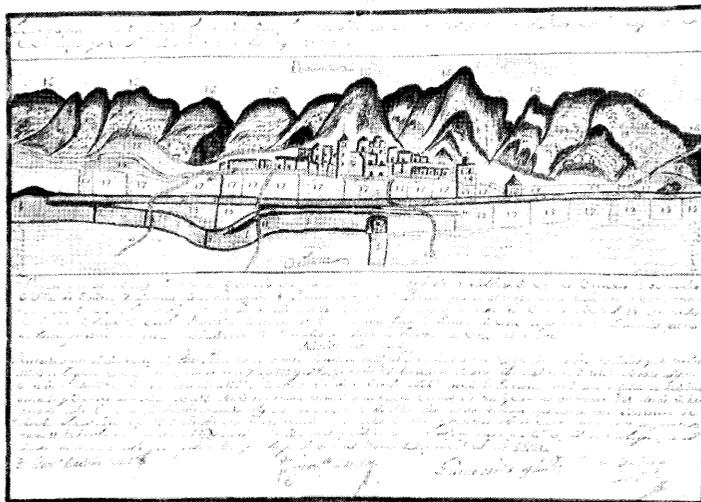

ALQUIBLA



*Número dedicado a
D. Fernando García Fontanet*

COMITÉ CIENTÍFICO

Antonio Gil Olcina	<i>Universidad de Alicante (España)</i>
Vicente Gozálvarez Pérez	<i>Universidad de Alicante (España)</i>
Francisco Calvo García-Tornel	<i>Universidad de Murcia (España)</i>
Antonio Escudero Gutiérrez	<i>Universidad de Alicante (España)</i>
José Costa Más	<i>Universidad de Alicante (España)</i>
Martín Sevilla Jiménez	<i>Universidad de Alicante (España)</i>
Francisco Artés Calero	<i>Universidad Politécnica de Cartagena (España)</i>
Antonio Navarro Quercop	<i>Universidad Miguel Hernández (España)</i>
Lorenzo Avellá Reus	<i>Universidad Politécnica de Valencia (España)</i>
Asunción Amorós Marco	<i>Universidad Miguel Hernández (España)</i>
Rafael Martínez Valero	<i>Universidad Miguel Hernández (España)</i>
Joaquín Griñán García	<i>Universidad Miguel Hernández (España)</i>
Claudia Botti	<i>Universidad de Chile (Chile)</i>
Angel Lombardi Lombardi	<i>Universidad Católica Cecilio Acosta (Venezuela)</i>
Sonia Montiel Rodríguez	<i>Universidad de La Habana (Cuba)</i>
Luisa E. Molina	<i>Universidad de Los Andes (Venezuela)</i>
Rubén O. Chiappero Humeler	<i>Universidad Católica de Santa Fe (Argentina)</i>

DIRECTORES

Gregorio Canales Martínez
Pablo Melgarejo Moreno

SECRETARIOS

Remedios Muñoz Hernández
Miguel Giménez Montesinos

COMITÉ DE REDACCIÓN

Emilio Diz Ardid
Fermín Crespo Rodríguez
Antonio García Menárguez
Domingo Saura López
María García Samper
Pedro Campillo Herrera
Manuel de Gea Calatayud
M^a. de la Soledad Almansa Pascual de Riquelme
Norbert Hurtado Aldeguer
Carlos Arellano Ferrer
Rafael Torres Montesinos
José Antonio Segrelles Serrano

DISEÑO PORTADA

José Manuel Conesa Cánovas

SECRETARÍA ADMINISTRATIVA

M^a. Dolores Torregrosa Piñero

EDITOR

CENTRO DE INVESTIGACIÓN DEL BAJO SEGURA (ALQUIBLA)

con sede en:

Escuela Politécnica Superior de Orihuela. Universidad Miguel Hernández
Ctra. de Beniel, Km. 3,2 – 03312 ORIHUELA (Alicante)

Instituto Universitario de Geografía. Universidad de Alicante
Campus Universitario de San Vicente del Raspeig. 03080 ALICANTE

REDACCIÓN

Dpto. de Geografía Humana • Facultad de Filosofía y Letras
Universidad de Alicante - Campus de San Vicente del Raspeig - 03080 Alicante

Producción Vegetal • Escuela Politécnica Superior de Orihuela (U.M.H.)
Ctra. de Beniel, km. 3,2 - 03312 Orihuela (Alicante)

I.S.S.N.: 1.136-6.648

D.L.: MU-1.825-1995

Imprime: PICTOGRAFIA, S.L. • Carril de la Parada, 3 • 30010 MURCIA

LOS RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS CENTROS DE EDUCACIÓN NO UNIVERSITARIA MEDIANTE EL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS. UN ESTUDIO DE META-ANÁLISIS

RAMÓN FUENTES PASCUAL*

Resumen

En este trabajo se lleva a cabo una revisión de la bibliografía dedicada al análisis de la eficiencia del sector de la educación pública no universitaria mediante el Análisis Envolverte de Datos. El propósito es realizar un estudio de meta-análisis del que extraer conclusiones tanto sobre el nivel de eficiencia de dichas entidades como de las características de los aspectos genéricos y concretos que se han empleado en dichas investigaciones.

Abstract

The present article presents a survey of the different studies on efficiency carried out in public education at pre-university levels through Data Envelopment Analysis. Its purpose is to reach, by means of a meta-analysis study, conclusions about levels of efficiency as well as to make commentaries on the general and concrete aspects of this study.

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene la finalidad de efectuar un estudio de meta-análisis acerca de la eficiencia de una clase de instituciones que poseen carácter público y desarrollan su actividad en el sector docente: los centros públicos de educación no universitaria.

Las causas que han llevado a realizar esta investigación han sido variadas. En primer lugar, el estudio de las conclusiones de los trabajos que han analizado la eficiencia de entidades que pertenezcan o dependan de las Administraciones Públicas parece más que justificado¹ en un momento como el actual en el que el peso específico del sector público en la economía de los países trata de reducirse. Además, la educación posee una

* Dpto. Análisis Económico Aplicado. Universidad de Alicante.

1. Autores como Vogelstein (1998) resaltan la constante preocupación de los ciudadanos, educadores y políticos por el aumento persistente de los costes docentes.

importancia básica en la economía ya que facilita la mejora del nivel de capital humano (BLANCO, 1997:275) y la productividad del factor trabajo (lo cual redundaría en una mejora de la competitividad internacional de la economía y el desarrollo económico (BLAU, 1996:1). Dentro de este aspecto económico, también puede ser apropiado incidir en la evolución de la magnitud de la participación del sector en el nivel de gasto público de las economías desarrolladas y, en particular, en el caso de España, en donde desde los años setenta hasta la actualidad ha duplicado su porcentaje respecto del PIB (MARTÍNEZ SERRANO, 1999:347). En tercer lugar, el sector de la enseñanza posee otros efectos con necesarias connotaciones sociales tales como el incremento de la libertad individual, la tolerancia o la igualdad de opciones. Finalmente, en el momento de comenzar este trabajo², no se conocía ninguna investigación que hubiera llevado a cabo un estudio de meta-análisis sobre la eficacia de los centros en cuestión y se pensó que sería oportuno realizarla con el objeto de poder extraer conclusiones que arrojaran luz sobre aspectos relacionados con las características de las líneas genéricas y de los aspectos concretos (definición y cuantificación de variables, orientaciones de los modelos, variaciones de los mismos...) que se han empleado en estos análisis de eficiencia y, así, poder describir las tendencias probablemente más apropiadas para futuras investigaciones.

II. EL CONCEPTO DE EFICIENCIA

La eficiencia es un concepto que posee diversas interpretaciones (DUNLOP, 1985:2) que obliga a delimitar la acepción del mismo que se pretenda utilizar. Inicialmente, antes de entrar en sus diferentes significados, parece adecuado diferenciarlo de la noción de eficacia. Así, se entenderá como eficacia a la capacidad de establecer y lograr metas preestablecidas mientras que eficiencia (en términos genéricos, únicamente con el fin de distinguirla de la eficacia y sin perjuicio de su posterior e inmediato análisis conceptual pormenorizado) aludirá a la capacidad de obtener objetivos por medio de una relación deseable entre *inputs* y *outputs* o, en otros términos, de existencia de máxima productividad de los *inputs* empleados y/o de mínimo coste de obtención del producto (ALBI, 1992:300).

Quizá la idea más extendida de eficiencia sea el concepto de óptimo de Pareto según el cual una asignación de recursos eficiente es aquella que no puede modificarse para mejorar la situación de alguien sin empeorar la/s de otro/s (GRAVELLE y REES, 1981:498 y 501).

LINDBECK (1971) consideró la diferenciación de tres extensiones adicionales

2. Aún en el momento actual no se tiene conocimiento de ningún otro trabajo con tal fin.

les de la idea de eficiencia: asignativa, técnica y coordinativa e informativa (teniendo las dos primeras, además, dimensiones estáticas y dinámicas).

En los estudios revisados en este trabajo, del conjunto de definiciones de eficiencia existentes, en general, se ha utilizado la técnica estática en su versión microeconómica. Los motivos guardan relación con características propias del sector de la educación (como, por ejemplo, la dificultad de poder disponer de información apropiada acerca de precios de determinados *inputs* o *outputs*, lo cual justificaría la utilización del concepto en su vertiente técnica en vez de asignativa), con la ausencia de análisis dinámicos que comparen los niveles de eficiencia en el tiempo en una misma área o que empleen la información de todo un período para obtener unos ratios de eficiencia más consistentes (lo cual justifica que centren la atención en el plano estático) o con el hecho de que detengan la atención, sobre todo, en las características de las unidades docentes que influyen en la eficiencia (carácter microeconómico).

III. EL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS

Para medir la eficiencia de un conjunto de unidades productivas existen diversos métodos que pueden clasificarse en función de dos factores: el carácter paramétrico y el determinístico. Los métodos paramétricos parten de la presunción de que la función de producción posee una determinada forma (los no paramétricos no presuponen ninguna forma de la función mencionada) y los determinísticos asumen que la distancia de la unidad analizada a la frontera es fruto de la ineficiencia (mientras que los estocásticos parten de la hipótesis de que, al menos parte de esa distancia, es debida a perturbaciones aleatorias) (HOLLINGSWORTH *et al.*, 1999:6 y 29). Esquemáticamente:

Cuadro I

Métodos analíticos	Paramétricos	No paramétricos
Determinísticos	Programación matemática paramétrica y Análisis de frontera determinístico	Análisis envolvente de datos
Estocásticos	Análisis estocástico de frontera	Análisis envolvente de datos estocástico.

Fuente: HOLLINGSWORTH *et al.*, (1999:29).

Así, el Análisis Envolvente de Datos no es más que un medio de cuanti-

ficar los niveles de eficiencia de distintas unidades productivas basado en características determinísticas y no paramétricas.

1. Antecedentes y fundamentos

Si bien no es extraño encontrar la afirmación de que el modelo de análisis DEA fue desarrollado por primera vez en el año 1978 por CHARNES, COOPER y RHODES, SEIFORD (1996:99) y CHARNES *et alter* (1997:3) afirman que el origen de esta técnica es debido a RHODES (1978), el cual la aplicó (en su tesis doctoral dirigida por W.W. COOPER) al análisis de eficiencia del programa de educación *Follow-Through* de las escuelas públicas de los Estados Unidos.

Fundamentalmente, este método sigue los conceptos básicos de FARRELL (1957)³ No obstante, junto con este autor, hubo varios otros que proporcionaron los fundamentos necesarios para que DEA pudiera surgir y fuese utilizado (SEIFORD, 1996:99; CHARNES y COOPER, 1962; AIGNER y CHU, 1968 y AFRIAT, 1972).

DEA es una técnica de medición de la eficiencia basada en la obtención de una frontera eficiente a partir del conjunto de observaciones que se considere sin la estimación de ninguna función de producción, es decir, sin necesidad de conocer ninguna forma de relación funcional entre *inputs* y *outputs*⁴ y tratando de optimizar la medida de eficiencia de cada unidad analizada para crear así una frontera eficiente⁵ basada en el criterio de PARETO (CHARNES *et alter*, 1997:4). Así, además de no ser un método paramétrico tampoco es estadístico puesto que no asume que la eficiencia no captada siga algún tipo de distribución probabilística (al estilo de los tests de consistencia de *inputs* y *outputs* observados con la frontera de producción implementados por HANNOCH y ROTHSCHILD (1972)⁶ y SENGUPTA (1987:2280).

3. En cualquier caso, no parece que Rhodes (1978) extendiera el concepto y medición de eficiencia de Farrell (1957) al caso de múltiples *inputs* y *outputs* tal y como afirman Charnes *et alter* (1997:4) puesto que Farrell (1957) ya abordó esta cuestión.

4. No obstante sí es necesario, tal y como se explica posteriormente, realizar algunos supuestos sobre esa relación funcional: convexidad y continuidad. Este hecho contrasta con la afirmación de Charnes *et alter* (1997:5) acerca de que DEA no necesita ninguna hipótesis sobre la forma funcional que relaciona *inputs* con *outputs*.

5. Hay que destacar que dicha frontera es perfectamente alcanzable puesto que está constituida por unidades de decisión reales, de modo que sería una frontera eficiente y factible.

6. Estrictamente los tests mencionados tenían como finalidad comprobar la validez de determinadas hipótesis acerca de la función de producción, tales como cuasi-concavidad, monotonidad y homotecidad, a partir de las observaciones sobre *inputs* y datos evitando cualquier tipo de parametrización de la función de producción (Hannoch y Rothschild, 1972:256).

De cara al proceso de evaluación, se considera que una unidad productiva es eficiente y, por tanto, que pertenece a la frontera de producción, cuando produce más de algún *output* sin generar menos del resto y sin consumir más *inputs*, o bien, cuando utilizando menos de algún *input*, y no más del resto, genere los mismos productos (CHARNES *et al.*, 1981:669).

Lo anterior explicaría el tipo de elementos que componen la frontera eficiente, pero deja sin aclarar cómo evaluar las DMUs que no formen parte de ella. La idea es comparar cada unidad no eficiente con aquella que lo sea y, a la vez, tenga una técnica de producción similar; es decir, que utilice *inputs* similares para producir *outputs* parecidos.

2. El modelo básico

Inicialmente dicho modelo fue propuesto por RHODES (1978)⁷ y posteriormente publicado por CHARNES *et alter* (1978)⁸. La medida de eficiencia que adoptaron relacionó la suma ponderada de *inputs* con la de *outputs* de cada unidad de decisión (DMU) y utilizó modelos de optimización lineal para calcular las ponderaciones. En cualquier caso, el modelo original no era lineal; sino que era fraccional (CHARNES *et alter*, 1978:430):

$$\text{Max}_{u, v} \quad h_o = \frac{\sum_{r=1}^s U_r \cdot Y_{ro}}{\sum_{i=1}^m V_i \cdot X_{io}} \quad (\text{M.1})$$

S . A . :

$$\frac{\sum_{r=1}^s U_r \cdot Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m V_i \cdot X_{ij}} \leq 1 \quad \forall j : 1 \dots n$$

$$U_r, V_i \geq 0 \quad \forall r : 1 \dots s \quad \forall i : 1 \dots m$$

donde h_o es la función objetivo y la medida de la eficiencia, Y_{rj} es el *output* i -ésimo de la DMU j -ésima,

X_{ij} es el *input* i -ésimo de la DMU j -ésima y V_i y U_r son las ponderaciones de *inputs* y *outputs* respectivamente (soluciones del programa).

7. Según lo afirmado por Seiford (1996:99).

8. Seiford (1996:101) comenta que la aparición de rumores acerca de la existencia de trabajos con modelos estilo DEA durante los sesenta fueron corroborados por él analizando algunas ponencias del 39º Congreso Anual de la Asociación de Economía Agrícola del Oeste pero que, en cualquier caso, el modelo permaneció latente hasta Charnes *et alter* (1978).

El programa M.1. busca como soluciones los parámetros u y v que hagan que h_o alcance su máximo valor y, a la vez, hagan que el ratio de eficiencia de cualquier DMU no supere la unidad.

3. Modificaciones del modelo básico

La formulación original fue modificada más tarde por los propios CHARNES *et aliter* (1979) con el fin de que las ponderaciones alcanzaran valores estrictamente positivos y, así, evitar que la solución del programa no considerara a todos los factores y productos en el cálculo del índice de eficiencia al tiempo que se evitaba que el denominador del cociente de eficiencia fuera nulo y su valor no existiese⁹. La modificación de M.1 fue:

$$\begin{aligned}
 \text{Max}_{u,v} \quad h_o &= \frac{\sum_{r=1}^s U_r \cdot Y_{ro}}{\sum_{i=1}^m V_i \cdot X_{io}} \\
 \text{S.A.} \quad & \\
 \frac{\sum_{r=1}^s U_r \cdot Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m V_i \cdot X_{ij}} &\leq 1 \quad \forall j: 1 \dots n \\
 U_r, V_i &\geq \varepsilon > 0 \quad \forall r, i
 \end{aligned} \tag{M.1}$$

donde ε es un número real positivo y pequeño (NORMAN y STOKER, 1991:239). Linealizando tendríamos:

$$\begin{aligned}
 \text{Max}_{u,v} \quad h_o &= \sum_{r=1}^s U_r \cdot Y_{ro} \\
 \text{S.A.} \quad & \\
 \sum_{i=1}^m V_i \cdot X_{io} &= 1 \\
 \sum_{r=1}^s U_r \cdot Y_{rj} - \sum_{i=1}^m V_i \cdot X_{ij} &\leq 0 \quad \forall j: 1 \dots n \\
 U_r, V_i &\geq \varepsilon > 0 \quad \forall r, i.
 \end{aligned} \tag{M.2}$$

Sin embargo, aunque este modelo ya es plenamente operativo, en general, no suele ser utilizado para obtener las medidas de eficiencia sino que se emplea su dual¹⁰. La expresión del mismo en la orientación al output sería:

$$\begin{aligned}
 \text{Max}_{\varphi_o, \lambda, S_i-, S_{r+}} \quad \varphi_o + \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m S_{i-} + \sum_{r=1}^s S_{r+} \right) \\
 \text{S.A.} \quad & \\
 \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot X_{ij} + S_{i-} &= X_{io} \quad \forall i: 1 \dots m \\
 \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot Y_{rj} - S_{r+} &= \varphi_o \cdot Y_{ro} \quad \forall r: 1 \dots s \\
 \lambda_j, S_{i-}, S_{r+} &\geq 0
 \end{aligned} \tag{M.3}$$

donde es el parámetro que mide la eficiencia de la unidad evaluada, son las ponderaciones obtenidas como solución del programa y expresan el peso que posee cada DMU dentro del grupo de comparación (*peer group*) de la DMU_o y S_1^- , S_r^+ son variables de holgura de *inputs* y *outputs* respectivamente (transforman las restricciones de desigualdad en igualdades).

El programa M.3, para la unidad analizada (DMU_o), busca una combinación ponderada de unidades tal que, para cada *input*, su combinación de factores más la variable de holgura de los mismos sea igual que los insumos utilizados por la DMU_o (primera restricción) y, a la vez, que para cada *output*, la combinación ponderada del producto de las unidades menos la respectiva variable de holgura genere una proporción del *output* de la unidad comparada (segunda restricción).

Los comentarios realizados hasta ahora constituyen las pautas evolutivas básicas del modelo original. Sin embargo, DEA es un cuerpo de conceptos y métodos que, en su estructura básica, puede sintetizarse en cuatro tipos básicos: CCR¹¹, BCC¹², multiplicativos y aditivos. Los modelos M.2 y M.3 son

-
9. Parece existir cierto equívoco en la afirmación de Boussofiane *et aliter* (1991:1) referente a que el modelo M.1' fue propuesto por Charnes *et aliter* (1978) pues, en principio, no existe ninguna referencia a tal modificación en este último artículo. Habría que esperar hasta 1979 para que Charnes *et aliter* introdujeran la restricción de positividad estricta de los parámetros u y v .
10. Hay varios motivos que inducen a utilizar el dual en vez del primal. En primer lugar, por razones de operatividad y ahorro de tiempo. Como los duales tienen menos restricciones que los primales es más sencillo y corto calcular sus soluciones ((Boussofiane *et aliter*, 1991:2). Sin embargo, Green y Doyle (1997:70-1) encontraron que la búsqueda de soluciones con el primal es, contrariamente a lo difundido, más rápida. Aún así, se opta por utilizar en esta tesis el dual debido a dos motivos adicionales. Por un lado, los duales ofrecen una mejor interpretación de la eficiencia. Observando las m primeras restricciones del dual que interesa para el análisis de esta tesis, es posible concluir que el modelo determina la existencia de alguna entidad real o ficticia que consuma lo mismo o menos que la evaluada. En ese caso, se le asignaría un valor λ_j distinto de cero. Las s segundas restricciones tienen como finalidad verificar si existe alguna unidad real o no que produzca lo mismo o más que la evaluada. Por tanto, el modelo verifica que si existe otra unidad productiva que consuma lo mismo o menos y produzca lo mismo o más que la entidad cuya eficiencia relativa se desea conocer. Tal y como están presentados los duales de los modelos linealizados corregidos, su funcionamiento persigue la comparación de una unidad real o ficticia construida mediante los λ_j , de modo que la unidad evaluada ($j=0$) se califica de eficiente sólo cuando el ratio de eficiencia (ϕ) es igual a uno y las variables de holgura son todas nulas (ambas condiciones de modo conjunto constituyen la condición necesaria y suficiente de eficiencia demostrada por Charnes *et aliter* (1978:433) y Seiford y Thrall (1990:17). Finalmente, por otro lado, el dual ofrece una mejor información a la hora de elaborar estrategias de mejora puesto que es fácilmente identificable el grupo de comparación.

11. Siglas de Charnes - Cooper - Rhodes.

12. Siglas de Banker - Charnes - Cooper.

del tipo CCR (en concreto, M.2 es un CCR_p-O¹³ porque su orientación es al *output* y su forma es la primal y M.3 es CCR_D-O). Los BCC (debido a BANKER *et al.* (1984:1084) según BOUSSOFIANE *et alter* (1991:12)) fueron propuestos con el propósito de estimar la eficiencia eliminando la influencia que pudiera tener la existencia de economías de escala en la evaluación del ratio de eficiencia de las DMUs. El modo en que BANKER *et al.* (1984:1084) propusieron solucionar esa influencia implícita consistió en añadir una restricción adicional al modelo CCR recogido en M.3. Dicha restricción es:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \tag{E.3.1}$$

Esquemáticamente, los tipos básicos de los modelos BCC son:

$\begin{aligned} \text{Min}_{\theta, \lambda, S_{r+}, S_{r-}} \quad & \theta_0 - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m S_{i-} + \sum_{r=1}^s S_{r+} \right) \\ \text{S.A} \quad & \\ \sum_{r=1}^s \lambda_j Y_{rj} - S_{r+} = Y_{rn}, \forall r & \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j X_{ij} + S_{i-} = \theta_0 X_{io}, \forall i & \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 & \\ \lambda_j, S_{i-}, S_{r+} \geq \varepsilon > 0, \forall j & \end{aligned} \tag{M.4} \text{ (BCC}_p\text{-I)}$	$\begin{aligned} \text{Max}_{\theta, \lambda, S_{r+}, S_{r-}} \quad & \phi_0 + \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m S_{i-} + \sum_{r=1}^s S_{r+} \right) \\ \text{S.A} \quad & \\ \sum_{r=1}^s \lambda_j Y_{rj} - S_{r+} = \phi_0 Y_{rn}, \forall r & \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j X_{ij} + S_{i-} = X_{io}, \forall i & \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 & \\ \lambda_j, S_{i-}, S_{r+} \geq \varepsilon > 0, \forall j & \end{aligned} \tag{M.5} \text{ (BCC}_p\text{-O)}$
$\begin{aligned} \text{Max}_{U, V, u_0} \quad & \sum_{r=1}^s U_r Y_{rn} + u_0 \\ \text{S.A} \quad & \\ \sum_{i=1}^m V_i X_{io} = 1, \forall i & \\ \sum_{i=1}^m V_i X_{ij} - \sum_{r=1}^s U_r Y_{ij} - u_0 \geq 0, \forall j : 1 \dots n & \\ U_r, V_i \geq \varepsilon & \\ u_0 \text{ libre} & \end{aligned} \tag{M.4'} \text{ (BCC}_D\text{-I)}$	$\begin{aligned} \text{Min}_{U, V, v_0} \quad & \sum_{i=1}^m V_i X_{io} + v_0 \\ \text{S.A} \quad & \\ \sum_{r=1}^s U_r Y_{rn} = 1, \forall r & \\ \sum_{i=1}^m V_i X_{ij} - \sum_{r=1}^s U_r Y_{ij} + v_0 \geq 0, \forall j : 1 \dots n & \\ U_r, V_i \geq \varepsilon & \\ v_0 \text{ libre} & \end{aligned} \tag{M.5'} \text{ (BCC}_D\text{-O)}$

En cualquier caso, los modelos CCR y BCC no son los únicos tipos básicos que existen dentro de DEA. Además, existen otras dos clases: los aditivos y los multiplicativos¹⁴ y otras variantes diferentes. Sin embargo, éstas se obvian puesto que no han sido empleadas en los trabajos revisados¹⁵. Tan

13. El subíndice p hace referencia a "primal" y el D a "dual". Asimismo, la terminación I se refiere a la orientación al *input* y la O al *output*.
14. A pesar de existir diversas variantes del modelo, todas han coincidido en ofrecer un carácter determinístico (no estocástico). No obstante, autores como Banker (1996) o Simar (1996) comenzaron a introducir procedimientos de tratamiento estocástico del modelo mediante la utilización de Procesos Generadores de Datos (Simar, 1996:177-9).
15. En todo caso sí cabría apuntar que unos modelos se diferencian de otros, además de por su apariencia externa, por la forma de la envolvente que generan sino también por el modo de proyectar las unidades ineficientes hacia la frontera de eficiencia. De este modo, la elección de uno u otro depende del tipo de situación concreta que se analice.

sólo cabría mencionar la introducción de variables no discrecionales en el modelo debido a que existen algunos tipos de productos cuya generación está fuertemente influida por factores no sujetos al control del gestor. Actividades como la agricultura, el turismo (con gran dependencia del clima) son un ejemplo típico. El caso de la docencia es también paradigmático. El resultado del proceso de enseñanza está indudablemente afectado por la calidad y estrategia docente pero también existe un componente importante correspondiente al ambiente social, económico y familiar que contextualiza la vida del discente (BOUSSOFIANE *et alter*,1991:3; SAN SEGUNDO, 1991:29 o GARNER y RAUNDENBUSH, 1991:258). De este modo, una unidad productiva será eficiente cuando, además de los requisitos ya mencionados con anterioridad, se enfrente a iguales o peores factores no controlables (BANKER y MOREY, 1986 (b):1613)¹⁶.

Por último, cabría realizar una breve exposición de las ventajas e inconvenientes que posee la aplicación de la técnica DEA. Dentro de las ventajas cabe destacar:

a) Se adapta al análisis de sectores que emplean en su proceso productivo múltiples *inputs* y generan varios *outputs*.

b) Se ajusta a situaciones en los que los precios de factores y productos son desconocidos o difícilmente calculables, puesto que es el propio DEA el que genera valores para esos precios.

c) Ofrece una gran cantidad de información particularizada para cada DMU que puede ser empleada para establecer guías de actuación de cara a mejorar la eficiencia de las unidades ineficientes.

d) No exige del conocimiento previo de la función de producción sino, únicamente, de un conjunto de combinaciones de factores que generen cantidades de *output*.

Por el lado de los inconvenientes cabe resaltar:

a) La exigencia de la homogeneidad de las unidades sometidas a análisis, necesaria para evitar que la ineficiencias de los centros sean detectadas por causa de cualquier factor no uniforme y que queda centrada en dos aspectos:

a.1) Homogeneidad en la escala de producción (solventada por la modificación de BANKER y MOREY, 1986b).

16. El modo en que las variables no controlables pueden ser consideradas es variado (Muñiz, 1998:460-2). Entre los autores que lo han tratado destacan Banker y Morey (1986b), Ray (1988 y 1991), McCarty y Yaisawarng (1993), Lovell *et alter* (1997), Chiligerian (1995), Pastor (1994) y Muñiz (1998:461-69).

a.2) Homogeneidad en el uso de *inputs* y *outputs* y en las circunstancias que constituyen el ámbito de actuación de las unidades.

b) La flexibilidad de la elección de las ponderaciones, además de ventaja, puede ser considerada como un problema sobre la base de la existencia de la posibilidad de que la evaluación de eficiencia de alguna/s unidad/es algún/os *inputs* o *outputs* reciban una ponderación nula y, por tanto, no sean contemplados en el proceso de cómputo. Ello podría implicar que variables transcendentales para el sector pasaran desapercibidas al establecer conclusiones encaminadas a mejorar el modo de producción de los centros ineficientes o, incluso, a basar las mismas en variables secundarias (no obstante, existen soluciones para estos casos ya comentadas con anterioridad en esta tesis).

c) Es un método determinístico y, por tanto, supone que cualquier alejamiento de la frontera de una asignación de insumos y productos se deberá únicamente a un comportamiento ineficiente, no dando paso a la cabida de ineficiencia por motivos aleatorios.

d) Es un modelo con el que se debe llevar especial cuidado al seleccionar las variables a incluir pues no existen tests adecuados para estimar si los resultados del análisis son estables o variarían significativamente con la utilización de otro tipo de variables. Ello obliga a realizar estudios de sensibilidad mediante diferentes especificaciones siempre y cuando los datos necesarios para ello sean accesibles.

e) La fiabilidad de los resultados también depende de la relación existente entre el número de variables consideradas y el de unidades a analizar. Así, BANKER *et aliter* (1989) establecían, a modo orientativo, el requisito de que el número de unidades analizadas sea mayor o igual a la suma de *inputs* y *outputs* para que el modelo tenga carácter discriminatorio (si bien otros autores como NORMAN y STOKER (1991) mencionan que veinte unidades sería suficientes sin hacer depender el número de la cantidad de variables o MANCEBON (1996b:297) recoge la recomendación de que el número de entidades analizadas sea al menos el triple de las variables relevantes introducidas en el modelo).

En conclusión, cabe pensar que es posible afirmar que la técnica DEA sea lo suficientemente apropiada para ser utilizada en el ámbito del sector de la educación a tenor de las posibilidades que existen de minimizar sus inconvenientes y de las ventajas que ofrece sobre otro tipo de métodos de cuantificación de la eficiencia.

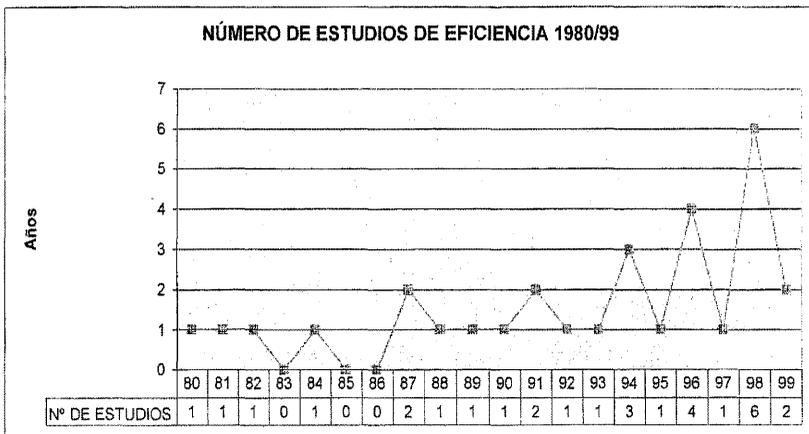
IV. APLICACIONES DE DEA A LA EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA A LOS CENTROS DE EDUCACIÓN NO UNIVERSITARIA

En este epígrafe se procede a realizar una revisión de los trabajos que

han llevado a cabo la medición de la eficiencia de los centros de educación no universitaria vía DEA¹⁷.

Inicialmente cabría resaltar que todos los localizados (30 en total) se dedican a la evaluación de la eficiencia técnica debido a la imposibilidad de encontrar un modo de valorar los productos e insumos del proceso docente bajo criterios objetivos. En lo referente al aspecto temporal, el primero de los trabajos se concretó en la tesis doctoral de RHODES (1978) que no se plasmaría hasta 1981 en una publicación (CHARNES *et al* (1981)). Cabe observar también que el número de trabajos relacionados con el tema no fue elevado al principio de la década de los ochenta ya que sólo a partir de principios de los noventa comienza a dispararse el número de análisis (ver gráfica 1) concentrándose el 50 por cien de los mismos en el período 94/99. El principal motivo de ello parece ser el paulatino incremento de publicaciones sobre el tema en países diferentes a EEUU y el Reino Unido puesto que éstos (sobre todo el último) han sido los principales ámbitos tradicionales de aplicación de métodos de análisis de eficiencia en educación no universitaria, tal vez debido al marcado carácter neoclásico de su política económica en las últimas dos décadas.

GRÁFICA 1
Evolución de los estudios de eficiencia que utilizan DEA
en educación no universitaria

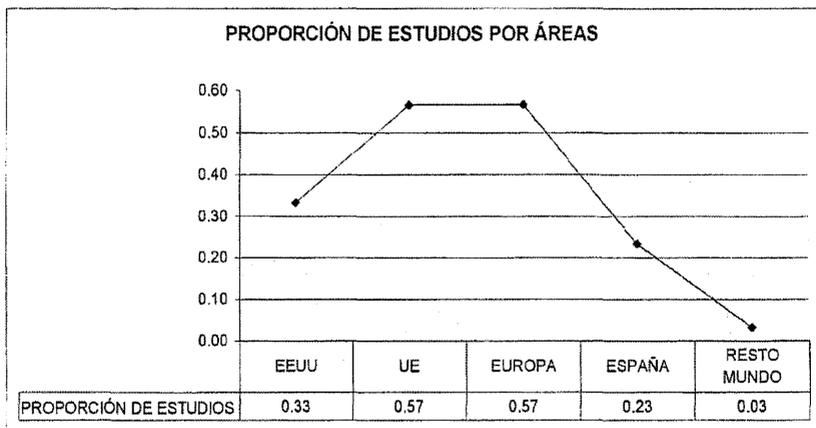


Fuente: *Elaboración propia.*

17. En el cuadro II del anexo se recogen las principales características de cada uno de los estudios ordenados desde un punto de vista cronológico.

En cualquier caso, la representación del monto de trabajos realizados por áreas geográficas (gráfica 2) refleja que la utilización de esta herramienta de análisis de eficiencia se ha concentrado en dos áreas muy concretas: EEUU y Europa. No obstante, dentro de la segunda, ha habido tres países que han incrementado notablemente su labor en el campo en cuestión en los últimos años: España, Suecia y Noruega. Parece plausible pensar, al menos para el caso español, que la relativa ausencia previa de investigaciones sobre el tema suscitara el interés para su realización. Fuera de las áreas geográficas mencionadas sólo en Chipre se ha mostrado atracción por estas cuestiones con un estudio en 1998 (Soteriou *et al.*, 1998).

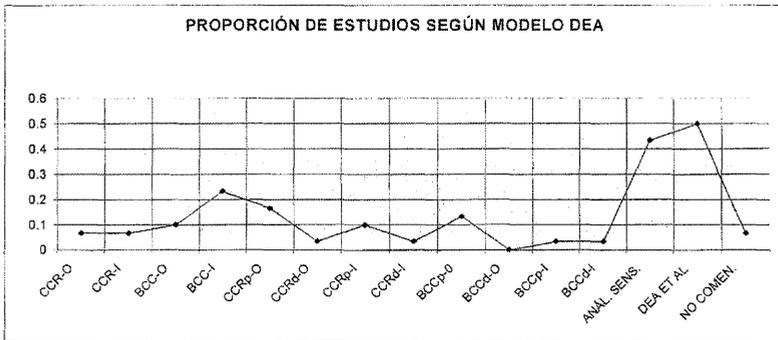
GRÁFICA 2
Porcentaje de estudios por áreas



Fuente: *Elaboración propia.*

Respecto al tipo de modelo DEA empleado y a su utilización combinada con otros métodos cabe mencionar que la especificación más empleada ha sido la BCC puesto que es la que incorpora la consideración de rendimientos variables a escala, aunque su orientación ha sido principalmente al *input* en vez de al *output* y en forma primal (ver gráfica 3). En ella cabe observar que un 50 por cien de los estudios han empleado algún método de análisis adicional a DEA, el cual usualmente ha sido el de regresión lineal, Tobit o Logit (40 por ciento). Además, un 43 por cien de los trabajos realizaron algún tipo de análisis de sensibilidad de los resultados de eficiencia.

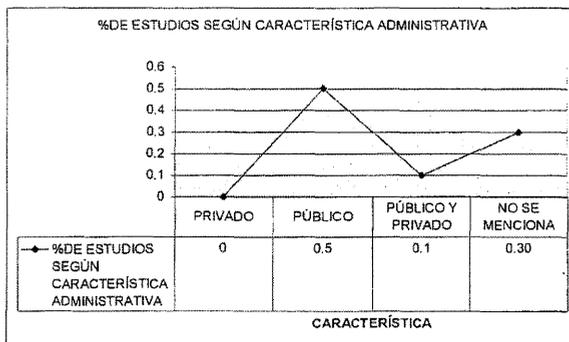
GRÁFICA 3
Porcentaje de estudios según modelo DEA



Fuente: *Elaboración propia.*

Otro aspecto a destacar es el carácter administrativo de los centros utilizados en el análisis de cada trabajo. En este contexto sorprende observar que algunos estudios (un 10 por cien) han considerado tanto a centros privados como a públicos a pesar de las diferencias existentes en la gestión de cada una de esas clases y a las grandes exigencias de homogeneidad que reclama la aplicación de DEA. En todo caso, no ha habido ninguno que utilizara sólo escuelas privadas y la gran mayoría (un 50 por cien) utilizó sólo entidades públicas (ver gráfica 4).

GRÁFICA 4
Proporción de estudios según característica administrativa



Fuente: *Elaboración propia.*

Respecto a las características de las variables empleadas, puede observarse en el cuadro II del anexo que los *outputs* mayoritariamente han reflejado resultados en pruebas objetivas y homogéneas por parte del alumnado así como proporciones de estudiantes que habían logrado superar los mencionados exámenes. Asimismo, los *inputs* recogieron fundamentalmente medidas sobre ingresos y/o gastos del centro a lo largo del período contemplado, proporción de docentes en relación al número de estudiantes, formación del profesorado y diversas medidas del contexto social y económico del alumnado (nivel de estudios de los padres, tipo de empleo de los mismos, proporción del alumnado que percibía una comida gratuita en el centro, grado de interés mostrado por los estudiantes en sus tareas escolares o índices sintéticos de este conjunto de variables).

Finalmente, en el cuadro III se recoge la información acerca de los ratios medios de eficiencia al *input*, al *output*, porcentaje medio de DMUs eficientes y el número medio de DMUs analizadas en función del área geográfica de aplicación de cada estudio.

A partir del mismo, no se observan grandes diferencias entre las zonas a excepción de “Resto del mundo” (que sólo incluye un estudio) y de “Número medio de DMUs examinadas” en donde destaca la zona de EEUU con 237.7, tal vez debido a la mayor riqueza estadística y a su mayor facilidad de acceso (a parte de la mayor extensión geográfica del país que ayuda a poder elegir entre zonas de mayor extensión y número de DMUs).

CUADRO III
Niveles de ratios medios de eficiencia según áreas

Área	Ratio Medio eficiencia al <i>input</i>	Ratio Medio eficiencia al <i>output</i>	Porcentaje de DMUs eficientes	Número medio de DMUs examinadas
EE.UU.	0.89	1.061	0.39	237.7
U.E.	0.86	1.09	0.37	81.9
Europa	0.86	1.09	0.37	81.9
España	0.85	1.09	0.48	43.8
Resto del Mundo	0.97	--	0.41	55

Fuente: *Elaboración propia.*

V. RESUMEN Y CONCLUSIONES

A partir de todo lo anterior, se puede observar una tendencia creciente

de incremento del número de estudios en los últimos seis años que refleja el fuerte interés que el tema de la eficiencia en el sector de educación no universitaria suscita a nivel internacional. No obstante, parece que existen factores importantes que aún introducen limitaciones significativas a la hora de interpretar los resultados de este tipo de análisis y que podrían ser susceptibles de mejora. Así, en primer lugar, la definición de las variables empleadas no parece ser la más adecuada en tanto que frecuentemente se emplean medidas de *inputs* y *outputs* que podrían ser más ajustadas. Por ejemplo, el gasto total del centro por alumno con independencia del curso al que pertenezca no parecería ser lo idóneo a la hora de evaluar la eficiencia de la gestión de un centro basándose en los resultados de sus alumnos de un determinado nivel o, en el mismo caso, la utilización del ratio de profesores totales del centro por alumno del mismo tampoco parecería ser lo más apropiado en tanto que ni todos los alumnos cursan el mismo nivel ni todos los profesores imparten docencia en un mismo grado. En segundo lugar, existen relativamente pocos trabajos que realicen análisis de sensibilidad, lo cual es importante en el ámbito de aplicación de una técnica cuyos resultados dependen, por ejemplo, de la cantidad de variables empleadas, de las características del entorno, de la variante del modelo utilizada o del grado de homogeneidad existente entre las unidades. Desde este punto de vista, tendrían ventaja aquellos trabajos que concentraran su atención en pequeñas áreas con un grupo reducido de unidades que requiriera del uso de pocas variables que además pudieran ser medidas con más precisión.

En cualquier caso, los resultados pueden ser utilizados para identificar vías de actuación tendenciales en el área de la gestión y organización de los centros siempre que efectúen un desarrollo cualitativo mediante la contrastación de los resultados con los responsables de cada unidad.

Por último, cabe resaltar el mayor nivel de los ratios de eficiencia existente en los estudios efectuados en EEUU tanto en la orientación al *input* como al *output* (si bien el tanto por uno de unidades identificadas como eficientes no difiere demasiado (0.39 de EEUU frente al 0.37 de UE). Esto significa que todavía existiría más potencial de crecimiento de la eficiencia para los centros docentes europeos ya que, en EEUU las DMUs tendrían un mayor grado de proximidad a los niveles de eficiencia empírica establecidos por sus unidades eficientes.

ANEXO

CUADRO II

*Resumen de estudios que utilizan DEA para analizar la eficiencia de los centros docentes de educación no universitaria*¹⁸

Autores Nº. DMUs RESULTADOS	INPUTS	OUTPUTS	EFICIENCIA MEDIA ÁREA MODELO/S
Bessent y Bessent (1980) 55 escuelas de primaria con 60.000 alumnos (no menciona si era públicas o privadas)	Calificaciones, asistencia, número de profesores, gastos por alumno, número de programas especiales, porcentaje de profesores con experiencia y formación.	Media de las calificaciones en el test mencionado en tercer curso y media de las calificaciones en el test mencionado en sexto curso.	CCR _p -O y Análisis de regresión múltiple. 31 escuelas eficientes del total de las 55. La eficiencia media total fue de 0.96 mientras que la media de las ineficientes fue de 0.918 EE.UU.
Charnes et al (1981) 70 escuelas públicas de primaria. 49 con PFT y 21 con NFT. No menciona si eran públicas o privadas. 17 unidades eficientes con PFT y 8 con no PFT.	Nivel de educación y ocupación del cabeza de familia, visitas de los padres al centro, tiempo de los progenitores realizando tareas escolares con los hijos y número de profesores.	Puntuación en una prueba de lectura, puntuación en una prueba de matemáticas y media de autoestima de Coopersmith.	CCR-IR (fraccional) en dos etapas con ajuste de DMUs a la frontera para eliminar el efecto de gestión del centro. Eficiencia media de las PFT 0.94 y las de las NFT 0.95. EE.UU.
Bessent et alter (1982) 167 escuelas de primaria públicas del distrito escolar independiente de Houston. 78 fueron catalogadas de ineficientes y 89 de eficientes. EE.UU.	Calificaciones, porcentaje de alumnos matriculados, asistencia, número de profesores, gastos por alumno, número de programas especiales, profesores con experiencia y formación.	Media de las calificaciones en el test de formación básica de Iowa en tercer curso y media de las calificaciones en el mismo en sexto curso.	CCR _p -O. Resultados cuantitativos no comentados. EE.UU.
Bessent et alter (1984) 164 escuelas públicas de Texas para el curso tercero y 143 para el quinto durante los años 1981 y 1983. Escuelas eficientes ambos años: 15.	Tiempo dedicado a la enseñanza de matemáticas, y la lengua, gastos formación por alumno, asistencia del profesorado, asistencia del alumnado, alumnos matriculados, alumnos no pertenecientes a minorías, alumnos que pagan el almuerzo completo, alumnos sin dificultades en el idioma inglés.	Los resultados de los exámenes estandarizados de conocimientos básicos elaborados a partir de los criterios establecidos por el Gabinete estatal de educación de Texas.	DEA no especificado. Los ratos de eficiencia oscilaron entre el 0.934 y el 0.981 de 1981 a 1983. EE.UU.

18. Una sinopsis más detallada de las peculiaridades de cada trabajo puede consultarse en Fuentes (2000a).

Autores Nº. DMUs RESULTADOS	INPUTS	OUTPUTS	EFICIENCIA MEDIA ÁREA MODELO/S
<p>Smith y Mayston (1987) 96 LEAs británicas. Centros de educación secundaria. No menciona el carácter público o privado de los centros, pero dado el carácter del trabajo todo hace pensar que sean públicos. Sólo se concentran los resultados de un área determinada.</p>	<p>Alumnos con nivel socioeconómico alto, alumnos que vivían en hogares no pobres, alumnos que no vivían en hogares uniparentales, gastos docente, gasto no docente.</p>	<p>Alumnos con al menos un aprobado, que obtuvieron al menos 5 aprobados en el nivel O/CSE (<i>Ordinary level/Certificate of secondary education</i>), obtuvieron al menos 1 aprobado en el O/CSE, que obtuvieron al menos 6 aprobados en el O/CSE.</p>	<p>DEA con rendimientos a escala decrecientes, orientado al input (ratios <1) y análisis de sensibilidad de los resultados. No se menciona la versión primal o dual del programa lineal. Reino Unido.</p>
<p>Jesson et alter (1987) 96 LEAs británicas. No menciona el carácter público o privado de los centros. Estudio complementario al de Smith y Mayston (1987) por tanto se supone que son también de carácter público. 32 de las 96 resultados ser eficientes.</p>	<p>Niños con tutor que no es un trabajador manual, niños en familias no uniprogenitoras, niños nacidos en UK, Irlanda, USA o en la Commonwealth o en casa cuyo tutor naciera en esos sitios, gasto escolar.</p>	<p>Niños que obtuvieron 5 o más niveles O/CSE grado I, que obtuvieran 3 o más niveles O/CSE.</p>	<p>DEA con rendimientos no crecientes a escala (BCC-I). No reflejan eficiencia media, pero sí indican que la mínima fue de 0.88. Reino Unido.</p>
<p>Mayston y Jesson (1988) 96 LEAs británicas. No menciona el carácter de los centros. Trabajo complementario al de Smith y Mayston (1987). 29 eficientes y 67 ineficientes.</p>	<p>Gasto total por alumno en secundaria, alumnos de hogares con nivel socioeconómico elevado, alumnos en hogares uniparentales, alumnos en hogares con cabeza de familia en paro.</p>	<p>Alumnos que obtienen 5 o más aprobados en el nivel O/CSE1, alumnos</p>	<p>DEA con rendimientos no crecientes a escala (BCC-I). No reflejan eficiencia media, pero sí indican que la mínima fue de 0.88. Reino Unido.</p>
<p>Färe et alter (1989) 40 distritos de Missouri. Periodo 85/86. Centros públicos y privados. Procedimiento de derrapaje: 16 ineficientes. Sin derrapaje: 13 ineficientes.</p>	<p>Estudiantes de octavo grado que realizaron el BEST, gastos corrientes netos en cada distrito, número de profesores en octavo curso, variable aproximativa de las características socioeconómicas del distrito.</p>	<p>Estudiantes de octavo grado que aprobaron la comprensión escrita del BEST (<i>Basic essential skills test</i>), lo mismo que Y1 pero en matemáticas, lo mismo pero en economía y gobierno.</p>	<p>BCCp-O con técnicas de derrapaje y análisis de sensibilidad (mediante variación de inputs y outputs). Eficiencia media con derrapaje: 1.0102. Eficiencia media sin derrapaje: 1.0161 EE.UU.</p>

Autores Nº. DMUs RESULTADOS	INPUTS	OUTPUTS	EFICIENCIA MEDIA ÁREA MODELO/S
<p>Diamond et al (1990) 46 clases de institutos de EE.UU. acogidas a un programa educativo. 16 eficientes y 30 ineficientes. De las no acogidas a programas (en total 23) 13 ineficientes. De las acogidas al programa (otras 23) 7 ineficientes. No se menciona el carácter de los centros</p>	<p>Resultados en lengua y matemáticas, nivel de estudios padres, porcentaje estudiantes blancos, porcentaje de estudiantes con conocimientos sobre economía, experiencia del profesorado, horas de economía recibidas por el profesorado, gasto por estudiante.</p>	<p>Media de la calificación que la clase hubiera obtenido en el examen TEL.</p>	<p>CCRp-I y regresión lineal múltiple. La eficiencia media de las acogidas al programa: 0.97. La de las no acogidas: 0,75 EE.UU.</p>
<p>Norman y Stoker (1991) 132 escuelas de secundaria con estudiantes entre 11 y 16 años de Inglaterra y Gales. No se menciona el carácter de los centros.</p>	<p>Coste del personal no docente, alumnos con nivel social elevado, número de profesores, número de alumnos aventajados.</p>	<p>Alumnos con al menos un aprobado, alumnos con 5 o más aprobados, alumnos con al menos un aprobado en el nivel O/CSE, alumnos que continúan en la escuela a los 16 años.</p>	<p>DEA no especificado. Ratios de eficiencia media no comentados. Si emplea el análisis de sensibilidad mediante la especificación de varios modelos alternativos. Inglaterra y Gales.</p>
<p>Ray (1991) Institutos públicos de 122 distritos escolares de Connecticut (EE.UU.) No menciona porcentaje de DMUs eficientes.</p>	<p>Número de profesores, de personal de apoyo (psicólogos...) y de personal administrativo).</p>	<p>Puntuación en matemáticas, lenguaje, arte y redacción.</p>	<p>DEA CCRp-O y regresión. No menciona ratios de eficiencia. Análisis de sensibilidad mediante la variación de inputs y outputs.</p>
<p>Ganley y Cubbin (1992) 96 LEAs con datos medios de 3 años. Reino Unido. 44 unidades eficientes (0.458%). No se menciona el carácter de los centros.</p>	<p>Gasto docente, niños cuyo cabeza de familia no era un trabajador manual, niños con buen nivel económico, niños nacidos fuera del Reino Unido, Irlanda, USA o la Commonwealth o cuyo cabeza de familia naciera fuera de esas zonas, personas por hectárea.</p>	<p>Alumnos con al menos 5 buenas calificaciones en el nivel O/CSE, alumnos que obtuvieron 6 o más aprobados, alumnos que no obtuvieron ningún aprobado en el nivel O/CSE.</p>	<p>BCCp-I Ratio medio de eficiencia: 0.9653. Reino Unido</p>
<p>McCarty y Yaisawarng (1993) 27 distritos escolares en New Jersey (EE.UU.) para el curso 1984/85.</p>	<p>Número de profesores, profesores doctores o master, gasto por alumno, nivel educativo de los padres, empleo que desempeñaban, renta media de la familia, miembros de la familia en paro.</p>	<p>A aprobados en el examen HSPT (<i>High School Proficiency Test</i>) en escritura, lectura y matemáticas.</p>	<p>BCC orientado al output y regresión Tobit. EE.UU.</p>

Autores Nº. DMUs RESULTADOS	INPUTS	OUTPUTS	EFICIENCIA MEDIA ÁREA MODELO/S
<p>Puttakul (1994) 43 centros de áreas técnico-vocacionales en Missouri (EE.UU.) No menciona su carácter público o privado. Número de eficientes: 17.</p>	<p>Horas de clase, gastos docentes totales (incluyendo material, salarios, etc.) y personal a tiempo completo (docente y no docente).</p>	<p>Alumnos que completaron los programas para la obtención de puestos de trabajo, alumnos que encontraron un empleo, continuaron su formación o ingresaron en el ejército o que completaron la enseñanza habitual.</p>	<p>BCCp-O. No realiza análisis de sensibilidad. Ratio medio de eficiencia: 1.083. EE.UU.</p>
<p>Bonesronning (1996) 41 institutos públicos Noruegos. Número medio de unidades eficientes: 16. Media de eficiencia: 0.95.</p>	<p>Dotación docente, estudiantes de cada escuela y calidad de los mismos.</p>	<p>Resultados de los discentes en pruebas de matemáticas, física, idioma extranjero y propio.</p>	<p>DEA con RVE orientado al output y regresión lineal. Análisis de sensibilidad por cambio en especificación de los modelos. Noruega.</p>
<p>Lovell et alter (1997) 1.032 institutos (EE.UU.) durante el periodo 79/80.</p>	<p>Personal del centro, volúmenes en biblioteca, índice de facilidades físicas. En el segundo modelo: clases recibidas, índice de actividades extracurriculares, tiempo de estudio en el hogar. En el tercer modelo: clases recibidas, tiempo medio de trabajo en casa.</p>	<p>Clases recibidas, índice de actividad extracurricular, índice de oferta de cursos. En el segundo: puntuación en examen estandarizado, ratio entre el primer output y la media en la misma prueba en el año base, media del instituto en el GPA, opinión de los profesores de los alumnos que probablemente irían a la Universidad. En el tercer modelo: calificaciones de postsecundaria en GPA, ingresos de los alumnos en 1983, ingresos de los alumnos en 1985, nivel educacional medio más elevado obtenido por los estudiantes.</p>	<p>BCCp-I y CCRp-I (MDEA) con variante Andersen y Petersen (1993: 1262) y regresión lineal. Media de los ratios de eficiencia medios: 0.7416. EE.UU.</p>
<p>Thanassoulis y Dustan (1994) 42 DMUs obtenidas de 14 centros de una LEA británica durante tres años (14*3=42). Número de eficientes no mencionado. Reino Unido. No se menciona el carácter de los centros</p>	<p>Puntuación media en razonamiento verbal por alumno al entrar al centro, porcentaje de alumnos que no recibían comidas escolares gratuitas.</p>	<p>Calificación media en el GSCE (<i>General certificate of secondary education</i>) por alumno, porcentaje de alumnos que no están en paro después de aprobar el GSCE.</p>	<p>DEA CCRp-O, CCRp-I (con variante para permitir el uso de estructuras de preferencias genéricas en relación con la mejora de los outputs Thanassoulis y Dustan (1994:1259) y regresión (para adaptar los datos y hacerlos más compatibles con RVE). Ratio de eficiencia media no mencionado.</p>

Autores Nº. DMUs RESULTADOS	INPUTS	OUTPUTS	EFICIENCIA MEDIA ÁREA MODELO/S
Bonesronning y Ratto (1994) 34 institutos públicos noruegos. Número medio de unidades eficientes entre modelos: 6.25.	Número de profesores por cada centenar de alumnos.	Número de estudiantes aprobados y el valor añadido medio por graduado.	BCCp-O. Se desarrollan cuatro modelos alternativos para analizar la sensibilidad. Media de los ratio de eficiencia medios de los modelos: 0.8616 Noruega.
Bardhan (1995) 638 escuelas públicas de secundaria de Texas. Centros eficientes: 111. Centros robustamente eficientes: 79. Eficaces y eficientes: 1	Docentes en 90-91, salario del profesorado, años de experiencia, profesores dedicados a educación regular o especializada, gastos de formación, estudiantes de minorías.	Asistencia de alumnos, estudiantes que no abandonaron sus estudios, calificaciones en matemáticas, lectura y escritura, estudiantes aprobados en ACT (<i>American Collegiate Test</i>) y SAT (<i>Scholastic Aptitude Tests</i>).	CCRp-O, CCRd-O y análisis de frontera estocástica. Análisis de eficacia y eficacia. Ratio medio de eficiencia: 1.091. Ratio medio de eficacia: 1.641 EE.UU.
Mancebón (1996a) 25 centros de bachiller públicos de la provincia de Zaragoza, 8 eficientes (32%).	Gastos generales (excepto en docentes) y número de profesores por alumno presentado a selectividad.	Calificación en selectividad.	CCRp-I No realiza análisis de sensibilidad. Eficiencia media: 0.8242. España.
Mancebón (1996b) 35 centros de bachiller públicos de la provincia de Zaragoza. Número de eficientes 23. Número de supereficientes: 6.	Profesores del centro, gasto total del centro, factores socioeconómicos e índice del capital humano.	Nota en selectividad, número de aprobados en selectividad.	BCC-O con modificaciones de Andersen y Petersen (1993) y Wilson (1995). Ratio de eficiencia: 1.0903. Ratio de supereficiencia: 0.938. España
Pedrajas y Salinas (1996) 62 centros de enseñanza secundaria COU públicos del País Vasco	Gastos generales, profesores, alumnos con beca, alumnos en horario nocturno.	Nota en selectividad, alumnos que aprobaron el examen de selectividad.	DEA orientado al input. Eficiencia: 0.8699. Análisis de sensibilidad Kolmogorov-Smirnov y coeficiente de correlación de Spearman. España.
Athanasios y Ketkar (1998)	Número de estudiantes, de profesores, de personal administrativo, de servicios y de personal no cualificado.	Estudiantes que superaron el examen de aptitud de noveno grado (<i>Nimtb-grade level High School Proficiency Test</i>) curso 90/91.	DEA no especificado y regresión.
Soteriou et aliter (1998) 55 institutos de Chipre (no menciona si públicos o privados).	Edad del profesorado. Su nivel de educación. El de los padres, nivel socioeconómico, tamaño del centro, libros en casa.	Puntuación en la prueba internacional de matemáticas.	CCRp-I y BCC I-O. Análisis de sensibilidad por especificaciones alternativas de los modelos. Eficiencia: 0.9671. Chipre.

Autores N°. DMUs RESULTADOS	INPUTS	OUTPUTS	EFICIENCIA MEDIA ÁREA MODELO/S
Muñiz (1998) 62 centros públicos de bachiller COU y LOGSE del Principado de Asturias. Número medio de unidades eficientes: 26,25 (41,75%).	Gastos de funcionamiento (sin el personal docente), número de profesores, de buenos alumnos, de alumnos con alta renta, de padres que participan en APA.	Número de aprobados, media en selectividad de los alumnos que aprobaron.	DEA BCC-I según Pastor (1994) y Banker y Morey (1986). Análisis de sensibilidad por especificaciones diversas del modelo. Eficiencia media: 0,8267. España.
Ribera et al. (1998) 26 centros públicos de enseñanza secundaria del Vallés Occidental (Cataluña). 19 unidades eficientes (0,73%).	Horas docentes, experiencia del profesorado, su formación, su cohesión y su estructura, índice de calidad de los materiales, recursos financieros, y nivel socioeconómico del alumnado.	Valor añadido de la evolución académica del estudiante.	DEA orientado al input (ratios <1) y análisis factorial. No realizan análisis de sensibilidad. Eficiencia media: 0,8277. España.
Mancebón (1998) 35 centros públicos de bachiller COU y LOGSE de la provincia de Zaragoza. 23 unidades eficientes (65,71%).	Similares al trabajo de 1996b.	Similares al trabajo de 1996b.	BCCp-O Método de Wilson (1995) y Andersen y Petersen (1993). Eficiencia media: 1,0903. España.
Kirjavainen y Loikkanen (1998) 291 institutos públicos y privados de Finlandia con datos del periodo 88/91. Eficientes: 35,87 (media).	Horas no docentes, experiencia del profesorado, su nivel de formación, calidad del alumnado, nivel de formación de los padres.	Estudiantes que pasaron de curso, graduados en la matriculación, calificaciones en el examen inicial y final.	CCR-I, BCC-I y Tobit. Análisis de sensibilidad por especificaciones, coeficientes de Spearman y derrapaje. Media de eficiencia: 0,8087. Finlandia.
Muñiz (1999) 62 institutos públicos (96/97). Eficientes de la aplicación de Banker y Morey (1986): 26,25. Eficientes según Pastor (1994): 19.	Similares a las de su estudio de 1998.	Similares a las de su estudio de 1998.	BCC-I con Banker y Morey (1986) y Pastor (1994). Regresión Tobit Eficiencia según versión de Banker y Moey (1986): 0,8968 y según versión Pastor (1994) modificada: 0,93 en primera etapa y 0,81 en segunda. España.
Mancebón y Mar (1999) 176 centros de primaria públicos y privados de Southampton, Portsmouth y Hampshire (Reino Unido). Número de unidades eficientes: 8.	Contexto social, el tamaño de la escuela, la calidad del profesorado, el apoyo de los padres, la existencia de enseñanza mixta y el nivel de deterioro del contexto educativo medido por el número de expulsiones.	Resultados académicos.	BCC y CCR, análisis factorial, cluster, componentes principales y Logit. Análisis de sensibilidad por especificaciones. Coeficientes de Pearson y Spearman y test de Pastor et al. (1998). Eficiencia: 0,7850. UK.

Autores Nº. DMUs RESULTADOS	INPUTS	OUTPUTS	EFICIENCIA MEDIA ÁREA MODELO/S
Fuentes (2000b) 44 centros públicos de bachiller. Provincia de Alicante. Número de eficientes: 15. Supereficientes: 2.	Recursos del centro para cada alumno de COU, índice socioeconómico, factor de interés y número de horas de clase de COU por cada alumno de ese curso.	Coeficiente de variación de las calificaciones de los alumnos de selectividad y porcentaje de aprobados en dichas pruebas sobre el total de matriculados en COU.	BCC-O con variaciones de Lovell y Pastor (1994) y Banker y Morey (1986). Análisis de sensibilidad por coeficiente de correlación de Spearman. Cómputo de la influencia de eficientes sobre ineficientes según Hibiki y Sueyoshi (1999) y modificación del modelo para el cálculo de las sinergias individuales y conjuntas. Eficiencia media: 1,15. España.
Fuentes (2000b) 44 centros públicos de bachiller. Provincia de Alicante. Número de eficientes: 15. Supereficientes: 2.	Recursos del centro para cada alumno de COU, índice socioeconómico, factor de interés y número de horas de clase de COU por cada alumno de ese curso.	Coeficiente de variación de las calificaciones de los alumnos de selectividad y porcentaje de aprobados en dichas pruebas sobre el total de matriculados en COU.	Cómputo de ratios de eficacia además de eficiencia según modelo de Bardhan (1995). Modificación de ese modelo para evaluar los mínimos recursos necesarios para incrementar el output en un porcentaje determinado y los máximos outputs alcanzables tras una disminución de los recursos en una unidad porcentual. Eficiencia media: 1,15. España.
Fuentes (2000b) 44 centros públicos de bachiller. Provincia de Alicante. Número de eficientes: 15. Supereficientes: 2.	Recursos del centro para cada alumno de COU, índice socioeconómico, factor de interés y número de horas de clase de COU por cada alumno de ese curso.	Coeficiente de variación de las calificaciones de los alumnos de selectividad y porcentaje de aprobados en dichas pruebas sobre el total de matriculados en COU.	Cómputo de influencia de unidades eficientes sobre las supereficientes mediante modificación del modelo de Hibiki y Sueyoshi (1999). Eficiencia media: 1.15. España.

BIBLIOGRAFÍA

- AFRIAT, S.N. (1972): "Efficiency estimation of production functions", *International Economic Review*, 13, 3, 568-98.
- AIGNER, D.J. and CHU, S.F. (1968): "On Estimating the Industry Production Function", *American Economic Review*, vol. 58, nº 4, pp. 826-39.
- ALBI, E. (1992): "Evaluación de la eficiencia pública. El control de la eficiencia del sector público", *Hacienda Pública Española*, nº 120-1, 299-319.
- ANDERSEN, P y PETERSEN, N.C. (1993): "A procedure for ranking efficient units in DEA", *Management Science*, 39 (10), pp. 1261-1264.
- ATHANASIOS, G.N. y KETKAR, K. (1998): "Efficient utilization of resources in public schools: a case study of New Jersey", *Applied Economics*, 30, 1299-1306.

- BANKER, R. *et al* (1984): "Some models for estimating technical and scale efficiencies in DEA", *Management Sciences*, 30 (9), pp. 1078-92.
- BANKER, R. y MOREY, R.C. (1986b): "Efficiency Analysis for Exogenously Fixed Inputs and Outputs", *Operations Research*, vol. 34, nº 4.
- BARDHAN, I.R. (1995): *Data envelopment analysis and frontier regression approaches for evaluating the efficiency of public sector activities: applications to public school education in Texas*. Tesis.
- BESSENT, A. *et al* (1982): "An Application of Mathematical Programming to Asses Productivity in the Houston Independent School District", *Management Science*, vol. 28, nº 12.
- BESSENT, A. y BESSENT, W. (1980): "Determining the Comparative efficiency of Schools Through Data Envelopment Analysis", *Educational Administration Quarterly*, Vol. 16, nº2, pp. 57-75.
- BESSENT, E. *et al* (1984): "Educational Productivity Council employs management science methods to improve educational quality", *Interfaces*, 14 (6), pp. 1-8.
- BLANCO, J.M. (1997): "Comentarios acerca del desajuste educativo en España", *Papeles de Economía Española*, 72, octubre, 275-93.
- BLAU, F. (1996): "Symposium on primary and secondary education", *Education*, Fall, 10,4,3-9, versión electrónica de www.epnet.com/cgi-bin/epwto...0/reccount=6/ft=1/startrec=1/pic=1.
- BONESRONNING, H. (1996): "Student body composition and school performance: evidence from Norway", *Education Economics*, April, 4,11-21, versión electrónica de www.epnet.com/cgi-bin/epwto...0/reccount=6/ft=1/startrec=1/pic=1.
- BONESRONNING, H. y RATTISO, J. (1994): "Efficiency Variation among the Norwegian High Schools: Consequences of Equalization Policy", *Economics of Education Review*, 13(4), December, pages 289-304.
- BOUSSOFIANE, A. *et al* (1991): "Applied DEA", *European Journal of Operational Research*, 15 (5), pp. 1-15.
- CHARNES, A. *et al*. (1981): "Evaluating program and managerial efficiency: an application of DEA to program follow through", *Management Science*, vol. 27, nº 6, 668-97.
- CHARNES, A. *et al* (1978): "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", *European Journal of Operational Research*. Vol. 2, pp. 429-444.
- CHARNES, A. *et al* (1979): "Short communication: measuring the efficiency of decision making units", *European Journal of Operational Research*, 3(4), pp. 339-339.
- CHARNES, A. *et al* (1997): *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications*, New York, Kluwer Academic Publishers, Second edition.

- CHARNES, A. y COOPER, W.W. (1962): "Programming with Linear Fractional Functionals", *Naval Research Logistics Quarterly*, Vol. 9, pp. 181-6.
- CHILIGERIAN, J.A. (1995): "Evaluating physician efficiency in hospitals: a multivariate analysis of best practices", *European Journal of Operational Research*, 80, 3, 548-74.
- DIAMOND, A.M. *et alter* (1990): "Use of Data Envelopment Analysis in an Evaluation of the Efficiency of the DEEP Program for Economic Education", *Journal of Economic Education*, 21(3), Summer, pages 337-54.
- DUNLOP, W. (1985): *The elusive concept of efficiency: a survey of the conceptual and measurement issues*, Occasional Paper, 109, Department of Economics. University of Newcastle, Australia.
- FÄRE, R. *et alter* (1989): "Measuring School District Performance", *Public Finance Quarterly*. Vol 17, nº 4, pp. 409-428.
- FARREL, M.J. (1957): "The Measurement of Efficiency Productive", *Journal of the Royal Statistical Society*, serie A, vol. 120.
- FUENTES, R. (2000a): *Eficiencia de los centros públicos de educación secundaria de la provincia de Alicante*. Tesis. Universidad de Alicante.
- FUENTES, R. (2000b): "Análisis de influencia de unidades eficientes. Una aplicación del Análisis Envolverte de Datos (DEA) a los institutos públicos de bachiller", *VII Encuentro de Economía Pública*, febrero 2000.
- FUENTES, R. (2000c): "Eficiencia y eficacia de los centros públicos de enseñanza secundaria: resultados del análisis en la provincia de Alicante", *Ponencia VIII Encuentro de Economía Pública*, febrero.
- FUENTES, R. (2000d): "Eficiencia y eficacia de los centros públicos de enseñanza secundaria: resultados del análisis en la provincia de Alicante", *VIII Encuentro de Economía Pública*. Febrero.
- GANLEY, J.A. y CUBBIN, J.S. (1992): *Public Sector Efficiency Measurement. Applications of DEA*, Amsterdam, Elsevier Science Publishers.
- GARNER, C. y RAUDENBUSH, S.W. (1991): "Neighbourhood Effects on Educational Attainment", *Sociology of Education*, Vol 64 (October), pp. 251-262.
- GRAVELLE, H. y REES, R. (1981): *Microeconomía*, Alianza Universidad Textos.
- GREEN, R.H. y DOYLE, J.R. (1997): "Implementing Data Envelopment Analysis: Primal or Dual?", *Information Systems and Operational Research*. Vol. 35; Iss. 1; page: 66-75.
- HANNOCH y ROTHCHILD (1972): "Testing the assumptions of production theory: a nonparametric approach", *Journal of Political Economy*, 80,256-75.
- HOLLINGSWORTH, B. *et alter* (1999): "Efficiency measurement of health care: a review of non-parametric methods and applications", *Working Paper*,

- Department of Epidemiology and Public Health, University of Newcastle, UK.
- JESSON, D. *et alter* (1987): "Performance Assessment in the Education Sector: Educational y Economic Perspectives", *Oxford Review of Education*, 13 (3), pp. 249-67.
- KIRJAVAINEN, T y LOIKKANEN, A. (1998): "Efficiency Differences of Finnish Senior Secondary Schools: An Application of DEA and Tobit Analysis", *Economics of Education Review*, 17, 4, pp: 377-95.
- LINDBECK, A. (1971): "Sobre la eficiencia de la competencia y la planificación", en Lindbeck, A.: *Sistemas económicos y política asignativa*, 41-79.
- LOVELL, C.A.K. *et alter* (1997): "Stratified Models of Education Production using modified DEA and Regression Analysis", en Charnes *et alter* (eds.) *DEA: Theory, Methodology and Applications*, Massachusetts, Kluwer Academic Publishers, pp.329-352.
- MANCEBÓN, M.J. (1996a): "Potencialidad de las técnicas no paramétricas como método de mejora de la gestión de los centros escolares públicos. Un ejercicio de aplicación", en Grao, J. e Ipiña, A.: *Economía de la educación*. Temas de estudio
- MANCEBÓN, M.J. (1996b): *Evaluación de la eficiencia de los centros educativos públicos*. Universidad de Zaragoza. Tesis.
- MANCEBÓN, M.J. (1998): "La riqueza de los resultados suministrados por un modelo envolvente de datos: una aplicación al sector de la educación secundaria", *Hacienda Pública Española*, 145, 165-86.
- MANCEBÓN, M.J. y MAR, C. (1999): "Performance in primary schools: a nonparametric approach", *VI Encuentro de economía pública*. Oviedo.
- MARTÍNEZ SERRANO, J.M. (1999): "Sector público", en García Delgado (Dir.) *Lecciones de Economía Española*, cap. 13, Cívitas.
- MCCARTY, T.A. y YAISAWARNG, S. (1993): "Technical efficiency in New Jersey Schools Districts", en Fried, H.O. *et alter* (eds.): *The Measurement of productive Efficiency. Techniques and Applications*, Nueva York, Oxford University Press, pp.271-87.
- MUÑIZ, M.A. (1998): "Efecto de las variables medioambientales sobre la producción educativa: dos análisis DEA", comunicación a las *VII Jornadas de AEDE*, Santander, 459-76.
- MUÑIZ, M.A. (1999): "¿Inputs discrecionales o variables ambientales? Su inclusión en un análisis DEA", comunicación en el *VI Encuentro de Economía Pública*, Oviedo, febrero
- NORMAN, M. y STOKER, B. (1991): *DEA. The assessment of Performance*, John Wiley and Sons.
- PASTOR, J.T. (1994): *How to discount environmental effects in DEA: an application to bank branches*. IVIE.

- PEDRAJA, F. y SALINAS, J. (1994): "El análisis envolvente de datos (DEA) y su aplicación al Sector Público: una nota introductoria", *Hacienda Pública Española*, nº 128, pp. 117-131
- PEDRAJA, F. y SALINAS, J. (1996): "Eficiencia del gasto público en educación secundaria: Una aplicación de la técnica DEA", en *Economía de la Educación. Temas de estudio e investigación*. Gobierno del País Vasco.
- PUTTAKUL W. (1994): *Technical Efficiency Of Area Technical Efficiency Of Area Vocational-Technical Schools: An Illustrative Study Of The Application Of Data Envelopment Analysis*. Tesis
- RAY, S.C. (1988): "DEA, Nondiscretionary Inputs and Efficiency: An Alternative Interpretation", *Socio-economic Planning Sciences*. 22(4), pp. 167-76.
- RAY, S.C. (1991): "Resource Use Efficiency in Public Schools: a Study of Connecticut Data", *Management Science*, 37 (12), pp. 1620-8.
- RIBERA *et al.* (1998): "Modelo de evaluación de la gestión de un centro educativo de secundaria", comunicación presentada al *VII Jornadas de AEDE*, Santander.
- SAN SEGUNDO, M.J. (1991): "Evaluación del sistema educativo a partir de datos individuales", *Economía Industrial*. Marzo-abril 1991, 23-37.
- SEIFORD, L.M. (1996): "DEA: The Evolution of the State of the Art (1978-1995)", *The Journal of Productivity Analysis*, 7, 99-137.
- SEIFORD, L.M. y THRALL, R.M. (1990): "Recent Developments in DEA. The Mathematical Programming Approach to Frontier Analysis", *Journal of Econometrics*, 46, pp. 7-38.
- SENGUPTA, J.K. (1987): "Efficiency Measurement in Non Market Systems Thorouhg DEA", *International Journal of Systems Science*, 18, pp. 2279-2304.
- SIMAR, L. (1996): "Aspects of Statistical Analysis in DEA-type Frontier Models", *Journal of Productivity Analysis*, 7, pp. 177-85.
- SMITH, P. y MAYSTON, D. (1987): "Measuring Efficiency in the Public Sector", *OMEGA International Journal of Management Science*, 15 (3), pp. 181-9.
- SOTERIOU, A. *et alter* (1998): "Using DEA to evaluate the efficiency of secondary schools: the case of Cyprus", *International Journal of Educational Management*, 12(2), 65-73.
- 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*. Vol. 45, nº 11, pp. 1.247-62.
- VOGELSTEIN, F. (1998): "Paying for college", *US News and World Report*, 9/7/98, vol. 125, nº 9, 68-71. Versión electrónica de www.epnet.com/cgi-bin/epwto.../reccount=6/ft=1/startrec=1/pic=1.

WILSON, P.W. (1995): "Detecting Influential observations in DEA", *Journal of Productivity Analysis*, 6, pp: 27-45.