

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA EN DEPARTAMENTOS Y EN ASIGNATURAS UNIVERSITARIAS USANDO DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

Horacio Rojo

Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires
Av. Las Heras 2214, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina
hrojo@ciudad.com.ar

Silvia Adriana Ramos

Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires
Av. Las Heras 2214, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina
m1_sr@yahoo.com.ar

Martín Gil Navarro

Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires
Av. Las Heras 2214, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina
martingilnavarro@yahoo.com

Claus Stegmann

Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires
Av. Las Heras 2214, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina
claussteg@gmail.com

RESUMEN

El objetivo del proyecto es investigar la eficiencia relativa de unidades académicas universitarias para aplicar sus resultados en la gestión universitaria y en la docencia. Para ello se ha utilizado un enfoque cuantitativo basado en la metodología DEA. En el desarrollo del proyecto se ha trabajado con dos enfoques complementarios en cuanto a la definición de las unidades de medición: en un caso las unidades son los departamentos docentes y en el otro son un conjunto de asignaturas. Los resultados obtenidos hasta el momento permiten orientar la toma de decisiones en la asignación de recursos teniendo en cuenta la eficiencia a nivel de estructura de departamento docente y a nivel de conjunto de asignaturas

PALABRAS CLAVE. DEA, Análisis de Eficiencia, Unidades Académicas.

Área principal DEA - EDU

ABSTRACT

The project aims to investigate the relative efficiency of university academic units to apply their results in university management and teaching. To do this we used a quantitative approach based on the methodology DEA. In developing the project, we have worked with two complementary approaches in the definition of the units of measurement: in one case units are the educational departments and in the other case units are a set of subjects. The results obtained allow guide decision-making in the allocation of resources taking into account the performance level of faculty and department structure as a set of subjects

KEYWORDS. DEA. Efficiency Analysis. Academic Units.

Main area DEA - EDU

1. Introducción

Las autoridades educativas de los países más desarrollados han implementado planes para la asignación de recursos con el objetivo de mejorar la calidad de la educación superior. Estas políticas trajeron aparejado el problema de lograr que los recursos asignados permitieran obtener mejoras en la calidad con una razonable eficiencia.

La revisión y los análisis realizados sobre la literatura científica pusieron en evidencia que la metodología del Análisis Envolvente de Datos o Data Envelopment Analysis (DEA) constituía una herramienta idónea para la planificación y control de los planes presupuestarios por parte de los interesados en mejorar la eficiencia en la educación superior.

En las últimas décadas se han desarrollado numerosas aplicaciones de la metodología DEA en diversas áreas de la producción apoyadas en una oferta creciente de modelos DEA, los cuales han sido documentados en calificados libros, como ser en THANASSOULIS (2001), en RAY (2004) y en COOPER et al (2007). Una de esas áreas ha sido la educación superior, dentro de la cual se han relevado antecedentes importantes en artículos sobre el tema, como ser en GOMEZ SANCHO (2001), en GOMEZ SANCHO et al (2005), en RUGGIERO (2005), en TORRICO et al (2006) y en ALBERTO et al (2010).

En todos estos casos el foco de la atención sobre el cual se ha centrado el estudio de la eficiencia han sido las universidades como unidades de análisis (DMU). En cambio la característica particular del proyecto de investigación, en el cual está enmarcado este artículo, consiste en considerar como unidades de análisis para evaluar sus eficiencias a subsistemas internos de las universidades, concretamente a los departamentos académicos y las asignaturas pertenecientes a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA).

El propósito final del proyecto de investigación, según se ha expresado en el primer artículo publicado del proyecto de investigación ROJO et al (2011), “está dirigido a proporcionar una herramienta que sirva de ayuda en la toma de decisión para el análisis, evaluación y resolución de problemas reales” y “tiene como objetivo general la evaluación de la eficiencia de los departamentos docentes de la FIUBA con propósitos de brindar información que ayude a implementar la mejora continua de dichos departamentos y consecuentemente a la mejora en la asignación de los recursos” y sea superador de los actuales “procedimientos intuitivos, subjetivos y no debidamente enmarcados dentro de una adecuada estructuración del problema”.

El presente artículo, cuarto de la serie correspondiente al proyecto de investigación, está estructurado como se indica a continuación.

En la segunda sección se incluye la metodología de trabajo empleada y se describen los dos enfoques utilizados y los dos modelos DEA aplicados.

En la tercera sección se desarrolla el primer enfoque, denominado DMU-Departamento, pues se plantea como unidades para el análisis de eficiencia a los departamentos de la FIUBA, se muestra la información relevada para este enfoque y se presentan los resultados obtenidos correspondientes a los dos modelos DEA aplicados: el modelo CCR y el modelo BCC.

En la cuarta sección se desarrolla el segundo enfoque, denominado DMU-Asignatura pues se plantea como unidades para el análisis de eficiencia a las asignaturas de la FIUBA, se muestra la información relevada para este enfoque y se presentan los resultados obtenidos correspondientes a los dos modelos DEA aplicados: el modelo CCR y el modelo BCC.

En la quinta sección se presentan las conclusiones obtenidas hasta la fecha y los pasos que se prevé seguir en el proyecto de investigación; en la sexta sección se incluyen las tablas y en la última sección se consignan las referencias bibliográficas utilizadas hasta el presente en el proyecto de investigación.

Finalmente se desataca que este proyecto de investigación se encuentra acreditado por la Universidad de Buenos Aires (UBA) con el código 2002 0090 2006 29, dentro de la Convocatoria UBACyT para el período 2010-2012.

2. Metodología de trabajo

Un aspecto clave del proceso metodológico ha sido la elección de las unidades a evaluar. En primera instancia y como derivación del objetivo inicial del proyecto, se estimó de interés para el proyecto considerar como unidades de análisis (DMU) a los 18 departamentos académicos de la FIUBA, constituyendo lo que se ha denominado Enfoque DMU-Departamento.

En segunda instancia, una vez avanzado el proyecto, se observó la conveniencia de realizar un nuevo enfoque, denominado Enfoque DMU-Asignatura, no alternativo del anterior sino complementario, en el cual se consideró como unidades de análisis a las asignaturas de todos los departamentos académicos de la FIUBA.

Para ambos enfoques se utilizó la metodología DEA, la cual es una técnica no paramétrica desarrollada a partir del trabajo de Charnes, Cooper y Rhodes en CHARNES et al, (1978) y cuyo propósito está dirigido a evaluar la eficiencia relativa de un conjunto de n unidades j (DMU $_j$) que utilizan una serie de m recursos i , con i de 1 a m , y cantidades x_{ij} (entradas de cada unidad) para producir una serie de s productos r , con r de 1 a s , y cantidades y_{rj} (salidas de cada unidad).

Si bien se han desarrollado numerosos modelos basados en esta metodología, en el trabajo se ha utilizado el modelo original denominado CCR por las iniciales de sus autores A. Charnes, W. W. Cooper y E. Rhodes en CHARNES et al (1978) y el modelo denominado BCC por las iniciales de sus autores: R. Banker, A. Charnes y W. W. Cooper en BANKER et al (1984).

La formulación del modelo CCR es:

$$\left\{ \begin{array}{ll} \min Z = & \theta & o = 1, \dots, n \\ \text{s. a:} & -x_{io} * \theta + \sum_{j=1}^n x_{ij} * \lambda_j + s_i^+ = 0; & i = 1, \dots, m & \text{entradas} \\ & \sum_{j=1}^n y_{rj} * \lambda_j - s_r^- = y_{ro}; & r = 1, \dots, s & \text{salidas} \\ & s_i^+ \geq 0 & i = 1, \dots, m & \text{excesos} \\ & s_r^- \geq 0 & r = 1, \dots, s & \text{faltantes} \\ & \lambda_j \geq 0; & j = 1, \dots, n & \end{array} \right.$$

Donde θ representa la eficiencia de la DMU $_0$ evaluada, los λ_j son variables que representan los pesos de las DMU pertenecientes al conjunto de referencia de la DMU $_0$ evaluada y las s_i^+ y s_r^- son variables de holgura de las entradas (excesos) y salidas (faltantes) de cada DMU $_0$ evaluada.

El modelo CCR asume el cumplimiento del supuesto de “rendimiento constante con la escala” de la eficiencia. Esta hipótesis, si bien facilita el análisis de eficiencia, en algunas situaciones puede no reflejar las características de funcionamiento real de los sistemas bajo evaluación. Ello indujo a la formulación de nuevos modelos que pudieran reflejar características de “rendimiento variable con la escala” de la eficiencia, sea creciente o decreciente. El modelo BCC cumple con esa característica y su formulación es:

$$\left\{ \begin{array}{ll} \min Z = & \theta \qquad \qquad \qquad o = 1, \dots, n \\ \text{s. a:} & -x_{io} * \theta + \sum_{j=1}^n x_{ij} * \lambda_j + s_i^+ = 0; \quad i = 1, \dots, m \quad \text{entradas} \\ & \sum_{j=1}^n y_{rj} * \lambda_j - s_r^- = y_{ro}; \quad r = 1, \dots, s \quad \text{salidas} \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ & s_i^+ \geq 0 \quad i = 1, \dots, m \quad \text{excesos} \\ & s_r^- \geq 0 \quad r = 1, \dots, s \quad \text{faltantes} \\ & \lambda_j \geq 0; \quad j = 1, \dots, n \end{array} \right.$$

3. Enfoque DMU-Departamento

3.1. Diseño de la DMU y relevamiento de datos

En el diseño de las DMU de los 18 departamentos se consideraron las siguientes variables de las cuales era factible obtener información para el año 2010:

1. Cantidad de exámenes finales anuales aprobados por alumnos en asignaturas de cada departamento durante el año 2010
2. Cantidad de docentes rentados pertenecientes a asignaturas de cada departamento discriminados por categoría y dedicación en el año 2010
3. Cantidad de no docentes pertenecientes a cada departamento en el año 2010

La variable 1 constituye la “producción” o salida de cada departamento mientras que las variables 2 y 3 constituyen los recursos de entrada a cada departamento.

En mayo del 2011 se realizó una corrida experimental de prueba con datos aún no consolidados, considerando solamente 2 entradas: Total de Docentes y Total de No Docentes y 1 salida: Exámenes finales aprobados, resultados que fueron incluidos en el segundo artículo publicado del proyecto de investigación ROJO et al, (2012a).

A posteriori, en relación a la categoría de los docentes, de su análisis se concluyó que las diferentes categorías docentes: Profesores, Jefes de Trabajos Prácticos y Ayudantes de Trabajos Prácticos constituyen variables diferenciadas en virtud que representan actividades docentes claramente distintas.

En cambio, de acuerdo a lo establecido en la Resolución n° 5909/2009 del Consejo Superior de la UBA, en los artículos 1 de los Anexos 1, 2 y 3 establecen respectivamente para las tres dedicaciones docentes: “exclusiva”, “semiexclusiva” y “simple”, que “10 horas deberán ser empleadas para la docencia”, por lo cual no corresponde diferenciarlas.

Conforme lo analizado, cada DMU-Departamento está caracterizado por:

- ✓ 4 Variables de Entradas: Profesores, Jefes de TPs, Ayudantes de TPs y No Docentes activos en el año 2010
- ✓ 1 Variable de Salida: Exámenes finales aprobados por los alumnos durante 2010

Esta estructura verifica la recomendación expresada en COOPER, et al, (2007), sección 4.7, punto 4) referente al cumplimiento de:

$$n \geq \max ((mxs) ; 3(m+s))$$

pues siendo:

- ✓ n = 18 DMUs
- ✓ m = 4 variables de entrada
- ✓ s = 1 variables de salida

resulta:

$$n = 18 > \max ((mxs) ; 3*(m+s)) = \max ((4*1) ; 3*(4+1)) = 15$$

y se cumple la recomendación para tener una discriminación satisfactoria de eficiencias de las DMUs.

En la Tabla 1 de la sexta sección se indican los valores de las 4 entradas y la salida para el año 2010 correspondientes a los 18 departamentos docentes. Se ha preservado los nombres de los departamentos identificándolos como DMUs.

3.2. Resultados obtenidos con el modelo CCR

Esta corrida fue incluida en el tercer artículo publicado del proyecto de investigación ROJO et al (2012b) y en esta subsección se reproducen los conceptos principales. Con la información de la Tabla 1 se efectuó una corrida utilizando una versión Demo del DEA-SOLVER, adjunta al libro de COOPER et al, (2007), especificando un modelo CCR orientado a la entrada, habida cuenta que el interés de la Facultad está centrado en lograr un determinado nivel de exámenes aprobados minimizando los recursos asignados a tal fin.

En la Tabla 2 de la sexta sección se indican los resultados obtenidos para las eficiencias (columna Score) de los 18 departamentos (DMUs) y los diagnósticos sobre los excesos en sus 4 recursos de entrada (Profesores, Jefes de Trabajos Prácticos y Ayudantes de Trabajos Prácticos) y los déficits en las salidas de productos (Exámenes Finales Aprobados).

Se puede observar que el modelo DEA adoptado produce una discriminación aceptable en los niveles de eficiencias de los departamentos:

- ✓ 4 departamentos con eficiencia óptima 1;
- ✓ 2 departamentos con eficiencia buena comprendida entre 0,70 y 0,99;
- ✓ 9 departamentos con eficiencia regular comprendida entre 0,40 y 0,69 y
- ✓ 3 departamentos con eficiencia mala por debajo de 0,39.

Si bien estos resultados serán objeto de análisis y probables modificaciones durante corridas futuras, los resultados cualitativos en las eficiencias y en los excesos y déficits obtenidos no parecen contradecir opiniones generales de los expertos.

3.3. Resultados obtenidos con el modelo BCC

En un análisis posterior realizado sobre los datos correspondientes a tres de las variables de entrada y la variable de salida fue observado un rango significativo de variación, razón por la que se recomendó efectuar una nueva corrida utilizando un modelo BCC, también orientado a la entrada.

En los resultados obtenidos indicados en la Tabla 3, como era dable esperar, se puede observar que disminuye la discriminación lograda con el modelo anterior:

- ✓ 9 departamentos con eficiencia óptima 1;
- ✓ 3 departamentos con eficiencia buena comprendida entre 0,70 y 0,99;
- ✓ 6 departamentos con eficiencia regular comprendida entre 0,40 y 0,69 y
- ✓ Ningún departamento con eficiencia mala por debajo de 0,39.

Pese a esa disminución, lo destacable es el hecho que existan razones cuantitativas, avaladas por los resultados de los dos modelos, para sugerir a los responsables de los 6 departamentos con eficiencia regular a analizar los excesos indicados en la Tabla 3.

4. Enfoque DMU-Asignatura

4.1. Diseño de la DMU y relevamiento de datos

Los resultados obtenidos y los que puedan obtenerse en futuras corridas, sea experimentando con otros modelos DEA y/o con la utilización de nueva información que pueda relevarse, mediante la aplicación del Enfoque DMU-Departamento, proporcionan una visión global de los departamentos académicos que son de utilidad para el análisis y toma de decisiones de las autoridades de la FIUBA (Consejo Directivo, Secretarías Académica y Administrativa y Directores de Departamento).

Surgió entonces la posibilidad de realizar un nuevo enfoque alternativo, no sustitutivo sino complementario del anterior, que profundice el detalle del análisis a nivel de las 340 asignaturas de la FIUBA y que por ello incorpore como interesados en el análisis y toma de

decisiones a los profesores responsables de las asignaturas. Como se mencionó en la sección 2, a este enfoque se lo denominó Enfoque DMU-Asignatura.

Con este enfoque se podría analizar en forma global a la totalidad de las 340 asignaturas de la FIUBA o bien analizar en forma individual cada uno de los 18 departamentos académicos, generándose así un proceso de análisis en serie en el interior de cada departamento a continuación del Enfoque DMU-Departamento.

El inconveniente es que, a la fecha de presentación del presente artículo, el grupo de investigación “Modelos de Gestión” de la FIUBA, si bien está en trámite la compra del software comercial DEA-SOLVER PRO que pueda procesar 340 DMUs, por el momento solamente dispone de una versión Demo del software DEA-SOLVER que tiene una capacidad de procesamiento de hasta 50 DMUs. Esta limitación impide el procesamiento de 3 departamentos que exceden las 50 asignaturas. Por ese motivo se consideró conveniente realizar una corrida experimental considerando una muestra de 340 asignaturas, seleccionando aquellas con mayor cantidad de alumnos.

En cuanto a la definición de las variables de entrada y salida, la variable 3 No Docentes está asignada a todo el departamento y no en forma diferenciada a cada asignatura.

En resumen, cada DMU-Asignatura está caracterizado por:

- ✓ 3 Entradas: Profesores, Jefes de TPs y Ayudantes de TPs activos en el 2010
- ✓ 1 Salida: Exámenes finales aprobados por los alumnos durante 2010

Resulta obvio que esta estructura verifica la recomendación expresada en COOPER, et al, (2007).

En la Tabla 4 de la sexta sección se indican los valores de las 3 entradas y la salida para el año 2010 correspondientes a las 50 asignaturas seleccionadas en la muestra. Como en el enfoque anterior, se ha preservado los nombres de las asignaturas identificándolas como DMUs.

Con esta información se efectuó una corrida utilizando la versión Demo del DEA-SOLVER, especificando un modelo CCR orientado a la entrada.

4.2. Resultados obtenidos con el modelo CCR

Esta corrida también fue incluida en el tercer artículo publicado del proyecto de investigación ROJO et al (2012b) y en esta subsección se reproducen los conceptos principales.

En la tabla 5 de la sexta sección se indican los resultados obtenidos en las eficiencias de las 50 asignaturas y los diagnósticos sobre los excesos en sus 3 recursos de entrada (Profesores, Jefes de Trabajos Prácticos y Ayudantes de Trabajos Prácticos) y déficits en las salidas de productos (Exámenes Finales Aprobados).

A diferencia de los resultados obtenidos con el enfoque anterior, estos resultados tienen carácter experimental habida cuenta que cuando se disponga del software comercial DEA-SOLVER PRO se podrán realizar la corrida en forma global para la totalidad de las 340 asignaturas de la FIUBA o las corridas en forma individual para cada uno de los 18 departamentos académicos mencionadas en párrafos anteriores. Igual se consignan los resultados obtenidos a los efectos comparativos con los obtenidos con el modelo BCC.

- ✓ 7 asignaturas con eficiencia óptima 1;
- ✓ 20 asignaturas con eficiencia buena comprendida entre 0,70 y 0,99;
- ✓ 9 asignaturas con eficiencia regular comprendida entre 0,40 y 0,69 y
- ✓ 14 asignaturas con eficiencia mala por debajo de 0,39.

4.3. Resultados obtenidos con el modelo BCC

Por las mismas razones explicadas en la subsección 3.3 también en este enfoque se decidió efectuar una nueva corrida utilizando un modelo BCC orientado a la entrada.

En los resultados obtenidos indicados en la Tabla 6, como era dable esperar, se puede observar que disminuye la discriminación lograda con el modelo anterior:

- ✓ 10 asignaturas con eficiencia óptima 1;
- ✓ 25 asignaturas con eficiencia buena comprendidas entre 0,70 y 1;
- ✓ 12 asignaturas con eficiencia regular comprendidas entre 0,40 y 0,69 y

- ✓ 3 asignaturas con eficiencia mala por debajo de 0,39.

Pese a esa disminución, lo destacable es que existen razones cuantitativas avaladas por los resultados de los dos modelos para sugerir a los responsables de las 12 asignaturas con eficiencia regular y principalmente a los responsables de las 3 asignaturas con eficiencia mala a analizar los excesos indicados en la Tabla 6.

5. Conclusiones

En opinión de los autores, los resultados obtenidos y los que se vayan obteniendo con la aplicación de los dos enfoques que se están proponiendo, constituyen un aporte para la ayuda la toma de decisiones en la planificación y la gestión de las unidades académicas por parte de las autoridades de la FIUBA, que puede integrarse y complementarse con otros procedimientos y herramientas actualmente en uso.

De esta manera no sólo se estará cumpliendo con el propósito inicial, señalado en el punto 1, cuando se expresó en el proyecto “tiene como objetivo general la evaluación de los departamentos docentes de la FIUBA” sino que además se ha agregado como segundo objetivo lograr la evaluación de la eficiencia de las asignaturas de la FIUBA. Se pone en evidencia nuevamente que la metodología DEA muestra ser una herramienta adecuada para el análisis de la eficiencia en la educación superior.

Como resultado adicional, el trabajo de investigación ya desarrollado por el Grupo de Investigación “Modelos de Gestión” ha permitido ganar experiencia a sus integrantes y también ha motivado a docentes de otras asignaturas y a los estudiantes para iniciarse en actividades similares de investigación en el área de la Ingeniería Industrial.

6. Tablas

Departa- mentos	Entradas				Salida
	No Docentes	Profesores	Jefes de TP	Ayudantes de TP	Exámenes Aprobados por Alumnos
DMU1	5	54	72	85	2312
DMU2	9	48	32	80	1463
DMU3	6	24	28	43	1384
DMU4	2	21	28	31	900
DMU5	5	24	29	22	645
DMU6	11	69	43	109	1674
DMU7	9	57	39	64	2131
DMU8	1	10	13	11	185
DMU9	2	14	5	16	358
DMU10	3	17	9	24	402
DMU11	4	31	41	93	3644
DMU12	2	17	23	42	1810
DMU13	3	17	5	9	82
DMU14	2	24	18	30	668
DMU15	6	53	40	132	3681
DMU16	11	34	10	45	1048
DMU17	2	4	7	10	715
DMU18	3	7	5	10	568

Tabla 1: Datos Enfoque DMU-Departamento

Departamentos	Score	Excesos				Déficits
		No Docentes	Profesores	JTPs	Ayud. TPs	Exámenes Aprobados
DMU1	0,60	0	11,81	14,75	0	0
DMU2	0,45	0	13,28	0	15,11	0
DMU3	0,53	0	3,59	0,27	0	0
DMU4	0,63	0	5,32	6,59	0	0
DMU5	0,41	0,25	6,23	5,58	0	0
DMU6	0,39	0	16,80	0	16,28	0
DMU7	0,56	0	18,29	0	0	0
DMU8	0,33	0	1,83	2,14	0	0
DMU9	0,67	0	6,49	0	5,27	0
DMU10	0,43	0	4,61	0	4,46	0
DMU11	1	0	0	0	0	0
DMU12	1	0	0	0	0	0
DMU13	0,15	0,08	1,71	0	0	0
DMU14	0,48	0	5,67	0,48	0	0
DMU15	0,99	0	24,67	0	50,33	0
DMU16	0,92	4,61	18,45	0	23,06	0
DMU17	1	0	0	0	0,00	0
DMU18	1	0	0	0	0	0

Tabla 2: Resultados Enfoque DMU-Departamento, Modelo CCR

Departamentos	Score	Excesos				Déficits
		No Docentes	Profesores	JTPs	Ayud. TPs	Exámenes Aprobados
DMU1	0,65	0,16	16,38	21,27	0	0
DMU2	0,48	0,80	6,63	0	0	0
DMU3	0,67	1,58	6,00	4,09	0	0
DMU4	0,76	0	3,69	4,77	0	0
DMU5	0,45	0,14	5,35	6,26	0	0
DMU6	0,41	0,91	9,91	0	0	0
DMU7	0,78	4,08	27,59	7,11	0	0
DMU8	1	0	0	0	0	0
DMU9	1	0	0	0	0	0
DMU10	0,65	0	0	0	1,52	46,52
DMU11	1	0	0	0	0	0
DMU12	1	0	0	0	0	0
DMU13	1	0	0	0	0	0
DMU14	0,74	0	8,08	0	5,19	0
DMU15	1	0	0	0	0	0
DMU16	1	0	0	0	0	0
DMU17	1	0	0	0	0	0
DMU18	1	0	0	0	0	0

Tabla 3: Resultados Enfoque DMU-Departamento, Modelo BCC

Asignaturas	Entradas			Salidas
	Profesores	Jefes de TPs	Ayudantes TPs	Exam. Aprob.
DMU1	15	31	16	652
DMU2	9	6	16	380
DMU3	3	2	5	129
DMU4	13	18	30	732
DMU5	3	4	12	189
DMU6	4	4	3	120
DMU7	17	12	41	676
DMU8	17	17	28	438
DMU9	11	7	20	603
DMU10	3	4	5	130
DMU11	3	5	2	195
DMU12	1	3	3	145
DMU13	4	8	5	261
DMU14	2	3	6	203
DMU15	2	2	8	138
DMU16	5	3	4	122
DMU17	1	3	10	253
DMU18	1	1	8	129
DMU19	1	2	2	219
DMU20	1	4	3	184
DMU21	2	1	6	164
DMU22	2	2	3	226
DMU23	1	1	8	200
DMU24	1	2	9	195
DMU25	1	3	6	160
DMU26	2	2	4	190
DMU27	1	1	6	228
DMU28	1	2	4	136
DMU29	2	3	4	122
DMU30	1	1	2	155
DMU31	1	1	2	139
DMU32	1	2	9	144
DMU33	1	1	6	177
DMU34	1	2	2	181
DMU35	1	2	4	171
DMU36	1	1	3	123
DMU37	1	2	2	209
DMU38	1	2	5	177
DMU39	1	2	2	191
DMU40	2	2	3	182
DMU41	2	7	17	179
DMU42	4	8	18	658
DMU43	2	1	9	131
DMU44	2	3	8	169
DMU45	1	1	4	133
DMU46	9	3	20	519
DMU47	1	1	3	120
DMU48	2	1	2	214
DMU49	5	1	12	166
DMU50	3	5	9	510

Tabla 4: Datos Enfoque DMU-Asignatura

Asignaturas	Scores	Excesos			Déficits
		Profesores	Jefes TPs	Ayudan. TPs	Exam. Apr.
DMU1	0,37	2,61	5,58	0	0
DMU2	0,32	0	0	0	0
DMU3	0,33	0	0	0	0
DMU4	0,30	0	0	0	0
DMU5	0,30	0	0	0	0
DMU6	0,37	0,91	0,37	0	0
DMU7	0,27	0	0	0	0
DMU8	0,17	0	0	0	0
DMU9	0,42	0	0	0	0
DMU10	0,25	0	0	0	0
DMU11	0,89	1,78	2,67	0	0
DMU12	0,71	0	0,71	0,71	4,01
DMU13	0,49	0,73	1,46	0	0
DMU14	0,50	0	0	0	0
DMU15	0,36	0	0	0	0
DMU16	0,38	1,27	0	0	1,18
DMU17	1	0	0	0	0
DMU18	0,63	0	0	1,54	0
DMU19	1	0	0	0	0
DMU20	0,85	0	1,91	0	0
DMU21	0,72	0,72	0	0	0
DMU22	0,77	0	0	0	0
DMU23	0,97	0	0	2,36	0
DMU24	0,91	0	0,22	5,53	0
DMU25	0,68	0	0,34	0	0
DMU26	0,61	0	0	0	0
DMU27	1	0	0	0	0
DMU28	0,61	0	0,31	0	0
DMU29	0,34	0	0	0	0
DMU30	1	0	0	0	0
DMU31	1,00	0	0	0	0
DMU32	0,60	0	0	0,60	0
DMU33	0,78	0	0	0	0
DMU34	0,85	0	0	0	0
DMU35	0,78	0	0,39	0	0
DMU36	0,71	0	0	0	0
DMU37	1	0	0	0	0
DMU38	0,78	0	0,33	0	0
DMU39	0,90	0	0	0	0
DMU40	0,76	0,42	0	0	0
DMU41	0,36	0	0,50	0	0
DMU42	0,72	0	0	0	0
DMU43	0,57	0,57	0	1,72	0
DMU44	0,39	0	0	0,03	0
DMU45	1	0	0	0	0
DMU46	0,76	4,55	0	1,52	0
DMU47	0,71	0	0	0	0
DMU48	1	0	0	0	0
DMU49	0,73	2,91	0	4,37	0
DMU50	0,79	0	0	0	0

Tabla 5: Resultados Enfoque DMU-Asignatura, Modelo CCR

Asignaturas	Scores	Excesos			Déficits
		Profesores	Jefes TPs	Ayudan. TPs	Exam. Apr.
DMU1	1	0	0	0	0
DMU2	0,48	0,79	0	0	0
DMU3	0,50	0	0	0,50	55,50
DMU4	1	0	0	0	0
DMU5	0,33	0	0	0	0
DMU6	0,67	1,22	0	0	85,89
DMU7	0,87	8,59	0	14,73	0
DMU8	0,26	1,91	0,16	0	0
DMU9	0,89	4,37	0	0	0
DMU10	0,40	0,20	0	0	63,40
DMU11	1	2,00	3,00	0	24,00
DMU12	1	0	1,00	1,00	74,00
DMU13	0,60	1,12	2,38	0	0
DMU14	0,50	0	0	0	0
DMU15	0,50	0	0	0	20,00
DMU16	0,50	1,50	0	0	52,00
DMU17	1	0	0	0	0
DMU18	1	0	0	2,00	99,00
DMU19	1	0	0	0	0
DMU20	1	0	2,00	1,00	35,00
DMU21	1	0	0	4,00	50,00
DMU22	0,78	0	0	0	0
DMU23	1	0	0	2,00	28,00
DMU24	1	0	0	7,00	24,00
DMU25	1	0	1,00	4,00	59,00
DMU26	0,61	0	0	0	0
DMU27	1	0	0	0	0
DMU28	1	0	0	2,00	83,00
DMU29	0,50	0	0	0	52,00
DMU30	1	0	0	0,00	0
DMU31	1	0	0	0	16,00
DMU32	1	0	0	7,00	75,00
DMU33	1	0	0	0	51,00
DMU34	1	0	0	0	38,00
DMU35	1	0	0	2,00	48,00
DMU36	1	0	0	0	50,25
DMU37	1	0	0	0	10,00
DMU38	1	0	0	3,00	42,00
DMU39	1	0	0	0	28,00
DMU40	0,67	0,24	0	0	0
DMU41	0,50	0	2,12	6,50	0
DMU42	1	0	0	0	0
DMU43	1	0	0	7,00	83,00
DMU44	0,50	0	0,50	0	22,50
DMU45	1	0	0	0	58,50
DMU46	1	0	0	0	0
DMU47	1	0	0	0	53,25
DMU48	1	0	0	0	0
DMU49	1	3,00	0	10,00	48,00
DMU50	1	0	0	0	0

Tabla 6: Resultados Enfoque DMU-Asignatura, Modelo BCC

Referencias

- Alberto C. L. y Carignano C. E.**, *Estudio de eficiencia técnica en las unidades académicas de la U.N.C. período 2007-2009*. Simposio de Investigación Operativa, JAIIO, Córdoba, 2010
- Banker R. D., Charnes A. y Cooper W. W.**, *Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis*. Management Science, vol. 30 (9), pgs. 1078 a 1092, 1984
- Charnes A, Cooper W. W. y Rhodes E.**, *Measuring the efficiency of Decision Making Units*. European Journal of Operational Research, Vol 2, pgs. 429 a 444, 1978
- Cooper W. W., Seiford L. M. y Tone K.**, *Data Envelopment Analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-SOLVER software*. Kluwer Academic Publishers (Second Printing). Norwell, Massachusetts. 2007
- Gómez Sancho J. M.**, *La evaluación de la eficiencia en las universidades españolas*. X Jornadas de la Asociación de Economía de la Educación, España., 2001
- Gómez Sancho J. M., Mancebón Turrubia,** *Algunas reflexiones metodológicas sobre la evaluación de la eficiencia productiva de las instituciones de educación superior*. Economiaz N° 60, Vol I., 2005
- Ray S. C.**, *Data Envelopment Analysis. Theory and techniques for economics and Operations Research*. Cambridge University Press, 2004
- Rojo H., Ramos S., Tolón Estarellés P., Stegmann C., Raspa L., Castro D.**, *Evaluación de eficiencia en unidades académicas aplicando Data Envelopment Analysis (DEA), estado inicial del proyecto*. XXIV ENDIO – XXII EPIO, Río Cuarto., 2011
- Rojo H., Ramos S., Tolón Estarellés P., Stegmann C., Raspa L., Castro D.**, *Efficiency evaluation in academic units applying Data Envelopment Analysis. Initial state of project*. ICORES 2012, Algarve, Portugal, 2012 a.
- Rojo H., Ramos S., Tolón Estarellés P., Gil Navarro M.**, *Evaluación de eficiencia en unidades académicas aplicando Data Envelopment Analysis (DEA), estado avanzado del proyecto*. XXV ENDIO – XXIII EPIO, Buenos Aires., 2012 b.
- Ruggiero J**, *Performance evaluation in education: modeling educational production*. Handbook of Data Envelopment Analysis, Kluwer Academic Publishers, pgs 323 a 348., 2005
- Thanassoulis E.**, *Introduction to the theory and application of Data Envelopment Analysis*. Kluwer Academic Publisher. 2001
- Torrice A., Pérez F., Galache T., Molina J., Gómez T. y Caballero R.**, *Análisis de la eficiencia de las unidades productivas de una universidad*. Departamento de Economía Aplicada, Universidad de Málaga., 2006