
Dpto. 32.	Departamentos 8, 28, 40 y 54	L8=0,2515; L28=0,1307; L40=0,2692; L54=0,2781
Dpto. 39.	Departamentos 8, 54 y 55	L8=1,2046; L54=0,0545; L55=0,3670
Dpto. 53.	Departamentos 8 y 30	L8=2,2714; L30=0,3500

Otra información adicional, que puede obtenerse a partir del grupo de referencia, es la importancia relativa que ha tenido cada uno de los componentes del grupo en la determinación del departamento ficticio con el que ha sido comparada la actividad de cada uno de los departamentos ineficientes. Esta información viene suministrada por los valores de las ponderaciones λ_j asignadas por el modelo a cada uno de los departamentos que forman parte del grupo de referencia. El objetivo principal es poder llegar a conocer cuáles son los modelos de gestión a seguir por cada departamento ineficiente, puesto que cuanto mayor es el valor de los λ_j , más parecido es el modelo de producción del departamento ineficiente al eficiente que forma parte del grupo de comparación. Por tanto, cada departamento, a la hora de adoptar medidas correctoras encaminadas a alcanzar una situación eficiente debe prestar especial atención a las prácticas productivas que se desarrollan en los departamentos que

forman parte de su grupo de comparación, principalmente aquéllos en los que los valores de λ han sido superiores. Los resultados vienen recogidos en el cuadro 4.

No obstante, un diagnóstico de la eficiencia evaluada en cada grupo requiere tener en cuenta las circunstancias particulares de cada uno de los departamentos y analizar minuciosamente las posibilidades de aumentar sus índices de eficiencia.

Por último, hemos incluido las variables objetivo, esto es, los valores de cada input y cada output que tendría que tener cada departamento para ser considerado como eficiente. Los resultados, en términos porcentuales, aparecen recogidos en la tabla 10.

Tabla 10: Reducción potencial en los inputs e incremento potencial de outputs. Dptos. ineficientes.

Departamento	PDI	PD	PP	PED	NC	NA	NATC	NP	IPI
Dpto. 1	5%	0%	0%	21%	21%	21%	225%	21%	30%
Dpto. 14	0%	0%	2%	64%	56%	56%	..	56%	..
Dpto. 15	0%	0%	0%	62%	18%	18%	150%	24%	..
Dpto. 19	0%	0%	16%	98%	135%	16%	16%	16%	138%
Dpto. 20	0%	0%	2%	6%	31%	6%	568%	110%	225%
Dpto. 21	0%	21%	0%	45%	30%	11%	11%	11%	..
Dpto. 23	0%	8%	0%	76%	5%	5%	84%	5%	13%
Dpto. 29	0%	0%	0%	89%	8%	8%	115%	8%	745%
Dpto. 31	0%	0%	0%	196%	36%	36%	36%	36%	127%
Dpto. 32	1%	0%	0%	16%	46%	16%	16%	91%	..
Dpto. 39	0%	0%	3%	31%	4%	4%	131%	187%	..
Dpto. 53	0%	0%	9%	93%	47%	131%	230%	91%	..
Media	1%	2%	3%	66%	36%	27%	144%	55%	213%

Nota: .. el porcentaje no se ha podido calcular, puesto que el valor de partida es nulo.

De la tabla anterior podemos destacar que, en media, los departamentos no experimentales ineficientes deben incrementar el número de alumnos de tercer ciclo en un 144% y los ingresos de proyectos de investigación en un 213%. Asimismo, para ser eficientes, deben incrementar el porcentaje de profesores con buena valoración en la encuesta de evaluación en un 66%¹³.

6. Conclusiones.

Los resultados suministran a los departamentos, como centros de gestión, información sobre su modo de actuar, permitiéndoles realizar su propia planificación de objetivos y la programación de los medios necesarios para su consecución. El conocimiento de la posición con respecto al resto de departamentos ayuda a conocer sus puntos débiles y fuertes y, por tanto, a tomar las medidas correctoras necesarias o a potenciar sus fortalezas. En este sentido,

¹³ Se han realizado especificaciones distintas de las variables que caracterizan la función de producción para luego comprobar la robustez de los resultados. Véase Sinuany-Stern y otros, 1994 y García Valderrama, 1996; entre otros. El análisis de sensibilidad realizado nos lleva a afirmar que los cambios en las variables que caracterizan la función de producción no alteran fundamentalmente los resultados. Los resultados no los hemos mostrado por a no extender más el trabajo.

la utilidad del DEA para la gestión de los departamentos radica en que proporciona puntos operativos de referencia que sugieren líneas de acción para una mejor asignación de recursos que podrían ponerse en práctica en aquellos departamentos que se han revelados más ineficientes. El análisis de sus actuaciones y su comparación con departamentos próximos puede ayudar a conseguir los objetivos establecidos.

No obstante, los objetivos de producción y consumo de los departamentos ineficientes deben interpretarse siempre con cautela. Debe ser el propio departamento, quien a partir de los resultados mostrados, tome las decisiones oportunas. Hay que tener siempre en cuenta que cada departamento tiene sus particularidades, las cuales pueden facilitar o dificultar el acercamiento a determinados objetivos. Además, hay factores ajenos al control del propio departamento, que también pueden dificultar alcanzar los óptimos preestablecidos.

En definitiva, la gestión de los recursos destinados a la educación superior pública es susceptible de ser mejorada en los aspectos concernientes a la eficiencia en el uso de los mismos. Una vía adecuada en esa búsqueda de nuevas opciones es analizar y evaluar el actual sistema de gestión utilizado por las universidades públicas. La utilización del DEA, como herramienta para llevar a cabo dicha evaluación, ha permitido comprobar el grado de eficiencia con el que desarrollan su actividad los departamentos universitarios, así como demostrar que dichas evaluaciones pueden ser llevadas a cabo. La institucionalización de un método de evaluación periódica de la eficiencia ha de permitir a los gestores de los recursos detectar y corregir situaciones de ineficiencia, a través de la comparación entre unidades de similares características.

7. Bibliografía.

- Andersen, P. y Petersen, N. C. (1993): "A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis", *Management Science*, vol. 39, nº 10, pp 1261-1264.
- Avkiran, N. K. (2001): "Investigating technical and scale efficiencies of Australian Universities through data envelopment analysis", *Socio-Economic Planning Sciences*, nº 35, pp. 57-80.
- Banker, R. D.; Charnes, A. y Cooper, W. (1984): "Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis", *Management Science*, nº 30, pp. 1078-1092.
- Caballero, R.; Galache, T.; Gómez, T. y Torrico, A. (2000): "Análisis de la eficiencia vía DEA y multiobjetivo. Una aplicación al caso de la Universidad de Málaga", *IX Jornadas AEDE*, Jaén, pp. 81-96.

- Calderón Patier, C.; Barruso Castillo, B. y Rueda López, N. (2005): “La medición de la eficiencia de las políticas públicas de I+D en España: una aplicación del Análisis Envolvente de Datos (DEA)”, *XII Encuentro de Economía Pública*, Palma de Mallorca, 3 y 4 de febrero.
- Charnes, A.; Cooper, W. y Rhodes, E. (1978): "Measuring Efficiency of Decision Making Units", *European Journal of Operational Research*, nº 2, pp. 429-444.
- Charnes, A.; Cooper, W. y Rhodes, E. (1979): “Short communication: Measuring efficiency of decision making units”, *European Journal of Operational Research*, nº 3, pp. 339.
- Farrell, M.J. (1957): "The measurement of productive efficiency", *Journal of the Royal Statistical Society*, nº 120, pp. 253-290.
- Ganley, J. A. y Cubbin, J. S. (1992): *Public Sector Efficiency Measurement Applications of Data Envelopment Analysis*, Elsevier Science Publisher, Amsterdam.
- García Valderrama, T. (1996): *La medida y el control de la eficiencia en las instituciones universitarias*, Sindicatura de Comptes, Valencia.
- Lovell, C. A. K. y Pastor, J. (1996): “Radial DEA models without inputs or without outputs”, mimeo.
- Martínez Cabrera, M. (2003): *La medición de la eficiencia en las instituciones de educación superior*, Fundación BBVA, Bilbao.
- Ng, Y. y Li, S. (2000): “Measuring the research performance of Chinese higher education institutions: an application of data envelopment analysis”, *Education Economics*, vol. 8, issue 2, pp. 139-156.
- Pastor, J.; Ruiz, J. y Sirvent, I. (1999): “A statistical test for detecting influential observations in DEA”, *European Journal of Operational Research*, 115, pp. 542-554.
- Seiford, L. (1997): “A bibliography for data envelopment analysis (1978- 1996)”, *Annals of Operations Research*, 73, pp. 393-438.
- Sinuany-Stern, Z. Mehrez, A. y Barboy, A. (1994): “Academic departments efficiency via DEA”, *Computers & Operations Research*, vol. 21, nº 5, pp. 543-556.
- Smith, P. y Mayston, D. (1987): “Measuring efficiency in the public sector”, *Omega International Journal of Management Science*, 15 (3), pp. 181-189.
- Tavares, G. (2002): “A bibliography of data envelopment analysis (1978-2001)”, Ructor Research Report RRR 01-02, enero 2002, Rutgers Centre of Operations Research, New Jersey <http://rutcor.rutgers.edu/~gtavares>.