

# UN MODELO PARA LA MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA EN LOS DEPARTAMENTOS UNIVERSITARIOS

Emilio Díez de Castro y Francisco Díez Martín  
Departamento de Administración de Empresas  
y Comercialización e Investigación de Mercados (Márketing)  
Escuela Universitaria de Estudios Empresariales  
Universidad de Sevilla

## Resumen

En términos globales la eficiencia se define como el cociente entre salidas y entradas, es decir, la relación entre los resultados obtenidos en función de los recursos utilizados. El conocimiento del grado de eficiencia de un departamento organizacional se presenta como un aspecto básico para ayudar a la toma de decisiones. Recientemente, las instituciones universitarias se están viendo obligadas a utilizar sistemas de control de presupuesto cada vez más ajustados, en este sentido ya se ha empezado a valorar la utilización de sistemas de eficiencia capaces de indicar las carencias y excesos de recursos. La elaboración de un modelo de eficiencia aplicado a los departamentos de tales instituciones ayudaría a la toma de decisiones. A continuación se presenta un modelo basado en la metodología del análisis envolvente de datos (DEA) para medir la eficiencia de estas unidades.

## Abstract

In global terms the efficiency is defined as the ratio between outputs and inputs, that is to say, the relation between the results obtained based on the used resources. The knowledge of the degree of efficiency of an organizational department appears as a basic aspect to help the decision making. Recently, the university institutions are being forced to use systems of budget control more and more fit, in this sense already one has begun to value the use of systems of efficiency able to indicate the deficiencies and excesses of resources. The elaboration of a model of efficiency applied to the departments of such institutions would help the decision making. Next a model based on the methodology of the data envelopment analysis (DEA) appears to measure the efficiency of these units.

## INTRODUCCIÓN

Medir la eficiencia en la educación implica conocer las variables que representan

las entradas y salidas (*inputs* y *outputs*) de los centros educativos, los recursos con los que cuentan, así como el producto final que se obtiene a través de la actividad educativa,

esto es la formación académica finalmente impartida. En este sentido, la especificación del producto final que se origina en el ámbito docente, está compuesto por una serie de características especiales que abarca: el carácter múltiple y multidimensional de esta salida (*output*), su naturaleza intangible, la importancia del individuo y de las relaciones humanas en el proceso productivo, el entorno, etc. (Mancebón, 1996). Todo esto implica una gran incertidumbre a la hora de determinar las variables a utilizar en el análisis. En el sector educativo no existen indicadores de beneficios, como en el sector privado, a los que uno pueda atenerse para medir la eficiencia alcanzada. Es por este sentido por lo que Murias (2004) afirma que el análisis envolvente de datos (DEA) resulta un método adecuado para el contexto educacional, pues no necesita especificar *a priori* la forma de la función de producción, y además es adecuado para contextos *multioutputs* en los que se permite incorporar variables del entorno.

A lo largo de las últimas décadas el análisis envolvente de datos ha dado lugar a numerosos estudios teóricos y empíricos, tanto en el sector público como en el privado. No obstante, la mayoría de las investigaciones que han utilizado esta técnica se han desarrollado en contextos de un claro carácter público (Tavares, 2002).

Es bien sabido que el origen del DEA surge a raíz de una investigación de ámbito público, concretamente consistió en una investigación referente a la educación en varios centros públicos norteamericanos (Charnes *et al.*, 1978). Es por ello, por lo que quizás, debido a sus orígenes, y aunque el número de áreas en las que se ha aplicado esta técnica no ha dejado de aumentar hacia el sector privado, su presencia

en el sector público, concretamente en el ámbito educativo, ha sido una constante. A este respecto Worthington (2001) comenta como las instituciones educativas de todo el mundo han sido, cada vez en mayor medida, el objeto de análisis basados en la mejora de la eficiencia. Sin embargo, a pesar de la importancia que tiene el medir el desempeño educacional, dicho de otro modo, la eficiencia de los centros educativos, es relativamente reciente el uso de técnicas matemáticas de frontera en estos análisis, que engloban estudios de escuelas primarias, institutos y universidades.

Ahora bien, la utilización del análisis envolvente de datos para medir la educación también presenta una serie de inconvenientes, aparte de los propios de la técnica del DEA.

Engert (1996) resume las tres características principales del proceso educativo que complican el análisis de eficiencia. La primera es que las organizaciones educativas tienen múltiples objetivos así como múltiples salidas (*outputs*) o resultados posibles. A menudo aparecen opiniones confrontadas respecto a los objetivos educativos, y la importancia relativa de estos objetivos por parte de los agentes en el ámbito educacional, por ejemplo, como objetivo de un centro educativo se podría hablar de la importancia de los resultados cognitivos a corto plazo, de los resultados de los exámenes finales, o del número de estudiantes que encuentran empleo. La segunda característica a reseñar en esta clase de análisis de eficiencia se refiere a que muchas de las salidas (*outputs*) de los centros educativos no son medibles o cuantificables, por ejemplo, las mejoras de las habilidades en un área de conocimiento pueden ocasionar la mejora de las habilidades en otro área o incluso estar asociada con un aumento de la autoestima. Otros

resultados educacionales como la socialización desafían la parametrización (McCarty y Yaisawarng, 1993). Finalmente, y mucho más importante, el mayor de los problemas surge por nuestro limitado conocimiento de la verdadera correspondencia entre los recursos y resultados (*inputs* y *outputs*) en el proceso de producción educativo (Hanushek, 1986).

Los inconvenientes mostrados no hacen sino reafirmar el uso del análisis envolvente de datos para la medición de la eficiencia en los centros educativos, pues se trata de problemas cuyas soluciones no dejan en evidencia el análisis en su conjunto.

#### ¿POR QUÉ EL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS?

A la hora de escoger una técnica para medir la eficiencia, es recomendable la realización de un estudio de las diversas aportaciones que aparecen en la literatura sobre este tipo de análisis, las consecuencias que conlleva cada una de ellas, y su conveniencia o no para ser aplicada en un estudio de ámbito público.

Hoy en día la elección de una técnica adecuada para realizar un análisis de eficiencia se centra entre dos metodologías, las cuales disponen, cada una de ellas, de una serie de peculiaridades determinadas. Por un lado los métodos paramétricos, que utilizan una terminología estadística poco sensible a las oscilaciones de los datos de las unidades, con estimaciones más fiables y que permite errores de medida. Por otro lado los métodos no paramétricos, los cuales ofrece estimaciones más precisas sobre la eficiencia relativa y los niveles objetivos, identifican las fuentes de ineficiencia mostrando los recursos que están siendo usados

en exceso y requieren menos supuestos sobre la frontera de eficiencia. Ante este derroche de características, cada una de ellas esencial para un tipo de análisis u otro, ¿cuál será la metodología escogida?

Ambos caminos nos llevan a la determinación de que no existe una metodología mejor o peor para el desarrollo de un análisis de eficiencia, las dos presentan una serie de ventajas e inconvenientes, y por tanto serán las circunstancias concretas que envuelven cada investigación las que recomendarán una u otra vía, como se desprende de los estudios de Mortimer (2002) o Linna *et al.* (1998). En este sentido, las circunstancias que rodean los departamentos universitarios vienen determinadas principalmente por un ámbito de actuación educacional y un carácter netamente público.

Dentro del campo de la educación se observa cómo la técnica de la frontera de eficiencia ha sido la más utilizada a la hora de llevar a cabo estudios para medir la eficiencia en todo tipo de instituciones académicas, incluyendo colegios de primaria y secundaria (Bessent *et al.*, 1982; Deller y Rudnicki, 1993; Chalos y Cherman, 1995); universidades (Athanasopoulos y Shale, 1997), y departamentos universitarios (Beasley, 1990, 1995; Johnes y Johnes, 1993, 1995; Sinuany-Stern *et al.*, 1994; Madden *et al.*, 1997), predominando los estudios en instituciones norteamericanas, sin menospreciar los realizados en instituciones educativas de países como Reino Unido (Jesson *et al.*, 1987; Smith y Mayston, 1987; Barrow, 1991; Bates, 1997); Australia (Madden *et al.*, 1997); Taiwan (Kao y Yang, 1992); Noruega (Bonnesroning y Rattso, 1994), y en España (Murias, 2004; González *et al.*, 1998; Torrico, 2000), quedando de manifiesto que la principal técnica de

frontera empleada para determinar la eficiencia de los programas educativos es el análisis envolvente de datos (DEA) (Charnes *et al.*, 1981; Diamond y Medewitz, 1990; Ray, 1991; McCarty y Yaisawarnng, 1993; Thanassoulis y Dunstan, 1994; Chalos, 1997). Worthington (2001) destaca que la mayoría de los estudios de la eficiencia en la educación han usado la técnica del DEA.

Quizás una de las investigaciones mejor conocidas en el área de evaluación de la producción educativa fue la desarrollada por Bessent *et al.* (1982). Estos autores, empleando la técnica de Charnes *et al.* (1978) del análisis envolvente de datos con rendimientos de escala constantes, examinaron la eficiencia producida en 241 colegios de los diferentes distritos de Houston (USA), siendo unos de los primeros autores que daban a conocer algunas de las ventajas del DEA sobre otras técnicas utilizadas anteriormente. Entre otras, se incluían la ventaja de la incorporación de múltiples salidas (*outputs*), el hecho de que la forma funcional paramétrica no tenía que ser especificada por la función de producción y la habilidad para identificar formas de ineficiencia para los colegios de forma individual (Worthington, 2001). Lo mismo sugiere Bowlin *et al.* (1985), el cual, en un estudio comparativo entre la aproximación paramétrica y no paramétrica refleja que aunque ambas aproximaciones discriminan correctamente entre unidades eficientes e ineficientes, el DEA es capaz de identificar las fuentes de ineficiencia mostrando los recursos que estaban siendo usados en exceso.

Banker *et al.* (1988), indicaron que la frontera de producción formulada por el DEA es generalmente más flexible, a la hora de aproximar la frontera de producción real, que incluso las funciones paramétricas más

flexibles. Aparte de la aproximación a la frontera, DEA también ofrece un número de ventajas sobre los análisis (no de frontera) de evaluación del desempeño educacional más tradicionales y que están basados en la regresión. Por ejemplo, Mayston y Jesson (1988) argumentan que el análisis de regresión está limitado por la falta de concesiones existente entre los resultados educacionales y el hecho de que la regresión proporciona como resultado una media estadística, y no los valores que teóricamente pueden alcanzarse.

A su vez Thanassoulis (1993) sugiere que aunque los resultados de las estimaciones del análisis de regresión son más estables el DEA ofrece estimaciones más precisas sobre la eficiencia relativa y los niveles objetivos de las variables. Por otro lado, Coelli *et al.* (1998), tras analizar ambas aproximaciones, recomiendan la utilización del DEA la realización de estudios de la eficiencia en los sectores públicos. Consideran que en el sector público los efectos aleatorios no suelen tener mucha importancia, que además en este sector se producen múltiples salidas (*outputs*) y resulta enormemente complicado definir un sistema de precios y, por último, que los comportamientos optimizadores postulados por la teoría económica (maximización de beneficios o minimización de precios) resultan difíciles de justificar en el sector público, lo que imposibilita el desarrollo de las teorías económicas clásicas dificultando el uso de modelos paramétricos.

El análisis envolvente de datos surge como método para medir la eficiencia en unidades pertenecientes al sector público, pese a que también ha sido ampliamente utilizado en estudios de índole privado. En el área educativa las evaluaciones de desempeño se han llevado a cabo mediante

métodos frontera, de entre los que el DEA ha surgido como la herramienta más usada, motivado en muchas ocasiones, por la flexibilidad, fácil manejo y los buenos resultados que presenta. Una vez llegado a este punto parece que aunque el DEA presenta una serie de inconvenientes, al igual que otros métodos, el método más adecuado para evaluar la eficiencia en un ámbito público, y más específicamente, en el área de la educación, es el análisis envolvente de datos. Por los motivos aquí expuestos, a la hora de elegir la técnica más adecuada para analizar el desempeño entre los departamentos de la Universidad de Sevilla se ha optado por esta herramienta, el DEA.

#### ESTUDIOS DEA EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

Cuando se habla de centros educativos, se hace referencia a centros de educación primaria (escuelas), secundaria (institutos) y educación superior de grado y postgrado (universidades). A este respecto hay que mencionar que antes de la década de los 90 la mayoría de evaluaciones de la eficiencia en este área se centraban en análisis de los centros educativos de primaria y secundaria (Beasley, 1990). No obstante, hoy en día han proliferado los estudios de centros de educación superior. En este sentido nos encontramos ante tres tipologías de estudios en el ámbito universitario, estudios referentes a la medición de la eficiencia entre universidades, entre departamentos similares, pero pertenecientes a varias universidades y entre departamentos diferentes, pero que pertenecen a una misma universidad.

En referencia a los estudios entre universidades cabe mencionar los estudios de

Ahn *et al.* (1988), que al igual que Rhodes y Southwick (1993) comparan la eficiencia entre varias universidades norteamericanas, el análisis realizado por Athanassopoulos y Shale (1997) valorando 45 universidades británicas, el de Gómez Sancho (2001) que evalúa las universidades españolas, McMillan y Data (1998) con su estudio de eficiencia de las universidades canadienses, Hanke y Leopoldseeder (1998) que comparan 11 universidades austríacas así como Avkiran (2001) que valora hasta 36 universidades Australianas. En este sentido, estos estudios se caracterizan porque toman como unidad de decisión (DMU) a cada una de las universidades por sí mismas. Muchos de estos análisis han centrado su atención en la actividad docente de los centros de decisión, de las universidades, dejando de lado, en numerosas ocasiones, la actividad investigadora (Martínez Cabrera, 2000a, 2000b).

Por otro lado se encuentran los estudios centrados en departamentos similares pero de distintas universidades, es decir departamentos que comparten una misma área funcional pero pertenecen a universidades diferentes, un ejemplo de esto sería un análisis entre los departamentos de administración de empresas de las distintas universidades españolas, en el que se sugiera cuál de los departamentos de todas las universidades españolas realiza un mejor desempeño de sus actividades. Este tipo de análisis ha originado el mayor número de investigaciones, y en ellas resalta en mayor medida el interés por la actividad investigadora, y en menor grado el papel de la actividad docente.

Algunos de los trabajos más destacados en este tipo de análisis son, entre otros, el de Tomkins y Green (1988), que ya por esas fechas evaluaron la eficiencia que mostraban en el desempeño de sus activi-

dades 24 departamentos de Contabilidad de universidades del Reino Unido. Cercano a este estudio fue el de Beasley (1990, 1995) el cual, al igual que Tomkins y Green, llevo a cabo un estudio de departamentos pertenecientes a universidades del Reino Unido, pero Beasley se centró por un lado en 50 departamentos de Física y por otro en 52 de Química. No podemos dejar de mencionar los estudios de Johnes y Johnes (1993, 1995) sobre 36 departamentos de Economía, también del Reino Unido, o el de Madden *et al.* (1997) sobre 24 departamentos de Economía de universidades Australianas. Del lado español existen también algunas investigaciones a este respecto, entre ellas destacan las de Martínez Cabrera (2000a, 2000b) en los que se analizan 23 departamentos de Fundamentos de análisis Económico, o los de Pina y Torres (1992, 1995) que centran su análisis en los departamentos de Contabilidad.

Finalmente las investigaciones centradas en el estudio de los departamentos de una misma universidad no dejan de tener su importancia, pues pretenden estudiar la eficiencia de una institución universitaria en su conjunto. Consisten en el análisis de una sola institución universitaria comparando el desempeño entre sus distintos departamentos. Ciertos autores critican este tipo de análisis pues advierten que para este caso las unidades observables no son homogéneas, pues consideran que cada departamento universitario tiene funciones y recursos diferentes (Beasley, 1990, Dyson *et al.* 2001). En este sentido la mayoría de estos trabajos tratan de minimizar el problema de heterogeneidad, mediante la exclusión de indicadores específicos y el uso de variables más globales, que permitan homogeneizar las actividades departamen-

tales. A continuación se detallarán algunos trabajos relevantes sobre el análisis de la eficiencia entre departamentos de una misma universidad.

Sinuany-Stern *et al.* (1994), analizan la eficiencia de los departamentos de una universidad de Israel, tratando el tema de la homogeneidad mediante la división de los departamentos en función de tres grandes áreas, Humanidades, Naturales e Ingeniería. Ellos acabarán realizando un análisis global en toda la universidad y otro más específico en función de las áreas de división especificadas con el objeto de realizar posteriores comparaciones de los resultados obtenidos.

Por su parte, García Valderrama (1996), en su estudio sobre los departamentos de la Universidad de Cádiz, enfocado únicamente en el aspecto investigador, afronta el problema de la heterogeneidad dividiendo el estudio entre departamentos experimentales y no experimentales, pues insiste en que no es comparable el valor de una publicación experimental frente a una no experimental.

Arcelus y Coleman (1997), estudian hasta 32 departamentos de la universidad de New Brunswick (Canadá). Lo característico de su investigación es que no utilizan ninguna herramienta para reducir el impacto de la heterogeneidad en la especificación del modelo. Cercanos a esta fecha se encuentran los estudios de González *et al.* (1998), en el que se analiza la Universidad de Oviedo, distinguiendo, al igual que García Valderrama (1995) entre departamentos experimentales y no experimentales. En este mismo año también tenemos otro estudio de relevancia llevado a cabo por Trillo (1998) en la Universidad Politécnica de Cataluña, en este caso se evalúa la suficiencia inves-

tigadora, y no se realiza ninguna división entre áreas departamentales, la herramienta utilizada para reducir el impacto de la heterogeneidad, es la exclusión de los departamentos excesivamente diferentes.

Si examinamos detenidamente el análisis de eficiencia realizado por Murias (2004), sobre 72 departamentos de la Universidad de Santiago de Compostela observaremos cómo al igual que Valderrama (1995) y González *et al.* (1998) entre otros, también distingue entre departamentos experimentales y no experimentales, formando dos grupos con cada uno de los 72 departamentos objetos de su estudio, todo ello para eliminar el posible problema de la heterogeneidad.

Por último reseñar el estudio llevado a cabo en el año 2000 por Torrico, el cual estudia 142 áreas, ya sean departamentos o unidades organizativas de menor tamaño, de la Universidad de Málaga, centrándose en el aspecto investigador y docente de estas áreas. En este caso, Torrico realiza un análisis global de toda la universidad y luego un análisis específico por cada una de las ramas de estudio (considera cuatro categorías, experimentales, salud, sociales y humanidades).

Es para esta última categoría de análisis donde Murias (2004) recoge brevemente las principales características que presentan estos análisis. La autora indica que el principal problema de esta clase de análisis es la actividad consistente en seleccionar unidades homogéneas entre sí, con el objeto de evitar el problema de la heterogeneidad. Para ello, parece que lo más común es dividir la muestra inicial de departamentos en grupos más homogéneos, normalmente en función de su área de conocimiento. Vuelva a aparecer el problema de la heterogeneidad. Por otro

lado, comenta que la mayoría de estudios llevados a cabo en departamentos de una misma universidad se han centrado en estudios de la actividad investigadora, quedando la actividad docente relegada al olvido, motivado tal vez por la dificultad en obtener los resultados (*output*) de la actividad docente. Hoy en día, el interés causado por la calidad de la enseñanza, esta provocando la aparición de sistemas de evaluación de la docencia para los centros educativos. Por último, destaca que para esta clase de análisis es importante realizar un estudio sobre la robustez de los resultados de la investigación, lo que suele llevarse a cabo mediante la comparación de las estimaciones de la eficiencia presentadas por diversas especificaciones del modelo empleado.

## ESPECIFICACIÓN DEL MODELO

La importancia de concretar un buen modelo de eficiencia radica en el hecho de que los resultados derivados del mismo, dependerán de la especificación que se haga de este. Los fundamentos teóricos que justifican el modelo así como la manera en que éstos se aplican, proporcionan resultados más fiables en la medida en que la base teórica donde se sustentan se asemeje más o menos a la realidad, y por tanto, sean más o menos fiables. En este sentido, se antoja esencial concretar los aspectos teóricos en los que se basará el modelo.

### 1. UNIDADES SELECCIONADAS

La selección de las unidades (DMU) que van a formar parte de una investigación DEA debe estar íntimamente relacionado con las características del estudio que se va a desarrollar, para lo cual hay que tener

en cuenta el objeto de la investigación. Se pretende medir el desempeño de los departamentos universitarios en términos de eficiencia y con ello observar las mejores actuaciones que se están produciendo. El conocimiento de las mejores actuaciones permite disponer de un modelo a seguir por las unidades menos eficientes, y por consiguiente conocer las mejoras potenciales que debieran realizarse para alcanzar el mejor desempeño.

A la hora de llevar a cabo un análisis de eficiencia, algunas de las dudas que se pueden presentar hacen referencia a la decisión de desarrollar un análisis para medir el desempeño general de la universidad frente al desarrollo de un análisis de eficiencia centrado tan sólo en los departamentos, en este sentido, cada una de las elecciones habría variado considerablemente el objeto del estudio (Díez Martín *et al.*, 2003).

Además de tener en cuenta el objeto de la investigación, la técnica del DEA requiere que las unidades seleccionadas cumplan un conjunto de condiciones necesarias para el buen funcionamiento de esta, dichas condiciones fueron resumidas por Torrico (2000), concretamente este autor habla de tres condiciones. La primera de ellas consiste en que las unidades objeto de análisis deben cumplir la hipótesis de homogeneidad, es decir, las unidades deben ser suficientemente homogéneas para que se puedan comparar pero suficientemente heterogéneas para que se pueda extraer alguna información de esa comparación, tienen que ser homogéneas entre sí (Golany y Roll, 1989). A su vez, tales unidades también deben tener responsabilidad en la gestión de los recursos para la producción, lo que implica capacidad para gestionar los recursos de que disponen y, por último, deben

constituir un grupo suficientemente amplio para no limitar la capacidad discriminadora del análisis, condición que se encuentra relacionada con la dimensión del modelo.

Si quisiéramos medir la eficiencia en los departamentos de una Universidad cualquiera, como fuera por ejemplo los pertenecientes a la Universidad de Sevilla, la primera aproximación a la hora de seleccionar las unidades para el estudio de la eficiencia sugiere la elección de los 115 departamentos que forman parte de la estructura de dicha Universidad. No obstante, esta circunstancia no viene exenta de ciertos problemas de envergadura a la hora de aplicar el DEA, pues existen varios autores que consideran que para este tipo de análisis, la hipótesis de homogeneidad no se cumple, no es válida. Según Dyson *et al.* (2001), y Beasley (1990), esta hipótesis no se cumple cuando se intenta comparar departamentos de disciplinas distintas, por ejemplo departamentos de ciencias y de humanidades. La razón que estos autores esgrimen radica en que consideran que la existencia de departamentos pertenecientes a distintas disciplinas científicas conlleva a situaciones en las que, por ejemplo, los departamentos de ciencias suelen tener costes mayores, como son los costes de los laboratorios y otros materiales científicos, frente a los departamentos de humanidades y por tanto, la necesidad de estos recursos implicaría que los departamentos de ciencias fueran menos eficientes, pues necesitarían más recursos para obtener las salidas.

Mientras que la mayoría de las investigaciones, realizadas entre departamentos universitarios que pertenecen a áreas funcionales diferentes, optan por solventar el problema de la heterogeneidad mediante la agrupación en varios segmentos de las

unidades departamentales, en unas ocasiones dividiendo en dos grupos la muestra y en otras en grupos más numerosos, por ejemplo entre departamentos pertenecientes a las ciencias experimentales y los no pertenecientes a esta disciplina científica (Sinuany-Stern *et al.*, 1994; García Valderrama, 1996; González *et al.*, 1998; Torrico, 2000; Murias, 2004), otras investigaciones, las menos, simplemente no hacen ninguna distinción al respecto y realizan un sólo análisis para todos los departamentos (Arcelus y Coleman, 1997).

Sin embargo, si analizamos con mayor profundidad el problema de la heterogeneidad en el entorno universitario, se observa que este se encuentra íntimamente relacionado con la actividad investigadora que existe en los diferentes departamentos y no con la actividad docente. Decimos que para cumplir la hipótesis de homogeneidad las unidades estudiadas deben compartir los objetivos. Se puede decir que los departamentos universitarios comparten los mismos objetivos, pues las dos grandes metas de este tipo de unidades son similares para todos ellos, impartir una docencia excelente y desarrollar buenas investigaciones (actividad docente e investigadora). Además, también decimos que para ser homogéneo es necesario producir productos similares con recursos análogos. En este sentido, a pesar de que en la actividad docente se cuenta con recursos parecidos y se obtiene un producto similar, comparable, la actividad investigadora sugiere que los recursos necesarios para alcanzar un producto de similares características van a diferir notablemente en función de la disciplina científica en el que este envuelto ese departamento. No es lo mismo los recursos necesarios para realizar una investigación en un departamento de

ingeniería mecánica, que en otro de la rama de humanidades o ciencias sociales. Por lo tanto no parece comparable el desempeño de los departamentos proporcionado, al menos, en función de la actividad investigadora.

Teniendo en cuenta la hipótesis de la homogeneidad y las dificultades que puede llegar a ocasionar, quizá una buena opción consistiría en optar por la realización de un análisis DEA en el que se estudie el comportamiento presentado por los departamentos universitarios respecto a la eficiencia, eliminando aquellas variables referentes a la actividad investigadora, de esta forma se evita el problema de la heterogeneidad. Pero además, con el objeto de que el análisis no quede disminuido tras la eliminación de una de las principales actividades departamentales, también parecería adecuado llevar a cabo un análisis de eficiencia entre todos los departamentos, en el que queden recogidas todas y cada una de las variables, esta vez sin exclusión de ninguna de ellas. A tal respecto, para solventar el problema de la heterogeneidad, se segmentarían los departamentos (Murias, 2004) en dos mitades, una de ellas recogería las ramas de carácter más técnico o experimental y la otra vendría formada por el resto de unidades, aquellos departamentos con un cariz menos experimental y más social o humanista.

El resto de condiciones que deben cumplir las unidades de un análisis envolvente de datos hacen referencia a la capacidad de gestión de las DMU y al número de unidades existente en el análisis. Qué duda cabe que los departamentos universitarios disponen de plena capacidad para gestionar los recursos que se les asignan, en contadas ocasiones se podría decir que el gobierno de una universidad no deja utilizar a un departamento los recursos que se le ha

asignado. En lo que respecta a la dimensión del modelo se hablará de este aspecto en un apartado específico sobre la especificación del modelo, aún así, comentar que en principio parece que no será un problema en el análisis pues el número de departamentos se antoja suficiente.

## 2. SELECCIÓN DE LAS VARIABLES

La selección de indicadores, tanto de entradas como de salidas (*inputs/outputs*), en el sector público y referente a actividades relacionadas con los servicios, implica no sólo establecer la relación recursos-productos, sino también determinar indicadores capaces de representar de forma adecuada la actividad realizada (Pina y Torres, 1995; Murias, 2004).

La determinación de las variables comporta realizar un análisis de los objetivos que persiguen los departamentos que se van a medir (Norman y Stoker, 1991). Según los estatutos de la Universidad de Sevilla, los departamentos son los órganos básicos encargados de organizar y desarrollar la investigación y las enseñanzas propias de sus respectivas áreas. Por lo tanto podemos considerar como principales objetivos de las unidades departamentales: de un lado la docencia y de otro la investigación, de manera que las variables que se utilicen en el modelo deben recoger ambas facetas.

La siguiente tarea a la hora de seleccionar las variables que entrarían en el modelo de eficiencia sería la creación de un listado, lo más exhaustivo posible, que recoja todas las variables que puedan influir en la actividad de las unidades de decisión, ya sea por el lado de las entradas o de las salidas (Golany y Roll, 1989).

Por el lado de las entradas (*inputs*), Torrico (2000) señala que las variables que se deberían tener en cuenta para esta clase de estudios serían los recursos físicos, humanos y monetarios, dando cabida al profesorado, personal de administración y servicios, instalaciones físicas (incluyendo aulas, laboratorios y otros) y aportaciones monetarias que recibe el departamento. Johnes y Johnes (1993, 1995) diferencian entre personal docente e investigador y personal sólo investigador, añadiendo el número de subvenciones de investigación per cápita, así como la carga de estudiantes. De la investigación de Beasley (1995) destaca como entradas principales los gastos generales y de equipamiento y los ingresos de investigación. Por último Madden *et al.* (1997), hacen referencia al número de personal. Como es lógico, en las investigaciones realizadas entre universidades aparece la utilización de similares *inputs*, como son el gasto general académico, el gasto en biblioteca e informática, los ingresos de investigación o el número de matriculados (Athanasopoulos y Shale, 1997). No obstante, no siempre es posible disponer de muchos de los datos aquí mostrados. También ocurre que algunas veces los indicadores seleccionados para unos departamentos no son útiles para otros departamentos, pues aunque la tarea educativa tiene un carácter universal, los modelos educativos en ocasiones difieren entre países o incluso regiones.

Referente a las salidas (*outputs*) cabe decir que en los indicadores más utilizados para los análisis a nivel departamento son los referentes al número de alumnos matriculados, el número de publicaciones en sus diferentes modalidades (Murias, 2004) e incluso la calidad del departamento (Thanassoulis *et al.* 1995; Trillo, 1998), que en ocasiones trata de reflejarse con

el número de aprobados o los resultados de las encuestas de valoración del profesorado. Otros autores han definido como salidas (*outputs*) de los departamentos el número de artículos publicados en revistas y revistas prestigiosas, número de libros editados y trabajos publicados o editados (Johnes y Johnes, 1993, 1995), Beasley (1995) y Madden *et al.* (1997) comparten la inclusión de *outputs* como el número de alumnos matriculados, número de post-gradados, cantidad de investigaciones y la calidad en la investigación de los departamentos. Martínez Cabrera (2000a, 2000b) critica la elección del número de alumnos matriculados como representante del producto (*output*) docente, pues señala que el indicador no puede ser válido debido a que la demanda de educación superior en España no está totalmente vinculada a la eficiencia de las universidades.

### 2.1. ENTRADAS (INPUTS)

Las entradas o *inputs* se refieren a los recursos necesarios para obtener las salidas (*outputs*) de una unidad, es decir, los recursos indispensables para obtener los resultados de una determinada unidad. En nuestro caso las unidades son los departamentos universitarios.

Referente a las entradas (aunque también sirve para las salidas), se ha elaborado un cuadro de mandos donde se incluyen los factores que se utilizarán en la investigación para evaluar, en este caso, los recursos con los que cuentan los departamentos universitarios y así poder valorar, en un análisis posterior, aquellos departamentos que presentan un mejor desempeño en función de los recursos que disponen. Para evaluar correctamente los recursos se han tenido en

cuenta todas las variables referentes a las entradas de los departamentos, se han elaborado una serie de constructos que quedan explicados por las variables observables. La figura 1 muestra como quedaría el cuadro de mandos por el lado de las entradas.

En la figura 1, el primer módulo del cuadro de mandos hace referencia a los Recursos que disponen los departamentos, los cuales se dividen en, Recursos Humanos y Recursos Financieros. El constructo de Recursos Humanos se explica mediante una serie de variables observables, las cuales se exponen a continuación:

1. PDI/total grupos: se trata de un indicador que representa la cantidad de personal docente e investigador (PDI) con el que cuenta cada departamento, en función del número de grupos en los que imparten su docencia. Obviamente uno de los recursos indiscutibles en todo departamento

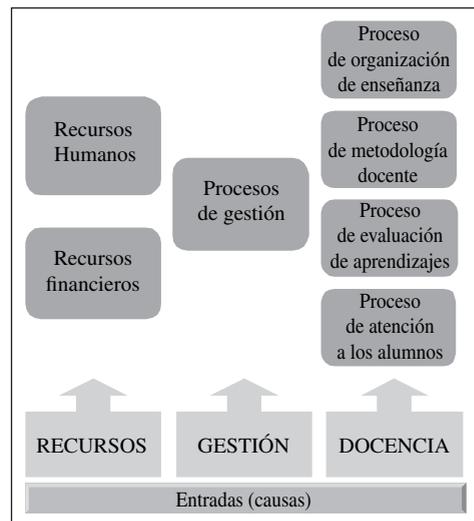


Figura 1. Cuadro de mando-entradas. Elaboración propia.

universitario corresponde al número de PDI, se trata de un concepto utilizado en la mayoría de investigaciones previas a esta (Torrico, 2000; Johnes y Johnes, 1993, 1995; Madden *et al.*, 1997, etc.). Ahora bien, creemos que a la hora de especificar esta variable sería recomendable tenerla en cuenta en función de la cantidad de grupos en los que se debe impartir la docencia, pues un departamento que cuente con 20 PDI para 15 grupos de alumnos posee más recursos reales que un departamento que cuente con 35 PDI para impartir docencia en 45 grupos de alumnos, la relación sería de 1,33 del primer departamento frente a 0,77 del segundo, indiscutiblemente el segundo departamento cuenta con menos recursos reales de PDI, algo que no ocurriría si se tomara como indicador el número total de PDI.

2. PDI a tiempo completo/PDI: la inclusión de indicadores que midan los recursos humanos de los departamentos, en función del tipo de contrato del PDI, no es algo nuevo, se trata de mediciones incluidas en gran cantidad de estudios (Torrico, 2000; Trillo, 1998; Pina y Torres, 1995; Johnes y Johnes, 1993, 1995, etc.). En este sentido, tratar de medir los recursos humanos teniendo en cuenta el número de PDI a tiempo completo no es sino dar constancia de que aquellos departamentos en los que exista un mayor número de personal contratado a tiempo completo van a disponer de una mayor cantidad de recursos.
3. Número de PDI funcionarios/PDI: consiste en un indicador similar al PDI a tiempo completo/PDI, también mencionado en varias investigaciones (Torrico, 2000; Trillo, 1998; Pina y Torres, 1995; Johnes y Johnes, 1993, 1995, etc.). La di-

ferencia entre ambos indicadores es que en este caso se trata del PDI funcionario, personal docente e investigador contratado como empleado público. La utilidad del indicador radica en que observa a los PDI funcionarios diferenciándolos de el resto de PDI, esto es debido a que un PDI funcionario debe representar un mayor recurso dentro de un departamento que un PDI a tiempo completo, pues aunque las horas de trabajo pudieran ser las mismas, la experiencia y carrera profesional hace que el funcionario tenga un mayor valor como recurso humano.

4. Número de PDI doctores/PDI: íntimamente relacionado con los indicadores precedentes, en este caso se pone de manifiesto el valor diferenciado que presenta el disponer de PDI doctores en un departamento. Mientras más doctores disponga un departamento en función de la plantilla de PDI, mayores recursos humanos dispondrá para la consecución de sus actividades.
5. Número de PDI funcionarios doctores/PDI: se hace referencia al mayor valor que representa para un departamento disponer de personal funcionario y doctor.
6. Número de PAS/PDI: El personal de administración y servicios de una Universidad representa al sector de la comunidad universitaria que, mediante el ejercicio de sus actividades específicas tanto técnicas como administrativas y de gestión, constituye la estructura funcional de la Universidad. Torrico (2000) sugiere la inclusión de este tipo de recursos para la correcta valoración de las entradas (*inputs*) de los departamentos.

Además de disponer de unos recursos humanos específicos, las unidades depar-

tamentales también disponen de recursos financieros para el desarrollo de sus actividades. Se trata principalmente de recursos monetarios que también comportan entradas (*inputs*) útiles para el cumplimiento de los objetivos. Los recursos financieros quedan explicados a través del constructo Recursos Financieros y las variables capaces de observar esta información serían:

1. Presupuesto del departamento por alumno matriculado: el presupuesto es la cantidad de dinero calculado para hacer frente a los gastos generales de, en este caso, los departamentos. La inclusión de esta variable en las investigaciones sobre la eficiencia es una constante (Johnes y Johnes, 1993, 1995; Athanassopoulos y Shale, 1997; Torrico, 2000), pues además de reflejar fehacientemente una de las entradas (*inputs*) imprescindibles en estas unidades, resultaba bastante sencillo la obtención de la información que comporta el presupuesto de cada departamento.
2. Ingresos para investigación por profesor doctor: otra de las fuentes de financiación de los departamentos consiste en los ingresos obtenidos para el desarrollo de investigaciones o la realización de proyectos. Estos ingresos suelen conseguirse por la determinación y empeño de, fundamentalmente, los doctores de cada departamento con objeto de poder llevar a cabo investigaciones. Son ingresos relacionados con la actividad investigadora cuyo objetivo o resultado se expresa mayormente con las publicaciones acometidas. La variable ingresos de investigación aparece en investigaciones como la de Murias (2004) o Beasley (1995).

Una vez analizado el módulo de los Recursos a través de sus dos constructos,

Recursos Humanos y Financieros, conviene seguir con el análisis del resto de entradas (*inputs*) que se dan en los departamentos universitarios, en este sentido pasaremos a estudiar el módulo de Gestión y con ello el constructo Proceso de Gestión, el cual se explica a través de las siguientes variables observables:

1. Número de titulaciones con docencia del departamento: la inclusión de este indicador en el modelo no hace sino traer a colación la importancia que tiene el número de titulaciones en las que imparte docencia el departamento. Un departamento con docencia en más titulaciones tendrá la posibilidad de conseguir más y mejores resultados en su actividad docente pues dispondrá de una mayor capacidad docente. Tendrá un alcance docente superior a aquellos departamentos que impartan docencia en tan sólo una titulación.
2. Número de centros con docencia del departamento: la disponibilidad de impartir docencia en un número mayor de centros conlleva una mayor capacidad docente, y con ello, la posibilidad de obtener mejores resultados en la actividad docente.
3. Número total de grupos de las asignaturas curso: más grupos de alumnos implica la disposición de más recursos, más posibilidades para obtener mayores resultados docentes.
4. Número asignaturas curso: este indicador también se relaciona con los tres anteriores, ahora bien va a representar otra categoría dentro de la disponibilidad de recursos referente a la extensión de la docencia que se da en los departamentos.
5. Número de créditos impartidos por el departamento: viene a indicar los créditos

u horas con los que cuenta un departamento en su actividad docente. Parece que un departamento que disponga de un mayor número de horas de docencia, tendrá una mayor capacidad, estará contando con más recursos (*inputs*) para la obtención de los resultados (*outputs*) referentes a la actividad docente.

6. Distribución porcentual de la enseñanza del departamento en titulaciones: trata de medir el porcentaje de titulaciones en las que imparte docencia el departamento. Lógicamente el departamento con un mayor porcentaje dispone de más capacidad docente y la oportunidad de obtener unos mejores resultados docentes.
7. Número total de alumnos matriculados por departamento: relacionado con la gestión de los alumnos, mientras más alumnos tenga el departamento, mayores van a ser los recursos con los que cuenta.

El último de los módulos representados en la figura 1 hace referencia a la Docencia, donde se representarán una serie de entradas (*inputs*) relacionadas con el grado del proceso docente en el que se encuentran los departamentos, a la hora de impartir su docencia. El proceso docente consta de una serie de elementos indiscutibles relacionados con, la organización de la enseñanza, la metodología docente, la evaluación del profesorado y la atención a los alumnos. Es por ello por lo que este módulo constará de cuatro constructos, los cuales serán explicados por otras tantas variables, aunque en este caso las variables observables deben considerarse subconstructos, pues han sido determinadas a través de un conjunto de variables.

Respecto al constructo del Proceso de la Organización Docente, éste ha sido explicado por la variable:

Organización de la enseñanza: este indicador ha surgido de la medición de las una serie de variables que se corresponden con las preguntas realizadas en la encuesta de evaluación del profesorado de la Universidad de Sevilla, se trata de cuatro preguntas para cuya respuesta y análisis se ha usado una escala de 1 a 5:

- El programa de la asignatura contiene una información amplia y detallada sobre metodología docente, objetivos, actividades de evaluación, programación docente.
- El tiempo de duración de las clases de la asignatura es el adecuado para no causar excesiva fatiga.
- En la asignatura existen publicaciones con, según los casos, colecciones de ejercicios, colecciones de textos, problemas, etcétera.
- En la asignatura, teoría y práctica se encuentran suficientemente coordinadas.

El constructo que representa este indicador recoge el nivel al que se encuentra la organización de la enseñanza en un departamento, pues se evalúan circunstancias que afectan directamente al proceso de organización. No es un indicador de fácil valoración, lo que ha llevado a su no incorporación en las investigaciones de eficiencia en departamentos universitarios, pero creemos que representa un recurso fundamental con el que cuentan estas unidades. Aquellos departamentos que cuenten con una mejor organización de la enseñanza dispondrán de una mayor capacidad para la generación de resultados docentes, se encontrarán en posesión de un recurso indispensable para la generación de la actividad tanto docente.

La dificultad para concretar los datos que expliquen este indicador ha provocado

que su valoración se haya realizado externamente, a través de los alumnos. Pese a la controversia que esto pueda suscitar, nos gustaría dejar constancia de que el hecho de que los alumnos valoren la organización de la enseñanza tiene sentido pues son ellos los beneficiarios últimos de ésta.

El constructo correspondiente al Proceso de Metodología Docente se ha explicado mediante otra única variable, que implicaba la valoración del subconstructo:

Metodología docente: representa la variable utilizada para explicar el constructo que lleva su mismo nombre. Al igual que anteriormente se utilizó para su medición la encuesta de evaluación de la Universidad de Sevilla. En este caso su valoración se hizo a través de las siguientes preguntas, también en una escala 1 a 5:

- El programa de la asignatura se imparte en su totalidad.
- El profesor es claro en sus explicaciones.
- El profesor utiliza con frecuencia ejemplos extraídos de la realidad para la comprensión de conceptos.
- El profesor consigue la participación en clase.
- Las clases son amenas.
- El material de apoyo recomendado, posee las características apropiadas para la preparación de la asignatura.
- La amplitud del temario de la asignatura es acorde con la duración del curso.

Se observa cómo cada una de estas preguntas hace hincapié en algún aspecto determinante de la metodología docente, desde el programa de la asignatura hasta el material utilizado. Claramente los departa-

mentos en cuyo haber se encuentren las mejores metodologías dispondrán de mejores recursos para la obtención de sus resultados docentes, los cuales cabría esperar fueran los más exitosos.

Evaluación de los aprendizajes: tratará de explicar el constructo Proceso de Evaluación de Aprendizajes. La obtención de este indicador presenta las mismas características de los anteriores, eso sí, se ha elaborado a raíz de las siguientes cuestiones:

- La publicación de la convocatoria del examen de la asignatura se hace con suficiente tiempo de antelación.
- El profesor da antes de cada evaluación (exámenes, trabajos u otras actividades) suficiente información sobre las características de la misma.
- Se publican los exámenes anteriores con las respuestas correctas.
- Los exámenes están redactados de forma precisa.
- Los exámenes y, en general el sistema de evaluación utilizado en la asignatura se ajusta a los contenidos explicados durante el curso.
- Dispone del tiempo suficiente para realizar las pruebas de evaluación (exámenes, presentación de trabajos, prácticas, etcétera).
- La publicación de notas de exámenes se hace con tiempo y es de fácil consulta.
- Se publica la solución de los exámenes después de celebrarse los mismos.

Cuando utilizamos la evaluación de los aprendizajes como entrada (*input*) nos referimos a los recursos que utilizados por el departamento a la hora de evaluar la docencia. Por tanto, contemplamos una entrada indispensable para la educación, como

es el proceso de evaluación, valorando los recursos necesarios para llevarlo a cabo. En la educación superior puede surgir la crítica que dice que este proceso está supeditado al coordinador de cada asignatura o incluso al profesor de que imparte la docencia. Aunque en ciertas ocasiones suele acontecer esta circunstancia, donde metodología docente varía dentro de un mismo departamento, la responsabilidad última en este respecto suele ser del departamento, como organizador de la docencia en el área que le corresponde.

El último de los constructos que forman el módulo de Docencia es el referente al Proceso de Atención a los Alumnos, y que se explica con el indicador;

Atención a los alumnos: consiste en un indicador elaborado de la misma forma que el resto de los pertenecientes al módulo de Docencia, esta vez a raíz de las siguientes cuestiones:

- El profesor contesta adecuadamente las dudas que se le plantean.
- El profesor es amable y respetuoso con los alumnos.
- El profesor está abierto a las sugerencias de los alumnos.
- Cuando usted tiene un problema, el profesor muestra un sincero interés por solucionarlo.
- Exposición permanente y adecuada de horarios de tutoría.

En este sentido se valora un aspecto relacionado con la percepción que tienen los alumnos sobre la atención que se les presta. Un ejemplo claro de este recurso (*input*) son las horas de consultas que se dedican a atender a los alumnos, se trata de un tiempo determinado, unos recursos que el

departamento dispone para mejorar la docencia. Cabe esperar que un departamento con mayor valoración de este indicador, deberá alcanzar unos mejores resultados docentes. Contar con una buena atención al los alumnos es contar con un recurso inestimable para conseguir un buen propósito educativo.

## 2.2. SALIDAS (OUTPUTS)

Los efectos o consecuencias de las actividades desarrolladas en los departamentos universitarios representan sus productos, también denominadas salidas (*outputs*). A su vez las salidas requieren para su obtención de unos recursos (*inputs*).

Mientras que en la mayoría de investigaciones realizadas sobre la eficiencia en los departamentos universitarios miden las salidas (*outputs*) únicamente a través de variables relacionadas con la cantidad de producción científica y el número de alumnos (Johnes y Johnes, 1993, 1995; Beasley, 1995; Madden *et al.*, 1997; Martínez Cabrera, 2000a, 2000b), pensamos que la medida de la eficiencia en los departamentos universitarios debe estar fundamentada mediante en mayor abanico de variables. De este modo, por el lado de las salidas (*outputs*), el cuadro de mandos presenta tres módulos, Calidad, Investigación y Enseñanza, los cuales están formados por cuatro constructos, dos para la Enseñanza y uno para el resto de módulos, sin que esto implique que el módulo de Enseñanza sea más importante que el resto. A su vez, cada uno de los constructos está representado por una serie de variables observables, las cuales explicarán un constructo u otro.

El primero de los módulos representados en la figura 2 corresponde con el de



Figura 2. Cuadro de mando-salidas. Elaboración propia.

Calidad. Se trata de un módulo formado por un solo constructo, denominado igualmente Calidad, el cual se explica por medio de las siguientes variables:

1. Porcentaje de número de profesores evaluados/PDI: este indicador hace referencia al porcentaje de profesores, de un determinado departamento, que han pedido la evaluación voluntaria del profesorado en la Universidad, y consecuentemente se les evaluó su calidad docente. Siempre en función del total de PDI del departamento en cuestión. Al tratarse de una encuesta voluntaria, el mero hecho de pedir la evaluación demuestra un cierto interés en aspectos relativos a la calidad docente, y un paso más hacia ésta. Además los profesores que desean evaluarse ponen todo su empeño en tener una buena valoración y por consiguiente tratan de hacer bien las cosas, buscan mejorar la calidad docente. La utilización de encuestas de valoración de la calidad como salida (*output*) de los departamentos ha sido sugerida en numerosas investigaciones (Murias, 2004; Martínez Cabrera, 2000a; Pina y Torres, 1995; Sinuany Stern *et al.*, 1994).
2. Porcentaje participación de profesores en programas de innovación/nº PDI: un indicador de la calidad en la actividad investigadora se encuentra claramente reflejado en el cociente entre los profesores participantes en programas de innovación y el número de PDI. En este sentido aquel departamento que cuente entre su plantilla con un mayor número de profesores en programas de innovación presentará mejores resultados que los que no dispongan de este tipo de participación.
3. Porcentaje número de asignaturas con más de un 50% de repetidores/número asignaturas departamento: otro resultado relacionado con la calidad docente se encuentra representado por el número de asignaturas de que dispone un departamento en el que existen un alto grado de repetidores. Este indicador presenta un resultado negativo, pues mientras mayor sea este indicador, peor serán los resultados del departamento.
4. Indicador satisfacción universitaria: qué duda cabe que uno de los resultados de más importancia para una institución u organización es conocer la opinión de sus consumidores, clientes, en definitiva, de las personas a las que van dirigidos sus servicios. Los datos referentes a este indicador, al igual que otros, han sido facilitados por la propia Universidad, la cual disponía de una encuesta relacionada con este aspecto.
5. Puntuación PAI grupos departamento: en referencia a la calidad de la actividad investigadora ejercida por los departamentos, es necesario destacar la existencia de los grupos de investigación

adscritos a los departamentos, los cuales suelen estar formados por catedráticos, doctores, y otros miembros de la comunidad científica. Se trata de grupos cuyo único fin es la investigación. La promoción de los grupos de investigación conlleva una evaluación anual de estos grupos. Esta evaluación la realiza en Andalucía el PAI (Plan Andaluz de Investigación), el cual puntúa de 0 a 25 a los grupos de investigación en función de la calidad de las aportaciones científicas llevadas a cabo así como de otros aspectos relativos a la calidad de la actividad investigadora.

El módulo de Investigación es uno de los resultados clásicos de los departamentos universitarios, en especial porque hace hincapié en una de las actividades por excelencia de los departamentos, la actividad investigadora. Hemos representado este módulo a través del constructo Resultados de Investigación, y como en la mayoría de estudios, las variables que lo explicarán son:

1. Número de artículos en revistas científicas/PDI.
2. Número de libros y monografías/PDI.
3. Número de trabajos publicados en actas de congresos/PDI.
4. Número de tesis leídas en los últimos años/PDI doctores.
5. Número de proyectos concedidos en el último año/PDI doctores.

Los cinco indicadores reflejados anteriormente representan casi la totalidad de los resultados alcanzados por los miembros de los departamentos en su labor investigadora. Se trata de resultados fácilmente cuantificables y comunes para la mayoría de las investigaciones sobre eficiencia realizadas en ámbitos

educativos (Murias, 2004; Martínez Cabrera, 2000a; Pina y Torres, 1995; Sinuany Stern *et al.*, 1994; Johnes y Johnes, 1993, 1995; Beasley, 1995; Madden *et al.*, 1997; Martínez Cabrera, 2000a, 2000b, etc.). Al referirnos a unidades departamentales, se ha decidido tomar como indicador a los cocientes representados por cada uno de los resultados reflejados y el número de PDI de los departamentos. De esta manera se muestra la producción investigadora de un departamento teniendo en cuenta el personal de que dispone.

6. Número de sexenios /PDI: el número de sexenios hace referencia no al hecho de pertenecer más de seis años a la comunidad universitaria, sino a la evaluación del profesorado universitario, el cual tiene su origen en el artículo 45.3 de la Ley de Reforma Universitaria, en el que se establece que se dispondrán procedimientos para la evaluación periódica del rendimiento docente y científico del profesorado universitario. Un gran número de sexenios implica altos resultados investigadores por parte del departamento.

El último módulo que refleja las salidas (*outputs*) obtenidas por los departamentos universitarios se refiere a la Enseñanza. En este caso contamos con dos constructos referentes a este aspecto, los Resultados Docentes y la Oferta de la Enseñanza. Respecto al primero de estos constructos, las variables que van a explicarlo son:

1. Porcentaje medio de aprobados por alumno matriculado: con este indicador se obtiene una medida más depurada del rendimiento docente, ya que se tiene en cuenta el fracaso escolar. Se trata de una

variable recogida en trabajos como los de González *et al.* (1998) o Murias (2004).

Respecto a esta variable observable y otras de similares características conviene aclarar que dentro de la comunidad universitaria existen personas que pueden sentirse incómodos con la inclusión de esta variable en un análisis de eficiencia, ya que puede considerarse que incentiva el deterioro de los niveles de exigencia académica con el objetivo de conseguir un mayor porcentaje de aprobados. Por lo tanto, este es un problema que es necesario tener en presente y que plantea limitaciones a la validez de los modelos DEA. En este sentido se han usado más indicadores con el objeto de que la valoración de los resultados docentes no quede reflejada tan sólo con este indicador.

2. Porcentaje medio de repetidores por alumno matriculado: un departamento que cuente con un mayor número repetidores mostrará una menor eficiencia en sus resultados docentes que otro que cuente con menos repetidores. Se trata de un indicador similar al del porcentaje de aprobados, pero éste es de carácter negativo.
3. Porcentaje medio de presentados a examen por alumno matriculado: partimos de la base de que una buena docencia crea en el alumno conocimientos suficientes para superar las evaluaciones, así como la confianza necesaria para concurrir a estos. Cuando se imparte la docencia de forma inadecuada el alumno acaba temiendo el contenido de la asignatura y por consiguiente el volumen de alumnos presentados disminuye.

Respecto al constructo Oferta de la Enseñanza se ha querido hacer referencia

a la enseñanza que no se encuentra en los planes de estudio de forma obligatoria, es decir, a la enseñanza que tiene como base la implicación y labor del departamento en la creación de una nueva formación. Este constructo vendrá explicado por las variables:

1. Número de doctorados impartidos por el departamento: los cursos de doctorado impartidos por un departamento consisten en cursos creados por la iniciativa de éstos, y cuyo objetivo es la formación de licenciados para la obtención del grado de doctor. La creación de estos cursos refleja el interés y afán formativo del departamento, y representa un resultado de gran importancia para la comunidad.
2. Número de masters y expertos impartidos por el departamento: al igual que los cursos de doctorado impartidos, el número de masters y expertos impartidos vuelve a reflejar la iniciativa docente de los departamentos universitarios.
3. Número asignaturas libre configuración impartidas por el departamento: las asignaturas de libre configuración reflejan la flexibilidad de la Universidad en lo referente a la configuración del currículo de su alumnado. De este modo, mediante la creación de asignaturas de libre configuración vuelve a reflejarse la iniciativa docente de los departamentos universitarios.
4. Cursos de extensión universitaria impartidos por el departamento: consisten en cursos de carácter profesional o interés formativo y cultural, que superando las 20 horas lectivas, teóricas o prácticas, no exigen como requisito indispensable para el acceso a los mismos estar en posesión

de un título universitario. En este sentido estamos hablando de cursos promovidos por miembros de un departamento no sólo dirigidos a la comunidad universitaria, sino también hacia la sociedad en general, lo que comporta un alto grado de implicación docente del departamento con la sociedad que forma parte de su entorno.

Una vez descritas todas las variables que afectan a los departamentos universitarios, es necesario analizar una serie de recomendaciones sugeridas por algunos autores (Bessent y Bessent, 1982; Murias, 2004) a la hora de medir la eficiencia mediante el análisis envolvente de datos, estamos hablando de las condiciones de positividad e isotonicidad.

La positividad hace referencia a los valores de las variables. La condición de positividad exige que las variables tengan valor positivo con el objeto de que la aplicación del DEA sea fiable. En este sentido, un análisis exhaustivo del listado de variables, presentado con anterioridad, muestra como todas estas variables toman valores mayores que cero. Desde el número de PDI, PAS, asignaturas, alumnos matriculados, pasando por los profesores evaluados, puntuación Pai de los grupos, hasta el número de publicaciones y cursos de doctorados, toman valores positivos. Es más, aunque algunas de las variables llegan a tomar el valor cero, para ciertas unidades, como es el caso del indicador número de master impartidos por un departamento, ninguno de los constructos del cuadro de mandos toma el valor cero, lo que sin duda implica el cumplimiento de la condición de positividad.

Para el caso de isotonicidad, hay que comentar que esta condición hace referen-

cia a que un incremento en cualquiera de las entradas (*inputs*) no puede ocasionar nunca una caída en el nivel de las salidas (*outputs*).

No obstante, anteriormente se comentó que dos variables, porcentaje medio de repetidores por alumno matriculado y porcentaje número de asignaturas con más de un 50% de repetidores por número asignaturas departamento, tenían carácter negativo. En este sentido lo que se indicaba era que para estos resultados académicos mientras mayor fuera el valor del indicador, los resultados de los departamentos serían peores. Así pues cumplen la perfectamente la condición de positividad, pues realmente los valores de ambos indicadores van a ser mayores que cero. En cambio el cumplimiento de la condición de isotonicidad puede crear dudas, pues estamos diciendo que hay una reducción de un *output*. Este problema se solucionó con la creación de los diferentes constructos, los cuales siempre tendrán un carácter positivo, en el sentido de que un incremento de un constructo que represente variables de entrada nunca originará una reducción de un constructo que represente variables de salidas. Y esto es así debido a la utilización de escalas para la creación de los constructos.

### 2.3. CONSTRUCTOS (INPUTS-OUTPUTS)

Una vez analizadas las variables que explican cada constructo, y tras conocer el valor de cada una de ellas, se debe llevar a cabo la agrupación de estas mediante, por ejemplo la utilización de escalas. Básicamente lo que se haría es obtener el valor (desconocido) de cada constructo a través del valor (conocido) de las variables observables. El proceso a seguir consistiría

en: por un lado recopilar las variables, con sus respectivos valores, que forman cada constructo, y por otro lado, dar una escala a cada conjunto de variables, con el objeto de poder crear una única variable que englobe todos los datos, y así sea capaz de formar el constructo.

Una vez homogeneizados los constructos, la última de las tareas que debe realizarse antes de proceder a la elección definitiva de las variables, tiene que ver con la recomendación realizada por Golany y Roll (1989) y Pedraja-Chaparro *et al.* (1999), referente a la realización previa de un análisis de correlaciones entre las variables objeto de estudio. El estudio de la correlación entre las variables puede arrojar información útil para el análisis DEA, aunque no determinante a la hora de eliminar factores que puedan resultar redundantes.

En referencia a las correlaciones de las variables, según Dyson *et al.* (2001), el único caso que no plantea ningún tipo de problema para la exclusión de variables se produce cuando la correlación es perfecta y además uno de los factores es simplemente múltiplo del otro, y como expone Murias (2004), eliminar una variable del modelo únicamente en base a que se encuentre altamente correlacionada con otra, no resulta en absoluto recomendable.

### 3. DIMENSIÓN DEL MODELO

En un análisis DEA mientras existan más variables y unidades seleccionadas, se tiende a considerar más unidades como 100% eficientes, reduciendo la efectividad discriminatoria del análisis (Nunamaker, 1985).

En este tipo de análisis, la determinación de la suficiencia de dimensión se puede hacer a través de algunas reglas existentes para

ello, como son; la regla referida por Golany y Roll (1989), en la que  $n$  debe ser mayor o igual a 2 por  $(p + q)$ , o la mencionada por Charnes *et al.* (1994) donde en vez de multiplicar la suma de  $(p + q)$  por 2 esta vez debe hacerse por 3. Por otro lado también está la fórmula presentada por Murias (2004), que considera que el número de unidades debe ser lo más superior posible al múltiplo  $(pq)$ . Para estos casos,  $n$  representa al número de unidades seleccionadas para el análisis,  $p$  el número de entradas (*inputs*) y  $q$  el número de salidas (*outputs*).

Un ejemplo sencillo de aplicación de estas reglas se expone en el ejemplo de la Universidad de Sevilla, en el que se realiza un análisis de 115 departamentos, con siete entradas (constructo *input*) y tres salidas (constructo *output*).

$$\begin{aligned} \text{Golany y Roll (1989), } n &\geq 2 \times (p + q). \\ 115 &\geq 2 \times (7 + 3) \quad 115 \geq 20. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Charnes } et al. (1990), n &\geq 3 \times (p + q). \\ 115 &\geq 3 \times (7+3) \quad 115 \geq 30 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Murias (2004), } n &\geq (p \times q). \\ 115 &\geq (7 \times 3) \quad 115 \geq 21 \end{aligned}$$

Para este ejemplo se cumplirían todas las reglas sugeridas, en relación a la dimensión suficiente del modelo, el modelo tendría una dimensión suficiente.

### 4. RESUMEN DEL MODELO

Las figuras 3 y 4 representan el modelo para medir la eficiencia en los departamentos universitarios, tanto por áreas científicas (modelo A) como en su conjunto pero excluyendo los factores relativos a la actividad investigadora (modelo B). Dos modelos que evitan el problema de la heterogeneidad y engloban el mayor número de variables.

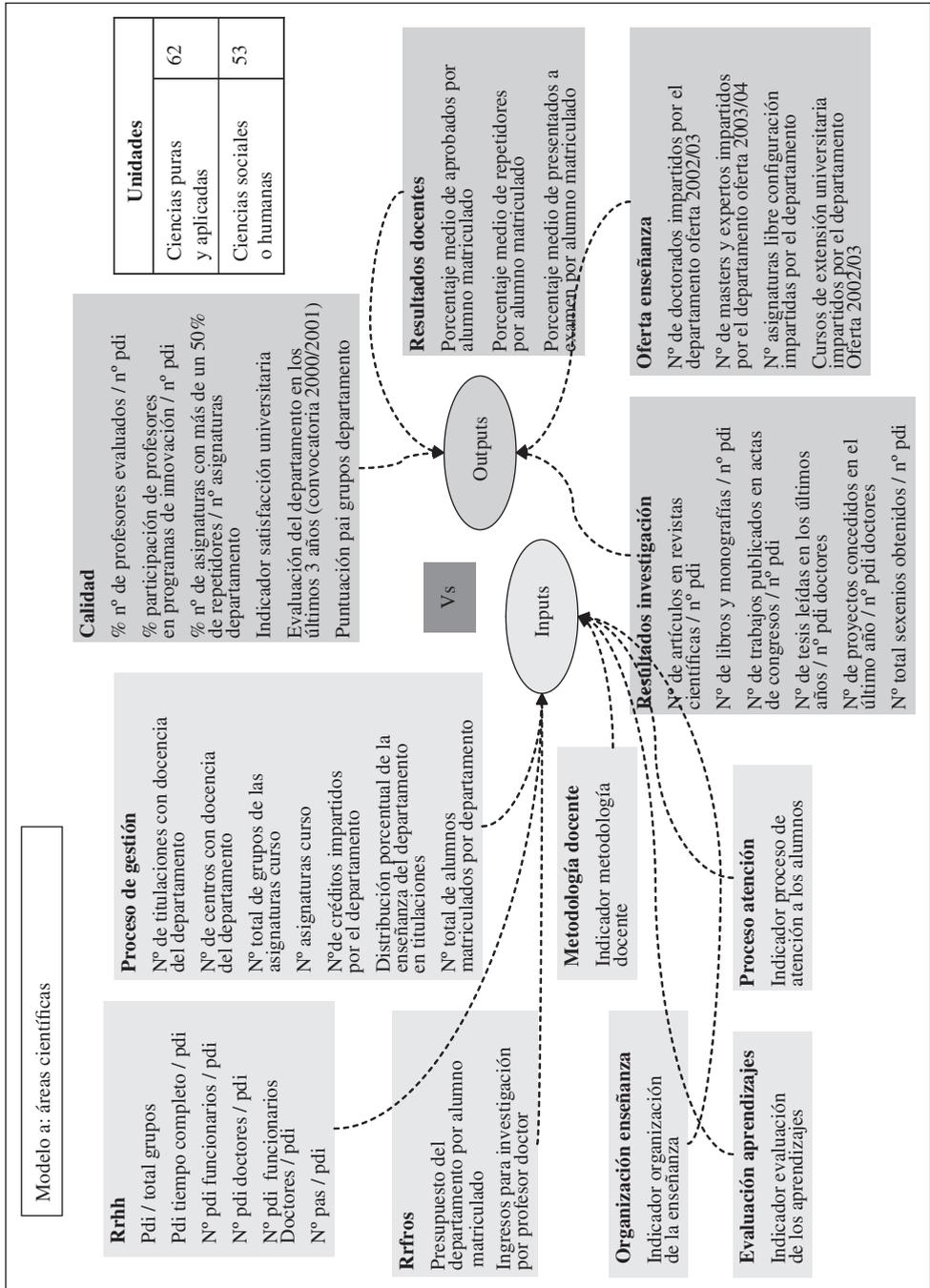
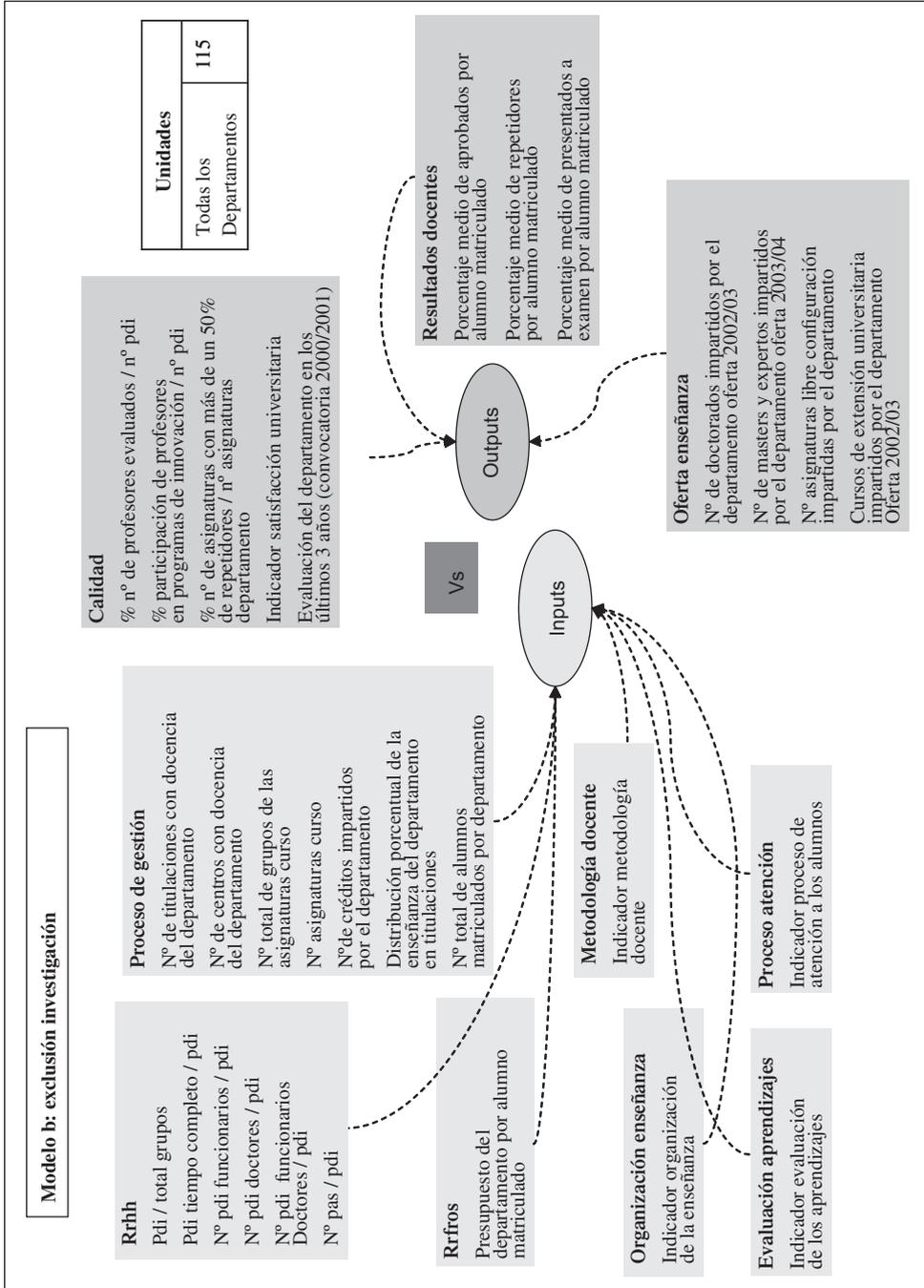


Figura 3. Modelo A: eficiencia por áreas científicas. Elaboración propia.



## REFERENCIAS

- AHN, T.; CHARNES, A., y COOPER, W.W. (1988): Some statistical and DEA evaluations of relative efficiencies of Public and Private Institutions of Higher Learning. *Socio-Economic Planning Sciences*, 22, 6, 259-269.
- ARCELUS, F.J., y COLEMAN, D.F. (1997): An efficiency review of university departments. *Internacional Journal of Systems Science*, 28, 7, 721-729.
- ATHANASSOPOULOS, A.D., y SHALE, E. (1997): Assessing the comparative efficiency of higher education institutions in the UK by means of data envelopment analysis. *Education Economics*, 5, 2, 117-134.
- AVKIRAN, N.K. (2001): Investigating technical and scale efficiencies of Australian Universities through data envelopment analysis. *Socio-Economics Planning Sciences*, 35, 57-80.
- BANKER, R.D.; CHARNES, A.; COOPER, W.W., y MAINDIRATTA, A. (1988): A comparison of DEA and translog estimates of production frontiers using simulated observations from a known technology, en DOGRAMACI, A., y FARE, R. *Applications of Modern Production Theory: Efficiency and Productivity*, Boston, USA, Kluwer.
- BARROW, M.H. (1991): Measuring local education authority performance: a frontier approach. *Economics of Education Review*, 10, 19-27.
- BATES, J.M. (1997): Measuring predetermined socioeconomic inputs when assessing the efficiency of educational outputs. *Applied Economics*, 29, 85-93.
- BEASLEY, J.E. (1990): Comparing university departments, Omega. *International Journal of Management Sciences*, 18, 2, 171-183.
- BEASLEY, J.E. (1995): Determining teaching and research efficiencies. *Journal of the Operational Research Society*, 46, 4, 441-452.
- BESSENT, A.; BESSENT, W.; KENNINGTON, J., y REAGAN, B. (1982): An application of mathematical programming to assess productivity in the Houston independent school district. *Management Science*, 28, 1355-1367.
- BONESRONNING, H., y RATTSO, J. (1994): Efficiency variation among the Norwegian high schools: consequences of equalization policy. *Economics of Education Review*, 13, 289-304.
- BOWLIN, W.F.; CHARNES, A.; COOPER, W.W., y SHERMAN, H.D. (1985): Data envelopment analysis and regression approaches to efficiency estimation and evaluation. *Annals of Operations Research*, 2, 113-118.
- CHALOS, P. (1997): An examination of budgetary inefficiency in education using data envelopment analysis. *Financial Accountability and Management*, 13, 55-69.
- CHALOS, P., y CHERIAN, J. (1995): An application of data envelopment analysis to public sector performance measurement and accountability. *Journal of Accounting and Public Policy*, 14, 143-160.
- CHARNES, A.; COOPER, W.; LEWIN, A.Y., y SEIFORD L.M. (1994): *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Applications*. Boston, Kluwer Academic.
- CHARNES, A.; COOPER, W., y RHODES, E. (1978): Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.
- CHARNES, A.W.; COOPER, W., y RHODES, E. (1981): Evaluating program and managerial efficiency: an application of data envelopment analysis to program follow through. *Management Science*, 27, June, 888-87.
- COELLI, T.; PRASADA RAO, D.S., y BATTESE, G.E. (1998): *An introduction to efficiency and productivity analysis*. Boston, Kluwer Academia Publishers.
- DELLER, S.C., y RUDNICKI, E.R. (1993): Production efficiency in elementary educa-

- tion: the case of Maine public schools. *Economics of Education Review*, 12, 45-57.
- DIAMOND, A.M., y MEDEWITZ, J.N. (1990): Use of data envelopment analysis in an evaluation of the efficiency of the DEEP program for economic education. *Journal of Economic Education*, 21, 337-354.
- DÍEZ MARTÍN, F., y MARTÍN JIMÉNEZ, F.A. (2003): Una Aplicación del Análisis de Frontera en los Centros Propios de la Universidad de Sevilla. *Evolución, Revolución, y Saber en las Organizaciones*, 2, 1601-1610, XVII Congreso Anual de AEDEM Bordeaux, Impresores de Galicia S.L.
- DYSON, R.G.; ALLEN, R.; CAMANHO, A.S.; PODINOVSKI, V.V.; SARRICO, C.S., y SHALE, E.A. (2001): Pitfalls and protocols in DEA. *European Journal of Operational Research*, 132, 245-259.
- ENGERT, F. (1996): The reporting of school district efficiency: the adequacy of ratio measures. *Public Budgeting and Financial Management*, 8, 247-271.
- GARCÍA VALDERRAMA, T. (1996): *La medida y el control de la eficiencia de las instituciones universitarias*. Valencia, Sindicatura de Comptes.
- GOLANY, R., y ROLL, Y. (1989): An application procedure for DEA, Omega. *International Journal of Management Science*, 17, 3, 237-250.
- GÓMEZ SANCHO, J.M. (2001): La evaluación de la eficiencia en las universidades públicas españolas. *X Jornadas de la Asociación de Economía de la Educación (AEDE)*, Murcia.
- GONZÁLEZ, M.C.; LAFUENTE, E., y MATO, J. (1998): Estudio de la eficiencia en la Universidad de Oviedo a través del análisis envolvente de datos. Comunicación. *VII Congreso de la Asociación de Economía de la Educación*, Santander.
- HANKE, M., y LEOPOLDSEDER, T. (1998): Comparing the efficiency of Austrian universities. A data envelopment analysis application. *Tertiary Education and Management*, 4, 3, 191-197.
- HANUSHEK, E. (1986): The economics of schooling: production and efficiency in public schools. *Journal of Economic Literature*, 24, 1141-1177.
- JESSON, D.; MAYSTON, D., y SMITH, P. (1987): Performance assessment in the education sector: educational and economic perspectives. *Oxford Review of Education*, 13, 249-266.
- JOHNES, J., y JOHNES, G. (1993): Measuring the research performance of UK economics departments: an application of data envelopment analysis. *Oxford Economic Papers*, 45, 332-347.
- JOHNES, J., y JOHNES, G. (1995): Research funding and performance in UK university departments of economics: a frontier analysis. *Economics of Education Review*, 14, 3, 301-314.
- KAO, C., y YANG, Y.C. (1992): Evaluation of junior colleges of technology: the Taiwan case. *European Journal of Operational Research*, 72, 43-51.
- LINNA, M., y HAKKINEN, U. (1998): Determinants of cost efficiency of Finnish hospitals: A comparison of DEA and SFA. Helsinki University of Technology, Systems Analysis Laboratory, *Research Report*, A78.
- MADDEN, G.; SAVAGE, S., y KEMP, S. (1997): Measuring public sector efficiency: a study of economics departments at Australian universities. *Education Economics*, 5, 153-168.
- MANCEBÓN, M.J. (1996): *La evaluación de la eficiencia de los centros educativos públicos*. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza.
- MARTÍNEZ CABRERA (2000a): *La evaluación de la eficiencia técnica en las instituciones de educación superior: Una aplicación del*

- análisis envolvente de datos*. Tesis Doctoral Universidad Complutense de Madrid.
- MARTÍNEZ CABRERA (2000b): Análisis de la eficiencia productiva de las instituciones de Educación Superior. *Papeles de Economía Española*, 86, 179-191.
- MAYSTON, D.J., y JESSON, D. (1988): Developing models of educational accountability. *Oxford Review of Education*, 14, 321-339.
- McCARTY, T.A., y YAISAWARNG, S. (1993): Technical efficiency in New Jersey school districts, en FRIED, H.O.; LOVELL, C.A., y SCHMIDT, S.S. *The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications*. New York, Oxford University Press.
- McMILLAN, M.L., y DATA, D. (1998): The relative efficiencies of Canadian universities: A DEA perspective. *Canadian Public Policy-Analyse de Politiques*, 24, 4, 485-511.
- MORTIMER, D. (2002): Competing methods for efficiency measurement: A systematic review of direct DEA vs SFA/DEA comparisons. *Working Paper 136, Centre for Health Program Evaluations*, West Heidelberg, Australia.
- MURIAS FERNÁNDEZ, M<sup>a</sup>.P. (2004): *Metodología de aplicación del análisis envolvente de datos; evaluación de la eficiencia técnica en la Universidad de Santiago de Compostela*, Ph. D. dissertation, Santiago de Compostela University.
- NORMAN, M., y STOKER, B. (1991): *Data envelopment analysis: The assessment of performance*. New York, Wiley & Sons.
- NUNAMAKER, T.R. (Mar 1985): Using Data Envelopment Analysis to Measure the Efficiency of Non-profit Organizations: a Critical Evaluation. *Managerial and Decision Economics*, 6, 1.
- PEDRAJA CHAPARRO, F.; SALINAS JIMÉNEZ, J., y SMITH, P. (1999): On the quality of the data envelopment análisis model. *Journal of Operacional Research Society*, 50, 634-644.
- PINA, V., y TORRES, L. (1992): Study of the efficiency of spanish university departamentos of accounting. *Comunicación, 15th European Accounting Association Congress*. Madrid.
- PINA, V., y TORRES, L. (1995): Evaluación del rendimiento de los departamentos de contabilidad de las universidades españolas, *Hacienda Pública Española*, 135, 183-190.
- RAY, S.C. (1991): Resource-use efficiency in public schools: a study of Connecticut data. *Management Science*, 37, 1620-1628.
- RHODES, E., y SOUTHWICK, L. (1993): Variations in public and private university efficiency, en RHODES, L., y SCHULTZ: *Applications of management science. Public Policy applications of Management Science*. Greenwich, AJI Press.
- SINUANY-STERN, Z.; MEHREZ, A., y BARBOY, A. (1994): Academic departments efficiency via DEA. *Computers Operations Research*, 21, 5, 543-556.
- SMITH, P., y MAYSTON, D. (1987): Measuring efficiency in the public sector, Omega. *Journal of Management Science*, 15, 181-189.
- TAVARES, G. (2002): A bibliography of data envelopment analysis (1978-2001). *Rutcor research report, RRR 01-02*, Rutgers University, New Jersey, USA.
- THANASSOULIS, E. (1993): A comparison of regression analysis and data envelopment analysis as alternative methods for performance assessments. *Journal of the Operational Research Society*, 44, 11, 1129-1144.
- THANASSOULIS, E., y DUNSTAN, P. (1994): Guiding schools to improved performance using data envelopment analysis: an illustration with data from a local education authority. *Journal of the Operational Research Society*, 45, 1247-1262.
- TOMKINS, C., y GREEN, R. (1988): An experiment in the use of data envelopment analysis for evaluating the efficiency of

UK university departments of accounting. *Financial Accountability and Management*, 4, 2, 147-64.

- TORRICO, A. (2000): *Técnicas cuantitativas para un análisis macroeconómico de la eficiencia y la financiación dentro de un sistema público de educación superior. Una aplicación para la toma de decisiones en la Universidad de Málaga*. Tesis Doctoral. Universidad de Málaga.
- TRILLO, D. (1998): Problemas metodológicos del análisis envolvente de datos en relación con la eficiencia de las instituciones universitarias españolas. *VII Congreso de la Asociación de Economía de la Educación*, Santander.
- WORTHINGTON, A.C. (2001): An empirical survey of frontier efficiency measurement techniques in education. *Education Economics*, 9, 3, 245-268.