BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

Universidad de Alicante

Eficiencia de los centros públicos de educación secundaria de la provincia de Alicante

Ramón Fuentes Pascual

Tesis de Doctorado

Facultad: Ciencias Económicas

Director: Dr. Clemente Hernández Pascual

2000

"Eficiencia de los centros públicos de educación secundaria de la provincia de Alicante"

Memoria que presenta
Ramón Fuentes Pascual
para optar al grado de Doctor en Economía

Director:: Dr. D. Clemente Hernández Pascual
Dpmto. Análisis Económico Aplicado
Universidad de Alicante

0.- INTRODUCCIÓN 3
1.- EL CONCEPTO DE EFICIENCIA: DEFINICIÓN Y CUANTIFICACIÓN 6
1.1. La noción de eficiencia 6
1.2. La cuantificación de la eficiencia 8
1.3. El análisis envolvente de datos (DEA). 16
1.3.1. Orígenes 16
1.3.2. Fundamentos. 19
1.3.3. El modelo básico. 21
1.3.4. Modificaciones del modelo básico 25
2.- CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD PRODUCTIVA DOCENTE 40
2.1. Los outputs del sector educativo 40
2.2. Los inputs del sector educativo 52
2.3. Relaciones entre inputs y outputs 73
2.4. Antecedentes de la utilización del Análisis Envolvente de Datos al sector de la educación secundaria 74
2.5. Anexo 99
3.- ANÁLISIS DE LOS DATOS 130
3.1. Análisis factorial 130
3.2. Análisis DEA 143
3.3. Jerarquización de las unidades eficientes 154
3.4. Caracterización de los institutos eficientes 159
3.5. Mínimos recursos necesarios para aumentar la producción 166
3.6. Apéndice del capítulo 3 172
4.- CONCLUSIONES 203
5.- BIBLIOGRAFÍA 207

0. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo está dirigido a analizar la eficiencia de un tipo particular de entidades que, por un lado, constituyen una parte del sector público y, por otro, desarrollan su actividad en el sector de la educación: los institutos públicos de bachiller. El objetivo del trabajo es llegar a delimitar los factores fundamentales que, al influir sobre el modo de gestión de los centros, fueran susceptibles de ser empleados para mejorar la eficiencia de los mismos.

Los motivos que han llevado a desarrollar esta línea de trabajo son diversos. Así, en un contexto en el que la corriente de pensamiento económico preponderante impone sus argumentos a favor de la restricción del los presupuestos del Estado (con el propósito fundamental de favorecer un ajuste macroeconómico que propicie un incremento de la competitividad) y en un momento en que el peso específico del sector público en la economía de los países trata de reducirse el estudio de la eficiencia de entidades que pertenezcan o dependan de las Administraciones Públicas parece más que justificado[1] siempre y cuando ello no derive en un desmoronamiento del mismo como el anunciado por **Welch (1998)**.

Por otro lado, la trascendencia del sector de la educación en la economía se hace patente por diversas razones. Gracias al mismo se facilita la formación intelectual de la población permitiendo, así, que mejore el nivel de capital humano (**Blanco (1997:275)** y **Homs (1999:167)**) y la productividad del factor trabajo (lo cual redunda en una mejora de la competitividad internacional de la economía y el desarrollo económico (**Blau (1996:1)**). También es importante observar cómo ha evolucionado 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)**).

Además de estas consideraciones económicas, el sector de la enseñanza posee otros efectos con necesarias connotaciones sociales tales como el incremento de la

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

libertad individual, la tolerancia o la igualdad de opciones, toda vez que, por un lado, el conocimiento y la capacidad crítica facultan a las personas para discernir entre sofismas encaminados a manipular al individuo y argumentos razonables dirigidos a informarlo y, por otro, la educación facilita el acceso al conocimiento a cualquier componente de la población que desee adquirirlo.

Una causa adicional para emprender este análisis la constituyó el deseo de aumentar el escaso número de trabajos empíricos en España que computan la eficiencia de los centros de bachiller públicos en el momento de comenzar la investigación en la que se enmarca el presente trabajo**: Mancebón (1996a)**, **Mancebón (1996b)** y **Pedrajas** y **Salinas (1996)** y someter a revisión algunas de sus tesis.

Adicionalmente parece necesario explicar por qué se centra la atención en el área particular de la enseñanza impartida en institutos de bachiller. El motivo se basa en meras consideraciones pragmáticas, puesto que el modelo teórico de análisis que se utiliza en este trabajo exige como requisito la mayor homogeneidad posible entre las unidades comparadas en lo referente a inputs y outputs. De este modo, la existencia de una prueba de evaluación común para los últimos cursos de bachiller en España - el examen de selectividad - se configura como una característica única digna de ser aprovechada.

Expuestos los objetivos y el interés del tema en cuestión, se trata ahora de describir la estructura del trabajo. Éste se divide en cinco capítulos.

El primero, contiene los conceptos que deben ser tratados con anterioridad al análisis de eficiencia. De este modo, en primer lugar, en él se explican las distintas nociones de eficiencia y las diferentes aproximaciones estadísticas que existen para cuantificarla con el objeto de seleccionar, posteriormente, las más adecuadas para los objetivos propuestos.

En el segundo, se expondrán las características de la función de producción docente. En definitiva, se pretende resaltar las peculiaridades de la producción del sector educativo para, así, poder seleccionar la técnica estadística más adecuada para obtener conclusiones relevantes acerca del problema a analizar.

En el tercer capítulo se realizarán las operaciones pertinentes para extraer información de los datos disponibles.

Finalmente, en el capítulo cuarto se incluirán las conclusiones que se puedan derivar de la información obtenida de los datos en el apartado anterior y, en el quinto y último, se incluirán las referencias bibliográficas utilizadas.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

1. EL CONCEPTO DE EFICIENCIA: DEFINICIÓN Y CUANTIFICACIÓN

Antes de comenzar con el análisis de eficiencia referido en este trabajo parece conveniente precisar los conceptos básicos que van a ser utilizados en el análisis posterior. De este modo se estima oportuno comenzar centrando la atención en la noción de eficiencia así como en los diferentes técnicas existentes para cuantificarla.

La eficiencia es un concepto que posee diversas interpretaciones (**Dunlop (1985:2)**) que obliga a delimitar la acepción del mismo que se pretenda utilizar en una investigación.

Inicialmente, antes de entrar en sus diferentes acepciones, 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 (**Bardhan (1995:72)** y **Albi (1992:300)**).

1.1 La noción de eficiencia

Quizá la idea más extendida de eficiencia sea el concepto de óptimo de Pareto según el cual una asignación de recursos A es preferida a otra B si y sólo si con la segunda al menos algún individuo mejora y nadie empeora, es decir, un óptimo paretiano es una asignación de recursos que no puede modificarse para mejorar la situación de alguien sin empeorar la de otro/s (**Gravelle y Rees (1981:498 y 501)**). La garantía de la existencia de este tipo de equilibrio conlleva el cumplimiento de tres condiciones que están relacionadas con el término eficiencia: eficiencia productiva, de intercambio y global. La primera se cumple cuando existen iguales relaciones marginales técnicas de sustitución entre los

recursos empleados para generar los outputs. La segunda, cuando la relación marginal de sustitución entre los bienes son las mismas para todos los consumidores y, la tercera, necesita de la igualdad entre las relaciones marginales de sustitución entre pares de bienes y su relación marginal de transformación para la totalidad de los individuos (**Fuentes (1987:130-6)**).

Lindbeck (1971) consideró la diferenciación de tres extensiones adicionales de la idea de eficiencia: asignativa, técnica y coordinativa e informativa (teniendo las dos primeras, además, dimensiones estáticas y dinámicas).

Así, la primera, en su versión estática, coincidiría con la optimalidad paretiana, mientras que desde el punto de vista dinámico fuerza a que los inputs se agrupen en función de los gustos de los individuos ocasionando que la curva de transformación se expanda.

La segunda, la eficiencia técnica, surge de la interpretación de la función de producción como el conjunto de los puntos frontera del conjunto de producción, quedando particionado así el espacio de asignaciones en eficientes (las ubicadas justo sobre la función de producción), las ineficientes (las situadas debajo de la misma) y las imposibles (las localizadas más allá). En este sentido, se trata de un concepto puramente técnico puesto que contempla únicamente la relación entre las cantidades de insumos y productos y no sus valores. Éste es un elemento que la diferencia de la eficiencia asignativa o precio, la cual supone lograr el coste mínimo de producción de una cantidad determinada de output al cambiar las relaciones proporcionales de los inputs utilizados en función de sus precios y productividades marginales.

En definitiva, bajo el concepto de eficiencia técnica, la proporción de factores de una asignación eficiente puede variar si se modifica la técnica de producción pero no si cambian los precios y/o las productividades marginales. Además, la eficiencia técnica, en su versión estática, tendría, a su vez, una doble acepción. La primera de ellas, la macroeconómica, implicaría la reasignación de los recursos productivos para alcanzar un punto en la curva de transformación de una economía. La segunda, la microeconómica, haría referencia a la ubicación de cada unidad productiva en el conjunto de producción.

Por otro lado, en su versión dinámica, necesita del empleo urgente de nuevos métodos de producción así como del máximo posible incremento y dispersión de los nuevos outputs. Por último, acerca de la eficiencia técnica, cabe decir que su expresión puede realizarse en función de un punto de vista doble: al input o al output. Bajo el primero, reflejaría la cantidad mínima de inputs necesaria para producir un nivel determinado de output y, bajo la segunda, la cantidad máxima de producto obtenible de una cantidad determinada de insumos.

Un tipo particular de eficiencia técnica es la eficiencia X. Una asignación, bajo este concepto, también se consideraría ineficiente por emplear más factores de los necesarios o producir menos output del posible, pero los motivos no se basarían en el tipo de técnica empleada en la producción sino en el comportamiento de los individuos que forman parte de la unidad productiva (reducción de capacidad de esfuerzo, existencia de escasa presión competitiva, primacía de su nivel de utilidad sobre la obligación de reducción de costes al usar más recursos de los necesarios, etc.) propiciado por la carencia de alicientes profesionales en el ámbito del sector que se analice (**Salinas (1995:8-9), Albi (1992:301)** y **Leibenstein (1966:413)**) .

En tercer lugar, la eficiencia coordinativa e informativa se alcanza mediante la minimización de los costes de la información necesaria para la toma de decisiones.

Del conjunto de las revisadas, en este trabajo se empleará la eficiencia técnica estática en su versión microeconómica[2].

1.2 La cuantificación de la eficiencia

Dado el papel crucial que desempeña el concepto de función de producción en el concepto de eficiencia (sobre todo en el de la técnica que es la que atañe) es lógico que en un principio hayan existido intentos que trataran de definir la eficiencia a partir de su

[2] La justificación de esta elección se efectuará más adelante tras comentar las características del sector sometido a análisis.

conocimiento previo[3] puesto que, al fin y al cabo, es la expresión matemática de la relación técnica existente entre factores y productos. Así **Debreu (1951:273-5**) ofrece ya una definición de medida de eficiencia basándose en un ratio de distancias. Dicho ratio cuantificaría la proporción en que la situación obtenida en una economía se aleja de la óptima, considerando como tal aquélla en la que fuera imposible aumentar la satisfacción de algún individuo sin, al menos, disminuir la de otro[4]. Este modo de concebir la cuantificación de la eficiencia, si bien no dependía de las unidades de medida, presentaba la dificultad de necesitar de la existencia de un sistema intrínseco de precios[5] que homogeneizara las magnitudes de bienes comparadas en el proceso del cálculo del parámetro de eficiencia mediante el cómputo del ratio de distancias (**Debreu (1951:274)**).

Koopmans (1951:60 y 70-80) fue más genérico al demarcar un principio de eficiencia más amplio, evitando así la limitación de la idea de eficiencia de **Debreu**. Partiendo de la consideración de un marco de posibilidades técnicas muy similar al modelo Input-output de **Leontief**,[6] define a un punto eficiente como aquella combinación de producto neto que, siendo factible, posee la propiedad de que cualquier incremento en una de sus coordenadas puede ser lograda sólo a costa de disminuir al menos una de las restantes[7]. En cualquier caso, en todo el capítulo escrito por **Koopmans** no existe ninguna referencia al modo de medir esa eficiencia. Tan sólo menciona su propia concepción de la misma. Con este panorama era necesario encontrar una noción que fuera genérica y mensurable. Éste fue precisamente uno de los propósitos de **Farrell (1957:253)** de quien **Koopmans (1951)** y **Debreu (1951)** pueden ser considerados como antecesores[8] y cuya transcendencia queda patente por el hecho de que estudios sobre

[3] Función de producción: Expresión matemática que relaciona la máxima cantidad de productos que pueden obtenerse a partir de un nivel determinado de factores.

[4] Obsérvese el contenido paretiano de la filosofía definitoria del ratio de eficiencia de **Debreu**, tal y como reconoce en la página 278. El mismo contenido sería mantenido más tarde al definir el concepto de óptimo de una economía (**(Debreu (1973:116)**).

[5] Lo cual afectaría a la posibilidad de cómputo de índices de eficiencia en sectores en los que, como el público, habitualmente no operan con precios.

[6] La diferencia fundamental es que **Koopmans** considera la posibilidad de la existencia de coeficientes técnicos negativos - en este caso el bien es usado y no producido por la rama pertinente- y el vector de producción final es definido en términos netos.

[7] Obsérvese que también **Koopmans** mantiene la connotación paretiana en su definición de eficiencia.

[8] En el caso de **Debreu (1951)**, el mismo **Farrell (1957:254)** reconoce la similitud de su medida de eficiencia técnica y la empleada por el primer autor.

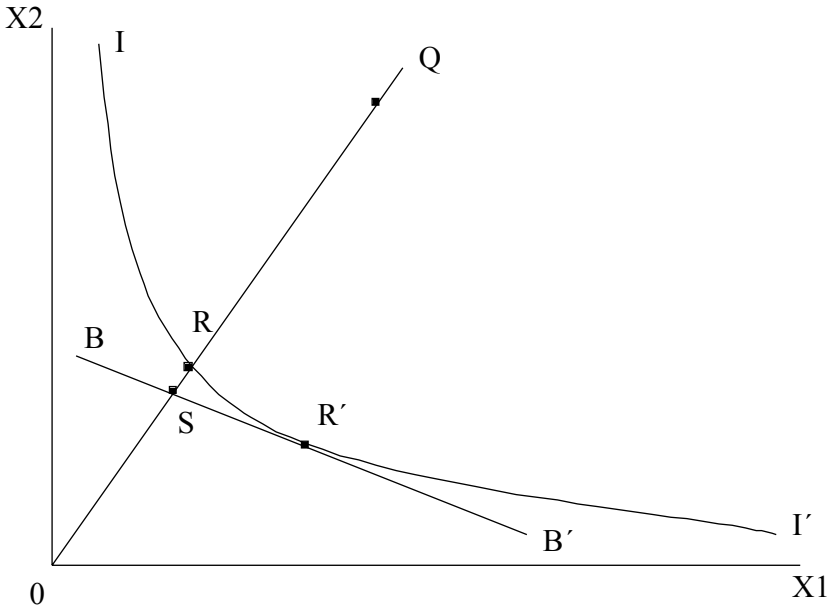
medición de eficiencia posteriores al suyo han tomado como base su formulación teórica (**Mancebón (1996b)** y **Salinas (1995:10)**).

Farrell (1957:254-5) delimitó dos conceptos de eficiencia: eficiencia técnica y eficiencia precio. La primera la definió como la lograda al producir lo máximo posible a partir de unos inputs dados. La segunda entendió que la obtenía aquella unidad productiva que utilizara una combinación de inputs que, con el mínimo coste, alcanzara un output determinado a unos precios preestablecidos[9].

En función de la primera y siguiendo su argumentación para el caso simple **Farrell (1957:254)** supuso una empresa que empleara dos factores para generar un output bajo rendimientos constantes a escala y total conocimiento de la función de producción (ver gráfico 1.1).

[9] Las características propias del sector de la enseñanza secundaria pública (las cuales se analizan exhaustivamente en un capítulo posterior) sugieren que la definición de eficiencia más apropiada es la técnica ya que no involucra a los precios (ausentes en el proceso productivo de la enseñanza pública) y, en una de sus versiones, trata de maximizar el producto bajo la restricción de la existencia de unos inputs que están determinados (tal y como se expondrá que sucede con los institutos públicos).

Gráfico 1.1



Fuente: Farrell (1957:254).

En el gráfico anterior la curva II´ es la isocuanta unitaria, de modo que representaría las combinaciones mínimas de inputs X_1 y X_2 necesarias para generar una unidad de producto. Es decir, cualquier combinación de inputs de esta isocuanta será eficiente para producir una unidad de output.

De este modo, R sería una asignación eficiente mientras que Q no pues emplea más insumos para lograr el mismo producto. En este sentido, la eficiencia técnica de Q vendría dada por OR/OQ.

Sin embargo, en el anterior razonamiento, no se han considerado en ningún momento los precios de los factores. **Farrell (1957:254-55)** los introdujo en su trabajo al considerar la eficiencia precio. Desde este punto de vista, la recta BB´reflejaría la relación existente entre los precios de los recursos mediante su pendiente. En este sentido, R´ y no R sería la asignación eficiente puesto que tal vez ambas fuesen eficientes técnicamente pero sólo R´ puede ser adquirida a los precios preestablecidos con el

mínimo coste posible (puesto que el punto de equilibrio del productor se deriva de la tangencia de la recta de restricción presupuestaria con la isocuanta).

En este sentido, la medición de la eficiencia precio o asignativa de la asignación R vendría dada por OS/OR. Es decir, si se deseara cambiar las proporciones de inputs hasta el mismo tipo que la reflejada por R´ y mantener la eficiencia técnica constante, los costes deberían ser disminuidos en una proporción OS/OR.

Finalmente, **Farrell (1957:255)** definió la eficiencia global como el tipo de eficiencia que presentaría una asignación en caso de ser eficiente desde el punto de vista técnico y asignativo, estableciendo que sería igual al producto de ambas medidas de eficiencia: (OR/OQ)·(OS/OR) = (OS/OQ).

Además, **Farrell (1957:256)** también hizo explícito el modo de medición de la eficiencia[10] y su interpretación geométrica para el caso en que la función de producción no fuera conocida. En este último caso, obtuvo una expresión analítica de medida de la eficiencia relativa[11] de diferentes unidades productivas bajo las hipótesis de convexidad de las isocuantas, rendimientos constantes a escala y pendiente no positiva de la isocuanta[12]. La primera, la convexidad de las isocuantas, implicaba que si dos puntos eran obtenibles en la práctica, entonces la combinación convexa de ambos también. La segunda, los rendimientos constantes a escala, suponían la existencia de una relación invariable entre la modificación de los inputs y la obtención del output, lo cual meramente suponía que los procesos representados por las combinaciones de inputs y outputs de dos puntos cualesquiera no interfirieran entre sí[13]. Finalmente, la no positividad de la

[10] Hay autores como **Mancebón (1996b:31)** que sostienen que **Farrell (1957:258-9)** no consideró adecuadamente la medición de la eficiencia bajo rendimientos no constantes a escala. No obstante, aunque pudiera ser así, sí merece la pena señalar que explicitó cómo hacerlo bajo rendimientos decrecientes a escala y propuso soluciones parciales a los problemas que presentaban los rendimientos crecientes a escala.

[11] Entiéndase por eficiencia relativa la obtenida por una unidad productiva en referencia a la conseguida por otra/s.

[12] El autor, implícitamente, también consideró el supuesto de libre disponibilidad de inputs y outputs al considerar que cualquier unidad de producción que consumiera más para generar lo mismo o produjese menos utilizando los mismos insumos pertenecería al conjunto de producción.

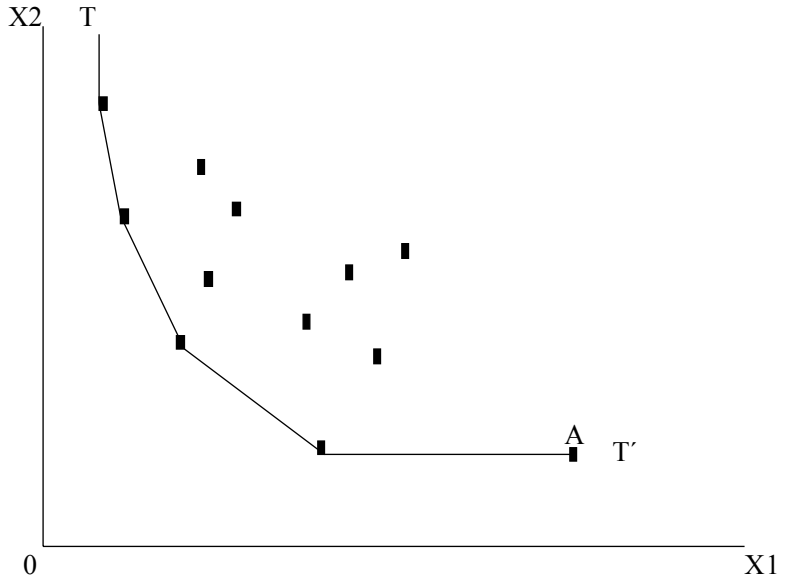
[13] En definitiva, se trataba de eliminar la posibilidad de la existencia de efectos de escala en la eficiencia para que ésta fuera únicamente técnica.

pendiente de la isocuanta fue necesaria para evitar que cualquier incremento en ambos factores conllevara una reducción del output.

Así, estos supuestos, en tanto que restringían la forma de las curvas de nivel de la función de producción (isocuantas), introducían limitaciones en la pretensión inicial de lograr medidas de eficiencia sin conocer la relación funcional que ligara los inputs con los outputs. En cualquier caso, **Farrell (1957:256)** especificó que en un conjunto de observaciones tal y como el expuesto en el gráfico 1.2, la isocuanta escogida para ser considerada eficiente sería la TT´.

Gráfico 1.2

BIBLIOTECA VIRTUAL



Fuente: Farrell (1957:256).

En el gráfico anterior se representan diferentes combinaciones de factores utilizadas para generar una unidad de producto. En definitiva, la isocuanta eficiente (TT´) estaría constituida por el conjunto de puntos más cercanos al origen y las combinaciones convexas entre ellos (combinaciones hipotéticas o ficticias) puesto que cualquier vector de

recursos fuera de la misma emplearía más de al menos uno de los inputs para obtener la misma cantidad unitaria de output[14].

Hechas estas consideraciones sobre su trabajo, a continuación **Farrell (1957:260)** estimó oportuno explicar algunos matices de su modo de obtener índices de eficiencia. Recalcó que era una medida realizada tomando como referencia un conjunto de unidades productivas, es decir, relativa. Además, era sensible a la variación del número de empresas incluidas en la comparación. También abundó en la hipotética homogeneidad de los factores de producción señalando que su cumplimiento no es imprescindible si la heterogeneidad se distribuye entre las empresas. Por otro lado, consideró que las diferencias en la calidad media de un factor podrían ser problemáticas ya que, en ese caso, el índice reflejaría tanto la eficiencia por la calidad de factores como por la adecuada gestión. No obstante, si las diferencias cualitativas fueran mensurables el problema también podría evitarse mediante la homogeneización de la calidad.

En cualquier caso, lo significativo es que el autor proporcionó una definición de eficiencia aún hoy empleada, un modo de medición de la misma y un método de aproximación empírica a la **frontera de eficiencia**[15] cuando la función de producción es desconocida y lo único posible es utilizar las observaciones de insumos empleados y productos generados.

De todo lo anterior, se observa que para medir la eficiencia de un conjunto de unidades productivas es necesario conocer la función de producción o el conjunto de producción y la frontera de eficiencia. Para ello existen diversos métodos que pueden clasificarse en función de dos factores: su carácter paramétrico y/o 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

[14] Nótese que **Farrell (1957:255-6)** tan sólo mencionó la no positividad de la pendiente de la isocuanta. Sin embargo, parece lógico observar que la condición ideal hubiera sido la negatividad estricta para así evitar posibles tramos de pendiente nula que estarían ocupados por combinaciones de producción que emplearan más de uno de los dos inputs para generar el mismo output (en el gráfico 1.2, el punto A).

[15] Conjunto de unidades eficientes.

que, al menos parte de esa distancia, es debida a perturbaciones aleatorias) (**Hollingsworth et al. (1999:6 y 29)** y **Salinas (1995:15-6)**).

Esquemáticamente:

Cuadro 1.1

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).**

De todas estas posibilidades **Farrell (1957)**, en su propuesta de isocuanta del gráfico 1.2, estableció características determinísticas y no paramétricas al proceso. En este sentido, encajaría con el Análisis Envolvente de Datos (DEA).

El hecho de que el objeto del análisis del presente trabajo se centre en el Sector Público (Educación secundaria pública) hace evidente que existan una serie de características propias del mismo que condicionen el método de cuantificación de la eficiencia que se seleccione.

En general, puede afirmarse que, como características básicas, resaltan[16]: la ausencia de mercado que dificulta la valoración del producto público, el carácter monopolístico de su oferta, la existencia de múltiples criterios en la naturaleza de los objetivos del sector (eficiencia, equidad, estabilidad macroeconómica...), la carencia de competitividad y de mecanismos de expulsión de las unidades productoras ineficientes, la frecuente utilización de múltiples inputs y la generación de numerosos outputs en un

[16] Para ampliar detalles sobre las mismas se puede, por ejemplo, consultar a **Wolf (1979, 1987 y 1988)**.

mismo centro y la inexistencia de mecanismos de incentivo hacia una producción eficiente.

Todo ello hace que, necesariamente, se deban introducir ciertas peculiaridades en el análisis de eficiencia de este sector. De este modo, no será posible incorporar información sobre precios, se tendrá que elegir un área de actividad en la que sea difícil justificar cualquier otro tipo de comportamiento que no busque la eficiencia, se deberá ajustar la definición de eficiencia a un contexto caracterizado por la ausencia de mercado y habrá que introducir la dificultad que surja de la imposibilidad de conocer la función de producción.

Por todo lo anterior, parece razonable seleccionar como método el Análisis Envolvente de Datos (DEA) ya que, como se expondrá a continuación, no necesita del conocimiento previo de la función de producción, no requiere del uso de información relacionada con precios y se adapta perfectamente a situaciones en las que las unidades productivas emplean múltiples inputs y generan varios outputs.

1.3. EL Análisis Envolvente de Datos (DEA)

Una vez vistas las diferentes posibilidades de modelos de análisis y justificados los motivos que conducen a la elección de DEA, se pasa a exponer los orígenes y fundamentos del método .

1.3.1 Orígenes

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)**, **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)**[17]. 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)**[18].

Aigner y Chu (1968) trataron de continuar el trabajo seminal de **Farrell (1957)**. Tras distinguir entre diversos conceptos de función de producción que hacían complicado

[17] 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, como se ha indicado en el apartado 1.1, **Farrell (1957)** ya abordó esta cuestión.

[18] En particular, **Charnes y Cooper (1962)** proporcionaron un método de transformación lineal para la conversión de programas genéricos de optimización caracterizados por una función objetivo en forma fraccional con restricciones lineales con conjunto de soluciones acotado y no vacío. O sea del tipo:

$$\begin{aligned} &Max \quad \frac{C' \cdot X + \alpha}{D' \cdot X + \beta} \\ &S.a: \\ &A \cdot X \leq b \\ &X \geq 0 \end{aligned} \qquad \text{(M.I)}$$

donde C' y D' son vectores traspuestos de coeficientes, A es una matriz de constantes, b un vector de constantes, α y β son escalares y constantes, y X es un vector de variables.

La transformación de variables fue:

$$Y \equiv T \cdot X \qquad \text{(E.I)}$$

Donde $t \geq 0$ es escogido para que

$$D' \cdot Y + \beta \cdot t = \gamma \qquad \text{(E.II)}$$

Con $\gamma \neq 0$.

La forma del programa transformado mediante $Y=T \cdot X$ fue:

$$\begin{aligned} &Max \quad C' \cdot Y + \alpha \cdot T \\ &S.a \\ &A \cdot Y - b \cdot T \leq 0 \\ &D' \cdot Y + \beta \cdot T = \gamma \\ &Y, T \geq 0 \end{aligned} \qquad \text{(M.II)}$$

donde γ es un número no especificado distinto de cero (**Charnes y Cooper (1962:181-3)**).

En definitiva, tal y como más adelante se podrá observar en un epígrafe posterior, expusieron lo que sería la transformación básica que después sería convenientemente rectificada para trocar el programa fraccional original de optimización DEA en uno lineal y resoluble (Obsérvese que en el programa de partida, el fraccional, sólo se especificó un vector de variables (X) cuando en DEA se poseen dos (uno para los inputs - X - y otro para los outputs - Y -).

.

su entendimiento[19] abordan la labor de completar el trabajo de **Farrell** en aquellos aspectos en los que este autor no logró ser lo suficientemente genérico (por ejemplo, en la estimación de la frontera eficiente bajo la ley de las proporciones variables) utilizando métodos de programación matemática (**Aigner y Chu (1968: 830-1)**). Sin embargo, cabe mencionar que aunque estos autores perseguían una generalización del método de **Farrell (1957)** introdujeron también un elemento restrictivo al considerar concreciones predeterminadas de las funciones de producción ya que una de las características que hacían amplia a la idea de **Farrell** era la no necesidad de considerar previamente una forma específica de función de producción. Además, un problema adicional con su procedimiento es que los test habituales de significatividad de las estimaciones se basaban en supuestos muy restrictivos acerca de las perturbaciones (**Dunlop (1985:13-14)**).

Un enfoque diferente es el que realizó **Afriat (1972)** al desarrollar un método de análisis de la producción que, en la filosofía de **Farrell (1957)**[20], evitaba la consideración de especificaciones concretas de la función de producción y, al mismo tiempo, convertía al método de **Farrell** en un caso particular (**Afriat (1972:568-9)**). De todos modos, este autor sí que basa su análisis en consideraciones específicas acerca de determinadas propiedades (no decrecimiento, concavidad...) que deben tener las funciones de producción para que puedan cumplirse las conclusiones de los teoremas enunciados.

En definitiva todos los precedentes comentados generarían un método que compara entre sí unidades de decisión (DMU) homogéneas respecto a inputs y outputs, dando así una medida de la eficiencia relativa. La eficiencia técnica relativa de cada DMU

[19] Los autores mencionan diferentes definiciones de función de producción: la de una empresa, la de la industria, la agregada de la industria y la media. El primero hace referencia a la máxima cantidad de producto obtenible por una empresa a partir de una combinación dada de factores durante el período de tiempo requerido para producir el output. El segundo – que los autores asimilaron al concepto de función de producción eficiente de **Farrell** - se refería al límite máximo de output que una empresa puede esperar obtener a partir de una cierta combinación de factores con el nivel técnico existente durante el período de producción, siendo este output máximo aplicable a todas las empresas de una misma industria. La función de producción agregada de la industria expresaría la relación entre el output agregado y los inputs agregados de esa industria y, finalmente, la función de producción media sería catalogada por los autores como un concepto ambiguo en el que no estaría determinado el objeto de aplicación del término "media" -¿sería aplicado sobre inputs, sobre outputs, sobre la técnica...?- De hecho, acaban apoyando el uso de la función de producción frontera como método para determinar la máxima capacidad productiva de una industria o para medir el output potencial de una economía (**Aigner y Chu (1968:826-30)**).

[20] No obstante, aunque diferente, el método de **Afriat (1972)** también supone una continuidad a la aproximación indirecta a la función de producción de **Nerlove (1961)** el cual proponía la construcción de una familia de funciones de costes para, posteriormente, estimar los valores concretos de sus parámetros.

es calculada computando el ratio definido por el cociente entre la suma ponderada de los outputs y la suma ponderada de los inputs, siendo los pesos calculados en función de criterios paretianos y considerando que la eficiencia de ninguna entidad puede superar la unidad[21] (**Charnes et alter (1997:6)**).

1.3.2. Fundamentos

Una vez expuestos sus orígenes, se trataría de continuar con sus fundamentos. Para ello, primero se procederá a exponer una serie de conceptos relacionados con la filosofía del modelo y después, en el siguiente epígrafe, se comentarán los detalles del mismo. Finalmente, se comentarán las ventajas y desventajas de esta técnica.

DEA es una técnica de medición de la eficiencia basada en la obtención de una frontera de eficiencia 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[22]. Es en definitiva una alternativa para extraer información de observaciones frente a los métodos paramétricos[23] cuyo objetivo es la obtención de un hiperplano que se ajuste lo mejor posible al conjunto de observaciones. DEA, por el contrario, trata de optimizar la medida de eficiencia de cada unidad analizada para crear así una frontera eficiente[24] basada en el criterio de **Pareto** (**Charnes et alter (1997:4)**). De este modo, primero se construye la frontera de producción empírica y después se evalúa la eficiencia de cada unidad observada que no pertenezca a la frontera de eficiencia. Así, además de no ser un método paramétrico (por no presuponer la existencia de una función que relacione inputs con outputs) tampoco es

[21] En la versión al input pues, como se explicará posteriormente, en la versión al output el ratio de eficiencia podrá ser igual o mayor que uno.

[22] 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 acerca de la forma funcional que relaciona inputs con outputs.

[23] Son ya numerosos los trabajos realizados que combinan DEA con métodos paramétricos con el fin de lograr resultados sinérgicos (**Cooper y Gallegos (1991)**, **Lovell et al. (1997: 329-52)** o **Bardhan (1995)** por ejemplo). Además, tal y como se expone en un capítulo posterior de esta tesis, los resultados de DEA pueden ser utilizados para estratificar en dos o más clases la eficiencia de las DMUs y obtener regresiones para cada estrato produciendo así mejores resultados que con la aplicación directa de las regresiones (**Sengupta (1987a:2280-1)**).

[24] 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.

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)**[25] y (**Sengupta (1987:2280**)).

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 Cooper y Rhodes (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 aquélla que lo sea y, a la vez, tenga una técnica de producción similar; es decir, que utilice inputs similares para producir outputs parecidos.

No necesariamente debe ocurrir que esa entidad, eficiente y homogénea técnicamente con la evaluada, deba tener su reflejo en la realidad. Puede ocurrir (de hecho es lo usual) que la unidad con la que se compare la entidad en evaluación no sea real sino una combinación lineal de otras existentes. Esta peculiaridad es perfectamente coherente con el planteamiento de **Farrell (1957:254-8)** explicado antes y asume dos requisitos: la posibilidad de utilización de insumos de modo continuo y la convexidad de la frontera de eficiencia[26]. El conjunto de unidades reales eficientes combinadas para generar otra unidad eficiente, pero ficticia, se denomina grupo de referencia y su identificación permite planificar las mejoras de las DMUs ineficientes sobre la base de niveles efectivamente alcanzados.

[25] Estrictamente los tests mencionados tenían como finalidad comprobar la validez de determinadas hipótesis acerca de la función de producción, tales como cuasi-concavidad, monotonicidad 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)).**

[26] La continuidad garantiza que los inputs sean perfectamente divisibles y la convexidad que la combinación lineal de dos o más DMU pertenecientes al conjunto factible también pertenezca al mismo.

En cualquier caso, para medir la eficiencia de una unidad hay dos opciones. La primera, comprobar la cantidad de inputs utilizada para obtener el mismo output (orientación al input) y, la segunda, lograr el máximo output manteniendo los inputs (orientación al output). Escoger una vía u otra debe depender de las características concretas del problema a analizar[27].

1.3.3. El modelo básico.

Inicialmente dicho modelo fue propuesto por **Rhodes (1978)**[28] y posteriormente publicado por **Charnes et alter (1978)**[29]. 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)):**

$$
\begin{aligned}
&\underset{u,v}{Max} \quad h_o = \frac{\sum_{r=1}^{s} U_r \bullet Y_{ro}}{\sum_{i=1}^{m} V_i \bullet X_{io}} \\
&S.A.: \\
&\frac{\sum_{r=1}^{s} U_r \bullet Y_{rj}}{\sum_{i=1}^{m} V_i \bullet X_{ij}} \leq 1 \quad \forall j : 1..n \\
&U_r, V_i \geq 0 \quad \forall r : 1 \ldots s \qquad \forall i : 1 \ldots m
\end{aligned}
\qquad \text{(M.1)}
$$

donde:

h_o: función objetivo. Medida de la eficiencia.

Y_{rj}: output i-ésimo de la DMU j-ésima.

[27] No obstante, **Farrell (1957:259)** defendió la elección en función de consideraciones técnicas y no conceptuales. Según él, si se analiza un caso con varios inputs y un sólo output lo más adecuado sería elegir una medida orientada al output ya que éste sería un escalar y no un vector.

[28] Según lo afirmado por **Seiford (1996:99)**.

[29] **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).**

X_{ij}: input i-ésimo de la DMU j-ésima.

V_i, U_r: ponderaciones de inputs y outputs respectivamente (soluciones del programa).

Como puede observarse la función objetivo (h_o) es el ratio de eficiencia de la unidad comparada (la *o*) y su maximización está sujeta a que ningún ratio de eficiencia[30] supere la unidad. Obsérvese que el numerador de h_o es una suma ponderada de outputs y el denominador de inputs, lo cual implica que proporciona una medida de la cantidad de outputs generada por unidad de inputs de las DMUs (lo cual es un mero convencionalismo para evitar que la solución del programa se dispare a infinito – de hecho hay autores que limitan los ratios a un valor de cien en vez de uno - (**Boussofiane et alter (1991:2)** o **Dyson et alter (1990)**). El programa M.1. busca como soluciones los parámetros u y v que hagan que ho alcance su máximo valor y, a la vez, hagan que el ratio de eficiencia de cualquier DMU no supere la unidad. Una particularidad importante del modelo es que es él mismo quien, en función de los datos, determina el valor de las ponderaciones y asigna el mismo valor para todas las DMUs. La ventaja evidente es el grado de flexibilidad que ello otorga y la no existencia de juicios de valor por parte del investigador[31] referentes a la importancia relativa de cada variable en la determinación de la eficiencia de una DMU. La desventaja es que el programa puede asignar una ponderación nula o muy escasa a un determinado factor que, desde el punto de vista teórico, tenga una gran importancia en la eficiencia relativa de las DMUs. Al respecto ha habido varios intentos de solución[32]. Sin embargo todos implican la necesidad de incorporar información adicional acerca del funcionamiento de las DMUs que no ha podido ser obtenida para su utilización en esta tesis.

[30] Obsérvese que el numerador de ho es una suma ponderada de outputs y el denominador de inputs, lo cual implica que proporciona una medida de la cantidad de outputs generada por unidad de inputs.

[31] Esta afirmación, que es generalmente aceptada en la literatura sobre DEA, ha sido matizada, por ejemplo, por **Pedrajas et alter (1997: 220)** y **Salinas (1995:52-3)** quienes opinan que en realidad sí existen juicios de valor aun cuando sea el propio modelo quien determine libremente el valor de las ponderaciones pues, en ese caso, se estaría suponiendo implícitamente que ningún input o output posee una significatividad especial en la eficiencia de las DMUs. A la postre lo que persiguen los autores es justificar conceptualmente la inclusión de restricciones a las ponderaciones basadas en información adicional que se incorpore en el modelo.

[32] Con respecto a este tema puede consultarse **Pedrajas et alter (1997)**. En este artículo se realiza un repaso a los diferentes métodos implementados y se propone otro basado en la acotación de los parámetros en función de información disponible.

La no linealidad del modelo, junto con la particularidad de que las soluciones del programa M.1. son infinitas[33], complicaba la resolución del problema. Así que los autores, tras proponer un ejemplo de aplicación del anterior programa fraccional al campo de la ingeniería de combustión, lo transformaron en un modelo lineal (**Charnes et alter (1978:431)**). El procedimiento de transformación consistió en la consideración de diversas modificaciones del modelo M.1 mediante recíprocos duales. No obstante, parece más sencillo observar que del M.1 puede derivarse directamente un modelo lineal equivalente[34]:

$$
\begin{aligned}
& Max_{u,v} \sum_{r=1}^{s} U_r \bullet Y_{ro} \\
& S.A. \\
& \sum_{r=1}^{s} U_r \bullet Y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} V_i \bullet X_{ij} \leq 0 \qquad \text{(M.2)}^{35} \\
& \sum_{i=1}^{m} V_i \bullet X_{io} = 1 \\
& U_r, V_i \geq 0, \forall r : 1 \ldots s, \forall j : 1 \ldots m
\end{aligned}
$$

[33] Ocurre que si el par de vectores (*U,V*) son solución de **M.1**. entonces (*aU, aV*) también es solución (siendo "a" un real positivo o nulo).

[34] La equivalencia entre el modelo fraccional y el modelo lineal no es difícil de entender. Las dos versiones existentes de un mismo modelo original resultan de la existencia de la posibilidad de maximizar un cociente, bien minimizando el denominador o bien maximizando el numerador (caeteris paribus). Así, el primer modelo lineal (M.2) pretende maximizar el numerador del modelo fraccional original manteniendo linealizadas las restricciones y constante el denominador. De este modo, si en M.1 se denomina $(\sum_{r=1}^{s} U_r \bullet Y_{rj}) = a$ y $(\sum_{i=1}^{m} V_i \bullet X_{ij}) = b$ se obtendrá que $a/b \leq 1 \Rightarrow a \leq b \Rightarrow a-b \leq 0$, lo cual es justo la primera restricción de M.2. La otra restricción de M.2 diferente a las de semipositividad de las ponderaciones $(\sum_{i=1}^{m} V_i \bullet X_{io} = 1)$ es la que mantiene constante al denominador de la función objetivo de M.1 (de hecho su igualación a la unidad es arbitraria puesto que otros autores prefieren su igualación a la centena (**Dyson et alter (1990)**). Un razonamiento análogo puede realizarse en el modelo lineal M.2´.

[35] Si en vez de M.1 se considera su alternativo, M.1´

El mencionado modelo fraccional y original parte de la consideración de que la eficiencia de una organización se determina como el cociente entre su producción total y su consumo total. Como el caso más general es que existan múltiples inputs y outputs, cada uno de ellos tendrá que ir ponderado para componer una media de la producción y consumo total respectivamente. Dichas ponderaciones las proporciona el mismo modelo sin necesidad de información acerca de precios de insumos o productos. Una vez resuelto el programa y conocidas las ponderaciones (U_r *y* V_i) y el índice de eficiencia (h_o) para una entidad, el proceso debe repetirse para cada una de las unidades que se deseen evaluar[36].

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

$$\underset{u,v}{Min} \quad f_o = \frac{\sum_{r=1}^{s} V_i \bullet X_{io}}{\sum_{i=1}^{m} U_r \bullet Y_{ro}} \qquad \textbf{(M.1´)}$$

$$S.A.:$$

$$\frac{\sum_{r=1}^{s} V_i \bullet X_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} U_r \bullet Y_{rj}} \geq 1 \; \forall j : 1..n$$

$$U_r, V_i \geq 0 \; \forall r : 1...s \qquad \forall i : 1...m$$

Su conversión lineal sería:

$$\underset{u,v}{Min} \quad \sum_{i=1}^{m} V_i \bullet X_{io}$$

$$S.A.$$

$$\sum_{i=1}^{m} V_i \bullet X_{ij} - \sum_{r=1}^{s} U_r \bullet Y_{rj} \geq 0 \qquad \textbf{(M.2´)}$$

$$\sum_{r=1}^{s} U_r \bullet Y_{ro} = 1$$

$$V_i, U_r \geq 0$$

[36] A primera vista las restricciones del programa pueden parecer sorprendentes puesto que, en función de la definición de eficiencia asumida, se estaría imponiendo que cualquier unidad de decisión (incluida la evaluada) fuera improductiva en el sentido de generar un output conjunto ($\sum_{r=1}^{s} U_r \bullet Y_{rj} \quad \forall j : 1...n$) inferior al input agregado utilizado ($\sum_{i=1}^{m} V_i \bullet \quad X_{ij} \quad \forall j : 1...n$). Sin embargo, hay dos motivos para que la restricción pueda ser válida. En primer lugar, el output e input totales contemplados son sumas ponderadas por diferentes parámetros (el output por Ur y el input por Vi, con r: 1...s e i:1...m). En segundo lugar, existe una razón conceptual: la necesidad de acotar superiormente el ratio de eficiencia en un programa cuyo objetivo es la maximización de uno de esos ratios para una entidad. De este modo, cuando la entidad evaluada sea eficiente respecto a las otras, su ratio de eficiencia alcanzará el valor unitario y, en otro caso, otro nivel inferior. Sin

1.3.4. Modificaciones del modelo básico

Esta formulación original fue modificada más tarde por los propios **Charnes et alter (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 existiese[37].

La modificación de M.1 fue:

$$\underset{u,v}{Max} \quad h_o = \frac{\sum_{r=1}^{s} U_r \bullet Y_{ro}}{\sum_{i=1}^{m} V_i \bullet X_{io}}$$

$$S.A.$$

$$\frac{\sum_{r=1}^{s} U_r \bullet Y_{rj}}{\sum_{i=1}^{m} V_i \bullet X_{ij}} \leq 1 \qquad \forall j : 1 \ldots n \qquad \text{(M.1´´)}$$

$$U_r, V_i \geq \varepsilon > 0 \qquad \forall r, i$$

donde ε es un número real positivo y pequeño (usualmente, en cálculos empíricos, 10^{-6} **(Norman y Stoker (1991:239)**).

Linealizando tendríamos:

embargo, esto no es más que una condición necesaria pero no suficiente de eficiencia ya que, como se verá más adelante, existe otro requisito indispensable y adicional referente a las variables de holgura aún no comentadas.

[37] Parece existir cierto equívoco en la afirmación de **Boussofiane et alter (1991:1)** referente a que el modelo M.1 fue propuesto por **Charnes et alter (1978)** pues, en principio, no existe ninguna referencia a tal modificación en este último artículo. Habría que esperar hasta 1979 para que **Charnes et alter** introdujeran la restricción de positividad estricta de los parámetros *u* y *v*.

$$
\begin{aligned}
& Max_{u,v} \quad h_o = \sum_{r=1}^{s} U_r \bullet Y_{ro} \\
& S.A. \\
& \sum_{i=1}^{m} V_i \bullet X_{io} = 1 \qquad\qquad (M.2'') \\
& \sum_{r=1}^{s} U_r \bullet Y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} V_i \bullet X_{ij} \leq 0 \qquad \forall j : 1 \ldots n \\
& U_r, V_i \geq \varepsilon > 0 \qquad \forall r, i.
\end{aligned}
$$

Sin embargo, aunque este modelo ya era plenamente operativo, en general, no suele ser utilizado para obtener las medidas de eficiencia sino que se emplea su dual[38].

Asimismo, como se persigue el análisis de la eficiencia de un grupo de entidades de enseñanza pública que reciben un presupuesto anual y destinan éste a obtener los mejores resultados posibles, lo más lógico es utilizar el programa dual que mida la eficiencia por el lado de los outputs:

[38] 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 alter (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_0) 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 alter (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.

$$
\begin{aligned}
& Max_{\varphi_o, \lambda, Si-, Sr+} \quad \varphi_o + \varepsilon \left(\sum_{i=1}^{m} S_{i-} + \sum_{r=1}^{s} S_{r+} \right) \\
& S.A. \\
& \sum_{j=1}^{n} \lambda_j \bullet X_{ij} + S_{i-} = X_{io} \qquad \forall\, i : 1 \ldots m \qquad \text{(M.3)} \\
& \sum_{j=1}^{n} \lambda_j \bullet Y_{rj} - S_{r+} = \varphi_o \bullet Y_{ro} \qquad \forall\, r : 1 \ldots s \\
& \lambda_j, S_{i-}, S_{r+} \geq 0
\end{aligned}
$$

donde:

φ_0 :parámetro que mide la eficiencia de la unidad evaluada.

λ_j : ponderaciones obtenidas como solución del programa. Expresan el peso que posee cada DMU dentro del grupo de comparación (*peer group*) de la DMU_o.

S_i^-, S_r^+: 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 φ_0 del output de la unidad comparada (segunda restricción).

De hecho, el programa M.3 procede del siguiente dual sin variables de holgura ni en las restricciones ni en la función objetivo[39]:

[39] Si bien las variables de holgura tienen como finalidad transformar las restricciones en condiciones de igualdad, su utilización en la función objetivo tendría el fin de evitar máximos duales ((**Norman y Stoker (1991:239)**).

$$
\begin{aligned}
& Max_{\varphi_0,\lambda} \quad \varphi_0 \\
& S.A \\
& \sum_{j=1}^{n} \lambda_j \cdot X_{ij} \leq X_{io}, \forall i : 1 \ldots m \\
& \sum_{j=1}^{n} \lambda_j \cdot Y_{rj} \geq \varphi_0 \cdot Y_{ro}, \forall r : 1 \ldots s
\end{aligned}
\qquad \text{(M.3´)}
$$

En este último es más sencillo observar que se compara la DMU_o con todas las DMU reales o ficticias que produzcan lo mismo o más que DMU_o consumiendo menos o lo mismo respectivamente que la DMU_o.

Así si φ_0 es igual a uno entonces la DMU_o será eficiente[40] ya que el programa habrá buscado entre las DMUs reales y ficticias que produzcan lo mismo o más y usen lo mismo o menos que la DMU_o y no habiendo encontrado ninguna no tendrá más remedio que considerar a la DMU_o como eficiente dando al φ_0 el valor unitario. El hecho es que con el parámetro igual a uno y siendo DMU_o eficiente sucede que $Y_{ro} = Y_{ro}$ (según la segunda restricción del programa) ya que sólo el λ_0 tendría valor positivo e igual a uno mientras que el resto lo tendría nulo. Por el mismo motivo $X_{io} = X_{io}$ según la restricción primera. Si por el contrario φ_0 fuera mayor que uno, DMU_o no sería eficiente porque el programa habría encontrado otra DMU real (o no) que satisfaga las dos restricciones, o sea que produzca más o lo mismo que DMU_o con iguales o menores inputs. Finalmente φ_0 no puede ser menor que uno porque siempre será posible para el programa asignar como valor mínimo el unitario a φ_0 ya que la DMU_o siempre será plausible como solución al asignar un valor unitario al λ_0 y nulo al resto.

[40] Obsérvese que existe una exigencia adicional y es que las variables de holgura sean nulas. Ambos requisitos suponen conjuntamente la condición necesaria y suficiente de resultado de eficiencia según el programa.

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: CCR[41], BCC[42], multiplicativos y aditivos[43]. No obstante, sólo se comentarán aquellas extensiones que puedan tener alguna utilidad para el análisis posterior.

Modelo BCC (debido a **Banker et al. (1984:1084)** según **Boussofiane et alter (1991:12)** y **Pedraja y Salinas (1994:122)**): este modelo fue propuesto con el propósito de estimar la eficiencia puramente técnica eliminando la influencia que pudiera tener la existencia de economías de escala en la evaluación del ratio de eficiencia de las DMUs. El hecho es que la medida de eficiencia de una unidad está condicionada no sólo por la gestión de la misma sino también por la escala en la que opere y el modelo CCR suponía tácitamente la existencia de rendimientos constantes a escala (RKE) al definir las restricciones del modo que proponía[44]. Esto significaba que todas las unidades se comparaban como si estuvieran sometidas a rendimientos constantes y no se contemplaba la posibilidad de existencia de ineficiencias debidas a las diferencias entre las escalas operativas en cada DMU.

El modo en que **Banker et al. (1984:1084)** proponen solucionar esa consideración implícita es añadir una restricción adicional al modelo CCR recogido en M.3. Dicha restricción es:

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda j = 1 \qquad \text{(E.1.1)}^{45}$$

[41] Siglas de Charnes – Cooper - Rhodes.

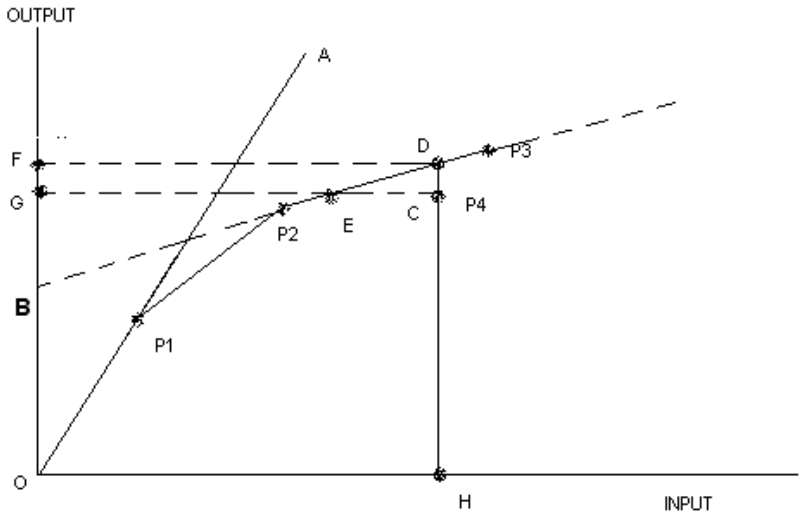
[42] Siglas de Banker - Charnes – Cooper.

[43] 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)**).

[44] **Banker et alter (1984:1081-3)** partiendo de la definición de función de distancia de **Shepard (1970:206)** y de cuatro supuestos sobre el conjunto de posibilidades de producción (T) (entre los que se encuentra el de no restricción del radio vector o de **RKE** del espacio de producción: si (X.Y) pertenece a T => (kX, kY) pertenece a T para todo k>0) establecen una equivalencia entre la medida de eficiencia de **Charnes et alter (1978)** y la medida de distancia antes mencionada.

[45] Es necesario destacar que una vez que se introducen en el modelo las economías de escala, los resultados de los índices de ineficiencia mediante una orientación al input no coinciden con los que se obtienen con una al output. El sentido en el que se defina la eficiencia técnica conlleva el modo de la proyección de la unidad evaluada. Si la orientación es al input aquélla será

Gráfico 1.1.



Fuente: **Banker et al (1984:1087)** y elaboración propia.

El motivo de la misma según **Norman y Stoker (1991: 97-109)** se basa en la modificación de la frontera de posibilidades de producción al considerar rendimientos no constantes a escala. En el caso de los rendimientos constantes (**RKE**) dicha frontera está constituida por un radio vector que parte del origen y pasa por la entidad más eficiente de las evaluadas (línea OA en gráfico 1).

Pero este tipo de supuesto determina que la eficiencia de las DMUs sea medida respecto a P_1 pudiendo ocurrir que existan otras unidades igualmente eficientes en su

proyectada hacia atrás (hacia la frontera) en una magnitud *(θ·X, Y)* y si la dirección es al output la unidad será proyectada hacia arriba en una cantidad *(X, Φ·Y)*. En definitiva, la geometría implicada en cada modelo y orientación es diferente y los resultados de los índices pueden variar al introducir la restricción referente a las economías de escala **(Seiford y Thrall (1990:20-26)**, **Boussofiane et alter (1991:12)** y **Charnes et alter (1997:43)**). En cualquier caso, si bien la condición de convexidad implica este resultado, también es cierto que una DMU será caracterizada como eficiente con el modelo BCC orientado al output si y sólo si también lo es con el BCC orientado al input **Charnes et al. (1997: 36)**. No obstante, esta equivalencia ya no es cierta al comparar resultados obtenidos mediante la aplicación de modelos distintos, como CCR y BCC, por ejemplo. En concreto, aunque una DMU evaluada como eficiente con un CCR también lo será con un BCC, al revés, en general, no se dará la correspondencia (**Charnes et alter (1997:36 y 39)**). Esto implica que la elección del programa a aplicar no es baladí y que, por tanto, tendrá que estar justificada por las particularidades y controlabilidad de inputs y/o outputs de cada caso (**Boussofiane et alter (1991:12)**).

gestión (P_2 *y* P_3) pero que no operen en la misma escala que P_1 y, así, no obtengan tan buenos resultados de eficiencia. Al reconocer que con los RKE la medición de la eficiencia combina la escala con la que se opera y la gestión, es posible construir otra frontera de posibilidades de producción (O-P_1-P_2-P_3) que contenga a las DMU que posean el mejor comportamiento en el sentido de que, para cada unidad perteneciente a esa frontera, no existe otra con mejor ratio de eficiencia dentro de su escala de operación. En el gráfico 1 se supone que es O-P_1-P_2-P_3. En cualquier caso su posición deberá estar por debajo de *OA* ya que ésta era determinada como frontera de posibilidades de producción mediante un radio vector que pasa por el origen y la entidad con mayor productividad media (P_1).

Con estas consideraciones, y centrando la atención en la determinación del segmento P_2P_3 de la frontera eficiente de producción (desde un punto de vista orientado a la minimización en la utilización de inputs) la ecuación de dicho segmento que une P_2 y P_3 sería:

$$Y = b + a\,X \qquad \text{(E.1.2)}$$

donde *a* es la pendiente de la recta, b la ordenada en el origen, *Y* el nivel de output y *X* el de input.

El punto D, que está sobre la recta, usa los mismos inputs que P_4 así que su output valdrá:

$$Y = B + a \cdot X_{P4} \qquad \text{(E.1.3)}$$

donde X_{P4} son los inputs utilizados por la unidad representada en P_4 y *B* es la ordenada en el origen de la recta que contiene a los puntos P_2 y P_3.

Como el punto *F* tiene el mismo output que el *D* por geometría se puede afirmar que:

$$\frac{GE}{GC} = \frac{BE}{BD} = \frac{BG}{Bf} = \frac{OG - OB}{OF - OB} = \frac{Y_{P4} - B}{(a \cdot X_{P4} + B) - B} = \frac{Y_{P4} - B}{a \cdot X_{P4}} \qquad \text{(E.1.4)}$$

observando que la medida de la eficiencia bajo **RVE** es similar a la de **RKE** diferenciándose sólo en el numerador. Así la forma matemática genérica sería:

$$\frac{Suma \quad ponderada \quad de \quad outputs \quad + \quad constante}{suma \quad ponderada \quad de \quad inputs} \qquad \text{(E.1.5)}$$

donde la constante es positiva, nula o negativa 0 cuando existen rendimientos decrecientes, constantes o crecientes a escala respectivamente.

Esquemáticamente, los tipos básicos de los modelos BCC son:

$$\begin{aligned}
& Min_{\theta,\lambda,S+,S-} \quad \theta_o - \varepsilon\left(\sum_{i=1}^{m} S_{i-} + \sum_{r=1}^{s} S_{r+}\right) \\
& S.A \\
& \sum_{r=1}^{s} \lambda_j \cdot Y_{rj} - S_{r+} = Y_{ro}, \forall r \\
& \sum_{j=1}^{n} \lambda_j \cdot X_{ij} + S_{i-} = \theta_o \cdot X_{io}, \forall i \\
& \sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1 \\
& \lambda_j, S_{i-}, S_{r+} \geq \varepsilon \succ 0, \forall j
\end{aligned} \qquad \text{(M.4) (BCC}_p\text{-I)}^{46}$$

[46] 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.

$$
\begin{aligned}
&Max_{U,V} \quad \sum_{r=1}^{s} U_r \cdot Y_{ro} + u_o \\
&S.A \\
&\sum_{i=1}^{m} V_i \cdot X_{io} = 1, \forall i \\
&\sum_{i=1}^{m} V_i \cdot X_{ij} - \sum_{r=1}^{s} U_r \cdot Y_{rj} - u_o \geq 0, \forall j : 1 \ldots n \\
&U_r, V_i \geq \varepsilon \\
&u_o \quad libre \quad .
\end{aligned}
\qquad \text{(M.4´) (BCC}_D\text{-I)}
$$

$$
\begin{aligned}
&Max_{\theta,\lambda,S+,S-} \quad \phi_o + \varepsilon\left(\sum_{i=1}^{m} S_{i-} + \sum_{r=1}^{s} S_{r+}\right) \\
&S.A \\
&\sum_{r=1}^{s} \lambda_j \cdot Y_{rj} - S_{r+} = \phi_o Y_{ro}, \forall r \\
&\sum_{j=1}^{n} \lambda_j \cdot X_{ij} + S_{i-} = X_{io}, \forall i \\
&\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1 \\
&\lambda_j, S_{i-}, S_{r+} \geq \varepsilon \succ 0, \forall j
\end{aligned}
\qquad \text{(M.5) (BCC}_p\text{-O)}
$$

$$
\begin{aligned}
&Min_{U,V,v_o} \quad \sum_{i=1}^{m} V_i \cdot X_{io} + v_o \\
&S.A \\
&\sum_{r=1}^{s} U_r \cdot Y_{ro} = 1, \forall r \\
&\sum_{i=1}^{m} V_i \cdot X_{ij} - \sum_{r=1}^{s} U_r \cdot Y_{rj} + v_o \geq 0, \forall j : 1 \ldots n \\
&U_r, V_i \geq \varepsilon \\
&v_o \quad libre \quad .
\end{aligned}
\qquad \text{(M.5´) (BCC}_D\text{-O)}
$$

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 multiplicativos.

Sin embargo estas dos últimas clases se obvian puesto que no serán utilizadas en esta tesis[47].

Estas versiones básicas de DEA, las comentadas hasta ahora, han ido incorporando otras modificaciones. Del conjunto de estas últimas[48] en esta investigación sólo se considerarán la introducción de variables no discrecionales en el modelo debido a que, como se argumentará en epígrafes posteriores es la única extensión que será necesaria para llevar a cabo el propósito marcado en la introducción[49].

Existen algunos tipos de productos cuya generación está fuertemente influida por factores no sujetos al control del gestor. Actividades como la agricultura o el turismo (con gran dependencia del clima) son un ejemplo típico. El caso que compete al objetivo que se persigue con este trabajo es también paradigmático. El resultado del proceso de enseñanza está indudablemente afectado por la calidad y estrategia docente pero también, tal y como se expone con mayor detalle posteriormente, 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)**).

[47] 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 y no 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.

[48] Fundamentalmente son: inclusión de variables no discrecionales, consideración de variables categóricas, incorporación de información vía restricciones a los parámetros y evaluación de la variación de la eficiencia a lo largo de varios períodos. Sin embargo, multitud de variaciones del modelo DEA han surgido en los últimos años debido al aumento de su utilización como herramienta de detección de ineficiencias. Entre esas variaciones cabe destacar la integración con otro tipo de técnicas (por ejemplo, **Retzlaff-Roberts y Puelz (1996)**), su modificación para la utilización bajo otro tipo de condiciones diferentes a las establecidas en las hipótesis básicas del modelo (v.g. **Gstach (1998)),** la implementación complementaria o suplementaria de DEA con otros modelos (v.g. **Sharma et al. (1997)**, **Bardhan (1995)**, **Bates (1997)** o **Bardhan et al. (1998)**), análisis de la reducción de la dimensión de las DMUs para estudiar su variación de eficiencia (v. g. **Ray y Mukherjee (1998)**), estudios acerca del efecto del tamaño muestral sobre los ratios de eficiencia (v. g. **Zhang (1998)**), modelos para el cálculo de la sensibilidad y estabilidad de los resultados de eficiencia (**Charnes, A. et alter (1996)** o **Banker, R.D. y Morey, R.C. (1994)**), variaciones destinadas al cómputo de la existencia de rendimientos a escala en contextos de múltiples soluciones (**Seiford, L. M, y Zhu, J. (1999)**) o , alteraciones de DEA con el fin de incluir análisis de inputs y outputs estocásticos (**Cooper, W et al. (1998)**).

[49] En realidad, tal y como se verá en capítulos posteriores, esta afirmación debe ser matizada. El estudio que se desea realizar de los centros educativos de secundaria de la provincia de Alicante necesitará considerar otras varias modificaciones de los modelos básicos que se han ido introduciendo con el tiempo. Sin embargo, se ha preferido mencionar aquí tan solo a las

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)**).

El modo en que las variables no controlables pueden ser consideradas es variado (**Muñiz (1998:460-2)**). Una primera forma es la propuesta por **Banker y Morey (1986b)** por la cual se modificarían las restricciones del modelo original. La clave del tratamiento de estas variables radicaría en que la información acerca de la cuantía en que podría reducirse un input no controlable (o aumentarse un output no controlable) no es significativa para el gestor de la unidad en evaluación (**Charnes et alter (1997:50)**). De este modo se asume que inputs y outputs están divididos en dos subconjuntos: el de variables controlables (D) y el de no controlables (N)[50].

variantes básicas y dejar para epígrafes posteriores las alteraciones más avanzadas. El propósito es lograr que, de este modo, la exposición sea más clara.

[50] Esto es, siendo:

$I=\{1,2...m\} = I_D \bigcup I_N,\ I_D \bigcap I_N, = \varnothing$

$O=\{1,2...s\} = O_D \bigcup O_N,\ O_D \bigcap O_N, = \varnothing$

Donde: *I* hace referencia inputs, *D* a su carácter discrecional, *N* a su no discrecionalidad y *O* a outputs. Para el caso de un BCC-I se tendría:

$$
\begin{aligned}
& Min_{\lambda,\theta,S_{i-},S_{r+}} \quad \theta - \varepsilon\Big(\sum_{r\in OD} S_{r+} + \sum_{i\in ID} S_{i-}\Big) \\
& S.A. \\
& \sum_{j=1}^{n} Y_{rj} \bullet \lambda_j - S_{r+} = Y_{ro} \qquad \forall r:1...s \\
& \theta \bullet X_{io} - \sum_{j=1}^{n} X_{ij} \bullet \lambda_j + S_{i-} = \theta \cdot X_{io} \qquad \forall i \in I_D \\
& \sum_{j=1}^{n} X_{ij} \bullet \lambda_j + S_{i-} = X_{io} \qquad \forall i \notin I_D \\
& \sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1 \\
& \lambda_j, S_{r+}, S_{i-} \geq 0
\end{aligned}
\qquad \text{(M.6)}
$$

Otra forma de tratar las variables no controlables es la propuesta por **Ray (1988 y 1991)** y después completada por **McCarty y Yaisawarng (1993), Lovell et alter (1997) y Chiligerian (1995)** mediante la cual primero se computaría la eficiencia mediante un modelo DEA sin considerar las variables no controlables y, en una segunda etapa, se regresaría la eficiencia obtenida frente a las variables no controlables, siendo los residuos de dicha regresión la eficiencia debida a la gestión puesto que representarían la parte de eficiencia no explicada por las variables no controlables.

Un tercer método es el propuesto por **Pastor (1994)** y mejorado por **Muñiz (1998:461-69)**. El método constaría de dos etapas. En la primera se aplicaría el método DEA con todos los outputs pero sólo con inputs exógenos y después, para las unidades ineficientes, se elevarían los outputs hasta que se consideraran eficientes, descontando así el efecto negativo que para esas unidades de producción tendría el entorno desfavorable. En la segunda etapa se volvería a aplicar DEA sobre las DMUs iniciales más las modificadas tomando todos los outputs y sólo los inputs controlables. **Muñiz (1998:467-68)** modificó el planteamiento de **Pastor (1994)** basándose en que la hipótesis de relación positiva entre inputs y outputs de DEA impedía que la propuesta de **Pastor (1994)** fuera válida. Partiendo de ese supuesto de relación positiva una unidad con buenas condiciones contextuales (y por tanto con inputs discrecionales elevados) tendría más posibilidades de ser evaluada como ineficiente y, por tanto, de que sus outputs se vieran corregidos al alza para convertirla en eficiente de cara a la implementación de la segunda etapa. Con lo cual una unidad con condiciones contextuales mejores que la media se vería beneficiada del incremento de output que, teóricamente, debería servir para compensarla de su peor situación inicial. Como solución **Muñiz (1998)** propone introducir las variables exógenas en el modelo DEA con relación negativa con el output[51]. Como ninguna de estas alternativas ha demostrado ofrecer

---

siendo θ el parámetro de eficiencia y λ_j las ponderaciones.

El modelo aquí expuesto es el ampliado por **Charnes et alter (1997:52)**. En realidad **Banker y Morey (1986:50)** propusieron un modelo bajo los mismos fundamentos pero sin ampliar la no discrecionalidad a los outputs. En definitiva se observa que el parámetro de eficiencia sólo afectaría a las restricciones de inputs pertenecientes al conjunto discrecional. La aplicación de la norma de modificación de las restricciones y función objetivo ante la existencia de variables no discrecionales es fácilmente extensible al resto de modelos DEA.

[51] Recientemente **Muñiz (2000)** expuso una nueva variante basada en modificaciones de la propuesta de **Fried y Lovell (1996)**.

resultados más acertados que los obtenidos por el método de **Banker y Morey (1986b)**, en la parte empírica de esta tesis se empleará éste por ser el original y el más empleado en los diversos estudios consultados[52].

Una variante adicional que se utilizará es la desarrollada por **Lovell y Pastor (1995:147-50)**, los cuales proponen un modelo DEA BCCp-O que incluye una modificación que convierte sus resultados en invariables respecto a las unidades en las que se midan las variables y frente a las traslaciones que se puedan efectuar a los inputs. Es decir, evita que la ordenación de la eficiencia de las DMUs dada por DEA sea susceptible de variación ante cambios en las unidades en que se midan los inputs y los outputs (adimensionalidad). Para que esto sea así el modelo a utilizar tendrá que tener la siguiente concreción:

$$
\begin{aligned}
& \underset{\lambda,\phi o,S_{r+},S_{i-}}{Max} \quad \phi_o + \varepsilon \sum_{i=1}^{m} \left(\frac{S_{i-}}{\sigma_{i-}}\right) + \varepsilon \sum_{r=1}^{s} \left(\frac{S_{r+}}{\sigma_{r+}}\right) \\
& S.A \\
& \sum_{j \in \bigcup_{k=1}^{K''} Dk} \lambda_j \cdot Y_{rj} - S_{r+} = \phi_o \cdot Y_{ro}, \forall r : 1 \ldots s \\
& \sum_{j \in \bigcup_{k=1}^{K''} Dk} \lambda_j \cdot X_{ij} + S_{i-} = X_{ro}, \forall i : 1 \ldots m \qquad \text{(M.7)} \\
& \sum_{j \in \bigcup_{k=1}^{K''} Dk} \lambda_j = 1 \\
& \lambda_j, S_{i-}, S_{r+} \geq 0
\end{aligned}
$$

donde σ_{i-} y σ_{r+} son las desviaciones típicas de los inputs y outputs respectivamente. El motivo de esta especificación del modelo radica en que la conversión de la medida de los inputs y outputs por cualquier multiplicador α >0 haría que las desviaciones típicas de los

[52] Esta afirmación podrá corroborarse en el epígrafe 2.

datos fueran ahora $\alpha\sigma_{i-}$ y $\alpha\sigma_{r+}$ con lo cual en la función objetivo quedaría $\frac{\alpha S_{i-}}{\alpha\sigma_{i-}}$ y $\frac{\alpha S_{r+}}{\alpha\sigma_{r+}}$ lo cual es exactamente lo que ya existía $\frac{S_{i-}}{\sigma_{i-}}$ y $\frac{S_{r+}}{\sigma_{r+}}$.

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 el propio DEA el que genera valores para esos precios.

c) Tal y como se explicará en la parte empírica, 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)**).

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 del la relación existente entre el número de variables consideradas y el de unidades a analizar. Así, **Banker et alter (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, M. Stoker (1991)** mencionan que veinte unidades sería suficientes sin hacer depender el número de la cantidad de variables o **Mancebón (1996:297)** 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 público a tenor de las posibilidades que existen de minimizar sus inconvenientes, de las ventajas que ofrece sobre otro tipo de métodos de cuantificación de la eficiencia así como del uso que ha

recibido para tal fin en trabajos con similares características al que aquí se pretende desarrollar.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD PRODUCTIVA DOCENTE

Antes de proceder a evaluar la eficiencia de los centros de secundaria es necesario conocer la función de producción educativa, para lo cual se ha de identificar la relación existente entre los inputs y outputs del proceso docente. Sin embargo, existen numerosas dificultades que imponen trabas importantes a la pretensión de esclarecer esa relación e, incluso, a la selección de las variables implicadas. De hecho, como se podrá llegar a observar, la identificación y definición del producto educativo es un tema poco tratado en la literatura acerca de la evaluación de la eficiencia educativa. Sólo excepcionalmente se considera y, en general, dichas alusiones son superficiales y encaminadas a intentar justificar una opción escogida basándose en el pragmatismo al que obliga la ausencia de información estadística.

De este modo, lo más analizado ha sido la medición y no la identificación y definición del producto educativo. Además, por la parte de los recursos, a estos problemas se añade el de tener que diferenciar cuáles son directamente controlables por los equipos directivos de los centros y cuáles no.

Por tanto, para tratar de encontrar la función de producción habrá que comenzar por identificar las variables implicadas y, después, observar el tipo de relación que pueda existir entre ellas.

Siendo éste el objetivo del presente capítulo, primero se tratará de determinar los conceptos que puedan ser considerados como parte del producto docente y, posteriormente, se procederá del mismo modo con los recursos. En ambos casos, también se analizará cómo poder proceder a su cuantificación.

2.1. Los outputs del sector educativo

Si existe una característica inherente y básica del producto de este sector es su carácter terciario: el docente asimila conocimientos que, con posterioridad, trata de inculcar a sus discentes. En definitiva, les guía y ayuda a través del vasto cúmulo de nociones del saber humano hasta que alcanzan el nivel de conocimiento predeterminado en los programas de cada centro, al mismo tiempo que los educa e inculca valores humanos.

En este sentido, las primeras dificultades que afectarían a la delimitación del output docente procederían de su naturaleza de servicio (**Mancebón (1996b:123-7)**), ya que éstos presentan características propias que los hacen, en ocasiones, particularmente esquivos. El caso del sector educativo es paradigmático en este sentido, tal y como se podrá observar seguidamente.

En primer lugar, cabe mencionar la intangibilidad de los productos terciarios. Esta propiedad les otorga la facultad de no ser observables y, así, ser difíciles de describir. Ello obliga a tener que concretarlo mediante sus efectos sobre los discentes.

Adicionalmente, existen algunos servicios que poseen la característica de efectuarse sobre el individuo que los requiera. La educación es un ejemplo claro de ello puesto que no es posible llevarla acabo sin la existencia de alumnos y su intervención activa. En definitiva, su efecto queda incorporado al capital humano de una persona.

Por otro lado, existen determinados servicios que al suministrarse al interesado se le proporciona más de un tipo de output. Un ejemplo claro de ello es la educación. Cuando el discente asiste regularmente al centro escolar adquiere un conjunto muy ecléctico de valores: conocimientos, formación cívica, capacidad intelectual, hábito de trabajo... Este hecho, limita las posibilidades de definir claramente el output educativo, puesto que su diversidad oscurece su contenido a partir del hecho de la no existencia de acuerdo sobre los distintos componentes del mismo (tal y como, con posterioridad, se desarrolla en este capítulo).

También hay otras características, en esta ocasión no procedentes de su carácter de servicio, que contribuyen a dificultar la concreción de un output educativo.

Una de éstas es el carácter atemporal o diferido de los efectos de la educación (por ejemplo, el comportamiento del alumno o su grado de integración en la sociedad). En este sentido, cabría intuir la existencia de una dualidad consumo/inversión en el producto docente relacionada con el beneficio inmediato/futuro que conlleva.

Otra peculiaridad del producto educativo es que su recepción por parte del individuo no se limita a aquello que el centro docente inculca, sino que también incluye lo que adquiere por otras vías: relaciones cotidianas, experiencias... Estas vías complementarias, que han sido englobadas bajo el concepto de educación informal, introducen el problema de diluir la noción del output de los centros docentes teniendo que establecer criterios diferenciadores entre la educación debida a los centros y la restante.

Una cualidad del producto del sector educativo que tendría que añadirse a las anteriores es que carece de homogeneidad. Como cada individuo posee un modo diferente de asimilar los conocimientos y enseñanzas del personal docente, cada uno experimentará distintos cambios en su personalidad y capital humano.

Otro problema es el ocasionado por la acumulatividad del proceso de aprendizaje, lo cual implica que lo asimilado en etapas anteriores de la vida influye en la cantidad y rapidez de lo que se trate de integrar al conocimiento en un momento determinado. De este modo, puede resultar complicado saber exactamente la variación del nivel de educación experimentado por un individuo tras su participación en un programa educativo. Por otra parte, la acumulatividad generaría otra dificultad relacionada con la consideración de la educación como un input o un output, en el sentido de que la definición del resultado del proceso educativo dependerá de su consideración como input o output. Así, si se toma como output será necesario analizar el cambio que experimentan los alumnos como consecuencia del proceso educativo y, para ello, sería necesario diferenciar la educación formal de lo que no lo es con el objeto de centrar la atención en la parte formal e identificarla como producto de la labor docente de los centros, el cual puede diferenciarse del producto educativo en el hecho de que éste comprendería a todas las experiencias educativas regladas o no. Desde el punto de vista de la consideración de la educación como un input, la implicación inmediata resultaría ser que el producto escolar no sería un producto final sino una fase intermedia de posteriores etapas profesionales y/o educativas

del individuo. En definitiva, desde la perspectiva input-output del producto de la educación, se debería tratar de esclarecer su carácter final o intermedio para poder llegar a definirlo.

En suma, puede observarse que existen un gran número de peculiaridades del producto docente que interfieren en su definición y que obligan a un análisis pormenorizado de la actividad educativa para tratar de vislumbrar un modo de delimitar el output del sector en cuestión.

Con este propósito, parece necesario proceder a observar y clasificar las diferentes connotaciones del producto educativo para determinar la más adecuada de cara a proceder a la evaluación de la eficiencia de los centros públicos de educación secundaria.

Para avanzar en esta dirección es lógico que se comience escogiendo el contexto teórico en el que se deba delimitar el output educativo. Existen, fundamentalmente, dos tipos de ámbitos teóricos:

a) Educación como inversión
b) Teoría del filtro

El primero fue desarrollado por **Schultz (1959)** y se basa en que el proceso educativo mejora al individuo al incrementar su productividad mediante la mejora de sus cualidades y conocimientos (**Grao e Ipiña (1996:11)**). Desde este punto de vista sería fundamental poder centrar los efectos que el proceso educativo genera en los individuos. El segundo comprendería al proceso educativo como un medio para meramente reflejar el potencial de cada individuo sin incrementarlo. Desde este punto de vista, tendría la capacidad de efectuar una clasificación de las personas componentes de una sociedad según vayan superando, o no, ciertos niveles. Para el objetivo planteado en esta tesis se entiende que es más apropiado el primero puesto que tiene más sentido pensar en la labor del sector educativo como medio de mejora del capital humano a la hora de evaluar su actividad. Además, no parece sensato pensar que la educación no produzca más resultado en el individuo que su clasificación.

Además, dado el objetivo de llevar a cabo la evaluación de la eficiencia de los centros docentes de secundaria, sería razonable pensar que habría que comenzar por tratar de delimitar qué produce un centro docente; es decir, qué es la educación formal.

En principio, la educación que se facilita en los centros vendría dada por las modificaciones que los alumnos experimentan al cursar sus estudios (**Hanushek (1971:280-1)** y **(1986:1157)**) y para abordar estas transformaciones se hace necesario aludir al tipo de dimensiones del producto educativo (**Mancebón (1999b:119)**) que, básicamente, son cuatro:

a) Temporal
b) Individual-social
c) Económica
d) Cognitivo-afectiva

La primera, la temporal, clasifica al output educativo desde su posición en el tiempo al tomar como referencia el final del proceso. Así se diferencia:

a) Output inmediato
b) Output mediato **(De la Orden (1985:272)**)

en función de cuándo se manifiestan los resultados del proceso (antes o después de finalizarlo).

La segunda, la indiviual-social, clasifica al output sobre la base de su beneficiario: la persona o la sociedad.

La intersección de las categorías diferenciadas en estas dos primeras dimensiones ofrecería un conjunto adicional de clasificaciones (**Mancebón (1996b:140)**):

a) Output individual inmediato: captado por el alumno conforme avanza su formación y que es identificado por **Woodhall y Blaug (1968:4)** y **De la**

Orden (1985:272) como los que incluyen los conocimientos básicos inculcados en los centros y la educación formal

b) Output individual mediato: aquél cuyo efecto lo experimenta el sujeto al acabar su ciclo educativo. **De la Orden (1985:273)** lo identifica con las aptitudes generadas como consecuencia del proceso de aprendizaje

c) Output social inmediato y mediato: guarda relación con los beneficios que la educación de cada individuo genera en el contexto social

La tercera dimensión de las cuatro señaladas inicialmente, la económica, ofrece dos posibles categorías del producto educativo:

a) Consumo

b) Inversión

Como consumo, la educación proporciona satisfacciones personales al individuo. Como inversión, aquélla, origina aumentos de la productividad del sujeto. En cualquiera de los dos casos el output educativo proporcionaría beneficios al individuo tanto pecuniarios como no pecuniarios (**Hanushek (1986:1159-66)**). Dentro de los primeros, cabría mencionar el incremento del ingreso asociado a la formación intelectual (que habría que separar de la inteligencia del estudiante, de su sexo, de su condición social, del azar y de otros factores influyentes). Dentro de los segundos, los no pecuniarios, cabría apuntar el equilibro psíquico-social, el prestigio, el acervo cultural...

La dimensión económica también puede intersectarse con las otras dos anteriores, la temporal y la individual-social, para enriquecer las categorías con que puede clasificarse el output docente. De este modo se tendría:

a) Producto individual inmediato de consumo: recoge el aumento de utilidad inmediata del individuo por el hecho de recibir una educación.

b) Producto individual mediato de consumo: engloba la satisfacción percibida por el sujeto derivada de la educación a lo largo de toda su vida.

c) Producto individual mediato de inversión: hace referencia a las mejoras profesionales experimentadas por el individuo gracias a la educación recibida.

d) Producto social inmediato de consumo: abarcaría el aumento de bienestar social inmediato por causa la recepción de una educación por parte del individuo.

e) Producto social mediato de consumo: estaría relacionada con el incremento de valores culturales, cívicos y demográficos del conjunto de individuos que componen una sociedad.

f) Producto social mediato de inversión[53]: implica a todos los aspectos que hagan referencia al estímulo de la productividad y competitividad de una economía.

Una cuarta dimensión del output educativo es la cognitiva-afectiva. Su contenido se centra en la contribución de los centros docentes al proceso educacional, diferenciando entre los aspectos cognitivos (propios de la adquisición de conocimiento) y los no cognitivos (otros factores más afines a la personalidad del discente)[54].

De nuevo, esta última dimensión completa el conjunto de categorías que paulatinamente se ha ido describiendo pudiendo dividir cada una de ellas en un aspecto cognitivo o no cognitivo (**Mancebón (1996b:149)**).

Visto lo anterior, la pretensión de obtener una definición general de producción educativa debe ser limitada a su aspecto individual e inmediato. No parece apropiado introducir la dimensión económica porque la rentabilidad de la educación formal se produce durante toda la vida y, por tanto, no es fácil de computar la parte debida a los centros. Además, parece que el individuo, y no la sociedad, debe ser el sujeto a considerar por cuanto que la actividad docente del centro recae directamente sobre él. Por otro lado, debe primar la inmediatez puesto que el seguimiento de los alumnos no

[53] Los productos inmediatos de inversión no tendrían sentido.

[54] Hay autores que critican esta distinción basándose en que las dos opiniones se complementan no siendo, por tanto, fácil establecer categorías no solapadas (**Averch et al. (1974:25)**).

puede ser realizado en la práctica por falta de información estadística. Finalmente, aún no es oportuno decidir acerca del carácter cognitivo o no del output sin abundar más en este factor. En todo caso, puede ya observarse que la aproximación a una idea de producto educativo tan sólo puede hacerse desde un punto de vista parcial (**De la Orden (1985:272)**).

Para tratar de avanzar más hacia la concreción del concepto de output educativo (en particular para abundar en su carácter cognitivo o no) hay dos aspectos que pueden ayudar:

a) La especificación de los factores exógenos al centro y que afectan a la educación del alumno.

b) La acumulatividad del proceso de aprendizaje[55].

La existencia de estos dos aspectos conduce a tener que aceptar que la investigación tenga que ser centrada en elementos que puedan tener realmente su origen en los institutos. Con esta premisa, en lo siguiente, se tratará de llegar a profundizar más hasta identificar esos elementos.

Desde este punto de vista, parece ampliamente admitida la idea de que en los centros docentes se inculca tanto conocimiento como valores y pautas de actuación personales y sociales. Sin embargo, el hecho de que no exista acuerdo acerca de lo adecuado de la inclusión de los valores no cognitivos en el proceso de evaluación del output de un centro (por ejemplo **Blaug (1981:47)** y **Messick (1979:281)** defienden que sí y **Madaus et al. (1979:208)** y **Madaus y Linnan (1973)** lo contrario) junto con la dificultad introducida por los elementos no cognitivos al tratar de cuantificar los factores exógenos que influyan sobre ellos, conduce a la opción de reducir el análisis a niveles educativos concretos. El objeto sería eliminar generalidad y, así, perturbaciones exógenas no deseadas. De este modo, dado que los valores no cognitivos tendrían más importancia en niveles de enseñanza primarios, es lógico pensar que en el análisis de los centros de secundaria puedan ser obviados.

[55] A menos que el alumno no hubiera cambiado jamás de centro, el nivel de educación del mismo en un momento dado del tiempo habría sido obtenido en varios núcleos escolares y sería difícil diferenciar la labor de cada uno.

En cualquier caso, una vez centrada la atención sobre los elementos cognitivos, se hace imperativo conocer cuáles de ellos han de utilizarse en la evaluación de la eficiencia de las unidades educativas.

En principio, cabe pensar en la capacidad intelectual del alumno o en el nivel de conocimientos que adquiera a partir de las asignaturas que curse. La primera, presenta el inconveniente de no ser desarrollada únicamente en los centros educativos. De este modo, tendrá más sentido utilizar sólo el nivel de conocimientos especificado en los programas de las asignaturas que se imparten en los centros. De hecho, varios autores han utilizado esta postura al tratar de identificar los outputs de la función de producción docente[56].

Dado que tendrán que ser tomados los conocimientos curriculares de los discentes como output educativo de los centros de cara a evaluar su eficiencia, existen dos alternativas para su cuantificación:

a) El número de aprobados.
b) Las calificaciones obtenidas.

Considerar sólo la primera olvidaría la calidad de la formación lograda por el alumnado pues únicamente incluiría la cantidad. Por tanto, lo idóneo parece ser considerar ambas posibilidades para lograr una medida tanto de la cantidad como de la calidad.

No obstante, en cualquiera de los dos casos, existe la dificultad añadida de la heterogeneidad en los métodos de evaluación de cada centro, lo cual afecta a la comparabilidad de las calificaciones y, por tanto, del número de aprobados[57]. Una

[56] Ver cuadros 2.4.6 y 2.5 (éste último en el anexo).

[57] En referencia a esto es suficientemente conocido que, incluso en aspectos tan susceptibles de cuantificación como el rendimiento académico del estudiante, existen diferencias significativas en la evaluación por parte de cada centro, de modo que ello introduciría inconvenientes en la interpretación de los resultados relativos de eficiencia. De esta misma opinión son autores como: **González (1988:34 y 53-4)**, **Marrero** y **Espino (1988:102-3)** y **Pelechano (1985)**.

solución a este problema, ampliamente utilizada, ha sido la de tomar como referencia los resultados obtenidos en pruebas homogéneas. En este sentido, la existencia de las Pruebas de Acceso a la Universidad (PAU) brindan una oportunidad única digna de ser aprovechada. Aún así, con objeto de mantener la uniformidad, sería preciso ponderar los niveles de output en función del número de alumnos a los que cada centro deba impartir docencia. En otro caso, se estaría ignorando que el tamaño del centro es un factor determinante en la formación del alumnado[58].

Una vez reflejados los problemas de la heterogeneidad en la evaluación y del tamaño del centro aún ha de escogerse el tipo de magnitud que especifique el output docente. Desde un punto de vista cuantitativo podría pensarse en el número de aprobados como porcentaje de los presentados a la prueba de conocimientos o de los matriculados en el último curso de bachiller. De ambas, se eligió la segunda por opinar del mismo modo que **Pedraja y Salinas (1996:171)**, es decir, se eligió el número de matriculados, por un lado, para evitar que el proceso de selección del alumnado en los centros sesgara los resultados y, por otro, para reflejar el grado en que cada instituto puede llegar a ser capaz de motivar a su alumnado. De este modo, la variable que recogería la cantidad del output se definió como el porcentaje de aprobados en las PAU en relación al número de matriculados en COU de cada centro.

La especificación del output docente en su vertiente cualitativa mediante las calificaciones implica tener que considerar si las mismas deben ser tomadas como resultado final o como variación a lo largo del período que se considere (valor añadido). Esto último parece lo más adecuado ya que se eliminaría el efecto de cualquier tipo de influencia de etapas anteriores. Desde este punto de vista, lo ideal sería contar con resultados alcanzados por los alumnos en pruebas homogéneas realizadas al comienzo y al final del período sometido a análisis. Sin embargo, sólo existen esos resultados en el punto final del curso ya que las PAU únicamente se realizan por los alumnos al desear acceder a la formación universitaria. Esta cuestión se solventó (como se explica en el capítulo tercero de esta tesis) incorporando información en el modelo acerca de las variables que reflejaran las condiciones iniciales de partida de cada estudiante.

[58] **Mollenkopf** y **Melville (1956)**, **Thomas (1962)** o **San Segundo (1985)** por ejemplo (ver cuadro 2.4.6 y 2.5).

Respecto a las calificaciones, hay que considerar adicionalmente la cuestión relacionada con su variabilidad. Es decir, es necesario también establecer condiciones de comparabilidad entre los logros obtenidos por los alumnos de cada centro sobre la base de la varianza de sus calificaciones ya que, en general, es razonable pensar en que los alumnos de un centro hayan logrado una mejor preparación cuanto mayor resulte la media de sus calificaciones y menor sea la desviación típica de las mismas. Por tanto, se eligió utilizar el inverso del coeficiente de variación de los resultados de cada centro por varias razones. En primer lugar, era un índice de resultados que ya había sido utilizado antes con éxito en otros estudios de semejantes caraterísticas en España[59]. En segundo lugar, el coeficiente de variación60 es un estadístico ampliamente utilizado como indicador sintético de nivel medio y dispersión alcanzado por los datos de un conjunto. Por último, ofrece la particularidad de aumentar cuando lo hace la media y cuando disminuye la desviación típica, lo cual es ideal desde el punto de vista de la definición de un output docente relacionado con el rendimiento en unas pruebas académicas.

En función de todo lo comentado hasta este punto del epígrafe actual referente al producto educativo, las variables seleccionadas inicialmente como base para la obtención de información acerca de los outputs del proceso educativo fueron el inverso del coeficiente de variación de las calificaciones de los alumnos en las Pruebas de Acceso a la Universidad (junio de 1998) y el porcentaje de aprobados[61] en esas mismas pruebas sobre el total de matriculados en el C.O.U. al comienzo del curso.

No obstante, cabe señalar que hubo motivos, adicionales, que llevaron a elegir estas variables. En primer lugar, si bien no reflejan completamente el producto docente de un centro, en tanto que tan sólo recogen información sobre el rendimiento académico del

[59] **Mancebón (1996b y 1999b)**.

[60] Coeficiente de variación: cociente entre la media y la desviación típica de una variable.

[61] Se entiende por aprobado en estas pruebas al alumno que obtuviese cinco o más puntos sobre diez de media frente a la concepción habitual de asumir como aprobado al alumno cuya calificación en selectividad, tras ser superior a cuatro y ponderar con la obtenida durante el C.O.U. y el B.U.P fuera mayor que cinco, ya que ello daría opción a que un estudiante que suspendiese el selectivo con una calificación entre cuatro y cuatro con nueve pudiera obtener el acceso. Se juzga oportuno considerar el aprobado en el examen sin tener en cuenta las calificaciones de COU y BUP que, a la postre, estarían sometidas a las distintas formas de entender la definición de conocimientos mínimos de cada centro de secundaria, eliminando así un grado de homogeneidad.

estudiante, y no contienen datos acerca de la evolución integral del mismo (formación social y personal del discente), poseen la peculiaridad de haber sido mayoritariamente utilizadas en estudios previos de similares características al presente[62].

Otra causa que condujo a la elección inicial de las calificaciones de selectividad fue el hecho de que representen el resultado de una prueba para la que los institutos han estado preparando a sus estudiantes a lo largo de todo el B.U.P. y C.O.U. y que los mismos centros consideren un logro loable el que sus alumnos obtengan las mejores calificaciones posibles en ese examen. Esto significa que se poseen las características que apuntan a su idoneidad para ser utilizadas como medida del resultado del proceso educativo en un ámbito de comparación de eficiencia relativa: son el resultado de una prueba para la que los centros preparan a los discentes a lo largo de cuatro años y su nivel es habitualmente utilizado como índice de éxito o fracaso de la tarea docente del profesorado y equipo directivo de cada centro .

Por otro lado está el hecho de la importancia fundamental que poseían las mencionadas calificaciones en las perspectivas profesionales del estudiante puesto que representaban una elevada ponderación (50 por cien) en el cómputo de la nota que se tomaba como referencia al tratar de emprender estudios universitarios, lo cual hacía que tanto los alumnos, como el profesorado y los padres concedieran una atención especial a estos resultados y que, por tanto, su consideración como componente de la medida del output docente estuviera socialmente aceptada.

Finalmente, otro motivo que justificó su utilización fue la posibilidad de obtención de los datos puesto que, bajo las pertinentes reservas encaminadas a salvaguardar la confidencialidad de la información académica de los alumnos, el Secretariado de Acceso de la Universidad de Alicante aceptó facilitar la consulta de la base de datos de los resultados de selectividad de junio de 1998.

[62] Tal y como se puede observar en la bibliografía comentada en el último epígrafe de este capítulo.

2.2 Los inputs del sector educativo

El estudio de los factores que influyen sobre el rendimiento del alumnado de las instituciones docentes ha sido abordado desde diversas áreas científicas (pedagogía, economía...). El análisis a partir de una perspectiva económica surgió como respuesta a la preocupación acerca de la existencia simultánea de costes crecientes en la educación e incremento de los fracasos escolares, siendo el informe **Coleman (1966)** el desencadenante de numerosos trabajos en el mismo sentido a raíz de la polémica que sus conclusiones provocaron[64] (**Hanushek (1981:19 y 22)**).

Las investigaciones económicas en este campo se basaron en concebir a los centros de enseñanza como unidades productivas en las que se utilizaban unos recursos para obtener un producto.

Al mismo tiempo, emplearon como principal instrumento de análisis a los modelos de regresión lineal o, en menor medida, de análisis de la varianza (véase cuadro 2.5 en el anexo de este capítulo) y sus planteamientos eran eminentemente pragmáticos en lo relacionado con la tarea de identificar y cuantificar variables relevantes. Además, su objetivo se basaba en tratar de lograr una mejor utilización de las medidas de política económico-educativa para obtener mayores niveles de eficiencia.

Frente a ello, en los años 80 surge una nueva vertiente investigadora que centra su atención en conocer las características de las escuelas eficaces entendiendo como tales a aquéllas en las que los alumnos obtienen buenos resultados (**Castejón (1996:93)**). La diferencia básicamente radicó en considerar a las instituciones educativas como organismos complejos que no eran meramente la unión de diferentes elementos asilados, sino la conjunción de medios e individuos interactuando entre sí y creando un contexto particular que llevara a fomentar el aprendizaje. Así, **Willms y Cuttance (1981:290-1)**, por ejemplo, efectuaron un análisis de un grupo de 15 escuelas escocesas de secundaria con

[64] Básicamente, los logros de los discentes tenían poco que ver con los medios que existían a su disposición o con los programas de enseñanza que se empleaban.

datos de 1977 cuya orientación se acercó al segundo de los enfoques (si bien, como otros casos paradigmáticos de la misma cabría resaltar a **McLaughlin (1978)** o **Bidwell y Kasarda (1980)**).

El modo de estudio de este tipo de trabajos se basó en la observación y en las entrevistas a profesores y alumnos de los centros que destacaran. El objetivo era obtener la información adecuada del entorno social, económico y educativo del alumno para realizar estimaciones de resultados que, posteriormente, se compararían con la realidad con el propósito de obtener conclusiones.

Sin embargo, el punto principal en que se criticó este modo de proceder residió en la dificultad de realizar una generalización de las conclusiones logradas a partir de los resultados (**Purkey y Smith (1983:440)**). Ante ello, surgió un nuevo enfoque a raíz de la propuesta de **Chubb y Moe (1990)** para quienes, en última instancia, el hecho de que una unidad educativa destaque se basa en el marco institucional que la afecta.

A la vista de esta trayectoria, la conclusión que cabría obtener sería que existiría un conjunto amplio de factores influyentes sobre el rendimiento del alumnado (algunos incluso trascenderían los límites físicos de las unidades educativas) que debe ser considerado dentro de un contexto de relaciones personales e institucionales que configuran a cada unidad docente como un grupo con características propias. En cualquier caso, el claro carácter empírico de la investigación económica en el sector educativo (**Hanushek (1986:1142)**), derivado de la ausencia de modelos válidos acerca del aprendizaje humano (**Averch et al. (1974:21)** y **Mancebón (1996b:198)**), obliga a tratar de identificar ese conjunto amplio de recursos educativos a partir de un enfoque pragmático. Para ello, parece lógico comenzar con la descripción de las características de los insumos. Una primera aproximación a los mismos puede realizarse a partir de su grado de control por parte del equipo directivo de los centros. De esta forma, se diferenciaría entre inputs controlables (o discrecionales) y no controlables (no discrecionales o fijos). Los primeros estarían constituidos por los insumos directamente relacionados con la corporación educativa, mientras que los segundos englobarían a aquellos factores que las direcciones de los centros deben tomar como dados.

Estos últimos, los no controlables, pueden tener diferentes procedencias ya que sus orígenes pueden basarse en las características del propio alumno, en las de su entorno familiar o en las del grupo de compañeros con los que habitualmente se relaciona.

Otra propiedad de los inputs es la dificultad intrínseca que generan al tratar de modificar su relación de transformación en tanto que, al hacerlo, no es sencillo estimar las consecuencias sobre el modo de producción educativo. Ello se basa en el hecho de que los factores clave son personas (estudiantes y maestros) y su comportamiento es complicado de prever ante cambios en los métodos de educación. Adicionalmente, ha de resaltarse una cuestión que también afectaba a los outputs: la peculiaridad del aprendizaje. Cada individuo aprende de un modo diferente y ello supone que inputs y outputs que pueden resultar ser positivos para la educación de algunos estudiantes no lo sean para otros **(Averch et al. (1974:52)**).

Una cualidad adicional a señalar acerca de las variables que influyen sobre la producción escolar es la dependencia que sus efectos poseen de la variable tiempo ya que la cantidad del mismo que el discente dedique a aumentar sus conocimientos y formación incide directamente sobre los mismos.

Cabe señalar también la existencia de un doble sentido en la influencia entre algunos insumos y productos de la enseñanza (**(Escudero 1980:95)**). Así, se puede observar que, en ocasiones existe una cierta retroalimentación entre variables. Por ejemplo, unas buenas calificaciones (output) afectarían positivamente a la autoestima del alumno (input) y viceversa. Esto introduce la necesidad de diferenciar y justificar el papel de cada variable que se introduzca en el análisis.

Otra característica peculiar de los inputs se fundamente en una cualidad del proceso de aprendizaje humano que también afecta a los outputs: la acumulatividad. Debido a la misma, puede observarse cómo los antecedentes académicos de los discentes constituyen un input de los futuros niveles de conocimiento (**(De la Orden (1985:273)**).

Finalmente, otra característica de los inputs que también es atribuible a los outputs es la intangibilidad, lo cual ocasiona, de nuevo, el mismo tipo de dificultad que con los productos.

Una vez vistas las características que delimitarían los conceptos de inputs, se trataría ahora de concretar las definiciones de los mismos que se usarán y las variables que pueden cuantificarlos.

Dada la carencia de una teoría sobre el aprendizaje aceptada por la comunidad científica, la base teórica adoptada para llevar a cabo el desarrollo empírico posterior ha de fundamentarse en lo establecido en trabajos anteriores que también hubiesen realizado la evaluación de eficiencia.

Sobre la base de lo establecido en esos trabajos[65] cabe diferenciar cuatro tipo de recursos diferentes:

- inputs escolares
- características personales del alumno
- peculiaridades de su entorno familiar
- cualidades de sus compañeros

Al margen de que éstos hayan sido los tipos de recursos utilizados, en general, se relacionó la educación formal del alumno en un momento dado con el efecto individual y aislado de cada uno de los tipos de variables mencionados[66]. No obstante, este tipo de planteamiento deja sin resolver cuestiones vinculadas con la acumulatividad del conocimiento, la consideración de la unidad básica de análisis y la disponibilidad de información pertinente.

De este forma, en primer lugar, respecto a la disponibilidad de información, cabe mencionar que ha existido la obligación de utilizar variables aproximativas al igual que

[65] Véanse cuadros 2.4.6 y 2.5.

[66] A esta misma conclusión llega **Mancebón (1996b:209)**

ocurría con los outputs. En segundo lugar, en relación con la acumulatividad y su no introducción en la especificación de los modelos, la alternativa adoptada fue la consideración de la variación del nivel de educación del discente durante el período de análisis y la inclusión de otros factores pasados que pudieran influir. Además, en general, se han considerado retrasos de estas variables de un período como máximo, en tanto que retroceder más exigiría poder disponer de un tipo determinado de información que casi nunca es obtenible. Finalmente, la unidad de análisis utilizada ampliamente en los trabajos empíricos fue el centro docente o área escolar en contraposición al estudiante. Este planteamiento ha estado motivado por dos causas:

- la mayor o única disponibilidad de información para centros o áreas frente al individuo

- el interés de mejorar el rendimiento de un conjunto de alumnos más que el de discentes en particular.

En definitiva, el planteamiento inicial acerca de la función de producción educativa se desdibuja a medida que, desde el marco teórico, se pasa al real.

Habiendo observado la necesidad de flexibilidad al tener que adaptar la teoría al planteamiento empírico, se trataría ahora de proceder a identificar variables operativas que pudieran desempeñar el papel de recursos.

Dentro de los factores que influirían en la educación y cuya procedencia residiría en las características del propio alumno, pueden destacarse (**Escudero (1980:80-1)**):

- su aptitud
- la madurez académica
- su motivación
- su personalidad.

La aptitud parece ser un factor que posee menor influencia a medida que se avanza en los niveles educativos dando paso así a la mayor importancia de otros factores como la madurez (**Escudero (1980:88)**).

Por su parte, la madurez es definida por **Escudero (1980:89)** como la habilidad de captar información, asimilarla y procesarla mentalmente. Para evaluarla, el autor propone (**Escudero (1995)** utilizar el expediente académico. No obstante, se opina que, aún así, esta medida mediante el expediente incorporaría la dificultad de no considerar las distintas formas de evaluación de cada grupo de profesores con lo que las comparaciones encaminadas a la evaluación de eficiencia de instituciones docentes podrían quedar sesgadas. En este sentido, parecería más oportuno escoger otro tipo de variables aproximativas que pudieran reflejar una medida de esa madurez, lo cual puede respaldarse con el hecho de que el autor (**Escudero (1980:89)**) rechaza inicialmente el expediente como variable de madurez por no centrar aquél toda su atención en el razonamiento e incluir también la memorización.

Respecto a la motivación, otra de las variables mencionadas que influirían sobre el nivel educativo, cabe señalar que habitualmente ha sido medida por el nivel socioeconómico de la unidad familiar, sobre todo en su faceta cultural.

Finalmente, en lo referente a la personalidad del alumno existe un rasgo a resaltar sobre los demás: la autoestima o autoconcepto **(Escudero (1980:97-9)**), si bien posee, como ya se anticipó, un efecto de retroalimentación con el rendimiento (a mayor autoestima mayor rendimiento y viceversa).

En todo caso, en un gran porcentaje de estudios (véanse cuadros 2.4.6 y 2.5 –éste último en el anexo de este capítulo -) se han incluido medidas de los aspectos personales de los alumnos. Entre ellas destacan las variables de índole socioeconómico y el nivel de capital humano (tal y como se recoge en el comentario del cuadro 2.5 en el anexo del presente capítulo).

Un segundo tipo de variables que se identificó como influyentes en el output docente fue el contexto familiar.

En los trabajos empíricos se ha tenido en cuenta, casi continuamente, este tipo de variables sobre la base de que el entorno familiar condiciona el marco en el que el alumno lleva a cabo su actividad privada de aprendizaje así como su predisposición y aptitud hacia el mismo. Por tanto su influencia sería tanto indirecta como directa.

Hanushek (1971:281) resalta el efecto de la familia sobre el alumno por medio de tres vías:

- la existencia de medios económicos y culturales adecuados en el hogar
- actitud familiar
- implicación directa de la familia en la educación

todo lo cual puede sintetizarse en dos factores:

- nivel económico
- nivel cultural

los cuales, en la práctica, pueden condensarse en índices socioeconómicos derivados de factores como el nivel de formación de los padres, su profesión, existencia de hermanos mayores con estudios superiores, las aspiraciones de los progenitores acerca del nivel de formación de sus vástagos... ya que el empleo de medidas más directas (número de horas que los padres pasan con sus hijos, bienes materiales en el hogar...) requerirían métodos de obtención de información que podrían invadir la intimidad de las personas.

En relación con los inputs escolares, aquéllos que englobaban los medios que las corporaciones de enseñanza ponían directamente a disposición del alumnado para su formación, cabe decir que, en general, tácitamente o explícitamente, han sido clasificados en dos grupos:

- cualidades del profesorado
- condiciones del centro docente

Del profesorado cabe mencionar que su influencia ha sido contrastada como significativamente positiva mediante procedimientos de regresión lineal en un porcentaje amplio de estudios (ver cuadros 2.46 y 2.5 – éste último en el anexo de éste capítulo -). No obstante, no ha existido tanto acuerdo a la hora de decidir los factores que más resaltaban de dicho colectivo al tener que definir el concepto de buen profesor. A grandes rasgos se han diferenciado dos bloques:

- cualidades personales
- cualidades didácticas

Dentro de las personales se recogen aquéllas que afectan al entorno individual del profesorado: tipo de contrato, nivel salarial, posibilidades de ascenso, experiencia, motivación, nivel de formación, capacidad verbal...

Por su parte, dentro de las cualidades didácticas se han contemplado variables como: el tiempo dedicado a cada alumno o el número de asignaturas impartidas.

En cualquier caso, las variables contempladas con más frecuencia y con relación estadística significativa fueron: la experiencia del docente, su nivel de formación, el salario del profesorado, el tamaño de las clases, la actitud de los docentes, sus aspiraciones profesionales y sus expectativas respecto a sus alumnos.

La principal conclusión que cabe extraer es que las cualidades docentes son factores de difícil cuantificación y los estudios empíricos realizados han optado por emplear variables aproximativas y mensurables. Quizá el motivo de todo ello radique, en el hecho de que la labor del docente sobre el aprendizaje del alumno se lleva a cabo en el aula. Ello implica que las decisiones sobre la utilización de los recursos dependen tanto de su buen juicio como de los problemas que se le presenten y, por tanto, de la delimitación e identificación de las características apropiadas del profesorado no sería tarea sencilla debido a la existencia de interferencias del tipo mencionado.

Otras variables que también se han contemplado en trabajos sobre el tema en cuestión han sido: los gastos de los centros (excluyendo los salarios de los docentes), los

materiales didácticos a disposición de los alumnos en cada unidad de enseñanza, la antigüedad del edificio y el número de alumnos que asiste a cada escuela, principalmente.

En todo caso, tal y como resalta **Mancebón (1996b:249)**, no parece que en dichos trabajos aparezca demasiada significatividad estadística de estas variables sobre el rendimiento académico de los alumnos, lo cual debe ser interpretado con cuidado ya que, tal y como advierte **Hanushek (1986:1162-3)**, podrían haber existido problemas con la información utilizada (sesgos estadísticos, multicolinealidad...). Además, parece que los resultados de **Hedges et al. (1996:79-80)** apoyan la idea de la existencia de relación entre los medios de los centros sobre el resultado de los alumnos. De cualquier modo, por tanto, la conclusión acerca de la conveniencia o no de considerar los inputs escolares como determinantes del rendimiento académico sería dudosa.

No obstante, cualquier análisis de eficiencia trata de identificar aquellas unidades que obtienen mejores resultados con una dotación inicial de recursos (en una orientación al output) y, así, lo interesante es conocer en qué medida el equipo directivo de un centro logra una gestión adecuada de los recursos de los que dispone, o sea, los inputs escolares. Ello no es óbice para que, con posterioridad, se efectúe un estudio cualitativo en el que se indague acerca de los elementos destacados en la línea interpretativa de las escuelas eficaces (contexto del centro, relaciones personales de alumnos y profesores...).

Finalmente, el último grupo de variables destacadas como determinantes teóricas del output docente es el relacionado con las características de los individuos con los que se relaciona el alumno en el contexto escolar. Como puede observarse en el cuadro 2.5 del anexo, las magnitudes más habituales al respecto han sido las ligadas al nivel académico del alumno o su entorno cultural o socioeconómico.

A la vista de lo comentado hasta el momento sobre los recursos, las variables que se seleccionaron como conceptos mensurables de los inputs y, por tanto, definiciones susceptibles de ser empleadas en un análisis empírico fueron:

Gastos totales de funcionamiento de los centros

Ingresos susceptibles de gestión por parte de los centros

Índice de características socioeconómicas del alumnado de COU de cada centro

Índice de capital humano aportado por el alumnado de cada centro

Número de horas de clase de los profesores que imparten docencia en COU en cada instituto[67].

El primero de los factores mencionados, los gastos de funcionamiento de los centros, es un concepto elegido como determinante de los resultados de los alumnos en función de su amplia utilización en la bibliografía sobre el tema[68] y por su relación con la cantidad de inputs escolares que un centro puede poner a disposición de su alumnado. La concreción de estos gastos se ha realizado mediante la consulta de los mismos en las cuentas anuales de gestión que los centros de secundaria deben presentar al final del ejercicio a la Consejería de Educación y Ciencia de la Comunidad Valenciana. Dichas Cuentas Anuales de Gestión recogen un resumen por partidas preestablecidas de los ingresos y gastos ordinarios de los centros realizados a lo largo del año natural[69]. En el caso particular de los gastos se encuentra una clasificación en ocho epígrafes:

1.Reparación y conservación

1.1.Edificios y otras construcciones
1.2.Maquinaria, instalaciones y utillaje
1.3.Mobiliario y enseres
1.4.Equipos para procesos informáticos

2.Suministros

[67] Contrariamente a lo que la lógica puede llevar a concluir en función de la normativa existente acerca del horario docente en los centros públicos de bachiller, la cantidad de horas docentes por alumno impartida por cada instituto no es exactamente la misma debido a varios motivos. Primero, el número de alumnos no es el mismo en cada nivel educativo de cada centro y, por tanto, los grupos formados tampoco poseen la misma cantidad de estudiantes. En segundo lugar, las horas de clase difieren ligeramente entre las unidades analizadas en función de que el centro juzgara conveniente impartir clases específicas destinadas a la preparación de pruebas concretas del selectivo (como por ejemplo el comentario de texto). En cualquier caso, parece apropiado señalar que las diferencias, aunque existían, no eran elevadas.

[68] Véase capítulo anterior.

[69] En el caso que se trata de analizar serían los gastos e ingresos de 1997 y 1998.

3.Transportes y comunicaciones
4.Trabajos realizados por otras empresas
5.Material de oficina
6.Mobiliario y equipo
7.Dietas y locomoción
8.Gastos diversos.

A su vez, cada uno de estos tipos de gastos se reflejaría en una Cuenta de gestión diferente en función de la procedencia de los recursos utilizados para su pago. Así, si los fondos proceden de la Consejería de Cultura, Educación y Ciencia, los gastos se recogen en la Cuenta de Gestión-Estado letra A y si los gastos son cubiertos con dinero obtenido por el centro de cualquier otra procedencia su importe es recogido en la Cuenta Anual de Gestión-letra B. Asimismo, existe otra Cuenta Anual de Gestión, la letra C, que resume la información aportada por las dos anteriores.

En el primer apartado de gastos, Reparación y conservación de bienes, se incluyen las cuantías referentes a mantenimiento, reparación y conservación (se excluyen por tanto las ampliaciones y/o mejoras) de bienes, muebles o no, que pertenezcan al centro bajo cualquier tipo de modalidad de posesión (propiedad, arrendamiento o cualquier otra). Como requisito adicional la Consejería de Cultura, Educación y Ciencia establece que el mantenimiento debe correr a cargo del presupuesto que asigna a cada centro de Bachillerato o de Educación Secundaria[70], que queden cubiertas las necesidades que permitan el normal funcionamiento del instituto y que estos gastos posean un límite máximo anual dado por la asignación a cada unidad escolar[71] del centro de 100.000 pesetas, teniendo en todo caso un máximo de 1.500.000 pesetas[72]. Dicho tope podrá ser superado en 250.000 pesetas si se compra material de equipamiento escolar con fondos propios del centro o bien si el número total de alumnos matriculados

[70] La orden de 18 de mayo de 1995 del DOGV también menciona otro tipo de centros que no se recogen aquí por no ser de interés para la investigación.

[71] Entendiendo como tal a cada grupo de 30 alumnos que exista en el centro en cuestión, cuando el mismo no tenga prefijado el número de unidades.

[72] En caso de no estar fijado el número de unidades escolares se estimará dividiendo el número de alumnos totales del centro por treinta.

en el centro excede los 1.500. En este último caso el importe podría ascender hasta 3.000.000 de pesetas (**DOGV (1995:8783)**).

El segundo apartado de gastos comprende aquéllos realizados en gas, electricidad, combustible para calefacción, vestuario, productos alimenticios y farmacéuticos, productos de limpieza, material docente, cultural o recreativo y aquellos suministros no incluidos en los demás grupos de gastos.

El tercer epígrafe incluye los gastos de transporte de cualquier clase excepto personas, así como los gastos de teléfono, correos, telégrafo o cualquier otro tipo de medio de comunicación no privado.

El cuarto concepto, gastos realizados por otros, engloba los servicios realizados por empresas y los trabajos concretos efectuados por personas físicas con suficiente capacidad técnica o científica para llevarlos a cabo y que cumplan las exigencias legales referentes a Seguridad Social y Hacienda Pública (limpieza, desinfección, desinsectación, vigilancia, seguros, mensajería, transporte de alumnos para actividades extraescolares, informes técnicos, conferencias, trabajos de imprenta, etc.).

En quinto lugar se consideran los gastos en material de oficina que abarcan las adquisiciones de material administrativo fungible y no fungible pero controlable (ejemplos de éste último: grapadoras, papeleras, tijeras, sellos de caucho...). Además también se consideran en el epígrafe quinto el consumo o encuadernación de prensa, revistas y libros, fotocopias hechas por empresas ajenas al centro, material informático o máquinas de escribir o fotocopiar.

El sexto título es el referido al mobiliario y equipo. En éste se incluyen los gastos en mobiliario y equipo escolar inventariables no considerados en programas centralizados de inversiones.

El título séptimo engloba los gastos en dietas y locomoción que el centro abona a su personal en función de lo establecido legalmente.

Finalmente, el octavo epígrafe se titula gastos diversos e incluye toda clase de gastos no tomada en cuenta en las anteriores partidas.

En cualquier caso, tal y como se ha esbozado anteriormente, las Cuentas de Gestión son una síntesis de las operaciones contables del centro a lo largo del año natural y, por tanto, presentan dos peculiaridades. En primer lugar, el período temporal que consideran abarca desde el uno de enero hasta el treinta y uno de diciembre, lo cual no se corresponde con el período escolar en COU (principios de octubre a principios de junio). En segundo lugar, el hecho de ser una síntesis, impide que pueda conocerse al detalle la actividad del centro. La consulta del Libro de la Cuenta de Gestión, que es de obligada utilización como medio de instrumentación contable en los centros, permitiría conocer completamente qué tipo de gastos (e ingresos) se han ido realizando, en qué fecha, en qué concepto se incluyó, qué código se le asignó y cuál fue la naturaleza de su procedencia (propia o Consejería de Cultura, Educación y Ciencia). Por tanto, su consulta ampliaría la información de las Cuentas de Gestión y enriquecería las conclusiones de cualquier análisis. Además también posibilitaría el poder determinar de modo exacto las fechas de las diferentes operaciones administrativas y eliminar así la carencia de correlación temporal entre el año académico y el contable. Por ello se rogó encarecidamente a los diferentes centros que permitieran consultar su contabilidad desagregada. Sin embargo, salvo excepciones, la respuesta fue el silencio o la negativa explícita. De hecho, las Cuentas Anuales de Gestión, a pesar de haber sido también solicitadas a los institutos, fueron facilitadas por la Delegación Territorial de Alicante de la Consejería de Cultura, Educación y Ciencia. Desgraciadamente, el Libro de la Cuenta de gestión no es de obligada presentación anual a la Delegación de la Consejería por lo que no fue posible su consulta.

De todas formas, los apuntes de las Cuentas de Gestión proporcionan datos lo suficientemente desagregados sobre los gastos (e ingresos) de funcionamiento como para obtener conclusiones relevantes en la práctica, incluso a pesar de que la ausencia de fechas en las mismas lleve a tener que utilizar el coste medio como estimación del gasto mensual de funcionamiento de los centros durante el año académico.

El nivel de desagregación mencionado y descrito con anterioridad da la posibilidad de enjuiciar qué gastos son los que podrían ser susceptibles de eliminar como condicionantes de los resultados académicos del alumnado. En concreto, parece razonable pensar que los gastos de conservación y reparación no deberían tenerse en cuenta en el contexto de los análisis de eficiencia relativa en tanto que dependen principalmente de la antigüedad del edificio del centro. Su omisión del monto total de la cifra de gastos podría ser un medio apropiado de tener en cuenta la edad de los edificios como factor condicionante de la gestión de los centros[73].

El segundo tipo de variables que se han mencionado anteriormente como inputs mensurables del proceso docente ha sido el ingreso susceptible de gestión por parte de los centros. En principio cabe aclarar que los ingresos obtenidos por los institutos proceden de dos fuentes alternativas: Consejería de Cultura, Educación y Ciencia y gestiones propias. Los primeros vienen recogidos en la letra A de las Cuentas Anuales de Gestión y los segundos en la letra B. Mientras que éstos últimos, por ser obtenidos por la propia gestión del centro, pueden ser administrados con libertad, los primeros son concedidos en función de las **necesidades** estimadas que la Consejería realiza para cada instituto, con lo cual el grado de discrecionalidad de la asignación de fondos percibidos en la letra A disminuye considerablemente. Para aclarar más esta situación antes es necesario explicar el procedimiento de distribución de fondos de la Consejería[74]. Éste se basa en la existencia de unos módulos que poseen estipulada la cantidad de dinero que deben asignar a cada unidad del concepto al que se refieran y que fueron creados para proporcionar financiación de modo específico a determinadas necesidades de los centros de enseñanza pública no universitaria[75]. El sistema modular está estructurado en conceptos, módulos, unidades e importes que cada año, para el caso particular que atañe a esta tesis, la Dirección General de Centros Docentes comunica a los directores de los institutos públicos de la provincia de Alicante. Cada concepto recoge el destino al que corresponde la aportación presupuestaria que le es asignada, los módulos recogen el

[73] Tal y como contemplan varios trabajos acerca de la producción educativa comentados en el capítulo uno.

[74] La explicación dada a continuación ha sido obtenida como fruto de conversaciones telefónicas con personal de la Consejería de Cultura, Educación y Ciencia en Valencia y de consulta autorizada de correspondencia de dicha Consejería a los institutos.

[75] La estructura y cuantía de los mismos fueron obtenidas de una carta enviada por la Directora General de Centros Docentes al Director de un instituto de la provincia de Alicante.

monto asignado a cada unidad del concepto en cuestión y el importe es el resultado de multiplicar el módulo por el número de unidades que el centro posee dentro de cada concepto. Los epígrafes asignados a conceptos son:

Cuota, Altura, Distancia, Superficie, Jardines, Alumnos totales, VP, VP >250, Nocturnos, Nocturnos >250, ESO 3º y 4º, FP1A, FP1I, M2A, M2I, CMA, CMI, FP2A, FP2I, M3A, M3I, CSA, CSI, Grupos LOGSE, PCE, Otros1, Otros2, CPT, PTA.

La Cuota es el concepto que incluye una cantidad asignada a cada centro bajo el supuesto de ser aquélla que un instituto necesitaría para subsistir en el caso hipotético de no realizar ninguna actividad. De hecho a cada uno de los institutos se les asigna la misma cifra.

La Altura trata de recoger el gasto adicional que cada centro debe realizar en calefacción debido a su ubicación geográfica sobre el nivel del mar.

La Superficie hace referencia a la extensión física del centro. Se persigue reconducir más fondos hacia los institutos con mayor área en tanto que el mantenimiento es directamente proporcional a la misma.

En el concepto de Distancia se imputan las aportaciones presupuestarias que la Consejería estime necesarias como consecuencia de la distancia del instituto a la capital de provincia bajo la justificación de los gastos que la dirección de cada unidad debe realizar por su desplazamiento a reuniones.

En Jardines está incluido lo que la Consejería aporta para el mantenimiento de los mismos.

El título de Alumnos totales comprende las aportaciones realizadas a los centros en concepto del gasto estimado adicional que cada alumno puede necesitar para realizar sus actividades habituales en el curso.

VP significa vespertinos y recoge el gasto adicional que el centro recibe por cada alumno en turno de tarde. Asimismo, VP>250 sería el monto asignado por cada alumno en turno de tarde que sobrepase los 250.

NT es la notación utilizada para el concepto que recoge lo destinado al centro en función de cada alumno de turno nocturno y, de modo similar al caso anterior, NT>250 representaría el mismo concepto que NT pero para el conjunto de alumnos que exceda los 250.

ESO34 es el concepto por el cual los centros obtienen aportación presupuestaria sobre la base de la existencia de tercero y cuarto de ESO.

FP1A hace referencia a la financiación de líneas de primer ciclo de formación profesional de la rama administrativa y FP2A lo mismo para el segundo ciclo.

FP1I y FP2I son conceptos similares a los anteriores teniendo en cuenta que la única diferencia es que van referidos a la rama de industrial.

M2A es el destino de los fondos suministrados por la Consejería para el módulo segundo de la rama de administrativo y M2I lo mismo pero para la rama de industrial. A su vez M3A y M3I serían conceptos análogos referidos al módulo tercero.

CMA y CMI son conceptos dedicados a los ciclos medios de administrativo e industrial.

CSA es el epígrafe destinado al ciclo superior administrativo y CSI el dedicado al mismo ciclo en industrial.

Grupos LOGSE engloba la financiación que el instituto percibe por cada grupo de bachiller LOGSE que haya implementado.

PCE es el complemento que percibe el centro para la dirección que es variable en función del número de alumnos.

Otros1 es una partida de ajuste cuya finalidad es cuadrar variaciones que existan de un cuatrimestre a otro.

PTA tiene también una finalidad de ajuste y es la abreviatura de pesetas.

Finalmente, CPT es un complemento que percibe el centro por cualquier variación del alumnado por situaciones atípicas.

En definitiva, se aprecia que los fondos distribuidos por la Consejería a cada centro están sujetos a un escaso margen de maniobra debido a la elevada especificación del destino de los mismos. De hecho, los únicos epígrafes que podrían ser utilizados por la dirección de las DMUs para recanalizar fondos hacia necesidades de los propios alumnos diferentes a las estipuladas por los módulos de modo concreto y particular son la cuota y alumnos totales (añadiendo los títulos de vespertino y nocturno en caso de que el centro imparta docencia en esos turnos y prorrateando debidamente los importes para considerar sólo el alumnado de COU). La primera, por su amplitud de definición, da la posibilidad a los centros de gestionar unos fondos de modo que beneficie a su alumnado de forma óptima y, la segunda, es evidente que redunda en la satisfacción de necesidades docentes del alumnado.

No obstante, se puede apreciar que existiría una alternativa a la consideración de los gastos efectivos de funcionamiento de los centros como input del proceso docente para evaluar su eficiencia relativa. En particular, la idea se centraría en la alternativa de fijar la atención en los recursos totales que obtuviesen las unidades para destinar a la formación de cada alumno de COU cuyo método de cómputo viene recogido en el apéndice de este capítulo (ver punto 2.5.1 del anexo) y cuyo objetivo es recoger la parte de los fondos que en cada centro estaría destinada a la formación de los alumnos matriculados en COU. Es decir, la segunda de las variables elegidas como definiciones operativas de los recursos productivos de los centros docentes señalados con anterioridad.

En suma se ha tratado de agregar la parte de los inputs monetarios por módulos correspondiente a los alumnos de COU (cuota y asignaciones por monto de alumnos totales, vespertinos y nocturnos prorrateadas), la porción relacionada con los recursos financieros propios del centro (saldo inicial e ingresos de la letra B distribuidas proporcionalmente) y la cantidad atribuible al remanente de años anteriores de las asignaciones presupuestarias de la Consejería (saldo inicial letra A también repartido). Finalmente, como se anticipó, se ha extraído el gasto correspondiente a reparaciones y conservación debidamente ajustado para evitar pérdidas de homogeneidad por causa de las diferencias en la antigüedad de las instalaciones de cada instituto.

Con la consideración de los inputs pecuniarios ajustados, en vez de los gastos, se pretendería ser coherente con la hipótesis de no prestar atención a lo que meramente se utilizó para efectuar los gastos efectivos del período escolar, sino incluir también los fondos que cada instituto conserva como remanente para afrontar imprevistos propios de cualquier tipo de actividad productiva (previsiones).

El tercer tipo de variables mencionadas como inputs mensurables del proceso educativo de los centros docentes es el denominado índice de características socioeconómicas del alumnado de cada centro. Éste recoge las particularidades de los discentes de cada centro que, con anterioridad en este mismo epígrafe, se identificaron como determinantes en su rendimiento.

Asimismo, en cuarto lugar, también se toma en cuenta información referente al nivel de capital humano existente entre el alumnado. El tener en cuenta este tipo de característica de los estudiantes es debido a la necesidad de homogeneizar condiciones iniciales de comparación que eviten catalogar a un centro como eficiente (ineficiente) cuando no lo es ya que, como se pone de manifiesto en el capítulo anterior, unos alumnos con mejor (peor) capacidad intelectual obtendrán mejores (peores) resultados académicos en unas pruebas de acceso bajo las mismas circunstancias pedagógicas y administrativas de un centro.

Los valores de estas dos últimas variables se basan en las respuestas proporcionadas por los alumnos al cuestionario que se recoge en el anexo y en su

explotación mediante análisis factorial (ver capítulo siguiente para la explicación exhaustiva de dicha explotación).

Esta encuesta fue facilitada personalmente a los directores de centro y/o jefes de estudio de cada instituto de Enseñanza Secundaria de la provincia de Alicante que durante el curso 1997/98 impartiera clases de COU para que los estudiantes pudieran contestarla de modo voluntario[76]. El cuestionario constó de 26 preguntas tipo test relacionadas con las características socioeconómicas de la unidad familiar del alumno y sus posibilidades académicas[77]. Aparte de los motivos aducidos con anterioridad en este mismo capítulo acerca de la influencia de este tipo de variables sobre los outputs docentes y de la amplia utilización de los mismos en trabajos empíricos (cuadro 2.5), se podrían añadir las conclusiones de **San Segundo (1998:82 y 100)** referente a la persistencia de desigualdades de oportunidades en el sistema educativo español debido a motivos relacionados con el nivel socioeconómico de los alumnos o incluso la opinión de autores como **Vanhorn (1997:viii y 170-71)** que respaldan la utilización de variables de índole cualitativa en tanto que reconocen su posibilidad de influencia en los resultados académicos.

Las tres primeras tienen como objetivo ser introductorias y están dedicadas a conocer la edad del estudiante, su sexo y la especialidad de BUP elegida. Las cuatro cuestiones siguientes (4 a 7) persiguen obtener información acerca de la calidad académica del alumnado de cada centro. De la 8 a la 12 se pregunta al discente acerca del grado de interés que posee en la consecución del éxito en sus estudios y en la intención de cursar estudios superiores. Desde la 13 a la 20 se incluyen cuestiones sobre el nivel económico de los padres y de la 21 a la 24 se estructuraron preguntas sobre la formación académica de los mismos y de los hermanos mayores de los alumnos.

[76] Pese a que previamente se explicaba a la dirección de cada centro que el objetivo era poder conocer qué variables podrían ayudar a que los estudiantes obtuvieran mejores calificaciones en las pruebas de selectividad, ciertos institutos se negaron a permitir que se realizara la encuesta. Esto unido a otras circunstancias - tales como que otros centros la extraviaran o la traspapelaran - explica que del total de institutos de la provincia sólo 44 hayan sido utilizados para realizar el análisis. Por su parte, el que el porcentaje de respuestas haya sido el 52.1 por cien puede achacarse al carácter voluntario de la contestación, a las bajas experimentadas por los centros a lo largo del curso por parte de alumnos que estiman improbable su aprobado en selectividad y al modo en que en algunos centros se facilitó la posibilidad de contestar - recreos, horas de salida, cambios de clase...-.

[77] La explotación de dicha encuesta se realiza en el capítulo siguiente.

Finalmente, se incluyeron dos cuestiones acerca del grado de satisfacción del alumnado con respecto al centro y a su profesorado.

Del primer grupo de preguntas (1 a 3) se extrajeron datos orientativos acerca de la trayectoria académica relacionados con la posibilidad de que no habiendo repetido curso en el bachiller el estudiante hubiera repetido curso en EGB lo cual, a su vez, es orientativo de su capacidad de rendimiento académico.

El segundo grupo de cuestiones (4 a 7) trata de extraer conclusiones sobre la calidad académica del alumnado en el sentido de que se considere mejor capacitado para superar una prueba de selectividad a aquel estudiante con mejores calificaciones medias, que haya ido aprobando en junio y que no haya repetido curso nunca.

Un tercer grupo es el constituido por los ítems 8 a 12 que poseen por finalidad extraer conclusiones acerca del grado de interés del estudiante por su formación académica en tanto que el mismo repercute de modo directo en el rendimiento académico del discente. Así un mayor interés por asistir a clase, una mayor dedicación a sus tareas escolares diarias, disfrutar de una beca, asistir a clases particulares o desear obtener una formación superior son características que facultan a un alumno a mejorar sus calificaciones.

En cuarto lugar las cuestiones 13 a 20 incluyen interrogantes acerca de aspectos económicos de la unidad familiar del discente. Se interroga sobre la profesión de los progenitores y de su estado laboral para poder realizar inferencias respecto al nivel de renta y el ambiente de incertidumbre del hogar ya que un mayor nivel de renta y una estabilidad económica mayores favorecen un mayor rendimiento escolar tal y como se argumentó en este mismo capítulo dos con anterioridad.

El quinto grupo de interrogantes (20 a 24) se refiere a las características culturales de los padres y hermanos mayores. El motivo de su consideración obedece a las ideas comentadas en el capítulo segundo acerca de la influencia que el nivel de formación familiar ejerce sobre el ánimo de estudio del alumno así como sobre la mayor posibilidad de existencia de medios materiales que favorezcan su adquisición y comprensión de

conocimientos. Al mismo tiempo un entorno familiar que goce de mayor experiencia y comprensión del proceso de aprendizaje es capaz de proporcionar al alumno una mejor orientación y guía de su trayectoria en el ámbito del mundo académico, lo cual le facilita la posibilidad de aprovechar mejor sus recursos intelectuales.

Por último, las dos preguntas finales (25 y 26) tratan de recoger el nivel de predisposición que los estudiantes presentan ante el hecho del aprendizaje en su centro y con su profesorado. La cuestión sería lograr algún tipo de indicador que pretendiera representar el modo en que el ambiente escolar y el profesorado es asumido por el discente para conocer la medida en que esos dos factores influyen al alumnado de cada centro.

Por otro lado, la encuesta que se ha venido comentando tan sólo se distribuyó en los institutos que impartían COU debido a razones de homogeneidad exigidas por el análisis DEA. El hecho es que dicho modelo evalúa la eficiencia relativa de las unidades comparadas bajo el supuesto de homogeneidad en la utilización de inputs y outputs y, por tanto, ello implica que las unidades comparadas deban generar los mismos productos. La consecuencia inmediata de esto es que los centros comparados debían preparar a sus alumnos para superar las mismas pruebas de acceso a la universidad. De este modo, no parece oportuno considerar la comparación entre centros con COU y centros con segundo de bachiller LOGSE ya que tanto los contenidos de los programas como las asignaturas impartidas difieren sustancialmente entre ambos. Por el mismo motivo es lógico que los institutos de formación profesional no fueran incluidos en la comparación, si bien adicionalmente ocurre que la filosofía de estos centros no es preparar a los alumnos para su ingreso en la universidad sino otorgarles una cualificación apropiada para desempeñar una actividad en el mundo profesional.

Por último, en quinto lugar, también se propuso como definición de input al número de profesores que impartían clases en COU por alumno matriculado en dicho curso en cada centro. La información pertinente fue obtenida mediante entrevista personal con los jefes de estudio y/o directores de cada centro debido a la no disponibilidad de la misma ni en publicaciones ni en las bases de datos de la Consejería de Educación, Cultura y Ciencia. Su introducción como input responde tanto a su amplia utilización en estudios de

los factores influyentes sobre el rendimiento académico como a su evidente relación con la categoría de inputs escolares cuya relación con los outputs docentes se ha discutido. No obstante, se pensó que parecía más razonable introducir como recurso productivo el número de horas lectivas por alumno de COU. La raíz de esta idea reside en el hecho de que el ratio de profesorado por alumno era seleccionado por estudios anteriores como variable proxy del coste de los inputs docentes de cada unidad educativa. Sin embargo, dado que el profesorado de los institutos no centra su docencia en un solo nivel de estudios, parece acertado pensar que sería más apropiado tener en cuenta el número de horas de clase en COU por cada alumno de dicho nivel[78].

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

2.3 Relaciones entre inputs y outputs

Una vez que se han comentado las variables que constituirían los elementos básicos del proceso educativo, en este epígrafe se persigue conocer la relación que existe entre ellas.

En principio, cabe opinar que, en este contexto, no sería posible hablar de una función de producción educativa, ya que no parece razonable pensar que la relación técnica de producción sea conocida por los directivos de cada unidad y, por otra parte, los inputs y los outputs no son fácilmente mensurables (tal y como opina **Hanushek (1986:1148-9)**). En el mismo sentido se manifiestan **Summers y Wolfe (1977:639)** y **Levin (1974:7-8)**.

Este último autor, de hecho, resalta la cuestión de la imposibilidad de trabajar con funciones de producción cuando se toma como output el aprendizaje cognitivo del discente ya que las instituciones docentes son entidades multiproducto y, por tanto, la generación de otros outputs reduce la cantidad de aprendizaje cognitivo del alumnado. De

[78] Desde este punto de vista, hubiera sido mucho mejor poder incluir el verdadero coste de cada hora de clase recibida por cada alumno de COU. Sin embargo, ello requería conocer el importe del sueldo de cada profesor que impartiera clase en ese curso, lo cual fue imposible (a pesar de haberlo intentado mediante pregunta directa a los docentes) dado el carácter privado de la información.

hecho, cada unidad escolar podría estar utilizando una relación técnica de producción diferente.

Cohn y Millman (1975:25-7) también se manifiestan en el mismo sentido centrando su atención en la carencia de conocimientos de la forma funcional del modo de producción docente, por lo que asumir linealidad podría ser contraproducente.

Por todo ello, parece muy oportuna la idea de delimitar el estudio de eficiencia a centros lo suficientemente homogéneos como para que no puedan inferirse en ellos diferencias significativas que impidan o interfieran el análisis de eficiencia.

En cualquier caso, en todo el proceso comentado, se puede observar cómo las relaciones personales en los centros son los ejes fundamentales del proceso educativo y los medios materiales y normas institucionales sólo son útiles en tanto que logren motivar el ambiente escolar, la piedra angular de la teoría de las escuelas eficaces, tal y como corrobora **Mancebón (1996b:268)**. Por tanto, dada la importancia de esas relaciones entre los recursos humanos del ámbito docente de los centros y del modo de organización de los mismos junto con la no existencia de una función de producción educativa genérica, es lógico pensar que deba imponerse el análisis de eficiencia de unidades docentes con un elevado grado de homogeneidad.

Desde este punto de vista la ideonidad de la técnica de análisis DEA parece obvia dada la gran flexibilidad que la caracteriza, puesto que con ella no es necesario ni el conocimiento de la función de producción ni la imposición de relaciones técnicas de producción fijas. Además, se adapta en un nivel aceptable al análisis de eficiencia de las entidades públicas por la posibilidad de incorporar inputs y outputs multidimensionales así como por la no necesidad de incorporar información sobre precios (tal y como se explicó con detenimiento en el capítulo uno).

2.4 Antecedentes de la utilización del Análisis Envolvente de Datos al sector de la educación secundaria

Una vez comentada la relación entre los inputs y outputs docentes y la conveniencia de la utilización de DEA como método de análisis, en este epígrafe se tratará de efectuar una

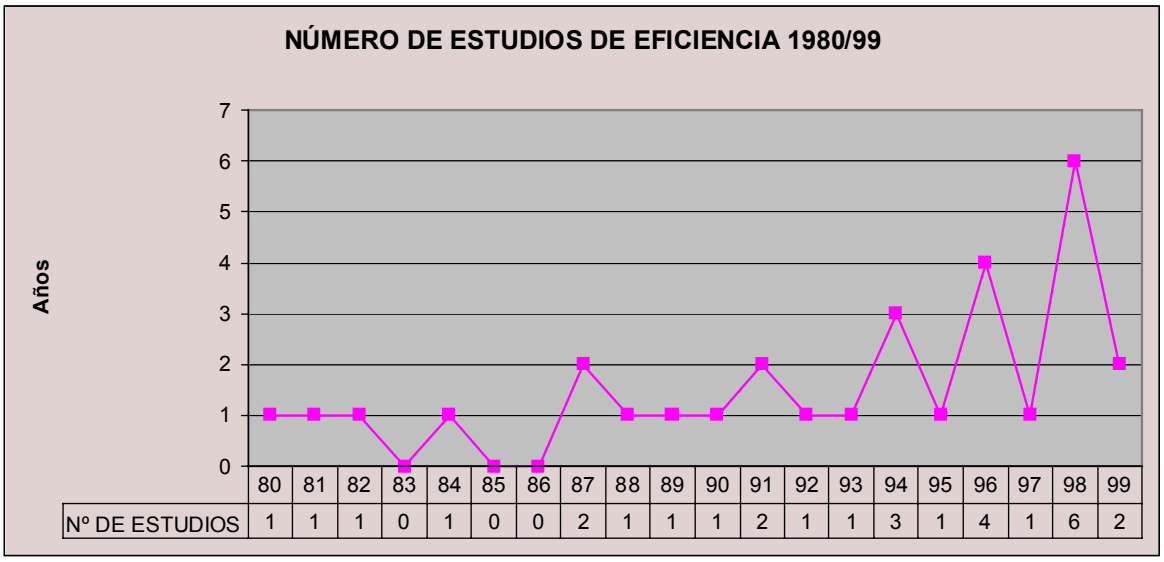
revisión de los trabajos que han analizado la eficiencia del sector de la educación secundaria mediante dicho modelo con el fin poder establecer la tendencia de análisis existente en el momento de llevar a cabo esta investigación, lo cual ayudará a clarificar las vías por las que encauzar la misma. A la vez, se trata de realizar un ejercicio de meta-análisis que contribuya a establecer el estado de la cuestión en lo referente al análisis de la eficiencia de centros de educación secundaria mediante DEA.

En el cuadro 2.4.6 se recogen las principales características de cada uno de los estudios ordenados desde un punto de vista cronológico. De esta forma, aparecen los autores, el número de centros analizados, el número de sus alumnos, el carácter público o privado de los mismos, el área geográfica en la que se ubicaban, la eficiencia media, el número de DMUs eficientes y la descripción de las variables empleadas (inputs y outputs).

Inicialmente, de este repaso de los trabajos dedicados al análisis de eficiencia de la educación secundaria vía DEA cabría resaltar, en primer lugar, 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 cuadro 2.4.1) 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.

Cuadro 2.4.1. Evolución de los estudios de eficiencia que utilizan DEA en educación no universitaria

AÑOS	Nº DE ESTUDIOS
80	1
81	1
82	1
83	0
84	1
85	0
86	0
87	2
88	1
89	1
90	1
91	2
92	1
93	1
94	3
95	1
96	4
97	1
98	6
99	2
Total	30

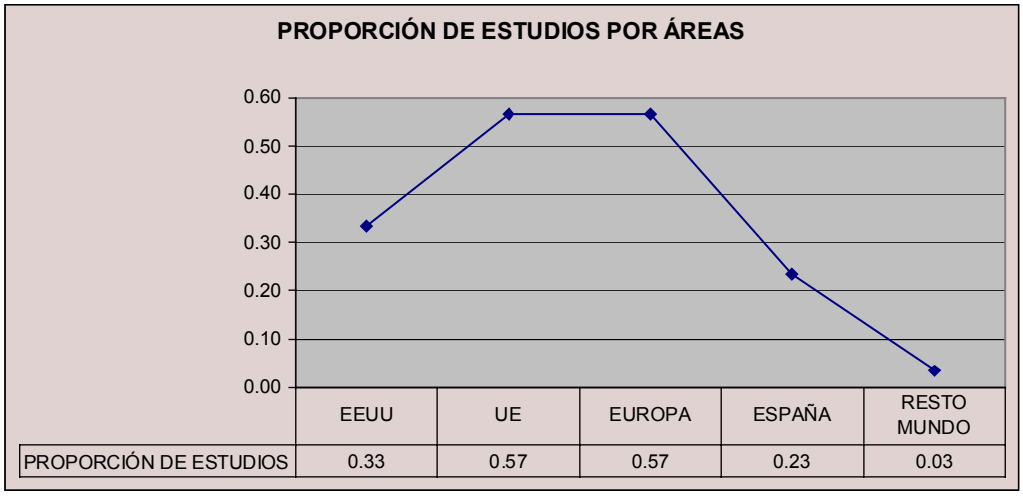


Fuente: Elaboración propia.

En cualquier caso, la representación del monto de trabajos realizados por áreas geográficas (cuadro 2.4.2) 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)**).

Cuadro 2.4.2 Porcentaje de estudios por áreas

TANTO POR UNO DE ESTUDIOS	ÁREAS GEOGRÁFICAS
0.33 0.57	EEUU UE
0.57	EUROPA
0.23	ESPAÑA
0.03	RESTO MUNDO

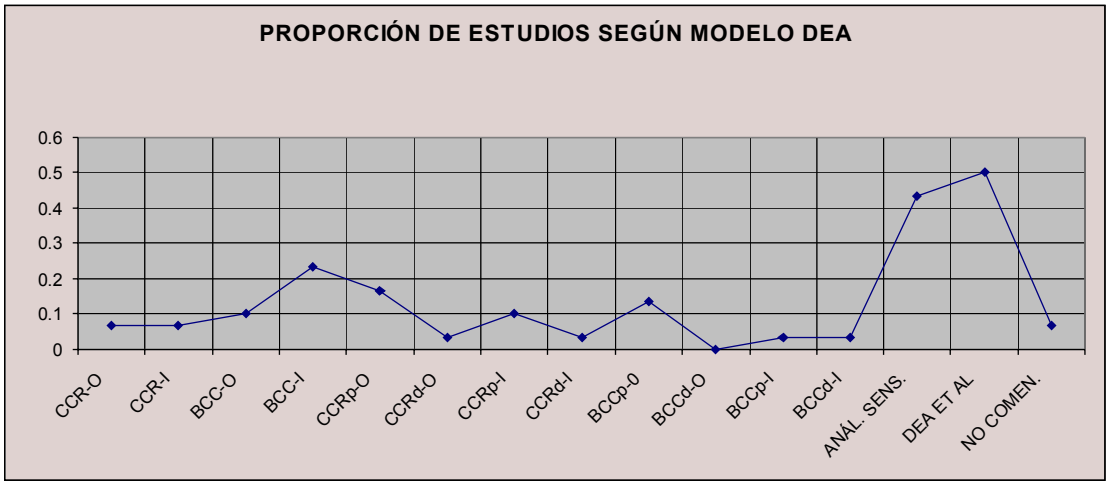


Fuente: Elaboración propia.

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 cuadro 2.4.3). En el mismo cuadro 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.

Cuadro 2.4.3 Porcentaje de estudios según modelo DEA

TANTO POR UNO DE ESTUDIOS	TIPO DE MODELO EMPLEADO
0.066666667	CCR-O
0.066666667	CCR-I
0.1	BCC-O
0.233333333	BCC-I
0.166666667	CCRp-O
0.033333333	CCR_D-O
0.1	CCRp-I
0.033333333	CCR_D-I
0.133333333	BCCp-0
0	BCC_D-O
0.033333333	BCCp-I
0.033333333	BCC_D-I
0.433333333	ANÁL. SENS.
0.5	DEA ET AL
0.066666667	NO COMEN.

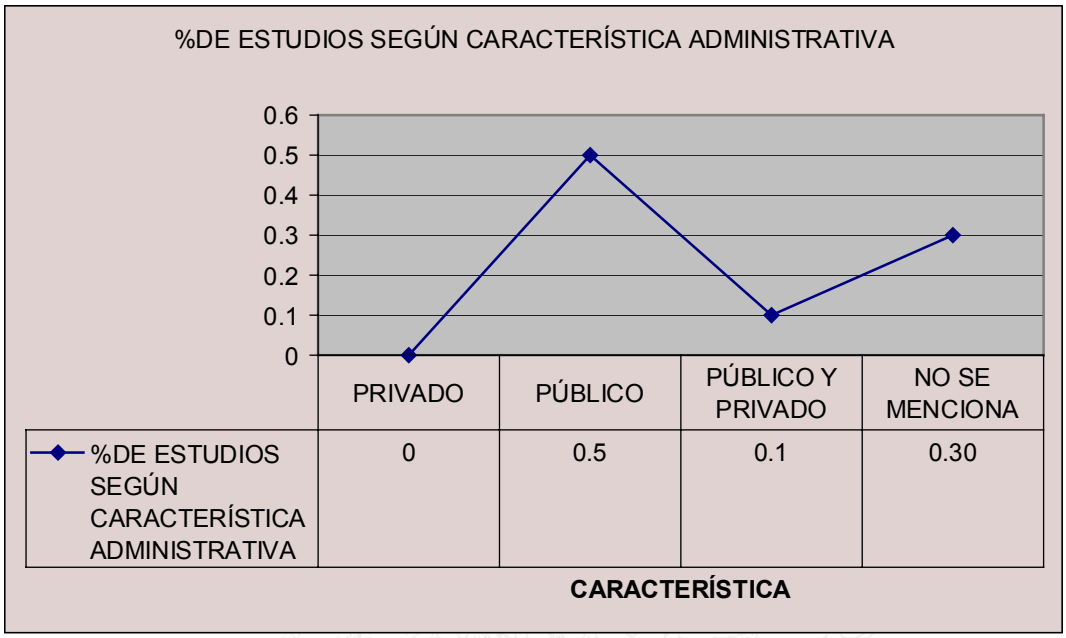


Fuente: Elaboración propia.

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 cuadro 2.4.4).

Cuadro 2.4.4 Proporción de estudios según característica administrativa

TANTO POR UNO DE ESTUDIOS	CARÁCTER ADMINISTRATIVO DE LOS CENTROS
0	PRIVADO
0.5	PÚBLICO
0.1	PÚBLICO Y PRIVADO
0.30	NO SE MENCIONA



Fuente: Elaboración propia.

Respecto a las características de las variables empleadas, puede observarse en el cuadro 2.4.6 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 2.4.5 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 2.4.5 Niveles de ratios medios de eficiencia según áreas

ÁREA	RATIO MEDIO EFICIENCIA AL INPUT	RATIO MEDIO EFICIENCIA AL OUTPUT	PORCENTAJE DE DMUs EFICIENTES	NÚMERO MEDIO DE DMUs EXAMINADAS
EEUU	0.89	1.061	0.39	237.7
UE	0.86	1.09	0.37	81.9
EUROPA	0.86	1.09	0.37	81.9
ESPAÑA (sin resto de Europa)	0.85	1.09	0.48	43.8
RESTO MUNDO	0.97	----------	0.41	55

Fuente: Elaboración propia.

Resumiendo, 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 secundaria 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.

Cuadro 2.4.6 Resumen de estudios que utilizan DEA para analizar la eficiencia de los centros docentes de secundaria

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 eran públicas o privadas). EEUU.	Calificaciones de años previos sobre un test (Iowa test of basic skills), porcentaje de alumnos matriculados no pertenecientes a minorías, porcentaje de alumnos matriculados que pagan el precio	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.

	del almuerzo completo, porcentaje de asistencia semanal y diaria media de los alumnos, número de profesores por cada 100 alumnos, gastos locales y estatales por alumno, gastos federales por alumno, número de programas especiales en el centro, porcentaje de profesores con master, porcentaje de profesores con más de tres años de experiencia, porcentaje medio de asistencia del profesorado (con profesores a tiempo parcial prorrateados)		

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. EEUU	Nivel de educación de la madre, ocupación del miembro de la unidad familiar que posea el mejor empleo, índice del número de visitas de los padres del centro, índice del tiempo que los progenitores dedican a pasar con sus hijos realizando tareas escolares y número de profesores del centro.	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. EEUU
Bessent et alter (1982) 167 escuelas de primaria públicas del	Calificaciones de años previos sobre un test (Iowa test of basic skills), porcentaje de	Media de las calificaciones en el test de formación básica de Iowa en tercer curso y media	CCR_p-O. Resultados cuantitativos no comentados.

distrito escolar independiente de Houston. 78 fueron catalogadas de ineficientes y 89 de eficientes. EEUU	alumnos matriculados no pertenecientes a minorías,: porcentaje de alumnos matriculados que pagan el precio del almuerzo completo, porcentaje de asistencia semanal y diaria media de los alumnos,: número de profesores por cada 100 alumnos, gastos locales y estatales por alumno, gastos federales por alumno, número de programas especiales en el centro, porcentaje de profesores con master,: porcentaje de profesores con más de tres años de experiencia, porcentaje medio de asistencia del profesorado (con profesores a tiempo parcial prorrateados)	de las calificaciones en el mismo en sexto curso.	EEUU.
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.	Media de minutos diarios dedicados a la enseñanza de matemáticas (variado en función del nivel escolar), media de minutos diarios dedicados a la enseñanza de la lengua (variado en función del nivel escolar), gastos medios de formación por alumno excluyendo los salarios de los profesores	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 ratios de eficiencia oscilaron entre el 0.934 y el 0.981 de 1981 a 1983. EEUU

	(corregidos por el distrito considerado en cada caso), porcentaje medio de asistencia diaria del profesorado (alterable en función de las políticas de cada distrito), porcentaje medio de asistencia diaria del alumnado (alterable en función de las políticas de cada distrito), porcentaje de alumnos matriculados que permanecieron durante todo el año, porcentaje de alumnos no pertenecientes a minorías sociales, porcentaje de alumnos que pagan el almuerzo completo, porcentaje de alumnos sin dificultades en el idioma inglés.		

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 concretan los	Porcentaje de alumnos que vivían en hogares de nivel socioeconómico alto, porcentaje de alumnos que vivían en hogares no pobres, porcentaje de alumnos que no vivían en hogares uniparentales, gasto docente, gasto no docente	Porcentaje de alumnos que obtuvieron al menos un aprobado en el nivel A, porcentaje de alumnos que obtuvieron al menos 5 aprobados en el nivel O/CSE (Ordinary level / Certificate of secundary education), porcentaje de alumnos que obtuvieron al menos 1 aprobado en el O/CSE, porcentaje de	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

resultados de un área determinada.		alumnos que obtuvieron al menos 6 aprobados en el O/CSE	

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 resultaron ser eficientes.	Porcentaje de niños cuyo tutor es un trabajador no manual porcentaje de niños que poseen familias que no sean uniprogenitoras, porcentaje de niños nacidos en UK, Irlanda, USA o en la Commonwealth o en casa cuyo tutor naciera en esos sitios, gasto escolar por alumno incluyendo costes docentes y no docentes	Porcentaje de niños que obtuvieron 5 o más niveles O/CSE grado 1 (como reflejo del grado de éxito en grupos de gran capacidad), porcentaje de alumnos que obtuvieran 3 o más niveles O /CSE (como reflejo de éxito en obtener un nivel más básico de formación).	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.

Mayston y Jesson (1988). 96 LEAs británicas. No se menciona el carácter de los centros. Trabajo complementario al de **Smith y Mayston (1987)**. 29 resultaron ser eficientes y 67 ineficientes	Gasto total por alumno en secundaria, porcentaje de alumnos que proceden de hogares cuyo cabeza de familia pertenezca a un nivel socioeconómico elevado, porcentaje de alumnos que proceden de hogares uniparentales, porcentaje de alumnos que proceden de hogares cuyo cabeza de familia está en paro	Porcentaje de alumnos que obtienen 5 o más aprobados en el nivel O/CSE1, porcentaje de alumnos que obtienen 6 o más aprobados en el nivel O/CSE1, porcentaje de alumnos que obtienen 1 o más aprobados en el nivel O/CSE1	DEA orientado al input no especificado (los ratios de las DMUs ineficientes son menores que la unidad) y regresión. No especifican nivel medio de eficiencia. Reino Unido.

Färe et alter (1989). 40 distritos escolares	Número de estudiantes de octavo	Número de estudiantes de octavo	BCCp-O con técnicas de derrapaje

de Missouri (EEUU) con datos del período 85/86 que incluían a centros públicos y privados. Con el procedimiento de derrapaje (eliminando una unidad de la muestra cada vez para calcular la eficiencia): 16 ineficientes. Sin el procedimiento de derrapaje: 13 ineficientes.	grado que realizó el BEST, gastos corrientes netos en cada distrito, número de profesores en octavo curso, variable aproximativa de las características socioeconómicas del distrito	grado que aprobó el área de comprensión escrita del examen BEST (Basic essential skills test), lo mismo que Y1 pero en matemáticas, lo mismo pero en economía y gobierno	y análisis de sensibilidad (mediante variación de inputs y outputs). Eficiencia media con método de derrapaje: 1.0102. Eficiencia media sin método de derrapaje: 1.0161.
Diamond et al. (1990). 46 clases de institutos de EEUU acogidas a un programa educativo. Del total 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.	La suma del los resultados de las pruebas de lenguaje y matemáticas obtenidas en un determinado tipo común de pruebas (como proxy de la habilidad académica de los alumnos y posible proxy del entorno familiar favorable al estudio), porcentaje de madres de los estudiante de la clase que eran graduadas, el porcentaje de estudiantes de la clase que eran blancos, el porcentaje de estudiantes en la clase que eran varones (esta variable y la anterior fueron consideradas debido a que su inclusión era una práctica habitual), el porcentaje de	Media de la calificación que la clase hubiera obtenido en el examen TEL	CCRp-I y regresión lineal múltiple. La eficiencia media de las acogidas al programa: 0.97. La de las no acogidas: 0.75.

	estudiantes en la clase que habían recibido un curso sobre economía previamente, número de años de experiencia del profesorado, Número de horas de clase de economía recibidas por el profesorado, media anual de gasto por estudiante en el distrito considerado		
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.	Coste del personal no docente por alumno, porcentaje de alumnos procedentes de grupos sociales elevados, número de profesores por alumno, porcentaje de alumnos que obtuvieron una calificación elevada en el test de razonamiento y expresión verbal al entrar en el centro a los 11 años.	Porcentaje de alumnos con al menos un aprobado en el nivel A, porcentaje de alumnos con 5 o más aprobados, porcentaje de alumnos con al menos un aprobado en el nivel O/CSE, porcentaje de alumnos que continúan en la escuela a los 16 años.	DEA no especificado. Ratios de eficiencia media no comentados. Si emplea el análisis de sensibilidad mediante la especificación de varios modelos alternativos.
Ray (1991). Institutos públicos de 122 distritos escolares de Connecticut (EEUU). No menciona porcentaje de DMUs eficientes.	Profesores por alumno, personal de apoyo (psicólogos...) por alumno, personal administrativo por alumno.	Puntuación en matemáticas como media por distrito de alumnos de noveno curso en el examen de habilitación del Estado en octubre de 1980 (valor máximo 100), el mismo concepto que el primer output pero en lenguaje y arte, lo mismo que el primer	DEA CCRp-O y regresión para incluir el efecto de variables con carácter socioeconómico. No menciona ratios de eficiencia. Aplica análisis de sensibilidad mediante la variación de inputs y outputs.

		output pero en comprensión de r redacción.	

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.	Gasto docente por alumno de secundaria, porcentaje de niños que vivían en casas cuyo cabeza de familia no era un trabajador manual, 100-el porcentaje de niños que vivían en casas que no les otorgaban el uso exclusivo de una o más comodidades medias o que vivieran en una casa con una densidad de ocupación de más de 1.5 personas por habitación,100-el porcentaje de niños nacidos fuera del Reino Unido, Irlanda, USA o la Commonwealth o en casas cuyo cabeza de familia naciera fuera de esas zonas,: personas por hectárea	Porcentaje de alumnos que obtuvieron al menos 5 buenas calificaciones en el nivel O/CSE, porcentaje de alumnos que obtuvieron 6 o más aprobados en el nivel O/CSE, 100-el porcentaje de alumnos que no obtuvieron ningún aprobado en el nivel O/CSE	BCC_D-I Ratio medio de eficiencia: 0.9653.

McCarty y Yaisawarng (1993) 27 distritos escolares de New Jersey (EEUU) para el curso 1984/85.	Número de profesores por alumno, número de profesores por alumno con cualificación del tipo de tesis doctoral o master,: gasto por alumno, el nivel educativo de los	Porcentaje de aprobados en el examen HSPT (High School Proficiency Test) en materias relacionadas con la escritura, la lectura y las matemáticas.	BCC orientado al output y regresión Tobit.

	padres, el empleo que desempeñaban, la renta media de la unidad familiar, el tanto por ciento de miembros de la familia percibiendo subsidio de desempleo.		

Puttakul (1994). 43 centros de áreas técnico-vocacionales de Missouri (EEUU). No menciona su carácter público o privado. Número de unidades eficientes:17	Número total de horas de clase impartidas, gastos docentes totales (incluyendo material, salarios, etc.) y personal a tiempo completo (docente y no docente).	Número total de alumnos que completaron los programas vocacionales encaminados a que los estudiantes obtuvieran o crearan sus puestos de trabajo, el número de alumnos que encontró un empleo (relacionado o no con sus estudios) o continuó su formación o ingresó en el ejército, el número total de alumnos que encontraron empleo en campos relacionados con su formación y, finalmente, el porcentaje de alumnos que completaron los niveles de formación habituales	BCCp-O. No realiza análisis de sensibilidad. Ratio medio de eficiencia: 1.083.

Bonesronning (1996). 41 institutos públicos Noruegos. Número medio de unidades eficientes: 16.	Dotación docente de los centros en relación al alumnado existente, el número total de estudiantes de cada escuela y calidad de los mismos en función de sus	Variaciones de resultados de los discentes en pruebas relacionadas con matemáticas, física, idioma extranjero e idioma materno.	DEA con RVE y orientado al output no especificado (se supone un BCC-O pero no se menciona la versión primal o dual) y regresión lineal. Análisis de

	resultados académicos del pasado.		sensibilidad mediante la especificación de los dos modelos. Media de los ratios de eficiencia media:0.95 (no se localizó información adicional que explicara que las unidades ineficientes tuviesen ratios inferiores a la unidad cuando el modelo estaba orientado al output)
Lovell et alter (1997). 1032 institutos (EEUU) durante el período 79/80.	Número total del personal del centro (docente y no docente), número de volúmenes en biblioteca, índice de facilidades físicas. En el segundo modelo: X_1: media de clases de matemáticas recibidas, media de clases de ciencias recibidas, media de clases de educación vocacional recibidas, media de clases de idioma recibidas, índice de actividades extracurriculares, total de horas de instrucción recibidas por un estudiante medio durante el año, tiempo medio de estudio en el hogar por parte de los estudiantes. En el tercer modelo: media de clases	Número medio de clases de matemáticas recibidas multiplicadas por el número de matriculados, lo mismo pero con clases de ciencias, igual con las clases de educación vocacional, igual con las clases de idioma, índice de actividad extracurricular multiplicado por el número de matriculados, índice de oferta de cursos escolares, total de horas de instrucción recibidas por un estudiante típico durante el año multiplicado por el número de matriculados. En el segundo modelo: puntuación media en un examen estandarizado, ratio entre el primer output	BCCp-I y CCRp-I (MDEA) con variante **Andersen y Petersen (1993:1262)** y regresión lineal para explicar las variaciones de los ratios MDEA de una fase a otra (se distinguen 3 en función de las fases en que se particiona el proceso educativo). Media de los ratios de eficiencia medios: 0.7416.

	recibidas de matemáticas, media de clases recibidas de ciencias, media de clases recibidas de educación vocacional, media de clases recibidas de idioma, índice de actividades extracurriculares, total de horas de instrucción recibidas por un alumno típico durante el año, tiempo medio de trabajo en casa por los estudiantes	y la media en la misma prueba en el año base, media del instituto en el GPA, media de la opinión de los profesores del porcentaje de alumnos que probablemente irán a la Universidad. En el tercer modelo: media de calificaciones de postsecundaria en GPA para estudiantes que fueron a la Universidad, media de ingresos de los alumnos en 1983, media de ingresos de los alumnos en 1985, nivel educacional medio más elevado obtenido por los estudiantes.	

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.	Puntuación media en razonamiento verbal por alumno al entrar al centro, porcentaje de alumnos que no recibían comidas escolares gratuitas	Calificación media en el GSCE (General certificate of secundary education) por alumno, porcentaje de alumnos que no están en paro después de aprobar el GSCE	DEA CCR_p-O, CCR_D-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.

Bonesronning y Rattso (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

Bardhan (1995). 638 escuelas públicas de secundaria de Texas (EEUU). Número de entidades eficientes 111. Número de entidades robustamente eficientes (en el sentido de **Thomas (1990)** de aparecer frecuentemente en el grupo de referencia de otras unidades: 79. Número de entidades eficaces y eficientes: 1.	Número de docentes a tiempo completo empleados durante 1990-1991, salario anual medio del profesorado, años medios de experiencia del profesorado (esta variable y la anterior se eligieron como proxys del grado de calidad del profesorado y de su coste), número de profesores dedicados a la educación regular o especializada respectivamente, gastos de formación por cada estudiante, porcentaje de estudiantes pertenecientes a minorías, con desventajas económicas y con limitados conocimientos del idioma respectivamente.	alumnos sobre el total de matriculados de los cursos noveno a duodécimo, Porcentaje de estudiantes que no abandonaron sus estudios, calificaciones medias alcanzadas por los estudiantes en matemáticas, lectura y escritura respectivamente, porcentaje de estudiantes con calificación superior al nivel mínimo establecido en los tests de admisión a los centros (ACT – American Collegiate Test y SAT – Scholastic Aptitude Tests-).	CCRp-O, CCR_D-0 y análisis de frontera estocástica. Análisis de eficacia además de eficacia. Ratio medio de eficiencia aproximado (no ofrece valores individuales de los centros sino por segmentos): 1.091 Ratio medio de eficacia de las 79 supereficientes:1.641

Mancebón (1996a) 25 centros de bachiller públicos de	Gastos generales de los centros por alumno presentado a	Calificación media en selectividad en cada especialidad	CCRp-I No realiza análisis de sensibilidad.

la provincia de Zaragoza. 8 eficientes (32%)	selectividad (excepto los docentes) y número de profesores por alumno presentado a selectividad.	ponderada por proporción de alumnos en esa especialidad sobre el total de alumnos del centro.	Eficiencia media: 0.8242

Mancebón (1996b) 35 centros de bachiller públicos de la provincia de Zaragoza. Número de eficientes 23. Número de supereficientes: 6.	Número de profesores del centro por alumno presentado a selectividad, gasto total del centro por alumno presentado a la selectividad (excluidos los gastos de personal), factores socioeconómicos e índice del capital humano.	Nota media en selectividad obtenida por los alumnos de la especialidad de ciencia y tecnología ponderada por el porcentaje que los alumnos matriculados en dicha especialidad representan sobre el total de alumnos del centro, lo mismo que en el primer output pero para la opción biosanitaria, lo mismo que en el primer output pero para la opción de ciencias sociales, lo mismo que en el primer output pero para la opción humanística.	BCC-O con modificaciones de **Andersen y Petersen (1993)** y **Wilson (1995).** Ratio medio de eficiencia: 1.0903. Ratio medio de supereficiencia:0.938 .

Pedrajas y Salinas (1996) 62 centros de enseñanza secundaria COU públicos del País Vasco	Gastos generales por alumno, número de profesores por alumno, porcentaje de alumnos que disfrutan de una beca, porcentaje de alumnos que estudian en horario nocturno	Nota media del examen de selectividad, porcentaje de alumnos que aprobaron el examen de selectividad de la Universidad del País Vasco del total de presentados	DEA orientado al input (ratios <1). Eficiencia media 0.8699. Análisis de sensibilidad mediante especificaciones alternativas de los modelos t tests de Kolmogorov-Smirnov y Coeficiente de correlación de Spearman.

Athanasios y Ketkar. (1998	Ratio de estudiantes por profesor, cociente de estudiantes por personal administrador, porcentaje de estudiantes por miembro del personal de servicios y proporción de estudiantes por miembro del personal no cualificado.	Porcentaje de estudiantes que superaron las tres partes del examen de aptitud de noveno grado (Ninth-grade level High School Proficiency Test) para el curso 90/91	DEA no especificado y regresión
Soteriou et alter (1998). 55 institutos de Chipre (no menciona si públicos o privados)	Edad del profesorado, Nivel de educación del profesorado, Educación de los padres, Nivel socioeconómico, tamaño del centro, Número de libros en casa.	Puntuación en la prueba internacional de matemáticas	CCR I-O y BCC I–O. Análisis de sensibilidad mediante diversas especificaciones de los modelos mediante cambios en las variables y en las orientaciones de los mismos. Eficiencia media de la media de cada especificación: 0.9671
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, por alumno matriculado (excluido el personal docente), ratio profesores por alumno, porcentaje de alumnos que estudian más de 10 horas semanales, ratio de alumnos que ofrecen altas expectativas académicas, proporción de alumnos que asiste regularmente a	Porcentaje de aprobados con respecto a los matriculados en COU y LOGSE, media en selectividad de los alumnos que aprobaron.	DEA BCC-I según procedimiento de **Pastor (1994)** y **Banker y Morey (1986)** para tratamiento de variables no discrecionales. Análisis de sensibilidad mediante especificaciones diversas del modelo. Eficiencia media de la media de las versiones empleadas: 0.8267

	clase, tasa de alumnos cuya renta familiar supera los 2.500.000 pesetas anuales, porcentaje de padres de alumnos que participan de forma activa en APA		

Ribera et al. (1998) 26 centros públicos de enseñanza secundaria del Vallés Occidental (Cataluña). 19 unidades eficientes (0.73%).	Intensidad de los recursos humanos docentes medido por el total de horas (clase y tutoría) del profesorado dedicado en media a cada alumno, calidad de los recursos humanos docentes medida por los años de experiencia del profesorado, su formación (tomando como indicadores la media de profesores con doble titulación y las horas impartidas por profesores con titulación de maestro o pedagogía) y la cohesión de los recursos humanos docentes (medida por el tiempo de permanencia de los profesores en el mismo centro). - Estructura de la organización del equipo docente (medida por el número de horas impartidas por un mismo profesor), intensidad de los recursos materiales y servicios medida por	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

	un índice de calidad obtenido por encuesta entre el alumnado (la cual fue explotada por medio de análisis factorial), recursos financieros obtenidos por prorrateo del presupuesto de cada centro considerando recursos totales (del Departament d´Ensenyament, de las A.P.As y otros ingresos que el centro capte de modo particular (no se consideraron las dotaciones por infraestructuras), nivel del alumnado (variables de entorno) basado en variables del contexto socioeconómico obtenidas mediante encuesta directa que fueron resumidas en un índice mediante análisis de correspondencias múltiple.		

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.

Kirjavainen y Loikkanen (1998). 291 institutos públicos y privados de	Horas no docentes semanales medias (89-91) Experiencia del	Nº de estudiantes que pasó de curso después del primer y segundo año (media	CCR-I, BCC-I (no especifican si en versión primal o dual) y Tobit para explicar

Finlandia con datos del período 88/91. Número medio de eficientes:35.87	profesorado Nivel de formación del profesorado Calidad del alumnado (medida para cada escuela por el nivel del último estudiante admitido) Nivel de formación de los padres	de 89-91) Número de graduados en el examen de matriculación Calificaciones en las materias obligatorias del examen (primavera 1991) Calificaciones en las materias adicionales del examen (primavera 1991).	los niveles de ineficiencia. Análisis de sensibilidad mediante diferentes especificaciones de los modelos en función de su forma de las variables que incluyen. También emplean coeficientes de correlación de Spearman y técnicas de derrapaje de las unidades eficientes pertenecientes al peer group de las unidades ineficientes. Media de los ratios de eficiencia medios: 0.8087.
Muñiz (1999). 62 institutos (COU y LOGSE) de enseñanza pública del Principado de Asturias (año académico 96/97). Número medio de unidades eficientes de las cuatro versiones de la aplicación de **Banker y Morey (1986):**26.25. Número de unidades eficientes según la versión modificada de **Pastor (1994)**:19.	Similares a las de su estudio de 1998	Similares a las de su estudio de 1998	BCC-I (no menciona si primal o dual) con variaciones sobre inputs y outputs para realizar un análisis de sensibilidad y con modificaciones de **Banker y Morey (1986)** y **Pastor (1994)** destinadas a la consideración de variables no discrecionales. Análisis de regresión Tobit para verificar la ausencia de significatividad de los inputs no discrecionales sobre el nivel de sus ratios de eficiencia. Media de los ratios de eficiencia de la versión de **Banker y Morey (1986):**

			0.8968. Media de los ratios de eficiencia de la versión de **Pastor (1994)** modificada por aportaciones de **Muñiz (1999):** 0.9366 en la primera etapa y 0.8129 en la segunda.

Mancebón y Mar (1999). 176 centros de primaria públicos y privados de Southampton, Porstmouth 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 (con método de **Banker y Morey (1986)** para el tratamiento de variables no discrecionales) aunque se decantan por el BCC, análisis factorial, cluster, componentes principales y regresión Logit. Análisis de sensibilidad de los resultados mediante variación en las especificaciones de los modelos y en las variables empleadas. También emplearon coeficientes de correlación de Pearson, Coeficiente de correlación de rangos de Spearman y test de **Pastor et al. (1998).** **Ratio medio de eficiencia:** 0.7850

2.5 Anexo

2.5.1 Expresión de cómputo de los recursos totales de los centros destinados a la formación de cada alumno de COU

La fórmula para el cálculo en cuestión tendría la siguiente expresión:

((3/12 x Cuota 1997 x Nº alumnos Totales 96/97 / Nº alumnos COU 96/97)+(9/12 x Cuota 1998 x Nº alumnos Totales 97/98 / Nº alumnos COU 97/98)) + ((3/12 x módulo alumnos 97 x Nº alumnos COU 96/97) + (9/12 x módulo alumnos 98 x Nº alumnos COU 97/98)) + ((3/12 x módulo alumnos VP 97 x Nº alumnos COU VP 96/97) + (9/12 x módulo alumnos VP 98 x Nº alumnos COU VP 97/98)) + ((3/12 x (módulo alumnos NT 97 x Nº alumnos COU NT 96/97) + (9/12 x módulo alumnos NT 98 x Nº alumnos COU NT 97/98)) + ((3/12 x módulo alumnos VP>250 97 x Nº alumnos COU VP>250 96/97) + (9/12 x módulo alumnos VP>250 98 x Nº alumnos COU VP>250 97/98)) + ((3/12 x (módulo alumnos NT>250 97 x Nº alumnos COU NT>250 96/97) + (9/12 x módulo alumnos NT>250 98 x Nº alumnos COU NT>250 97/98)) +((3/12 (Saldo inicial letra B 97 + Ingresos letra B 97) / Nº total alumnos 97/98) x Nº alumnos COU 97/98) + (9/12 x (Saldo inicial letra B 98 + Ingresos letra B 98) / Nº alumnos totales 97/98) x Nº alumnos COU 97/98)) + ((3/12 (Saldo inicial letra A 97) / Nº total alumnos 97/98) x Nº alumnos COU 97/98) + (9/12 x (Saldo inicial letra A 98) / Nº alumnos totales 97/97) x Nº alumnos COU 97/98)) - ((3/12 x (Gastos RyC letras A y B 97 / Nº alumnos Totales 97/98) x Nº alumnos COU 97/98) + (9/12 x (Gastos RyC letras A y B 98 / Nº alumnos totales 97/98) x Nº alumnos COU 97/98)).

donde:
VP y NT: vespertinos y nocturnos
VP y NT > 250: vespertinos y nocturnos que superan la cifra de 250
RyC: reparación y conservación

Cuadro 2.5 Sinopsis trabajos que analizan eficiencia educativa mediante métodos no DEA

ESTUDIO	INPUTS	OUTPUTS	MÉTODO
Mollenkopf y Melville (1956)	Profesión y nivel educativo de los padres, existencia de bibliotecas públicas, gasto en material bibliográfico del centro por alumno, ratio alumnos por profesor y número medio de alumnos por clase.	Media de calificaciones en diferentes exámenes de aptitud verbal, numérica y ciencias naturales.	No especificado
Thomas (1962)	Nivel económico familiar, nivel de estudios de la familia, profesión de los padres, cantidad de población del entorno geográfico de la escuela, tasa de criminalidad, porcentaje de alumnos en escuelas privadas, gasto medio por alumno, edad del edificio del centro, experiencia del profesorado, salario medio del mismo, ratio de alumnos por clase y diferencias lectivas entre centros.	Rendimiento de los alumnos en examen estandarizado	Regresión
Benson et al. (1995)	Coeficiente de inteligencia, asistencia media a clase de los alumnos, impuestos pagados por cada distrito escolar, ingresos totales del área, gastos docentes, gastos totales, número de	Calificaciones en pruebas de lectura y razonamiento aritmético	Regresión y análisis de correlación.

	profesores a tiempo completo, número de profesores provisionales, profesores con salarios elevados, docentes con salarios reducidos, ingresos medios familiares, número de desempleados...		

Coleman et al. (1966)	Raza y etnia de los alumnos, número de ellos en cada centro, asistencia a clase y su dedicación al estudio, características profesionales del profesorado, niveles de dotaciones e infraestructuras docentes y nivel de autoconfianza de los alumnos.	Calificaciones de los alumnos	Regresión

Burkhead et al. (1967)	Ingresos medios familiares, asistencia media al centro como porcentaje de los matriculados, antigüedad media del edificio escolar, gastos en material docente, experiencia media del profesorado, porcentaje de docentes con formación superior, salario del profesorado, tasa de rotación del mismo, ratio de profesores por alumno y año y porcentaje de personal	Resultados académicos en examen normalizado ,evolución de calificaciones, índice de habilidad de alumnos en lengua, cálculo y lectura, tasa de abandonos en cada centro y porcentaje de alumnos que pensaran dedicarse a sus estudios en exclusiva.	Regresión y análisis de correlación

	administrativo y auxiliar.		
Kiesling (1967)	Gasto por alumno, índices de inteligencia, tamaño de cada unidad analizada y tipo de empleo del cabeza de familia.	Resultados académicos en exámenes normalizados.	No comentado
Hanushek y Kain (1968)	Contexto socioeconómico familiar, recursos físicos y clases especializadas en cada centro, recursos docentes e infraestructura.	Habilidades de los alumnos para incorporarse al mercado de trabajo	Crítica al **Informe Coleman (1966)**
Bowles y Levin (1968)	Recursos escolares, influencia del grupo	Resultados escolares	Crítica al **Informe Coleman (1966**
Cohn (1968)	Gastos por alumno, formación universitaria del profesorado cuantificada en horas, número de asignaturas impartidas por un profesor, salarios docentes medios, valor del edificio y ratio profesor alumno.	Variación de resultados académicos de los alumnos, número de alumnos que asistían a clases.	Estimación de la función de producción docente. Regresión.
Hanushek (1968)	Contexto familiar, actitud del entorno del alumno frente a los buenos resultados, cantidad y calidad del profesorado, índice de bienes del hogar, educación media del padre, tamaño medio familiar, porcentaje	Resultados en exámenes de capacidad verbal y matemáticas	Estimación de la función de producción docente.

	de alumnos que asistieron a preescolar, proporción de alumnos que se mudaron de casa en el último año, autodesconfianza, habilidad verbal del profesorado, experiencia del mismo y porcentaje de alumnos con un profesor de color en el último curso.		

Katzman (1968)	Tamaño de la clase, porcentaje de estudiantes en un mismo distrito, tasa de profesores con estabilidad contractual, porcentaje de docentes con nivel de educación superior al habitual, experiencia del profesorado, tasa de rotación del mismo y contexto socioeconómico del alumno.	Tasa de asistencia diaria, tasa de abandono, porcentaje de estudiantes que realizaron el examen de entrada a centros de educación superior, proporción que los superó y mejora de los resultados de los alumnos en pruebas oficiales anuales.	Estimación de la función de producción docente. Regresión.

Raymond (1968)	Salario y calidad del profesorado, ratio alumnos-profesor, proporción de profesores impartiendo clases en más de dos áreas, número de ejemplares en biblioteca, gastos corrientes por alumno, tasa de paro del condado al que	Preparación adecuada del alumno para la educación superior y calificaciones de los discentes.	Análisis de regresión

	pertenezca el distrito escolar, ingreso medio familiar, nivel de educación medio de los adultos y grado de urbanización de la zona.		
Bowles (1969)	Gasto en educación, población total en edad escolar, condiciones del edificio escolar, número de profesores y número de estudiantes.	Alumnos que deseaban continuar sus estudios, alumnos que lograban entrar en el mercado laboral como profesores y estudiantes que accedían al mercado de trabajo fuera del sector docente.	Programación lineal
Fox (1969)	Alumnos que trabajaban, renta media de la unidad familiar, experiencia del personal docente y auxiliar, gasto en referencias bibliográficas y medida de la capacidad del edificio corregida por la antigüedad.	Medida de la aptitud lectora y tasa de alumnos que prosiguen sus estudios	No comentado
Kiesling (1969)	Sueldo del cabeza de familia, gasto del centro en libros, salario medio docente, ratio alumnos-profesor, gasto en personal directivo por alumno.	Resultados en tests de capacidad verbal y numérica.	No comentado
Bowles (1970)	Consumo de bienes duraderos en el hogar, estabilidad familiar, utilización de	Tests de capacidad verbal y logros académicos	Datos de panel

	un segundo idioma en casa, número de hermanos, nivel educativo de los padres, asistencia a preescolar, currículum, cantidad de trabajo escolar realizado en casa, tiempo medio pasado en clases particulares, días lectivos, actividades extracurriculares, libertad de movilidad entre grupos de alumnos, duración del día lectivo, número de cursos de idioma extranjero, numero de cursos de matemáticas, número de clases de duodécimo grado en el centro, promoción de los estudiantes retrasados, rotación del profesorado, nivel de formación recibido por los docentes, experiencia de los mismos, número de ausencias del profesorado, calidad del centro universitario en el que se formaron los docentes, salario docente, nivel socioeconómico de los mismos, habilidad comunicativa del profesorado y densidad de alumnos por profesor		

Kiesling (1970)	ocupación del padre, nivel de formación del	resultados de los estudiantes en el	Regresión lineal

	padre y la madre y resultados de tests de inteligencia, nivel de asistencia del alumnado a clase, gasto por alumno, salario del profesorado, años de experiencia del mismo, nivel laboral de cada profesor, nivel de formación de los docentes, ratio de alumnos/clase, alumnos/laboratorio, valor de las propiedades del distrito escolar/alumno, salario de profesionales no docentes , nivel de formación de los directores	Examen de Iowa de Aptitudes Básicas	

Levin (1970)	Experiencia y habilidad verbal del profesorado, raza de los alumnos y salario de los docentes	Resultados de los alumnos en exámenes	Análisis Coste-eficiencia

Michelson (1970)	Las explicó mediante el sexo , la edad, la asistencia a preescolar, una medida de rendimiento elevado de los alumnos, el número de miembros de la familia, el empleo de la madre, la educación de los padres, las posesiones materiales en el hogar, el tipo de servicios prestados en el centro, los	Resultados de pruebas de capacidad verbal y numérica, medida de los objetivos académicos de los estudiantes y comportamiento frente al estudio.	Análisis de regresión.

	ejemplares de biblioteca, la edad del edificio escolar, el número de alumnos del centro, la experiencia del profesorado, su habilidad comunicativa, su estabilidad contractual, su titulación, su frecuencia de rotación y su pertenencia a la raza blanca.		
Katzman (1971)	Gastos por estudiante, experiencia , formación del profesorado, tasa de movilidad del mismo y su carácter contractual, tasa de alumnado en clases con un número de clases que no sobrepasen su aforo, número de estudiantes por distrito y edad de los edificios	el ratio de medio de asistencia, la tasa de continuación de estudios, progreso en lectura entre los cursos segundo y sexto, nivel medio en matemáticas en quinto grado, porcentaje de alumnos que se presentaban a los exámenes de ingreso en determinados institutos de prestigio y tanto por cien de alumnos que superaban esas pruebas	Estimación de la función de producción docente Análisis de regresión.
Gutherie et al. (1971)	número de alumnos de la escuela, el estado del edificio de la misma, la experiencia del profesorado, el nivel de formación y de empleo del padre, el número de libros en la biblioteca escolar, la idea del equipo	Resultados en diversas pruebas académicas relacionadas con la aptitud verbal, lectora y matemática	Análisis de correlación.

	docente sobre su profesión y sobre el resto de docentes del mismo centro y la capacidad comunicativa de éstos.		

Tuckman (1971)	Tasa de profesorado con diez años de experiencia o más, ratio de profesorado con nivel de formación superior al de master, porcentaje de alumnos varones en el centro, tanto por cien de alumnos con padres con formación universitaria, proporción de alumnos con padres trabajando en empleos no manuales, peso del alumnado de color negro, porcentaje de mejicanos y variables dummy representando localizaciones geográficas.	Porcentaje de alumnos de décimo grado que completó el instituto en tres años, porcentaje de duodécimo que siguió su formación en cursos superiores y proporción de duodécimo grado que prosiguió su educación por vías técnicas, vocacionales u otras	Regresión lineal.

Brawn (1972)	Nivel socioeconómico del alumnado, número de estudiantes de cuarto grado de cada distrito, grado de interés del alumnado por sus estudios, ratio de alumnos por profesor, número de profesores con niveles de formación altos, años de experiencia docente	Número de estudiantes y medidas de calidad de la educación	Programación lineal y regresión.

	del profesorado, resultados de los alumnos		

Hanushek (1972, cap3)	Entorno familiar, categoría profesional de los padres, una encuesta al profesorado de tercer curso e inferiores que captó datos relativos al entorno del profesorado, sus actitudes y experiencia, determinados aspectos escolares, la organización del tiempo de trabajo en el aula, sexo de los alumnos, su categoría de repetidor, sus resultados en exámenes anteriores, porcentaje de tiempo de clase dedicado a impartir disciplina, y la etnia y la raza de los alumnos.	Resultados académicos de los alumnos en exámenes normalizados sobre lectura.	Análisis de regresión.

Hanushek (1972, cap4)	Índice de la importancia de la ciudad en la que estuviera la escuela, una medida de posesiones de la familia del alumno de sexto grado (coche en propiedad, televisión, nevera, teléfono y grabadora), la educación media del padre, el tamaño familiar, asistencia del alumno a preescolar,	Pruebas de habilidad verbal, no verbal, matemáticas y lectura.	Análisis de regresión

	porcentaje de alumnos que se mudaron el último año, porcentaje de alumnos de sexto que deseaban terminar sus estudios de bachiller o superiores, una medida de autoconfianza en el éxito por parte del alumno, un indicador de la capacidad verbal media del profesorado de sexto curso o inferior, años de experiencia del mismo grupo de docentes, porcentaje de alumnos blancos que tuvieron un profesor no blanco durante el último año y una medida de la concentración de alumnos negros en la clase.		

Hanushek (1972, cap5)	Las mismas que en el estudio anterior exceptuando asistencia a preescolar y cambio de casa en el último año.	Las mismas que en su estudio anterior.	Análisis de regresión.

Bieker y Anschel (1973)	Gasto por alumno, los medios didácticos del entorno del alumno, su habilidad mental y su motivación	Resultado en un test estandarizado	Análisis de la varianza y regresión lineal.

Perl (1973)	Ingreso familiar y al nivel de educación de los padres como medidas del entorno	Resultados en exámenes estandarizados.	Análisis de regresión

	familiar, el gasto por alumno en cada centro, la cantidad de horas de trabajo del profesorado por alumno, el salario de profesores con grados de formación elevados, la proporción de profesores varones como una medida inversa de calidad docente, tiempo medio empleado por un profesor en explicar asignaturas que no pertenezcan a su especialidad, número de libros en la biblioteca, edad del edificio, número de alumnos matriculados y su cuadrado		

Levin (1974)	Entorno socioeconómico del alumno, sexo, edad, posesiones del estudiante en casa, tamaño familiar, expectativas de los padres respecto del logro de sus hijos, y características del profesorado (salarios, experiencia, habilidad verbal, tasa de rotación...).	Resultados académicos.	Programación lineal.

Bidwell y Kasarda (1975)	Tamaño del distrito escolar (número medio de asistencia diaria de los estudiantes), recursos financieros (suma de todas las	Resultados medios en pruebas de lectura y matemáticas	Regresión lineal.

	transferencias estatales y federales recibidas por el área escolar dividida por los alumnos que en media asisten normalmente a clase), alumnos desaventajados (proporción de todos los niños en edad escolar que residían en el distrito que procedan de familias con ingresos por debajo del nivel de pobreza), la proporción de población no blanca en la comunidad de cada distrito, los niveles educativos de los padres (porcentaje de varones con edad comprendida entre 20 y 49 años y mujeres entre 15 y 44 que residieran en el distrito y que, al menos, hubieran completado cuatro años de educación superior) ,la densidad de alumnos por profesor (número de alumnos que asisten diariamente en media por profesor -corregido para que el resultado muestre equivalencias a tiempo completo-), la intensidad de personal administrativo frente al docente (ratio de personal		

	administrativo por profesor), el ratio de personal de apoyo al profesorado formado por bibliotecarios, psicólogos, trabajadores sociales... (ratio de este tipo de personal por profesor) y porcentaje de personal que alcanzó al menos el grado de Master)		

Billings y Legler (1975)	Gastos docente por alumno y composición racial del distrito escolar	Resultados en pruebas de matemáticas y lectura.	Análisis de regresión

Brown y Saks (1975)	Nivel socioeconómico y educativo de la unidad familiar del estudiante, ratio profesores-alumno, experiencia docente, cantidad de estudiantes en el área escolar, proporción de profesores con titulación superior y proporción de alumnos blancos existente.	Calificaciones en pruebas de lectura y matemáticas para cuantificar el resultado escolar.	Análisis de regresión y programación lineal.

Cohn y Millman (1975)	Variables de carácter socioeconómico de la familia del alumno, la densidad de alumnos en el centro, el número de alumnos por clase, el gasto medio por alumno, medidas acerca del área del centro de tipo económico,	Puntuaciones de los estudiantes en pruebas de lectura y matemáticas, interés del alumno por temas diversos como la escuela o los hábitos sanitarios de su contexto habitual.	Análisis de regresión

	social y familiar, ejemplares de la biblioteca del centro, número de profesores por alumno, grado de formación de los docentes, salario, satisfacción, aspiraciones, nivel de formación de la familia, experiencia de los mismos y su lugar de graduación.		

Murnane (1975)	Calificaciones de claridad que los directores otorgaban a sus profesores, el tamaño de la clase, el grado de rotación del alumnado por diferentes centros, la calificación media de la clase en la que el alumno está integrado en el examen mencionado y la desviación media de la calificación de la clase del alumno	Resultados en pruebas de lectura, matemáticas y escritura.	Contraste de hipótesis mediante estadísticos de prueba basados en coeficientes de regresión.

Winkler (1975)	Coeficiente de inteligencia del alumno, el entorno del hogar, la raza del escolar y la asistencia o no del estudiante a preescolar, indicador del nivel de dotación inicial del alumno, número de elementos culturales en el hogar, número de padres y hermanos viviendo en casa indicadores del	Resultados académicos (resultados en el Examen de lectura de Stanford de octavo curso, el resultado para el mismo examen en sexto curso y resultados en el Examen de Madurez Mental de California)	Análisis de regresión

	entorno educacional hogareño, gasto en personal no docente por alumno, gasto en salarios docentes, ratio alumnos por profesor, proporción de profesorado procedente de universidades prestigiosas, proporción de alumnos de bajo nivel socioeconómico en cada centro y cambio en la composición socioeconómica de la escuela		

Boardman et al. (1977)	Aspectos del alumno relacionados con sus esperanzas, las de sus padres, las de sus profesores y sus propios conceptos sobre sí mismos. el sexo, la edad, la raza, el tamaño de la familia, la densidad de profesores por alumno la condición de separación o no de los padres, el nivel social, económico y cultural de los mismos, los servicios del centro, la edad de las infraestructuras del centro, la frecuencia de cambio de domicilio de la unidad familiar, una medida de los bienes culturales en el hogar familiar la frecuencia de evaluaciones al alumnado, la experiencia del	Resultados académicos	Análisis de regresión

	equipo docente, la proporción de profesores blancos, la composición racial del alumnado y el nivel social y económico medio del centro		

Leibowitz (1977)	Entorno familiar, tiempo que los padres pasaran con sus hijos, número de hermanos en la familia, asistencia a enseñanza preescolar, existencia de bienes duraderos en el hogar que permitieran más tiempo libre a los adultos para estar con los niños, el nivel de formación de los padres, la raza, el origen hispánico y el uso de otra lengua diferente al inglés como idioma materno	Resultados de lectura de niños con edades comprendidas entre 3 y 5	Análisis de regresión

Summers y Wolf (1977)	La renta familiar, los alumnos por clase, los alumnos matriculados en el centro, los ejemplares de biblioteca, la experiencia de los docentes, la universidad en la que cursaron estudios los profesores, sus calificaciones en una prueba nacional para los mismos, la cantidad de alumnos negros, la proporción de buenos alumnos,	Valor añadido en pruebas normalizadas	Análisis de regresión

	el sexo, la raza, la edad, la puntuación IQ y medidas de la motivación escolar basadas en retrasos y ausencia no justificados.		
Henderson et al. (1978)	el IQ, asistencia de formación preescolar, el nivel educativo de los padres, el número de alumnos de la clase, la experiencia de los docentes, su nivel educativo y la edad del centro.	Puntuaciones en pruebas de lectura y matemáticas	Análisis de regresión
Link y Ratledge (1979)	nivel de formación del profesorado, su raza, su experiencia académica, el número de estudiantes por clase, la composición racial del grupo de alumnos en cada clase, el sexo de los alumnos, su coeficiente intelectual un índice del nivel socioeconómico de la unidad familiar del alumno, la percepción de la opinión que el discente pensara que de él tuviera el profesor y la opinión que el alumno pensara que tuvieran de él sus padres.	Resultados en pruebas de lectura de los estudiantes de cuarto grado del distrito escolar de Wilmington en Delaware.	Análisis de regresión
Madaus et al. (1979)	Características individuales de los alumnos, peculiaridades de la clase, entorno	Resultados en exámenes normalizados de matemáticas, inglés, irlandés, ciencias	Análisis de la varianza y regresión múltiple

	familiar y cualidades de la clase y alumnos (como bloque que recogía características mixtas entre alumnos y clase)	sociales, física y matemáticas.	

Murname et al. (1981)	nivel de calificaciones previas, de la formación y el empleo de los padres, del sexo de los alumnos, de los ingresos familiares, de características físicas de la vivienda (existencia de bienes culturales, número de habitaciones propiedad o alquiler de la misma) y características particulares de la escuela a la que asistían los alumnos. Observaron que las diferencias entre los centros afectaban a los resultados del output así como el nivel de formación de la madre y las calificaciones previas en el mismo test que se usa para medir el valor del output	Puntuaciones en un test normalizado sobre capacidad verbal del alumno	Análisis de regresión

Sebold y Dato (1981)	Variables que capturaran las influencias que sufrieran los alumnos antes de entrar en la escuela (resultados de exámenes de entrada y resultados de cursos anteriores), índice	Los resultados de los alumnos en pruebas normalizadas	Análisis de regresión

	socioeconómico del distrito escolar para segundo y tercero (compuesto por medidas de la ocupación de los padres), porcentaje de familias con niños que recibían ayuda para el resto de cursos y una variable que representaba el porcentaje de estudiantes clasificados como minorías, el tamaño del distrito escolar, gastos escolares		

Coleman et al. (1982)	Raza, la estabilidad familiar, el número de miembros en la familia, las aspiraciones de los padres sobre sus hijos, un índice del nivel socioeconómico familiar, asistencia a un centro público o privado. Estabilidad conyugal de los padres, integración de la madre en el mercado de trabajo antes de que el niño asistiera a la escuela elemental, origen hispánico,, frecuencia de trato coloquial entre madre e hijo, variables socioeconómicas que incluían: ingresos familiares, formación de la madre y el padre, número de habitaciones en el hogar, existencia de	Resultados en exámenes homogeneizados que versaban sobre aptitudes verbales y numéricas	Análisis de regresión

	más de 50 libros en la casa, tenencia de calculadora de bolsillo y existencia de máquina de escribir en el hogar.		

Noell (1982)	Las mismas que en el estudio anterior más sexo del alumno, tenencia de algún tipo de discapacidad, lugar de residencia, expectativas de asistencia a la universidad y aptitud escolástica (aproximada por las características de la familia y la personalidad del alumno)	Resultados en exámenes normalizados de lectura y matemáticas.	Regresión lineal

Gray et al (1984)	Tanto por cien de niños nacidos fuera del Reino Unido o pertenecientes a grupos étnicos de color, porcentaje de niños viviendo en hogares cuyo cabeza de familia es un trabajador manual, proporción de alumnos viviendo en condiciones inferiores a la media, tasa de estudiantes con hogares uniparentales, ratio de alumnos en hogares con cuatro o más hermanos, tanto por cien de alumnos que recibían comidas escolares gratuitas,	Porcentajes de alumnos que obtuvieran 5 ó más niveles "O" o sus equivalentes grado 1 de CSE y uno ó más niveles "O" o sus equivalentes grado 1 de CSE.	Regresión lineal

	gasto neto por alumno, ratio alumnos/profesor, peso específico del alumnado que residía en hogares de alto nivel de vida, carácter selectivo o no de la LEA al elegir a su alumnado (dummy)		

San Segundo (1985)	Carácter repetidor del alumno, su asistencia a cursos previos de formación, el tiempo dedicado a tareas escolares, el rendimiento previo del alumno en las mismas pruebas , el sexo, la raza, la procedencia de otro país diferente a EEUU, su convivencia o no con tras personas, el empleo y formación de los padres, los ingresos familiares, el número de miembros de la familia, gasto por alumno, densidad de alumnos por profesor, nivel de formación de los docentes, salario docente, número de ejemplares en la biblioteca, número de normas de disciplina escolares y carácter público o privado de la escuela.	Indicadores del valor añadido referido a pruebas relacionadas con conocimientos relacionados con aptitudes verbales, lectoras, matemáticas y ciencias.	Análisis de regresión

Strauss y Sawyer (1986)	Calidad del profesorado, al número de alumnos por curso y distrito, al	Número de alumnos en una clase que fracasa en un examen normalizado,	Análisis de regresión

	valor del capital del distrito escolar, a la motivación del alumnado, a la proporción de alumnos de color, número de profesores, los estudiantes matriculados, los alumnos interesados en educación superior, la composición racial, el valor del capital de distrito escolar y la media de la evaluaciones del profesorado de cada distrito.	por un lado el basado en pruebas de matemáticas y lectura y por otro el Examen Normalizado de Logros.	
Grey et al. (1986)	Índices de habilidad del alumno y contexto socioeconómico del mismo.	Resultados en exámenes estandarizados	No DEA
Walberg y Fowler (1987)	Gastos de los centros, número de matriculados, posición socioeconómica del alumnado	Resultados académicos en exámenes homogeneizados	Cálculo de correlaciones parciales y análisis de regresión.
Mondrego y San Segundo (1988)	Asistencia escolar de los alumnos, el carácter repetidor del alumno, la situación laboral del alumno, el sexo , calificación en un examen de aptitud escolar y en otro de aptitud espacial, índice socioeconómico obtenido mediante análisis factorial,	Calificaciones en exámenes de matemáticas, lectura y ortografía.	Análisis de regresión

	asistencia a centro público, si el alumna cursa BUP, el nivel de habilidad de los alumnos del centro a partir de tests sobre determinadas pruebas y, finalmente, el nivel socioeconómico relacionado con cada centro.		

Cuxart et al. (1997)	Calificaciones del alumno en COU, resultados de las pruebas de selectividad corregidas por diferentes componentes de tribunales, criterios de baremación de los alumnos en sus centros	Calificaciones de los alumnos en selectividad	Análisis de regresión

San Segundo (1998)	Gasto público en becas, gasto público en financiación de la enseñanza, nivel socioeconómico del alumno, ubicación geográfica del domicilio familiar y nivel de formación de los padres .	Decisión de los alumnos de continuar con los estudios, tasas de escolarización y graduación	Análisis de ratios y comentarios de cuadros estadísticos.

Cuestionario.

El cuestionario que se presenta tiene como finalidad obtener información para realizar una investigación acerca de los determinantes del rendimiento del alumnado en las pruebas de selectividad y, así, poder mejorar los resultados futuros. En caso de desear colaborar es básico que las RESPUESTAS sean TOTALMENTE SINCERAS.
GRACIAS.

1.- Edad

a) 17-18
b) Más de 18

2.-Sexo

a) Hombre
b) Mujer

3.-Especialidad elegida

a) Científico-Tecnológica
b) Biosanitaria
c) Ciencias Sociales
d) Humanísitco-Lingüística

4.-¿Ha repetido curso alguna vez durante el bachiller?

a) Sí
b) No

5.- Si la respuesta anterior ha sido afirmativa:

a) Ha repetido un curso
b) Ha repetido más de un curso

6.-En relación al curso pasado:

a) Aprobó todas las asignaturas en junio
b) Aprobó todas las asignaturas en septiembre
c) Aún le queda alguna asignatura pendiente
d) Está repitiendo curso

7.-¿Cuál fue la nota media que obtuvo en 3º de BUP o 1º de LOGSE?

a) Matrícula de honor o sobresaliente
b) Notable
c) Bien
d) Suficiente

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

8- ¿Cuánto tiempo dedica usted diariamente en casa a realizar tareas escolares?

a) Menos de una hora
b) Entre una hora y dos
c) Entre dos y tres horas
d) Entre tres y cuatro horas
e) Más de cuatro horas

9.- ¿Asiste a clase regularmente?

a) En general sí
b) Falta en bastantes ocasiones
c) En general no

10.-¿Desea cursar estudios universitarios?

a) Sí
b) No

11.-¿Disfruta de alguna beca para cursar estudios?

a) Sí
b) No

12.-¿Recibe clases particulares o asiste a algún centro de enseñanza complementario al instituto como academia o similar?

a) Sí
b) No

13.- ¿En cuál de los siguientes grupos encaja la profesión de su padre?. (En caso de estar jubilado o encontrarse en paro señale la ocupación a la que se dedicaba con anterioridad. Por motivos de operatividad las opciones han tenido que repartirse entre esta pregunta y la siguiente. Por tanto, para contestar, sería necesario que revisase todas las alternativas).

a) Empleado de la construcción, de la hostelería o industrial de una fábrica
b) Profesor
c) Oficinista de una empresa o banco
d) Agricultor
e) Autónomo (taxista, albañil, carpintero, negocio propio)

f) Empresario con trabajadores a su cargo

14.- (Continuación de la anterior)¿En cuál de los siguientes grupos encaja la profesión de su padre?

a) Directivo de una empresa privada
b) Funcionario de nivel medio-bajo (auxiliar, administrativo, ordenanza, policía, militar de graduación media).
c) Funcionario de alto nivel (inspector, director de un ente público, militar de alta graduación).
d) Profesional liberal (abogado, médico, etc.).
e) Sus labores

15.- ¿En cuál de los siguientes grupos encaja la profesión de su madre?. (En caso de estar jubilada o encontrarse en paro señale la ocupación a la que se dedicaba con anterioridad. Por motivos de operatividad las opciones han tenido que repartirse entre esta pregunta y la siguiente. Por tanto, para contestar, sería necesario que revisase todas las alternativas).

a) Empleada de la construcción, de la hostelería o industrial de una fábrica
b) Profesora
c) Oficinista de una empresa o banco
d) Agricultora
e) Autónoma (taxista, albañil, carpintero, negocio propio)
f) Empresaria con trabajadores a su cargo

16.- (Continuación de la anterior) ¿En cuál de los siguientes grupos encaja la profesión de su madre?

a) Directiva de una empresa privada
b) Funcionaria de nivel medio-bajo (auxiliar, administrativo, ordenanza, policía, militar de graduación media).
c) Funcionaria de alto nivel (inspector, director de un ente público, militar de alta graduación).
d) Profesional liberal (abogado, médico, etc.).
e) Sus labores

17.- ¿Ha estado en paro su padre?

a) Sí
b) No

18.-Si la respuesta a la anterior pregunta ha sido afirmativa, ¿cuánto tiempo en total? (aunque haya sido intermitentemente).

a) Menos de tres meses
b) Entre tres meses y un año

c) Más de un año

19.- ¿Trabaja actualmente su madre?

a) Sí
b) No

20.-Si la respuesta a la anterior pregunta ha sido afirmativa, ¿cuánto tiempo en total? (aunque haya sido intermitentemente).

a) Menos de tres meses
b) Entre tres meses y un año
c) Más de un año

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

21.- En relación a los estudios de su padre:

a) Tiene incompleto el graduado escolar
b) Estudió hasta finalizar los estudios primarios (graduado escolar)
c) Estudió hasta finalizar el bachillerato superior o la formación profesional
d) Es diplomado universitario (magisterio, ingeniería técnica, ATS, etc.)
e) Es licenciado universitario (licenciado, ingeniero o arquitecto).

22.- En relación a los estudios de su madre:

a) Tiene incompleto el graduado escolar
b) Estudió hasta finalizar los estudios primarios (graduado escolar)
c) Estudió hasta finalizar el bachillerato superior o la formación profesional
d) Es diplomada universitaria (magisterio, ingeniería técnica, ATS, etc.)
e) Es licenciada universitaria (licenciada, ingeniera o arquitecta).

23.- (Sólo si tiene hermanos mayores). En relación a los estudios que han cursado o actualmente realizan (si tiene más de uno y cada uno ha cursado o está cursando estudios diferentes marque la opción correspondiente al hermano que cursa o ha cursado el nivel académico más elevado):

a) No terminó EGB
b) EGB
c) Bachiller
d) FP
e) Han cursado o están estudiando estudios universitarios
f) Siguen otras opciones educativas (música, escuelas privadas diversas, etc.)

24.- ¿Desean sus padres que estudie una carrera universitaria?

a) Sí
b) no

25.-¿Qué opinión le merece el instituto en el que estudia?

a) Muy buena
b) Buena
c) Aceptable
d) No reúne los mínimos que usted estima necesarios

26.-¿Está satisfecho con el profesorado que le imparte clases?

a) En líneas generales sí
c) En líneas generales no.

IOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

3. ANÁLISIS DE LOS DATOS

Habiendo aclarado en el capítulo anterior las variables que se emplearán para extraer conclusiones sobre la eficiencia de los institutos de bachiller que conforman la muestra seleccionada para realizar esta tesis, parece adecuado pensar que seguidamente se expliquen los pasos seguidos en relación con la explotación estadística de la información recabada.

Así, en primer lugar, se llevará a cabo la descripción del Análisis Factorial efectuado a partir de las contestaciones a la encuesta del alumnado de COU. En segundo lugar, se razonará la elección del modelo envolvente seleccionado para analizar la eficiencia de los centros y se expondrán los resultados, es decir, los parámetros de eficiencia, las variables virtuales y de holgura y los valores objetivo de cada unidad. En tercer lugar, se identificarán las DMUs supereficientes en el sentido de **Andersen** y **Petersen (1993)** y **Wilson (1995).** Seguidamente, se localizarán las unidades docentes eficientes que más influyen sobre la determinación del nivel de eficiencia de otros centros en el sentido expuesto por **Hibiki** y **Sueyoshi (1999)** complementándolo con otro de cuantifiación de sinergias desarrollado en esta tesis. Por último, se procederá a evaluar la cantidad mínima de recursos adicionales que serían necesarios para lograr que las unidades eficientes incrementaran su output en un uno por cien. Para ello se utilizará el modelo de evaluación de eficacia desarrollado por **Bardham (1995)** previamente modificado mediante innovaciones que también han sido introducidas en esta tesis.

3.1. Análisis Factorial

En muchas ocasiones el investigador dispone de una matriz de datos en la que existen demasiadas variables que deben ser empleadas para analizar un fenómeno complejo. En estos casos, es frecuente desear reducir su número sin que las conclusiones que se extraigan sufran variaciones significativas (**Cuadras (1995)**).

El método del Análisis Factorial permite sintetizar la información recogida en un determinado experimento con un número reducido de nuevas variables a las que llamaremos factores. Es por tanto, una técnica estadística, que intenta explicar un

fenómeno a partir de la información recogida en una matriz de datos con *n* individuos y *K* variables mediante *W* factores, siendo *W* < *K*.

El Análisis Factorial supone que hay una parte mutua de la variabilidad de los datos (comunalidad), explicada por factores comunes no observables, y otra parte específica de cada variable que se denomina factor único. Se asume que estos últimos factores son independientes entre sí.

Básicamente existen dos tipos de Análisis Factorial: el Exploratorio (AFE) y el Confirmativo (AFC).

Con el primero, el investigador no tiene a priori una hipótesis acerca del número de factores comunes, es decir, estos se seleccionan durante el análisis. Con el segundo, el investigador parte de la hipótesis de que existe un número determinado de factores con un significado determinado.

En el caso particular de este trabajo existe una mezcla de ambos análisis puesto que se realiza el estudio como un AFE con la esperanza de obtener los factores comunes esperados (AFC).

Las ideas comentadas se concretan en el siguiente modelo:

$$X_{ij} = a_{1j}F_{i1} + a_{2j}F_{i2} + \ldots + a_{kj}F_{ik} + U_j$$

Donde:

X_{ij} es el valor de la j-ésima variable correspondiente al i-ésimo caso

F_{ij} son los coeficientes factoriales (factores comunes) correspondientes al i-ésimo caso

a_{ij} las puntuaciones factoriales

U_j es el factor único correspondiente a la j-ésima variable.

Como fases del Análisis Factorial se distinguen[79]:

A. Selección de las variables explicativas.
B. Examen de la matriz de correlaciones de todas las variables que constituyen los datos originales.
C. Extracción de los factores comunes.
D. Rotación de los factores con el objeto de facilitar su interpretación (si fuese necesario).
E. Representaciones gráficas.
F. Cálculo de las puntuaciones factoriales para cada individuo.

BIBLIOTECA VIRTUAL

Dentro de la fase A se identificaron algunos ítems que resultaron ser redundantes en cuanto a la información que aportaban sobre el alumno relacionada con sus características socioeconómicas e intensidad y motivo para el estudio. Por ejemplo, el ítem "Edad" proporcionaba prácticamente las mismas soluciones que "Ha repetido curso alguna vez".

Así pues, en función del análisis de correlación simple, se consideraron finalmente las respuestas a las siguientes preguntas para realizar el estudio :

8 - ¿Cuánto tiempo dedica usted diariamente en casa a realizar tareas escolares?
9 - ¿Asiste a clase regularmente?
10- ¿Desea cursar estudios Universitarios?
11- ¿Disfruta de alguna beca para cursar estudios?
12- Profesión del Padre. (Parte I).
13- Profesión del Padre. (Parte II).
14- Profesión de la Madre. (Parte I).
15- Profesión de la Madre. (Parte II).
20- En relación a los estudios de su padre...
21- En relación a los estudios de la madre...
22- En relación a los estudios de los hermanos...

[79] El paquete informático empleado fue el *SPSS 8.0* para Windows.

23- ¿Desean sus padres que estudie una carrera universitaria?

24- ¿Recibe clases particulares o asiste a algún centro... ?

Con estos ítems se realizó el Análisis Multivariable Avanzado, aplicando técnicas de reducción de dimensión (Análisis Factorial). Tras la correspondiente evaluación de los mismos se llega a la decisión de seleccionar las siguientes variables:

10- ¿Desea cursar estudios Universitarios?

11- ¿Disfruta de alguna beca para cursar estudios?

20- En relación a los estudios de su padre...

21- En relación a los estudios de la madre...

23- ¿Desean sus padres que estudie una carrera universitaria?

Las cuestiones 8, 9, 22 y 24 fueron finalmente excluidas del análisis por la escasa cantidad y calidad de las respuestas obtenidas así como por su no adecuación al modelo y la escasa correlación con el resto de variables consideradas (lo cual llevaba a crear interferencias).

Adicionalmente, se trató de aprovechar al máximo la información que aportaban los ítems 12, 13, 14 y 15 (puesto que las respuestas a estas preguntas resultaron estar sujetas a un alto porcentaje de error). Para ello se depuraron los *missings*, los datos erróneos y las incongruencias de los mismos. Por otro lado, para aquellos cuestionarios que no contestaban a ninguna de estas dos preguntas, se le intentó asignar valores en relación a individuos con características similares, que sí contestaron a las mismas (Regresión Lineal Simple). El resultado de todas estas técnicas de análisis de encuestas originó dos nuevos ítems que reflejaban de manera independiente y unívoca la profesión del padre y de la madre, P_{1213} y P_{1415}, respectivamente.

Posteriormente, se introdujo la información de los mismos junto a la del resto de variables y, a través del Análisis Factorial, se determinó que eran las cuestiones relacionadas con los estudios del padre y de la madre las que mejor explican el nivel socioeconómico del alumno. De hecho, como cabía esperar, existía una alta relación entre los niveles de

estudios y las actividades profesionales de los padres que llevaba a conclusiones prácticamente idénticas.

Adicionalmente, los nuevos puntos obtenidos (P_{1213} y P_{1415}) permitieron incorporar individuos que en anteriores análisis se tuvieron que eliminar por incoherencias en sus respuestas. De esta forma se ganó en información que se tradujo en una mayor variabilidad explicada.

La segunda fase señalada anteriormente sería la relacionada con la matriz de correlaciones construida a partir de todas las variables cuantitativas que entran en el análisis. Un análisis factorial tiene sentido si existe suficiente nivel de correlación entre las variables. Esto es indicativo de la existencia de factores comunes.

La comprobación analítica del grado de intercorrelación entre las variables puede realizarse por varios métodos; los más utilizados son los siguientes:

1. Matriz de correlaciones.
2. Prueba de esfericidad de Bartlett.
3. Índice KMO de Kaiser-Meyer-Olkin.
4. Correlación anti-imagen

El cuadro 3.1 representa la matriz de correlaciones de las variables seleccionadas para el estudio.

Cuadro 3.1.

Matriz de correlaciones [a]

		Deseo alumnos Universidad	Beca	Estudios Padre	Estudios Madre	Deseo Padres Universidad
Correlación	Deseo alumnos Universidad	1,000	-,015	,077	,088	,259
	Beca	-,015	1,000	,202	,144	,006
	Estudios Padre	,077	,202	1,000	,561	,037
	Estudios Madre	,088	,144	,561	1,000	,024
	Deseo Padres Universidad	,259	,006	,037	,024	1,000
Sig. (Unilateral)	Deseo alumnos Universidad		,192	,000	,000	,000
	Beca	,192		,000	,000	,371
	Estudios Padre	,000	,000		,000	,020
	Estudios Madre	,000	,000	,000		,091
	Deseo Padres Universidad	,000	,371	,020	,091	

a. Determinante = ,606

Fuente: Elaboración propia.

La parte superior del cuadro adjunto contiene los coeficientes de correlación múltiple que indican el grado de asociación entre una variable y todas las otras que intervienen en el análisis.

La parte inferior contiene la significatividad de los coeficientes anteriores. Un valor inferior a 0.05 indica que la correlación correspondiente es significativamente distinta de cero (a un nivel 95 por ciento) y que, por tanto, existe dependencia y factores comunes. De este modo, sólo se podría eliminar una variable del análisis si su nivel para el resto de las variables (todas) fueran mayor a 0.05.

En segundo lugar, la prueba de esfericidad de Bartlett e índice KMO (cuadro 3.2) ofrecen una medida de la adecuación muestral al permitir comparar las magnitudes de los coeficientes de correlación observados con las magnitudes de los coeficientes de correlación parcial.

Cuadro 3.2.

KMO y prueba de Bartlett

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		,539
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	1510,933
	gl	10
	Sig.	,000

Fuente: elaboración propia.

Un índice KMO bajo (< 0.5) indica que la intercorrelación entre las variables no es grande y, por lo tanto, el análisis factorial no sería práctico, ya que necesitaríamos casi tantos factores como variables para incluir un porcentaje de la información aceptable. Un KMO > 0.5 es indicativo de existencia de suficiente correlación y, por lo tanto, indicativo de que el Análisis Factorial es una técnica útil para el estudio.

La prueba de esfericidad de Bartlett contrasta la hipótesis de igualdad de la matriz de correlaciones con la identidad. Así, la aceptación de la hipótesis nula implicaría que las correlaciones entre las variables serían nulas. Por tanto, tiene sentido un Análisis Factorial si se puede rechazar la H_0, lo cual sería de nuevo indicativo de que existen correlaciones entre las variables.

A partir del valor del determinante de la Matriz de Correlaciones muestral, se puede calcular un estadístico que se distribuye según una χ^2 con $(K^2-K)/2$ grados de libertad, donde K es el número de variables de la Matriz de Correlaciones. El valor del estadístico nos servirá para contrastar la hipótesis de la prueba de Bartlett.

En el caso que se analiza, el valor asociado a estadístico χ^2 es 0.00 con lo que se rechaza la H_0 y el Análisis Factorial tiene sentido.

Una tercera vía de corroborar si la conveniencia del procedimiento se basa en la matriz correlación anti-imagen (cuadro 3.3).

Cuadro 3.3

Matrices anti-imagen

		Deseo alumnos Universidad	Beca	Estudios Padre	Estudios Madre	Deseo Padres Universidad
Covarianza anti-imagen	Deseo alumnos Universidad	,924	3,250E-02	-2,52E-02	-4,49E-02	-,239
	Beca	3,250E-02	,957	-,120	-3,17E-02	-6,706E-03
	Estudios Padre	-2,520E-02	-,120	,669	-,368	-1,548E-02
	Estudios Madre	-4,489E-02	-3,17E-02	-,368	,682	8,716E-03
	Deseo Padres Universidad	-,239	-6,71E-03	-1,55E-02	8,716E-03	,932
Correlación anti-imagen	Deseo alumnos Universidad	,531[a]	3,456E-02	-3,20E-02	-5,65E-02	-,257
	Beca	3,456E-02	,711[a]	-,150	-3,92E-02	-7,101E-03
	Estudios Padre	-3,204E-02	-,150	,530[a]	-,546	-1,961E-02
	Estudios Madre	-5,654E-02	-3,92E-02	-,546	,532[a]	1,093E-02
	Deseo Padres Universidad	-,257	-7,10E-03	-1,96E-02	1,093E-02	,509[a]

a. Medida de adecuación muestral

Fuente: Elaboración propia.

Con esta prueba se determina que es aplicable el Análisis Factorial si en la matriz de Correlaciones anti-imagen hay muchos coeficientes con valores pequeños. En el cuadro 3.3 se observa que, de nuevo, existe un resultado satisfactorio que apunta al Análisis Factorial como método apropiado.

Una vez que se ha verificado que la técnica elegida para sintetizar la información es la adecuada, la siguiente fase sería extraer los factores comunes de la muestra.

El método a seguir considera como comunalidades iniciales los coeficientes de determinación de los modelos de regresión. En principio, se elige el eje sobre el que la variabilidad de las proyecciones de los datos es máxima; a continuación, se elige el eje sobre el que la variabilidad restante de la proyección es máxima, y así sucesivamente. Se debe de elegir el número de factores que explique mejor las variables iniciales de acuerdo a principios analíticos y personales del investigador.

En el caso que en esta tesis se trata el resultado fue el presentado en el cuadro 3.4.

Cuadro 3.4

Comunalidades

	Inicial	Extracción
Deseo alumnos Universidad	7,562E-02	,568
Beca	4,347E-02	5,415E-02
Estudios Padre	,331	,780
Estudios Madre	,318	,405
Deseo Padres Universidad	6,756E-02	,117

Método de extracción: Factorización de Ejes principales.

Se denomina comunalidad final a la proporción de variabilidad de cada variable explicada por los factores comunes.

La comunalidad puede oscilar entre 0 y 1; 0 indica que los factores explican poco de la variable y 1 que explican el 100% de la variabilidad de los factores.

Fuente: Elaboración propia.

La variabilidad total explicada se recoge en el cuadro 3.5.

Cuadro 3.5.

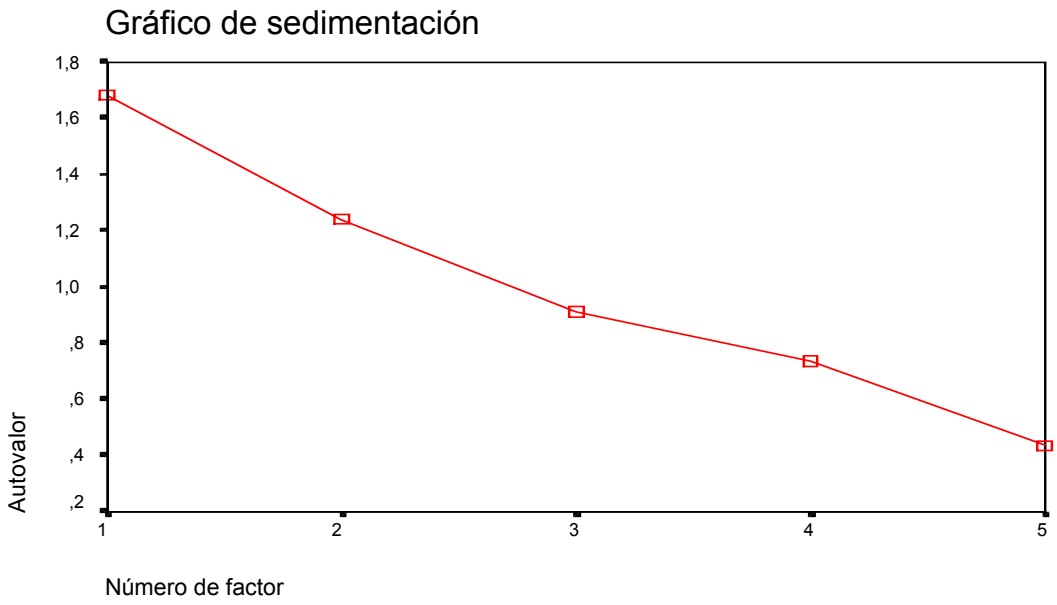
Varianza total explicada

Factor	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	1,681	33,616	33,616	1,260	25,198	25,198
2	1,240	24,790	58,406	,664	13,283	38,482
3	,912	18,234	76,641			
4	,733	14,653	91,294			
5	,435	8,706	100,000			

Método de extracción: Factorización de Ejes principales.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 3.6.



Fuente: Elaboración propia.

Tal y como se observa en el cuadro 3.5 con dos factores se explica el 58.406 por ciento de la varianza total. Con tres factores se mejoraría en un 18.234 por cien, pero se introduciría un factor más que, adicionalmente, estaría constituido por una sola variable. Como por otro lado, el gráfico de sedimentación (cuadro 3.6) indica que se seleccionen dos o tres variables (función del número de codos), siguiendo el criterio de parsimonia se apoya la selección de dos.

Dado que no sería necesaria una rotación de los factores para obtener una interpretación de los mismos, se omite este paso para ir directamente al cálculo de la matriz factorial, a la identificación de factores y, por último, la bondad del ajuste y la matriz de coeficientes para el cómputo de las puntuaciones factoriales.

El cuadro 3.7 recogería la matriz factorial resultante.

Cuadro 3.7.

Matriz factorial [a]

	Factor	
	1	2
Deseo alumnos Universidad	,207	,725
Beca	,220	-7,67E-02
Estudios Padre	,872	-,139
Estudios Madre	,633	-6,57E-02
Deseo Padres Universidad	8,981E-02	,330

Método de extracción: Factorización del eje principal.

a. 2 factores extraídos. Requeridas 193 iteraciones.

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que existe una interpretación clara para los dos factores identificados. El factor uno puede asimilarse a un indicador socioeconómico en tanto que niveles elevados del mismo se corresponderían con alumnos cuyas características se basarían en no solicitar becas y tener unos padres con elevado nivel de estudios. Por su lado, el segundo factor, se podría asimilar a un índice de interés por la formación académica en tanto que niveles elevados del mismo estarían relacionados con alumnos con deseo de cursar estudios superiores cuyos padres también apoyan dicho anhelo.

Como medio de observar la bondad del ajuste, se ofrece la matriz de correlaciones reproducidas y la de residuos (*A·A´*). Si el análisis es adecuado, la mayoría de los residuos serán pequeños. Lo ideal es que el porcentaje de residuos mayores en valor absoluto a 0.05 no sea superior al 1.86 por ciento del total de residuos obtenidos. En esta caso existió un 0.0 por cien (ver cuadro 3.8) por lo que el ajuste fue adecuado.

Cuadro 3.8.

Correlaciones reproducidas

		Deseo alumnos Universidad	Beca	Estudios Padre	Estudios Madre	Deseo Padres Universidad
Correlación reproducida	Deseo alumnos Universidad	,568[b]	-1,02E-02	7,952E-02	8,317E-02	,258
	Beca	-1,017E-02	5,415E-02[b]	,202	,144	-5,583E-03
	Estudios Padre	7,952E-02	,202	,780[b]	,561	3,246E-02
	Estudios Madre	8,317E-02	,144	,561	,405[b]	3,515E-02
	Deseo Padres Universidad	,258	-5,58E-03	3,246E-02	3,515E-02	,117[b]
Residual [a]	Deseo alumnos Universidad		-5,20E-03	-2,22E-03	5,046E-03	1,053E-03
	Beca	-5,201E-03		2,386E-04	-2,59E-04	1,147E-02
	Estudios Padre	-2,224E-03	2,386E-04		5,111E-07	4,921E-03
	Estudios Madre	5,046E-03	-2,59E-04	5,111E-07		-1,113E-02
	Deseo Padres Universidad	1,053E-03	1,147E-02	4,921E-03	-1,11E-02	

Método de extracción: Factorización de Ejes principales.

a. Los residuos se calculan entre las correlaciones observadas y reproducidas. Hay 0 (,0%) residuos no redundantes con valores absolutos > 0.05.

b. Comunalidades reproducidas

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, la matriz de coeficientes para las puntuaciones factoriales fue (cuadro 3.9) **.**

Cuadro 3.9

Matriz de coeficientes para el cálculo de las puntuaciones factoriales

	Factor	
	1	2
Deseo alumnos Universidad	,151	,916
Beca	,047	-,037
Estudios Padre	,820	-,222
Estudios Madre	,222	-,028
Deseo Padres Universidad	,033	,204

Método de extracción: Factorización del eje principal.
Método de puntuaciones factoriales: Anderson-Robin.

Fuente: Elaboración propia.

Siendo por tanto:

FACTOR1 = 0.151*(DESEO ALUMNOS UNIVERSIDAD) + 0.047*(BECA) + 0.820*(ESTUDIOS PADRE) + 0.222*(ESTUDIOS MADRE) + 0.033*(DESEO PADRES UNIVERSIDAD).

FACTOR2 = 0.916*(DESEO ALUMNOS UNIVERSIDAD) - 0.037*(BECA) - 0.222*(ESTUDIOS PADRE) - 0.028*(ESTUDIOS MADRE) + 0.204*(DESEO PADRES UNIVERSIDAD).

Los valores de las puntuaciones factoriales para cada centro fueron las contenidas en la tabla 3.10

Cuadro 3.10

CÓDIGO Código	**FACTOR 1** *FSE*	**FACTOR 2** **FI**
1	2.6874783	1.5438696
2	3.0197576	1.4665758
3	2.8781935	1.4463333

4	2.7368235	1.4742059
5	3.0925385	1.4664769
6	2.5174	1.4143143
7	2.1614444	1.3474444
8	2.6410345	1.6344943
9	1.9869048	1.3980714
10	2.0768333	1.4536667
11	3.0571613	1.5330968
12	2.607	1.5525094
13	2.6565385	1.5948462
14	2.378735	1.5820769
15	2.6130303	1.461
16	2.9028431	1.4703333
17	2.731907	1.632186
18	2.7729091	1.4662182
19	2.9270345	1.4865172
20	2.722775	1.56045
21	2.430038	1.6362911
22	3.1570909	1.3702045
23	2.9136286	1.5800286
24	2.4002143	1.6005714
25	2.4172297	1.5902162
26	2.5784848	1.5127273
27	2.7888984	1.5244219
28	2.4651188	1.5281683
29	2.8233942	1.4874964
30	3.0441529	1.3997353
31	2.8144301	1.5656022
32	3.134701	1.4069588
33	3.0530114	1.3290455
34	3.0408571	1.4470476
35	2.9966667	1.3692667
36	3.0679394	1.5138636
37	2.8341279	1.4704419
38	2.8025238	1.5081825
39	2.9222885	1.5262692
40	2.1227857	1.4166786
41	2.386625	1.5427
42	3.5639837	1.3376471
43	3.4564967	1.3151765
44	3.2596842	1.3876579

Fuente: Elaboración propia.

3.2 Análisis DEA

Una vez que se ha realizado el Análisis factorial y se dispone de la información pertinente de los factores que caracterizan a los alumnos de cada centro, se puede efectuar el Análisis Envolvente de Datos sin peligro de que los resultados puedan estar influenciados por la diferente aptitud y capacidad de estudio de los discentes de cada unidad.

El primer paso para realizarlo es la elección del modelo envolvente apropiado. Se optó por un BCC orientado al output con las variaciones de **Banker** y **Morey (1986:51)** y de **Lovell** y **Pastor (1995:150)**. La elección de un BCC responde al hecho de ser el tipo de modelo más empleado en los estudios comentados en el primer capítulo. Por otro lado, es fácil observar que la diferencia de tamaño existente entre institutos de la muestra[80] podría llevar a problemas de escala en los resultados. La orientación al output del modelo ha tratado de obedecer a la realidad impuesta a los equipos directivos de los centros puesto que tratan de obtener los máximos resultados con el nivel de presupuesto que se les asigna. Finalmente, las variaciones mencionadas se eligieron para tratar de evitar problemas con los inputs no discrecionales (la primera) y eludir complicaciones causadas por las unidades de medida de las variables (la segunda).

De este modo, el modelo DEA empleado inicialmente adoptó la forma siguiente:

$$
\begin{aligned}
& Max_{\theta, S_{ND-}, S_{+}, S_{D-}, \lambda}\ \theta o + \varepsilon((S_{D-}/\sigma_D) + \varepsilon'(S_{ND-}/\sigma_{ND}) + (S+/\sigma)) \\
& S.A \\
& X\lambda + S_{D-} = Xo \\
& Y\lambda - S+ = \theta o Yo \\
& Z\lambda + S_{ND-} = Zo \\
& e\lambda = 1 \\
& S_{D-}, S_{ND-}, S_{+}, \lambda \geq 0
\end{aligned}
\qquad \text{M.3.1}^{81}
$$

[80] Centros como el Instituto Jorge Juan de Alicante sobrepasaban los 1700 alumnos mientras que otros no llegaban a los 200.

[81] Una concreción del modelo con datos reales puede observarse en el apéndice de este capítulo (cuadro A.3.1).

Donde:

X: matriz de inputs discrecionales.

Y: matriz de outputs.

Z: matriz de inputs no discrecionales.

λ: vector de parámetros solución del modelo.

S: Variables de holgura solución del modelo.

σ: desviaciones típicas.

e: vector de unos.

θ_o: ratio de eficiencia de la unidad evaluada solución del modelo.

Aplicando esta especificación de modelo envolvente a los datos obtenidos para el estudio[82] se obtuvieron los resultados que a continuación se comentan[83] (ver cuadro 3.11)

Cuadro 3.11. Ratios de eficiencia

CÓDIGO	RATIOS DE EFICIENCIA
1	1.0102
2	1.5606
3	1.1227
4	1.4423
5	1.1835
6	1
7	1
8	1.1356
9	1
10	1
11	1.1345
12	1.4303
13	1.0617
14	1.083
15	1.4385
16	1

[82] La matriz que contiene los mismos puede consultarse en el apéndice de este capítulo (cuadro A.3.2)

[83] Se realizaron pruebas alternativas del modelo utilizando como inputs los gastos del centro (exceptuando los de reparación y conservación) en vez de los ingresos por alumno de COU. Dado que, como se razonó en el capítulo segundo, parece más razonable trabajar con ingresos que con gastos y, además, los resultados fueron muy similares (coeficiente de correlación de Spearman 0.82 – Cuadro A.3.3 -) se optó por continuar el estudio con ingresos como inputs.

17	1
18	1.3098
19	1.2645
20	1.32
21	1.0591
22	1
23	1.0282
24	1.1526
25	1
26	1.0581
27	1
28	1
29	1
30	1.0287
31	1.2764
32	1.4129
33	1
34	1.05
35	1.2525
36	1.0792
37	1.6835
38	1.2774
39	1.7169
40	1
41	1.1284
42	1
43	1
44	1.2148

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se representan los parámetros de eficiencia obtenidos mediante el modelo especificado. Dado que la orientación de éste es al output, el theta de una unidad eficiente será igual a uno, mientras que el de una ineficiente será mayor. Asimismo, la medida de ineficiencia vendrá dada por la diferencia del parámetro con la unidad.

En función de lo anterior, se identifican 15 unidades eficientes y 29, el resto, ineficientes, siendo la media de los ratios de eficiencia 1.1572 (lo cual indica un 15.72 por ciento de ineficiencia media para el conjunto de los centros analizados). Adicionalmente, se observa que los centros más ineficientes son los números 37 y 39 ya que sus ratios de eficiencia son los más elevados (1.6835 y 1.7169, respectivamente).

Analizar las causas por las que se obtuvieron estos resultados implica tener que observar las variables virtuales y obtener conclusiones de sus valores. Esta tipo de variables (cuadro 3.12) proporcionan información acerca de la importancia que cada input o output ha tenido en la determinación de la unidad como eficiente o ineficiente. La causa de ello estriba en que esas variables son, en definitiva, las ponderaciones que el programa lineal ha asignado a cada producto y recurso con el objeto de lograr cumplir las restricciones y obtener el máximo valor de la función objetivo.

Cuadro 3.12. Variables virtuales

CÓDIGO	MU_1: CV	MU_2: ASBM	NU_1: RA	NU_2: HRSPA	NU_3: FSE	NU_4: FI
1	0.1042	1.0595	0	0.5673	0	0
2	0.18889	0	0	0.5425	0	0
3	0.1176	0.9885	0	0.5593	0	0.1346
4	0.23	0	0.178	0.807	0.2371	0
5	0.1272	1.0695	0	0.6051	0	0.146
6	0.111	0	0.1408	0.3222	0	0
7	0	2.5	0.1455	0	0.3176	9.8569
8	0.1625	0.7656	0	1.403	0	0
9	0.2073	0	0	1.2869	0.167	0
10	0.1664	0	0	0	2.1934	0
11	0.0563	1.6374	0	0.2624	0	0
12	0.1243	1.2036	0	0.5899	0	0
13	0.104	1.0069	0	0.4936	0	0
14	0.1221	0.8762	0.0003	0.5409	0.0809	0
15	0.1103	1.0684	0	0.5237	0	0
16	0.1205	1.5094	0	1.7288	0	0
17	0	1.9245	0	0	0	0
18	0.1333	1.1206	0	0.6341	0	0.1526
19	0.002	2.5013	0	0	0	0.3068
20	0.156	0.9917	0	0.6833	0	0
21	0.1058	1.0252	0	0.5025	0	0
22	0.1851	0	0	1.0633	0	0
23	0.1218	0.8323	0	0.8005	0	0
24	0.1693	0	0.0515	0.6037	0.1938	0
25	0.198	0	0.6016	0.8729	0.6117	0
26	0.1665	0	0.0212	0.5915	0.1876	0
27	0	2.1891	0.7272	3.5209	0	0
28	0.125	0.6921	0.0811	0.5251	0	0

29	0.1822	0	2.8573	0	0	0
30	0.1539	0.6882	0.0133	1.3779	0	0
31	0.2033	0.9119	0.03267	2.0529	0	0
32	0.1614	1.4112	0	0.8755	0	0.2028
33	0.1551	0	1.8599	0	0.14	6.0172
34	0.0017	2.0971	0	0	0	0.2572
35	0.1636	0	0	0	0	4.9148
36	0.0432	1.8648	0.8334	0	0	0
37	0.1755	1.4749	0	0.8346	0	0.2008
38	0.1356	1.3213	0.1269	0.7902	0	0
39	0.1865	1.1853	0	0.8167	0	0
40	0.04	1.6078	0.7777	0	0	0.3147
41	0.1141	0.8248	0	0.5062	0.0741	0
42	0.191	0	1.61	0.1332	0	4.7565
43	0	3.4531	0.0502	0	0	7.8595
44	0.1209	1.4933	0.2908	1.193	0	1.3486

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro anterior se recogen los valores de los inputs y outputs virtuales. En función de los mismos, se concluirá que una variable ha resultado ser más importante que otra para la determinación de su nivel de eficiencia cuanto mayor sea el valor virtual de la misma. Dado que existen dos outputs y cuatro inputs, el número de variables virtuales será de seis. En la tabla anterior vienen representadas como MU_r para los outputs y como NU_i para los inputs.

De los niveles del primero de los casos mencionados de los dos centros más ineficientes, el 37, puede concluirse que fue la acción de los dos outputs y de los inputs *HRSPA* (número horas clase COU/número de alumnos matriculados en COU) y *FI* (factor de interés del alumnado) la que hizo que su ineficiencia no fuese aún mayor. Es decir, fue la acción de los inputs *RA* (recursos empleados por el centro por alumno de COU /10000) y *FSE* (factor socioeconómico del alumnado) la que ocasionó la baja evaluación de eficiencia del centro. De los niveles del centro 39 pueden extraerse casi las mismas conclusiones excepto por el hecho de que habría que excluir el efecto de la influencia del input *FI* sobre la evaluación de eficiencia de dicha unidad.

La información proporcionada por DEA también incluye la identificación del *Peer Group* (o grupo de referencia o comparación) y los valores de las variables de holgura.

El grupo de referencia viene dado por aquellos λ con valores distintos de cero en la solución de cada unidad. Evidentemente, si la DMU es eficiente, el programa no pudo encontrar a ninguna entidad real o ficticia con la que compararla y, finalmente, la cotejó consigo misma. Esto implica que $\lambda_o=1$ y, por tanto, que el grupo de referencia de una unidad eficiente sea ella misma. No sucede lo mismo con las ineficientes puesto que sí habrá sido posible localizar una DMU real o ficticia con la que comparar la DMU_o. En cualquier caso, las entidades componentes del *Peer Group* son siempre eficientes.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

En el cuadro 3.13 se recogen los resultados de los λ para cada instituto.

Cuadro 3.13. Grupos de referencia

CÓDIGO	*PEER GROUP*
1	L27=0.3302,L28=0.4561,L40=0.2136
2	L6=0.7083,L33=0.2916
3	L6=0.0996,L28=0.3856,L33=0.1495,L40=0.3653
4	L6=0.0884,L28=0.3950,L29=0.1595,L33=0.3571
5	L6=0.0541,L28=0.6058,L33=0.2010,L40=0.1391
6	L6=1
7	L7=1
8	L9=0.62,L22=0.0701,L33=0.3099
9	L9=1
10	L10=1
11	L6=0.1447,L17=0.3677.L40=0.4876
12	L6=0.4493,L28=0.4573,L40=0.093
13	L6=0.1181,L28=0.5968,L40=0.2851
14	L6=0.097,L10=0.0296,L28=0.7039,L40=0.0078
15	L6=0.8146,L28=0.0089,L40=0.1765
16	L16=1
17	L17=1
18	L6=0.1681,L28=0.5057,L33=0.0735,L40=0.2527
19	L6=0.2991,L17=0.3273,L40=0.3735
20	L6=0.0412,L28=0.7829,L33=0.1759
21	L6=0.0315,L28=0.2209,L40=0.7475
22	L22=1
23	L9=0.0575,L28=0.8668,L33=0.0756

24	L6=0.3656,L9=0.1803,L28=0.4503,L33=0.0038
25	L25=1
26	L6=0.1005,L9=0.1424,L10=0.2753,L33=0.4816
27	L27=1
28	L28=1
29	L29=1
30	L9=0.4658,L22=0.2992,L29=0.0512,L33=0.1838
31	L9=0.2459,L16=0.2947,L22=0.2211,L29=0.2382
32	L9=0.3932,L28=0.2457,L33=0.34,L40=0.0209
33	L33=1
34	L6=0.2254,L17=0.1434,L40=0.6312
35	L6=0.4716,L33=0.5283
36	L6=0.1359,L29=0.2833,L40=0.5807
37	L6=0.1134,L28=0.5596,L33=0.0953,L40=0.2317
38	L27=0.1386,L28=0.2016,L29=0.2720,L40=0.3877
39	L6=0.2447,L28=0.3520,L33=0.4032,
40	L40=1
41	L6=0.3093,L10=0.0553,L28=0.4216,L40=0.2138
42	L42=1
43	L43=1
44	L9=0.3250,L29=0.0556,L33=0.0321,L40=0.2823,L42=0.3049

Fuente: Elaboración propia.

De esta tabla no sólo se puede extraer la información relacionada con el grupo de referencia sino que también se puede conocer el grado de importancia de cada unidad en la constitución de esos grupos. El objetivo principal es poder dilucidar cuáles son los modelos de gestión a seguir por cada DMU ineficiente puesto que, cuanto mayor es el valor de los λ, más parecido es el modo de producción de la unidad ineficiente a la eficiente que forma parte del grupo de comparación. Obsérvese que, en definitiva, la DMU ficticia es una combinación lineal convexa de DMUs eficientes y reales y, por tanto, cuanto mayor es el λ, más peso tiene la unidad eficiente en la construcción de la ficticia y, así, más se parece la eficiente a la ineficiente en su modo de producción (un razonamiento con la misma conclusión puede leerse en **Boussofiane et al. (1991:4-5)**).

Por ejemplo, la unidad 2 tendría un grupo de referencia formado por las DMUs eficientes 6 y 33. Las dos, por tanto, podrían ser tomadas como puntos de comparación para tratar de mejorar el comportamiento de la DMU 2. Sin embargo, es el instituto 6 el que

más participa a la hora de componer la unidad ficticia (un 0.7083 frente a un 0.2917 de la 33). Por tanto, debe ser la unidad 6 la que sea tomada como centro especial de comparación de resultados de la 2.

Tras haber identificado los centros docentes que servirían de comparación a los ineficientes parece lógico pensar que el interés se centrara en conocer el exceso o defecto de cada variable en que incurrirían los institutos no eficientes (variables de holgura). Éstas proporcionan información de la cantidad de variable que sería necesario aumentar o disminuir con objeto de que la DMU tuviera un comportamiento eficiente.

El cuadro 3.14 recoge los valores de las variables de holgura para cada centro[84].

Cuadro 3.14. Variables de holgura

CÓDIGO	S^+_1:CV	S^+_2:ASBM	S^-_1:RA	S^-_2:HRSPA	S^-_3:FSE	S^-_4:FI
1	0	0	0.526	0	0.1885	0.0408
2	0	0.1	0.9449	0	0.3461	0.07713
3	0	0	0.8115	0	0.445	0
4	0	0.0549	0	0	0	0.0337
5	0	0	0.2604	0	0.554	0
6	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0.0951	0	0.2417	0.2598
9	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0.0741	0	0.6533	0.0375
12	0	0	0.7657	0	0.1502	0.0859
13	0	0	1.8021	0	0.2828	0.1119
14	0	0	0	0	0	0.0891
15	0	0	0.4317	0	0.1657	0.0453
16	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0.2872	0	0.3423	0

[84] Los institutos eficientes tendrán valores de holgura nulos. No necesariamente ocurre que si el ratio de eficiencia es unitario las variables de holgura son nulas (**Norman y Stoker (1991: 238-9)**) pero sí ocurre que una unidad es eficiente si y sólo si su ratio es uno y las variables de holgura son nulas (tal y como se explicó en el capítulo primero).

19	0	0	3.8047	0.3774	0.4868	0
20	0	0	0.4161	0	0.152	0.0719
21	0	0	0.6473	0	0.2191	0.195
22	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0.0062	0	0.4315	0.0744
24	0	0.1152	0	0	0	0.1382
25	0	0	0	0	0	0
26	0	0.0851	0	0	0	0.1309
27	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0.4684	0.01811
31	0	0	0	0	0.0996	0.131
32	0	0	0.05844	0	0.6648	0
33	0	0	0	0	0	0
34	0	0	1.8013	0.9677	0.7418	0
35	0	0.3079	1.2458	0.4959	0.1963	0
36	0	0	0	0.6119	0.693	0.0775
37	0	0	0.5019	0	0.3863	0
38	0	0	0	0	0.3278	0.0348
39	0	0	0.2151	0	0.2073	0.1062
40	0	0	0	0	0	0
41	0	0	1.2094	0	0	0.0777
42	0	0	0	0	0	0
43	0	0	0	0	0	0
44	0	0	0	0	0.6727	0

Fuente: Elaboración propia.

Siguiendo con el ejemplo de la unidad 2, en el caso de los outputs, se contemplan variables de holgura de 0.1 para el segundo de los mismos (*ASBM*). Esto significa que a pesar de que los outputs crecieran en la proporción indicada por su ratio de eficiencia, la proporción de aprobados sobre el total de matriculados en selectividad debería aumentar 0.1 puntos más para llegar a ser eficiente. Por el lado de los inputs discrecionales, el nivel de holgura de 0.9449 para *RA* implica que la cantidad de ingresos por alumno que debería tener el centro debería disminuir en 0.9449 para llegar a ser eficiente. Finalmente, las magnitudes de los inputs no controlables indican la cantidad en que podrían empeorar estas variables sin que empeorase la eficiencia del centro. En concreto, el nivel socioeconómico del alumnado podría empeorar en 0.346 y el factor de interés en 0.077 sin que se perjudicara a la evaluación de eficiencia.

De las ecuaciones del modelo *M.3.1* es fácil derivar las fórmulas de los niveles de inputs y outputs que cada entidad debería tener para ser eficiente. En concreto:

$$X\lambda = Xo - S_{D-}$$
$$Y\lambda = \theta o Yo + S+$$
$$Z\lambda = Zo - S_{ND-}$$

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

Con estas expresiones se calcularon los valores objetivo de cada entidad que vienen recogidos en la tabla 3.15.

Cuadro 3.15. Variables objetivo

CÓDIGO	1/CV	ASBM	RA	HRSPA	FSE	FI
1	5.266212	0.435649	0.776369	0.91875	2.498978	1.50307
2	8.258906	0.427223	0.909703	1.548387	2.673658	1.389446
3	5.999232	0.422008	0.791736	1.049645	2.433194	1.446333
4	6.272009	0.349454	0.776612	0.992958	2.736824	1.440506
5	6.030058	0.389257	0.810203	0.993355	2.538538	1.466477
6	9.0059	0.489362	0.903267	1.808511	2.5174	1.414314
7	4.712372	0.4	3.725401	1.127273	2.161444	1.347444
8	5.366704	0.343834	1.068884	0.827778	2.399334	1.374694
9	4.823718	0.396907	1.046288	0.793814	1.986905	1.398071
10	6.009027	0.385714	3.0076	1.028571	2.076833	1.453667
11	5.551113	0.502156	0.873838	1.147541	2.403861	1.495597
12	7.19222	0.445808	0.831897	1.337662	2.4568	1.466609
13	6.0163	0.433174	0.779036	1.064	2.373738	1.482946
14	5.970234	0.404021	0.904837	1.005181	2.378735	1.492977
15	8.303137	0.48909	0.868571	1.66	2.44733	1.4157
16	4.036792	0.340299	1.119401	0.689552	2.902843	1.470333
17	4.67423	0.519608	1.076003	1.068627	2.731907	1.632186
18	6.241386	0.426205	0.79747	1.103175	2.430609	1.466218
19	6.161445	0.500531	0.888638	1.268433	2.440234	1.486517

20	6.061504	0.377143	0.815498	0.973214	2.570775	1.48855
21	5.446938	0.470711	0.734847	1.020833	2.210938	1.441291
22	5.403101	0.166667	1.903156	0.735294	3.157091	1.370205
23	5.810249	0.384988	0.811761	0.931507	2.482129	1.505629
24	6.807727	0.428707	0.876419	1.232	2.400214	1.462371
25	5.049345	0.25	0.597756	0.852564	2.41723	1.590216
26	6.352028	0.345716	1.513688	1.019704	2.578485	1.381827
27	4.551974	0.45679	0.803831	0.82716	2.788898	1.524422
28	5.820111	0.393548	0.786191	0.941935	2.465119	1.528168
29	5.487685	0.323699	0.349978	0.83815	2.823394	1.487496
30	5.329238	0.302384	1.244785	0.801153	2.575753	1.381625
31	4.87799	0.311866	1.091481	0.760705	2.71483	1.434602
32	5.627863	0.357586	0.934197	0.876543	2.469901	1.406959
33	6.445183	0.277778	0.925183	0.916667	3.053011	1.329045
34	5.973872	0.495833	0.807694	1.198967	2.299057	1.447048
35	7.653143	0.377483	0.914929	1.337433	2.800367	1.369267
36	5.790723	0.444376	0.635804	1.070453	2.374939	1.436364
37	6.09415	0.416349	0.795771	1.053763	2.447828	1.470442
38	5.308241	0.421783	0.641454	0.924528	2.474724	1.473383
39	6.851825	0.370312	0.870898	1.143791	2.714988	1.420069
40	5.186501	0.492754	0.712613	1.01087	2.122786	1.416679
41	6.680559	0.443961	0.929639	1.229508	2.386625	1.465
42	5.235403	0.334489	0.757958	0.896014	3.563984	1.337647
43	4.343701	0.289593	1.187051	0.963801	3.456497	1.315176
44	5.140532	0.397032	0.821523	0.892683	2.586984	1.387658

Fuente: Elaboración propia.

Por ejemplo, el instituto 2 presentaría realmente una proporción de aprobados sobre matriculados de 0.2097, mientras que lo eficiente sería que tuviera una de 0.4272 (0.2097*1.5606+0.1). Es decir, valor real por ratio de eficiencia más variable de holgura. En el caso de los inputs, tan sólo habría que sustraer la variable de holgura al valor real tal y como indican las fórmulas precedentes.

3.3 Jerarquización de las unidades eficientes

En el apartado anterior se ha realizado la explotación inicial de la información estadística que, con anterioridad, se justificó que constituía el conjunto de variables elegidas como inputs y outputs del proceso docente.

El procedimiento utilizado para ello, el Análisis Envolvente de Datos en su variante BCC orientada al output, permite establecer una partición de las DMUs en eficientes e ineficientes a la vez que posibilita llevar a cabo una clasificación de las ineficientes en función de su ratio de eficiencia[85].

Sin embargo, dicho método no posee la facultad de realizar una ordenación de los centros eficientes puesto que a todos se les asigna un θ_o=1. El objetivo de este epígrafe 3.3 es precisamente realizar esa clasificación.

Existen varios modos de efectuar esta jerarquización. En primer lugar cabría mencionar el basado en el número de ocasiones en que una unidad entra a formar parte del grupo de comparación de otras (**Smith y Mayston (1987:187)**). Cuanto más veces forme parte del *peer group* de otras unidades la unidad eficiente en cuestión habrá sido tomada en más ocasiones como referencia de otras, lo cual significa que su modo de operar habrá sido tomado como modelo en más situaciones. Según este criterio las unidades 6 y 33 serían las mejores dentro de las eficientes[86].

No obstante, existen ciertas observaciones que deben realizarse. En primer lugar, este método no posibilitaría más que una ordenación basada en términos cualitativos puesto que no considera el valor que cada λ posee dentro del grupo de comparación. Así, una DMU podría figurar como componente de numerosos *peer groups* y, sin embargo, al hacerlo con muy escasa magnitud cada vez, podría ocurrir que su peso específico fuese

[85] Ello es debido a que las unidades ineficientes tienen parámetros de eficiencia mayores que la unidad y son más ineficientes cuanto más se aleja su ratio de la unidad.

[86] Ver cuadro 3.13.

muy limitado[87]. En segundo lugar, tal y como señalan **Ganley y Cubbin (1992:50-1)**, el método, en realidad, sólo recoge información acerca de la proximidad geométrica de las unidades eficientes e ineficientes. A más proximidad, mayor número de veces es englobada una eficiente en el grupo de comparación.

Parecería más razonable pues utilizar algún método que eludiera los problemas anteriores. Una alternativa podría ser la construcción de la matriz de eficiencias cruzadas propuesta por **Sexton et al. (1986)**. Esta matriz se calcula computando el índice de eficiencia que cada centro obtendría al emplear como ponderaciones las obtenidas por otras unidades en su evaluación. Con esta matriz, se identificaría como realmente eficiente a aquella DMU que obtuviera ratios de eficiencia elevados[88] con los pesos de otras unidades. En caso contrario, se razonaría que la entidad eficiente ha logrado ser clasificada como tal debido a un conjunto de pesos atípicos, es decir, muy diferente a los utilizados por el resto. Este podría ser el caso de un instituto que fuese catalogado como eficiente por presentar un comportamiento excelente en alguna variable a pesar de no tenerlo con las demás.

Como se observará, el método elude los problemas planteados respecto al primero pero, sin embargo, adolece de otro: las ponderaciones obtenidas en el proceso de evaluación mediante un determinado programa DEA difieren de las que puedan lograrse con otro. El motivo reside en que los programas informáticos utilizan distintos algoritmos de resolución por aproximación que les llevan a escoger los pesos óptimos que primero localizan. Esto lleva a que los resultados de jerarquización mediante el método de la matriz de eficiencia cruzadas no parezca el más adecuado.

Un modo de encontrar una solución al dilema fue el propuesto por **Andersen y Petersen (1993)** y perfeccionado por **Wilson (1995)**.

[87] Como se especificó en el apartado anterior a mayor λ mayor similitud entre el modo de operar de la DMU eficiente y la ineficiente.

[88] En concreto, sería mejor la unidad que mayor eficiencia media mostrase, entendiendo como tal a la media de la suma de valores de una fila de la matriz de eficiencias cruzadas. Obsérvese que una fila de la misma recogería los valores de eficiencia de una misma unidad evaluada, consecutivamente, con los pesos de todas (incluida ella).

Los dos primeros autores idearon una variación del DEA básico (Medida DEA extendida o EDM) para poder jerarquizar entre las unidades eficientes basado en el cálculo del ratio θ_o mediante la exclusión de las restricciones del programa lineal de la unidad eficiente en cuestión. En este caso, los parámetros θ, en el modelo orientado al output, dejan de estar acotados inferiormente por la unidad[89] y se alejan inferiormente tanto más cuanto más eficientes son. En definitiva, para una unidad eficiente, la diferencia del ratio EDM con la unidad indicaría el empeoramiento que sería posible que sufriese la producción de una DMU sin que perdiese su calidad de eficiente[90] (**Andersen y Petersen (1993:1263)**).

Wilson (1995) proporciona las claves para identificar a los centros disidentes (atípicos, extremos o *outliers*) de entre los eficientes. Estas DMUs serían aquéllas que presentando un ratio de eficiencia unitario en la evaluación mediante el modelo DEA ordinario no podrían ser catalogadas como tales realmente en tanto que su catalogación ha sido producto de la especialización en el empleo o producción de alguna variable específica. La propuesta del autor sería considerar atípicos a aquellos centros que, habiendo sido catalogados como eficientes mediante un modelo DEA habitual, presentaran ratios de eficiencia excesivamente alejados de la unidad[91] o no proporcionaran ningún tipo de solución[92] (no factibilidad) al ser evaluados mediante la modificación de **Andersen** y **Petersen (1993)**.

[89] Aunque **Andersen y Petersen (1993)** no lo mencionan el motivo parece claro. Si cuando se considera incluida a la entidad evaluada en las restricciones el máximo valor de la función objetivo que ofrecen es la unidad y la DMU_o es escogida como la única componente de su grupo de comparación ($\lambda_o=1$), al eliminar de las restricciones a esta DMU_o el máximo valor que podrá alcanzar la función objetivo (y también el parámetro de eficiencia puesto que la función objetivo es la suma de éste más un infinitésimo) será necesariamente menor que uno (en un modelo BCC orientado al output, que es el caso que atañe).

[90] Las entidades ineficientes no verán variado su ratio θ al ser evaluadas mediante el modelo EDM debido a que ellas mismas no formaban parte de su grupo de comparación por ser ineficientes.

[91] En el ejemplo de su trabajo, el autor califica como extrema a una unidad con un ratio alejado en un 40 por cien del nivel unitario (**Wilson (1995:34)**. No obstante, en la nota cuarta del referido artículo hace referencia a que en muchas aplicaciones empíricas el θ se mantenía en valores comprendidos entre 0.75 y 1, con lo que el alejamiento sería del 25 por cien. Parece razonable pensar, tal y como sugiere **Mancebón (1996:378)**, que distanciamientos mayores o iguales al 20 por cien pueden ser suficientes para considerar que una DMU es disidente.

[92] Obsérvese que es posible que, al omitir del programa lineal a la unidad evaluada , no se encuentre solución para el mismo debido a que no exista ninguna unidad ficticia o real que pueda ser comparada con la analizada. Cuando se emplean todas las DMUs en el programa lineal siempre existe solución porque siempre existe la opción de que DEA escoja a la DMU_o como resultado.

En todo caso, y en coherencia con el substrato geométrico de la propuesta de **Wilson (1995:33-4)**, parece muy conveniente considerar también la propuesta de **Mancebón (1996:378)** de realizar una estimación de los ratios de eficiencia según el método de **Andersen y Petersen (1993)** no sólo respecto a la orientación que se adopte al enfocar el problema (en esta tesis al output) sino también en la opuesta (en este caso al input). En definitiva, una unidad sería catalogada como extrema no sólo si presenta un ratio de eficiencia en el modelo EDM muy alejado de la unidad o no existe cuando se emplea el modelo al output sino, también, cuando ocurre lo mismo en la orientación al input. En realidad, se trataría de verificar si la unidad evaluada como eficiente se encuentra lejos de la frontera de eficiencia resultante cuando se la suprime. En caso de ser así su eficiencia no debe ser considerada como real[93].

La aplicación de todas estas ideas al caso particular de los institutos públicos de bachiller COU de la provincia de Alicante proporcionó los resultados recogidos en el cuadro 3.16.

Cuadro 3.16. Resultados de eficiencia

CÓDIGO	THETAS	PHIS
6	0.6449	NO FACTIBLE
7	NO FACTIBLE	
9	NO FACTIBLE	
10	0.9207	NO FACTIBLE
16	NO FACTIBLE	
17	0.9483	NO FACTIBLE
22	NO FACTIBLE	
25	NO FACTIBLE	
27	0.8415	1.1231
28	0.9726	1.0479
29	NO FACTIBLE	
33	NO FACTIBLE	
40	NO FACTIBLE	
42	NO FACTIBLE	
43	NO FACTIBLE	

Fuente: Elaboración propia.

[93] Una excelente explicación de este punto es la ofrecida por **Mancebón (1996: 372-6)**.

En la tabla anterior se recogen los resultados de la evaluación según EDM de cada instituto catalogado como eficiente en la primera fase. En la segunda columna están colocados los ratios de eficiencia resultantes de la aplicación de un modelo DEA BCC orientado al output en el que se suprimió cada una de las unidades evaluadas (modelo EDM)[94]. Sólo 5 de los 15 proporcionaron una solución factible por lo que ya hubo 10 centros que fueron clasificados como extremos según el criterio de **Wilson (1995)**. Además, uno de esos 5 (el 6) presentaba un θ = 0.6314, con lo que se alejaba de la unidad en más de un 20 por cien, esto es, lo suficiente para ser considerado también un disidente.

Posteriormente, se calcularon los ratios de la tercera columna (*phis*) como resultado de un modelo DEA BCC orientado al input en el que se suprimió cada una de las unidades evaluadas[95]. En esta ocasión se restringió a los centros que no fueron clasificados de atípicos en la primera fase (cuatro en total) aunque, por seguridad, también se computó el resultado para el instituto 6. Sólo dos (el 27 y el 28) presentaron resultados favorables. De modo que del total de centros sólo éstos podrían ser considerados realmente eficientes (supereficientes). De ellos el 27 sería el que presentaría mayor eficiencia por ser su ratio EDM orientado al output el menor (0.8415).

El caso del centro 6 es paradigmático. Su θ en la primera fase fue de 0.6449. Tal diferencia con el nivel unitario encuentra explicación en la altísima marca alcanzada en el output CV (inverso del coeficiente de variación de las calificaciones de los alumnos aprobados en selectividad) – 9.0059[96] -. En definitiva presentó un nivel muy distanciado en una de sus variables y esto hizo que se alejara demasiado de la referencia. Razonamientos similares pueden ser encontrados para el resto de centros.

[94] En el cuadro A.3.4 apéndice de este capítulo puede consultarse el programa empleado para una de las unidades. Para el resto es análogo.

[95] En el cuadro A.3.5 apéndice de este capítulo puede consultarse el programa empleado para una de las unidades. Para el resto es análogo.

[96] Consultar cuadro A.3.2. del apéndice de este capítulo.

3.4 Caracterización de los institutos eficientes

Una vez realizada la jerarquización de las unidades eficientes es posible efectuar una caracterización adicional de las mismas siguiendo el método descrito por **Hibiki y Sueyoshi (1999)**. Este procedimiento permite identificar los institutos eficientes que poseen una especial importancia en la catalogación como ineficientes de otras unidades. Asimismo, también facilita la detección o confirmación de DMUs con estructuras similares (**Hibiki y Sueyoshi (1999:151)**). En definitiva, el propósito de este epígrafe sería conocer la/s entidad/es eficiente/s que tendrían más influencia sobre el resto y aquélla/s que tuviese/n estructuras productivas similares.

Los autores mencionados en el párrafo anterior, en realidad, exponen dos tipos de modificaciones. La primera es el denominado modelo BCC con variables de holgura ajustadas (*Slack-adjusted BCC model*). La variación se basa en incluir dentro de la función objetivo variables de holgura previamente divididas por el máximo de los inputs o los outputs al que vayan unidas. Es decir:

$$
\begin{aligned}
& \underset{\theta, S_+, S_-, \lambda}{Max} \quad \theta + \varepsilon \cdot (((S_- / R_-) / m) + ((S_+ / R_-) / k))) \\
& S.A \\
& \lambda \cdot X - S_- = \theta \cdot X \\
& \lambda \cdot Y + S_+ = Y \\
& e \cdot \lambda = 1 \\
& S_+, S_-, \lambda \geq 0.
\end{aligned}
\qquad \text{M.3.2.}
$$

Donde las variables son las habituales excepto R_-, que es el máximo de cada input, R_+, el máximo de cada output y k y m el número de outputs e inputs respectivamente.

Aunque el modelo *M.3.2* de **Hibiki y Sueyoshi (1999:140)** es una alternativa de aplicación del modelo DEA, se considera más apropiado aplicar las propuestas expuestas con anterioridad en este trabajo dado que, como los mismos autores explican, el único fin de esta variación es lograr que DEA reduzca el número de insumos y recursos no

empleados en la resolución del programa. Sin embargo, ello se realiza a costa de introducir restricciones en el programa que no guardan relación con ningún tipo de información acerca del sector analizado sino que únicamente poseen un carácter matemático y arbitrario[97]. Además, se piensa que las opciones de DEA aplicadas en esta tesis son más coherentes con el caso analizado pues evitan alteraciones de los resultados por motivo de cambios en las unidades de medida y eluden problemas de cálculo por la existencia de recursos no discrecionales.

No obstante, sí es posible tomar como punto de partida los resultados que se obtuvieron en epígrafes anteriores para poder llevar a cabo la segunda propuesta de los autores. En realidad, la misma ya fue atisbada por **Wilson (1995:35)** pero fueron **Hibiki y Sueyoshi (1999:142-153)** quienes la han desarrollado de modo exhaustivo.

Su método consiste en calcular los ratios de eficiencia de cada unidad ineficiente eliminando del programa de cómputo una unidad eficiente cada vez. De este modo, con el cambio de nivel de θ, se realiza un cálculo de la influencia de la eficiente en la ineficiencia de la analizada.

Como DMUs eficientes se consideraran las que han sido reconocidas como realmente tales en apartados anteriores, es decir, la 27 y 28 (eficientes en el sentido de **Andersen y Petersen (1993) y Wilson (1995) (APW))**.

Con estas premisas los resultados que se obtuvieron fueron los reflejados en el cuadro 3.17.

Cuadro 3.17.

INEFICIENTES	*EFICIENTES APW*		
	Matriz de da,b		
	27	**28**	**2 7 y 28**

[97] Tal y como los autores señalan **Hibiki y Sueyoshi (1999:140)** el modelo expuesto es la resultante de introducir en el programa dual restricciones sobre las ponderaciones de modo que no sobrepasen los valores de los inversos de los máximos de los inputs o outputs respectivos previamente multiplicados por el total de recursos y productos: $Vi \geq 1/(m \cdot R-)$ y $Ui \geq 1/(k \cdot R+)$.

1	1.0047	1.0007	1
2	1.5606	1.5606	1.5606
3	1.1227	1.1147	1.1147
4	1.4423	1.4352	1.4352
5	1.1835	1.1698	1.1698
6	1	1	1
7	1	1	1
8	1.1356	1.1356	1.1356
9	1	1	1
10	1	1	1
11	1.1345	1.1345	1.1345
12	1.4303	1.4197	1.4197
13	1.0617	1.0499	1.0499
14	1.083	1.0657	1.0657
15	1.4385	1.4384	1.4384
16	1	1	1
17	1	1	1
18	1.3098	1.2978	1.2978
19	1.2645	1.2645	1.2645
20	1.32	1.3001	1.3001
21	1.0591	1.0547	1.0547
22	1	1	1
23	1.0282	1.0097	1.0097
24	1.1526	1.1466	1.1466
25	1	1	1
26	1.0581	1.0581	1.0581
29	1	1	1
30	1.0287	1.0287	1.0287
31	1.2764	1.2764	1.2764
32	1.4129	1.4077	1.4077
33	1	1	1
34	1.05	1.05	1.05
35	1.2525	1.2525	1.2525
36	1.0792	1.0792	1.0792
37	1.6835	1.661	1.661
38	1.2718	1.2716	1.2697
39	1.7169	1.7062	1.7062
40	1	1	1
41	1.1284	1.1192	1.1192
42	1	1	1
43	1	1	1
44	1.2148	1.2148	1.2148

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la tabla anterior fueron obtenidos computando programas similares al recogido en el cuadro A.3.6 del apéndice. Como podrá intuirse, los cálculos sólo habrá que limitarlos a aquellas unidades que en su grupo de referencia tuviesen a alguna de las tres consideradas verdaderamente eficientes puesto que eliminar del programa una entidad eficiente que no forme parte de tal grupo supone que el ratio de eficiencia no varíe.

El cuadro 3.17 recogería así las variaciones en los coeficientes θ que experimentarían los institutos no eficientes como consecuencia de que se suprimiera del análisis a una de las dos unidades supereficientes. Como ello hará que necesariamente mejore la evaluación del centro examinado[98], la diferencia indicará el decremento de θ experimentado como consecuencia de la eliminación de una eficiente y, por tanto, el grado de influencia que ésta posee sobre la evaluación de la ineficiente. Cuantas más unidades queden afectadas por la eliminación de una unidad y mayor sea el nivel de su influencia, más importante será su efecto sobre el conjunto de las ineficientes.

Así, un modo de observar más claramente la información de la tabla 3.17 sería recoger en otra (tabla 3.18) la diferencia de sus términos respecto de sus θ iniciales (los obtenidos antes de suprimir a las eficientes APW).

Cuadro 3.18.

	EFICIENTES APW			
		Matriz de mejoras Da,b = N*a - da,b		
	*N*a*	**27**	**28**	**27 y 28**
1	1.0102	0.0055	0.0095	0.0102
2	1.5606	0	0	
3	1.1227	0	0.008	
4	1.4423	0	0.0071	
5	1.1835	0	0.0137	
6	1	0	0	

[98] Piénsese que al suprimir del análisis una entidad que participa en el grupo de comparación de otra, se está restringiendo su conjunto de posibilidades y, por tanto, el óptimo (en este caso máximo) tendrá un valor inferior (o sea, la entidad mejora).

7	1	0	0	
8	1.1356	0	0	
9	1	0	0	
10	1	0	0	
11	1.1345	0	0	
12	1.4303	0	0.0106	
13	1.0617	0	0.0118	
14	1.083	0	0.0173	
15	1.4385	0	0.00001	
16	1	0	0	
17	1	0	0	
18	1.3098	0	0.012	
19	1.2645	0	0	
20	1.32	0	0.0199	
21	1.0591	0	0.0044	
22	1	0	0	
23	1.0282	0	0.0185	
24	1.1526	0	0.006	
25	1	0	0	
26	1.0581	0	0	
29	1	0	0	
30	1.0287	0	0	
31	1.2764	0	0	
32	1.4129	0	0.0052	
33	1	0	0	
34	1.05	0	0	
35	1.2525	0	0	
36	1.0792	0	0	
37	1.6835	0	0.0225	
38	1.2774	0.0056	0.0058	0.0077
39	1.7169	0	0.0107	
40	1	0	0	
41	1.1284	0	0.0092	
42	1	0	0	
43	1	0	0	
44	1.2148	0	0	

Fuente: Elaboración propia.

En la primera columna de 3.18 se reflejan de nuevo los θ obtenidos inicialmente bajo los criterios de **Lovell y Pastor (1995)** y **Banker y Morey (1986)** (LPBM). Se les ha denominado *N*a* siguiendo la nomenclatura de **Hibiki y Sueyoshi (1999)**. Los términos

recogidos en el resto de columnas son las diferencias *Da,b* = *N*a - da,b*[99] donde *da,b* es el parámetro θ LPBM del instituto a calculado eliminando la unidad b (cuadro 3.17) y *Da,b* es la diferencia del mismo respecto al θ LPBM calculado con todas las unidades incluidas.

Aquella columna de la anterior tabla con más *Da,b* diferentes de cero indicará la unidad supereficiente que más influye en la determinación de los valores de eficiencia del resto. Como puede observarse es la unidad 28 seguida de la 27. Así, a pesar de ser la 27 la más eficiente realmente, no es la que más influencia posee en la determinación de los niveles de gestión de otras.

Parece plausible, y casi inmediato, realizar una continuación de la propuesta de **Hibiki y Sueyoshi (1999)** en el sentido de que se podría completar el análisis calculando los efectos de la omisión de las unidades eficientes por grupos para poder observar los efectos sinérgicos que poseen sobre las no gestionadas bajo criterios tan apropiados.

En este sentido, en el caso que en esta tesis se trata, se debería calcular adicionalmente el parámetro de eficiencia de las unidades 1 y 38 cuando se eliminan simultáneamente la 27 y la 28, puesto que no existirían más centros cuyos grupos de referencia estuvieran compuestos por más una unidad realmente eficiente APW[100].

Este tipo de efecto se reflejó en la última columna del cuadro 3.18, en el que se calcularon los valores $D_{1,27y28}$ = 0.0102 y $D_{38,\ 27y28}$=0.0077.

De este modo, la conclusión sería que al considerar el efecto conjunto de los centros 27 y 28 sobre los ineficientes 1 y 38 se observa un incremento de mejora del 1.02 por cien y del 0.77 por cien respectivamente. Esto significa que la influencia conjunta de las unidades 27 y 28 es mayor que cualquiera de las que separadamente realizan pero siempre inferior a lo que la suma de ambas podría inducir a pensar.

[99] **Hibiki y Sueyoshi (1999:144)** definen la ecuación como *Da,b = -N*a + da,b* debido a que su orientación es al input. Aquí se ha corregido para facilitar la interpretación de los resultados.

Este tipo de resultados no contemplados por **Hibiki y Sueyoshi (1999)** es apropiado para ayudar a dilucidar, no sólo las unidades eficientes más influyentes, sino también qué subconjunto de esas unidades presenta un grado de influencia colectiva mayor y, de este modo, poder lograr más información que influya en la identificación de centros cuya forma de gestión pueda ser tomada como patrón en el momento de decidir establecer pautas de actuación para la mejora de la guía de otras DMUs.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

[100] En caso de haber sido así, la propuesta que aquí se hace pasaría por calcular para cada DMU los θ resultantes de eliminar subgrupos de entidades componentes del grupo de comparación. Por ejemplo, si la unidad 23 hubiera estado también influida por la uno se hubiera calculado el ratio suprimiendo la1, la 27, la 28, la 1 y la 27, la 1 y la 28 y la 27 y la 28.

3.5 Mínimos recursos necesarios para aumentar la producción

Existe una modificación de las restricciones del programa lineal característico de DEA que permite computar los recursos mínimos necesarios para alcanzar un predeterminado nivel de cada uno de los outputs. Esta variación del modelo fue propuesta por **Bardhan (1995:75-116)** como parte del trabajo que constituiría su tesis doctoral, aunque con anterioridad él mismo y otros colaboradores publicaron un trabajo en el que se proponían variaciones de los modelos DEA con fines idénticos (**Arnold et al. (1993)** o **Arnold et al. (1994)**).

En su concepción inicial fue pensado para analizar si las unidades eficientes cumplían también determinados criterios de eficacia basados en niveles de outputs que se consideraban deseables de alcanzar.

Así pues, primero había que identificar a las unidades eficientes y después, en una segunda etapa en la que sólo se opera con dichas DMUs, se realiza el cálculo del grado de cumplimiento de los criterios de eficacia.

Como el procedimiento para dividir el conjunto de DMUs en eficientes o no es análogo a los ya aplicados en esta tesis con anterioridad, su especificación se obvia y se atiende únicamente al de evaluación de la eficacia.

La variante de DEA empleada por **Bardhan (1995:98)** para esto último fue:

$$
\begin{aligned}
& Min_{\theta_0,\lambda,S_{i-},S_{r+}} \quad \theta_0 - \varepsilon\left(\sum_{i\in D} S_{i-} + \sum_{r=1}^{s} S_{r+}\right) \\
& S.A \\
& Y_{ro} = \sum_{j=1}^{n} Y_{rj}\lambda_j - S_{r+}, \qquad \forall r : 1 \ldots s \\
& \theta_0 X_{io} = \sum_{j=1}^{n} X_{ij}\lambda_j + S_{i-}, \qquad \forall i \in D \\
& Z_{ko} = \sum_{j=1}^{n} Z_{kj}\lambda_j + S_{k+}, \qquad \forall k \in ND \\
& b_{ro} \leq S_{r+}, \quad \forall r \in \{1,2,6\} \\
& \lambda_j, S_{i-}, S_{r+}, S_{k+} \geq 0
\end{aligned}
\qquad \text{M.3.3.}^{101}
$$

[101] En la restricción relacionada con b_{ro} sólo aparecen los outputs 1, 2, y 6 debido a que ésos eran los únicos que estaban incluidos en el criterio de eficacia.

Como ya se explicó en el capítulo primero, la principal modificación es que se incluye una restricción (la cuarta) que otorga a la variable de holgura de los outputs un valor mínimo igual a la diferencia entre el predeterminado por el criterio y el real siempre y cuando la unidad evaluada no alcance al del patrón prefijado[102].

En el caso del análisis de los institutos de bachiller COU públicos de la provincia de Alicante, se propone una leve modificación del modelo de **Bardhan (1995)** para conocer la cantidad mínima de recursos adicionales que serían imprescindibles para incrementar la cantidad de output de los centros en, al menos, un 1 por cien.

Para ello el tipo de programa lineal que se aplicará será el siguiente:

$$
\begin{aligned}
& Min_{\theta o, \lambda, Si-, Sr+} \quad \theta_0 - \varepsilon\left(\sum_{i \in D} S_{i-} + \sum_{r=1}^{s} S_{r+}\right) \\
& S.A \\
& Y_{ro} = \sum_{j=1}^{n} Y_{rj}\lambda_j - S_{r+}, \qquad \forall r : 1 \ldots s \\
& \theta_0 X_{io} = \sum_{j=1}^{n} X_{ij}\lambda_j + S_{i-}, \qquad \forall i \in D \qquad \text{M.3.4.} \\
& Z_{ko} = \sum_{j=1}^{n} Z_{kj}\lambda_j + S_{k+}, \qquad \forall k \in ND \\
& S_{r+} \geq 0.01 \cdot Yro, \quad \forall r{:}1 \ldots s \\
& \lambda_j, S_{i-}, S_{r+}, S_{k+} \geq 0
\end{aligned}
$$

Obsérvese que la variación reside en la cuarta restricción. Ahora se exige que la variable de holgura de cada uno de los outputs sea, como mínimo, del 1 por cien sus valores reales. *(θo Xio) – Sio* será la cantidad de input i que necesitará la unidad o para producir un 101 por ciento de cada uno de sus outputs. El incremento necesario de recursos para generar el 1 por ciento adicional sería *((θo Xio) – Sio) – Xio = (θo –1)· Xio) – Sio)*[103].

[102] Recuérdese que $b_{ro} = max\{0, MS_{ro} - Y_{ro}\}$ siendo MS_{ro} el nivel de eficacia del output considerado e Y_{ro} su verdadero nivel.

[103] En este sentido se difiere de la opinión de **Bardham (1995:102 y 115)** donde explica que el incremento adicional de inputs vendría dado por θo-1 y la cantidad total de recursos sería $(\theta_o \cdot X_{io}) + S_{io}$.

Para el caso que se estudia, se seleccionaron como centros eficientes los catalogados como tales según el criterio LPBM explicado con anterioridad. Se utilizó este criterio y no el APW por pensar que no se pretendía buscar una verdadera eficiencia sino, simplemente, conocer los recursos que las unidades cuya gestión fuese mejor calificada necesitarían para generar más nivel de producto. Así pues, no se consideró esencial que se debiera centrar el análisis únicamente en las supereficientes sino en aquéllas que presentaran pautas de gestión apropiadas, independientemente de la causa que originase su buen comportamiento.

Los resultados de los θ que se obtuvieron para los 15 institutos eficientes en el sentido de LPBM están recogidos en la tabla 3.19. En el cuadro A.3.8 del apéndice de este capítulo se presenta el programa empleado para la evaluación de una de las unidades.

Cuadro 3.19. Ratios del modelo con incrementos de outputs

CÓDIGO	**RATIOS INC.Yrj=0.01**
6	1.0173
7	1.0229
9	1.0193
10	1.0179
16	1.0084
17	1.0178
22	1.0128
25	1.009
27	1.0248
28	1.0215
29	1.0288
33	1.0098
40	1.0414
42	1.601
43	1.0002

Fuente: Elaboración propia.

Todos los valores son mayores que uno puesto que a todas las unidades se les exige una producción mayor que la que realmente generan y, por tanto, sus requerimientos de inputs aumentan. En tanto que, en función de la restricción segunda del programa M.3.3 los inputs en el óptimo deben cumplir que

$$\theta_0 X_{io} = \sum_{j=1}^{n} X_{ij}\lambda_j + S_{i-}, \qquad \forall i \in D$$

es posible entender que θo deba ser ≥ 1 ya que, de lo contrario, las necesidades de insumos no serían mayores a las que inicialmente se efectúan.

Un planteamiento análogo se puede realizar tomando como base la misma idea que origina el cálculo anterior. Concretamente, es posible plantear el cálculo del máximo output que se podría producir con una mínima disminución de inputs determinada.

En este caso el programa sería:

$$\begin{aligned}
&\underset{\theta o,\lambda,Si-,Sr+}{Max} \quad \phi_0 + \varepsilon\Big(\sum_{i\in D} S_{i-} + \sum_{r=1}^{s} S_{r+}\Big) \\
&S.A \\
&\phi_o \cdot Y_{ro} = \sum_{j=1}^{n} Y_{rj}\lambda_j - S_{r+}, \qquad \forall r : 1 \ldots s \\
&X_{io} = \sum_{j=1}^{n} X_{ij}\lambda_j + S_{i-}, \qquad \forall i \in D \qquad\qquad \text{M.3.5.} \\
&Z_{ko} = \sum_{j=1}^{n} Z_{kj}\lambda_j + S_{k+}, \qquad \forall k \in ND \\
&S_{i-} \geq 0.01 \cdot Xio, \quad \forall i \in D \\
&\lambda_j, S_{i-}, S_{r+}, S_{k+} \geq 0
\end{aligned}$$

La diferencia sería que la orientación cambiaría al output y que la cuarta restricción haría referencia a las variables de holgura de los inputs discrecionales. El máximo producto conseguible se obtendría a partir de la primera restricción. En notación matricial:

$$\lambda \cdot Y = \Phi o \cdot Y + S_+$$

Nótese que los inputs discrecionales han experimentado una disminución debido a que de la segunda restricción se deduce que:

$$\lambda \cdot X = Xo - S_-$$

y en la cuarta restricción se limita inferiormente a las variables de holgura de los recursos gestionables.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

Solucionando el programa anterior para cada una de las 15 entidades eficientes LPBM se obtuvieron los resultados de la tabla 3.20. En el cuadro A.3.9 del apéndice de este capítulo se recoge el programa empleado en detalle.

Cuadro 3.20 Ratios de eficiencia con disminución de inputs

CÓDIGO	RATIOS DISMINUCIÓN DE INPUTS DEL 1%
6	0.9852
7	0.9956
9	0.9891
10	0.992
16	0.9828
17	0.9946
22	0.99
25	0.9889
27	0.9628
28	0.9921
29	0.99
33	0.9948
40	0.9778
42	0.9353
43	0.8619

Fuente: Elaboración propia.

Por consiguiente, y en función de la expresión $\lambda \cdot Y = \Phi o \cdot Y + S_{+}$, tomando como ejemplo el output 1 de la unidad 6, el máximo conseguible por ese centro dado que todos los inputs discrecionales han disminuido en, al menos[104], un 1 por cien sería:

$$0.9852 \cdot 9.0058 + 0 = 8.8725$$

y la merma en output sería superior al 1 por ciento del valor real ($9.0058 \cdot (1-0.01) = 8.9157$). El cálculo del resto sería similar.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

[104] Si el cálculo se deseara realizar para disminuciones precisas de los inputs debería plantearse la restricción de las variables de holgura de los inputs discrecionales en condiciones de igualdad y no de desigualdad.

3.6 Apéndice capítulo 3.

Cuadro A.3.1.

Programa DEA en LINGO 5.0

```
MODEL:
! Un modelo con 44 DMUs, 2 inputs controlables, 2 no controlables,
2 outputs y variables de holgura. Los datos están sacados de tabla1·v1;

!SE EVALUA LA DMU1;

SETS:

Unidades /DMU1 DMU2 DMU3 DMU4 DMU5 DMU6 DMU7 DMU8 DMU9 DMU10
DMU11 DMU12 DMU13 DMU14 DMU15 DMU16 DMU17 DMU18 DMU19 DMU20
DMU21 DMU22 DMU23 DMU24 DMU25 DMU26 DMU27 DMU28 DMU29 DMU30
DMU31 DMU32 DMU33 DMU34 DMU35 DMU36 DMU37 DMU38 DMU39 DMU40
DMU41 DMU42 DMU43 DMU44/:RA,HRSPA,FSE,FI,CV,ASBM;
```

Función Objetivo

```
ENDSETS
!El programa;
Max=
Theta+0.000001*((VHRA1/0.0841755454)+(VHHRSPA1/0.326381173)+0.1*(VHFSE1/0.3
43590352)+0.1*(VHFI1/0.085475603)+(VHCV1/0.89237)+(VHASBM1/0.09448));
```

Restricciones

```
L1*RA(1)+L2*RA(2)+L3*RA(3)+L4*RA(4)+L5*RA(5)+L6*RA(6)+L7*RA(7)+L8*RA(8)+L9*R
A(9)+L10*RA(10)+L11*RA(11)+L12*RA(12)+
L13*RA(13)+L14*RA(14)+L15*RA(15)+L16*RA(16)+L17*RA(17)+
L18*RA(18)+L19*RA(19)+L20*RA(20)+L21*RA(21)+L22*RA(22)+
L23*RA(23)+L24*RA(24)+L25*RA(25)+L26*RA(26)+L27*RA(27)+
L28*RA(28)+L29*RA(29)+L30*RA(30)+L31*RA(31)+L32*RA(32)+
L33*RA(33)+L34*RA(34)+L35*RA(35)+L36*RA(36)+L37*RA(37)+
L38*RA(38)+L39*RA(39)+L40*RA(40)+L41*RA(41)+L42*RA(42)+
L43*RA(43)+L44*RA(44)+VHRA1=RA(1);

L1*HRSPA(1)+L2*HRSPA(2)+L3*HRSPA(3)+L4*HRSPA(4)+L5*HRSPA(5)+
L6*HRSPA(6)+
L7*HRSPA(7)+L8*HRSPA(8)+L9*HRSPA(9)+L10*HRSPA(10)+L11*HRSPA(11)+
L12*HRSPA(12)+
L13*HRSPA(13)+L14*HRSPA(14)+L15*HRSPA(15)+L16*HRSPA(16)+
```

```
L17*HRSPA(17)+
L18*HRSPA(18)+L19*HRSPA(19)+L20*HRSPA(20)+L21*HRSPA(21)+
L22*HRSPA(22)+
L23*HRSPA(23)+L24*HRSPA(24)+L25*HRSPA(25)+L26*HRSPA(26)+
L27*HRSPA(27)+
L28*HRSPA(28)+L29*HRSPA(29)+L30*HRSPA(30)+L31*HRSPA(31)+
L32*HRSPA(32)+
L33*HRSPA(33)+L34*HRSPA(34)+L35*HRSPA(35)+L36*HRSPA(36)+
L37*HRSPA(37)+
L38*HRSPA(38)+L39*HRSPA(39)+L40*HRSPA(40)+L41*HRSPA(41)+
L42*HRSPA(42)+
L43*HRSPA(43)+L44*HRSPA(44)+VHHRSPA1=HRSPA(1);

L1*FSE(1)+L2*FSE(2)+L3*FSE(3)+L4*FSE(4)+L5*FSE(5)+L6*FSE(6)+
L7*FSE(7)+L8*FSE(8)+L9*FSE(9)+L10*FSE(10)+L11*FSE(11)+
L12*FSE(12)+L13*FSE(13)+L14*FSE(14)+L15*FSE(15)+
L16*FSE(16)+L17*FSE(17)+L18*FSE(18)+L19*FSE(19)+
L20*FSE(20)+L21*FSE(21)+L22*FSE(22)+L23*FSE(23)+
L24*FSE(24)+L25*FSE(25)+L26*FSE(26)+L27*FSE(27)+
L28*FSE(28)+L29*FSE(29)+L30*FSE(30)+L31*FSE(31)+
L32*FSE(32)+L33*FSE(33)+L34*FSE(34)+L35*FSE(35)+
L36*FSE(36)+L37*FSE(37)+L38*FSE(38)+L39*FSE(39)+
L40*FSE(40)+L41*FSE(41)+L42*FSE(42)+L43*FSE(43)+
L44*FSE(44)+VHFSE1=FSE(1);

L1*FI(1)+L2*FI(2)+L3*FI(3)+L4*FI(4)+L5*FI(5)+L6*FI(6)+
L7*FI(7)+L8*FI(8)+L9*FI(9)+L10*FI(10)+L11*FI(11)+L12*FI(12)+
L13*FI(13)+L14*FI(14)+L15*FI(15)+L16*FI(16)+L17*FI(17)+
L18*FI(18)+L19*FI(19)+L20*FI(20)+L21*FI(21)+L22*FI(22)+
L23*FI(23)+L24*FI(24)+L25*FI(25)+L26*FI(26)+L27*FI(27)+
L28*FI(28)+L29*FI(29)+L30*FI(30)+L31*FI(31)+L32*FI(32)+
L33*FI(33)+L34*FI(34)+L35*FI(35)+L36*FI(36)+L37*FI(37)+
L38*FI(38)+L39*FI(39)+L40*FI(40)+L41*FI(41)+L42*FI(42)+
L43*FI(43)+L44*FI(44)+VHFI1=FI(1);

L1*CV(1)+L2*CV(2)+L3*CV(3)+L4*CV(4)+L5*CV(5)+L6*CV(6)+
L7*CV(7)+L8*CV(8)+L9*CV(9)+L10*CV(10)+L11*CV(11)+L12*CV(12)+
L13*CV(13)+L14*CV(14)+L15*CV(15)+L16*CV(16)+L17*CV(17)+
L18*CV(18)+L19*CV(19)+L20*CV(20)+L21*CV(21)+L22*CV(22)+
L23*CV(23)+L24*CV(24)+L25*CV(25)+L26*CV(26)+L27*CV(27)+
L28*CV(28)+L29*CV(29)+L30*CV(30)+L31*CV(31)+L32*CV(32)+
L33*CV(33)+L34*CV(34)+L35*CV(35)+L36*CV(36)+L37*CV(37)+
L38*CV(38)+L39*CV(39)+L40*CV(40)+L41*CV(41)+L42*CV(42)+
L43*CV(43)+L44*CV(44)-VHCV1=Theta*CV(1);

L1*ASBM(1)+L2*ASBM(2)+L3*ASBM(3)+L4*ASBM(4)+L5*ASBM(5)+
L6*ASBM(6)+L7*ASBM(7)+L8*ASBM(8)+L9*ASBM(9)+L10*ASBM(10)+
L11*ASBM(11)+L12*ASBM(12)+L13*ASBM(13)+L14*ASBM(14)+
L15*ASBM(15)+L16*ASBM(16)+L17*ASBM(17)+L18*ASBM(18)+
```

L19*ASBM(19)+L20*ASBM(20)+L21*ASBM(21)+L22*ASBM(22)+
L23*ASBM(23)+L24*ASBM(24)+L25*ASBM(25)+L26*ASBM(26)+
L27*ASBM(27)+L28*ASBM(28)+L29*ASBM(29)+L30*ASBM(30)+
L31*ASBM(31)+L32*ASBM(32)+L33*ASBM(33)+L34*ASBM(34)+
L35*ASBM(35)+L36*ASBM(36)+L37*ASBM(37)+L38*ASBM(38)+
L39*ASBM(39)+L40*ASBM(40)+L41*ASBM(41)+L42*ASBM(42)+
L43*ASBM(43)+L44*ASBM(44)-VHASBM1=Theta*ASBM(1);

L1+L2+L3+L4+L5+L6+L7+L8+L9+L10+L11+L12+L13+L14+L15+L16+L17+L18+
L19+L20+L21+L22+L23+L24+L25+L26+L27+L28+L29+L30+L31+L32+L33+
L34+L35+L36+L37+L38+L39+L40+L41+L42+L43+L44=1;

L1>=0;
L2>=0;
L3>=0;
L4>=0;
L5>=0;
L6>=0;
L7>=0;
L8>=0;
L9>=0;
L10>=0;
L11>=0;
L12>=0;
L13>=0;
L14>=0;
L15>=0;
L16>=0;
L17>=0;
L18>=0;
L19>=0;
L20>=0;
L21>=0;
L22>=0;
L23>=0;
L24>=0;
L25>=0;
L26>=0;
L27>=0;
L28>=0;
L29>=0;
L30>=0;
L31>=0;
L32>=0;
L33>=0;
L34>=0;
L35>=0;
L36>=0;

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

L37>=0;
L38>=0;
L39>=0;
L40>=0;
L41>=0;
L42>=0;
L43>=0;
L44>=0;

VHRA1>=0;
VHHRSPA1>=0;
VHFSE1>=0;
VHFI1>=0;

VHCV1>=0;
VHASBM1>=0;

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A.3.1.BIS

Solución al programa del cuadro A.3.1.

Rows= 58 Vars= 51 No. integer vars= 0 (all are linear)
Nonzeros= 378 Constraint nonz= 366(100 are +- 1) Density=0.125
Smallest and largest elements in abs value= 0.291044E-06 9.00590
No. < : 0 No. =: 7 No. > : 50, Obj=MAX, GUBs <= 50
Single cols= 0

Optimal solution found at step: 5
Objective value: 1.010152

	Variable	Value	Reduced Cost
RAT. EFIC.	THETA	1.010146	0.0000000
VAS. HOLG.	VHRA1	0.5260668	0.0000000
	VHHRSPA1	0.0000000	0.5672468
	VHFSE1	0.1885364	0.0000000
	VHFI1	0.4075140E-01	0.0000000
	VHCV1	0.0000000	0.1041766
	VHASBM1	0.0000000	1.059508
VAL. LAMBDAS	L1	0.0000000	0.1015200E-01
	L2	0.0000000	0.5938404
	L3	0.0000000	0.1294656
	L4	0.0000000	0.3828305
	L5	0.0000000	0.1731931
	L6	0.0000000	0.5816167E-01

L7	0.0000000	0.2137333
L8	0.0000000	0.1454168
L9	0.0000000	0.1622435E-01
L10	0.0000000	0.3778991E-01
L11	0.0000000	0.1612203
L12	0.0000000	0.3936893
L13	0.0000000	0.6993623E-01
L14	0.0000000	0.8961597E-01
L15	0.0000000	0.4690673
L16	0.0000000	0.9904100E-01
L17	0.0000000	0.5768257E-01
L18	0.0000000	0.2735783
L19	0.0000000	0.4956176
L20	0.0000000	0.2599373
L21	0.0000000	0.6137787E-01
L22	0.0000000	0.1666245
L23	0.0000000	0.3197066E-01
L24	0.0000000	0.2843326
L25	0.0000000	0.1816907
L26	0.0000000	0.1810518
L27	0.3302887	0.0000000
L28	0.4561249	0.0000000
L29	0.0000000	0.4976039E-01
L30	0.0000000	0.9230218E-01
L31	0.0000000	0.2634901
L32	0.0000000	0.3030960
L33	0.0000000	0.4321036E-01
L34	0.0000000	0.6250109
L35	0.0000000	0.8335406
L36	0.0000000	0.4480333
L37	0.0000000	0.4475908
L38	0.0000000	0.2306698
L39	0.0000000	0.4935266
L40	0.2135864	0.0000000
L41	0.0000000	0.1528077
L42	0.0000000	0.9743902E-01
L43	0.0000000	0.2763598
L44	0.0000000	0.2082409

DATOS	RA(DMU1)	1.302369	0.0000000
	RA(DMU2)	1.854603	0.0000000
	RA(DMU3)	1.603236	0.0000000
	RA(DMU4)	0.7766117	0.0000000
	RA(DMU5)	1.070603	0.0000000
	RA(DMU6)	0.9032671	0.0000000
	RA(DMU7)	3.725401	0.0000000
	RA(DMU8)	1.163984	0.0000000
	RA(DMU9)	1.046288	0.0000000
	RA(DMU10)	3.007600	0.0000000
	RA(DMU11)	0.9479378	0.0000000

RA(DMU12)	1.597597	0.0000000
RA(DMU13)	2.581136	0.0000000
RA(DMU14)	0.9048374	0.0000000
RA(DMU15)	1.300271	0.0000000
RA(DMU16)	1.119401	0.0000000
RA(DMU17)	1.076003	0.0000000
RA(DMU18)	1.084670	0.0000000
RA(DMU19)	4.693338	0.0000000
RA(DMU20)	1.231598	0.0000000
RA(DMU21)	1.382147	0.0000000
RA(DMU22)	1.903156	0.0000000
RA(DMU23)	0.8179612	0.0000000
RA(DMU24)	0.8764193	0.0000000
RA(DMU25)	0.5977561	0.0000000
RA(DMU26)	1.513688	0.0000000
RA(DMU27)	0.8038307	0.0000000
RA(DMU28)	0.7861912	0.0000000
RA(DMU29)	0.3499785	0.0000000
RA(DMU30)	1.244785	0.0000000
RA(DMU31)	1.091481	0.0000000
RA(DMU32)	0.9926366	0.0000000
RA(DMU33)	0.9251832	0.0000000
RA(DMU34)	2.608994	0.0000000
RA(DMU35)	2.160729	0.0000000
RA(DMU36)	0.6358035	0.0000000
RA(DMU37)	1.297671	0.0000000
RA(DMU38)	0.6414538	0.0000000
RA(DMU39)	1.085998	0.0000000
RA(DMU40)	0.7126130	0.0000000
RA(DMU41)	2.139039	0.0000000
RA(DMU42)	0.7579580	0.0000000
RA(DMU43)	1.187051	0.0000000
RA(DMU44)	0.8215235	0.0000000
HRSPA(DMU1)	0.9187500	0.0000000
HRSPA(DMU2)	1.548387	0.0000000
HRSPA(DMU3)	1.049645	0.0000000
HRSPA(DMU4)	0.9929577	0.0000000
HRSPA(DMU5)	0.9933555	0.0000000
HRSPA(DMU6)	1.808511	0.0000000
HRSPA(DMU7)	1.127273	0.0000000
HRSPA(DMU8)	0.8277778	0.0000000
HRSPA(DMU9)	0.7938144	0.0000000
HRSPA(DMU10)	1.028571	0.0000000
HRSPA(DMU11)	1.147541	0.0000000
HRSPA(DMU12)	1.337662	0.0000000
HRSPA(DMU13)	1.064000	0.0000000
HRSPA(DMU14)	1.005181	0.0000000
HRSPA(DMU15)	1.660000	0.0000000
HRSPA(DMU16)	0.6895522	0.0000000

HRSPA(DMU17)	1.068627	0.0000000
HRSPA(DMU18)	1.103175	0.0000000
HRSPA(DMU19)	1.645833	0.0000000
HRSPA(DMU20)	0.9732143	0.0000000
HRSPA(DMU21)	1.020833	0.0000000
HRSPA(DMU22)	0.7352941	0.0000000
HRSPA(DMU23)	0.9315068	0.0000000
HRSPA(DMU24)	1.232000	0.0000000
HRSPA(DMU25)	0.8525641	0.0000000
HRSPA(DMU26)	1.019704	0.0000000
HRSPA(DMU27)	0.8271605	0.0000000
HRSPA(DMU28)	0.9419355	0.0000000
HRSPA(DMU29)	0.8381503	0.0000000
HRSPA(DMU30)	0.8011527	0.0000000
HRSPA(DMU31)	0.7607053	0.0000000
HRSPA(DMU32)	0.8765432	0.0000000
HRSPA(DMU33)	0.9166667	0.0000000
HRSPA(DMU34)	2.166667	0.0000000
HRSPA(DMU35)	1.833333	0.0000000
HRSPA(DMU36)	1.682353	0.0000000
HRSPA(DMU37)	1.053763	0.0000000
HRSPA(DMU38)	0.9245283	0.0000000
HRSPA(DMU39)	1.143791	0.0000000
HRSPA(DMU40)	1.010870	0.0000000
HRSPA(DMU41)	1.229508	0.0000000
HRSPA(DMU42)	0.8960139	0.0000000
HRSPA(DMU43)	0.9638009	0.0000000
HRSPA(DMU44)	0.8926829	0.0000000
FSE(DMU1)	2.687478	0.0000000
FSE(DMU2)	3.019758	0.0000000
FSE(DMU3)	2.878194	0.0000000
FSE(DMU4)	2.736824	0.0000000
FSE(DMU5)	3.092538	0.0000000
FSE(DMU6)	2.517400	0.0000000
FSE(DMU7)	2.161444	0.0000000
FSE(DMU8)	2.641034	0.0000000
FSE(DMU9)	1.986905	0.0000000
FSE(DMU10)	2.076833	0.0000000
FSE(DMU11)	3.057161	0.0000000
FSE(DMU12)	2.607000	0.0000000
FSE(DMU13)	2.656538	0.0000000
FSE(DMU14)	2.378735	0.0000000
FSE(DMU15)	2.613030	0.0000000
FSE(DMU16)	2.902843	0.0000000
FSE(DMU17)	2.731907	0.0000000
FSE(DMU18)	2.772909	0.0000000
FSE(DMU19)	2.927034	0.0000000
FSE(DMU20)	2.722775	0.0000000
FSE(DMU21)	2.430038	0.0000000

FSE(DMU22)	3.157091	0.0000000
FSE(DMU23)	2.913629	0.0000000
FSE(DMU24)	2.400214	0.0000000
FSE(DMU25)	2.417230	0.0000000
FSE(DMU26)	2.578485	0.0000000
FSE(DMU27)	2.788898	0.0000000
FSE(DMU28)	2.465119	0.0000000
FSE(DMU29)	2.823394	0.0000000
FSE(DMU30)	3.044153	0.0000000
FSE(DMU31)	2.814430	0.0000000
FSE(DMU32)	3.134701	0.0000000
FSE(DMU33)	3.053011	0.0000000
FSE(DMU34)	3.040857	0.0000000
FSE(DMU35)	2.996667	0.0000000
FSE(DMU36)	3.067939	0.0000000
FSE(DMU37)	2.834128	0.0000000
FSE(DMU38)	2.802524	0.0000000
FSE(DMU39)	2.922288	0.0000000
FSE(DMU40)	2.122786	0.0000000
FSE(DMU41)	2.386625	0.0000000
FSE(DMU42)	3.563984	0.0000000
FSE(DMU43)	3.456497	0.0000000
FSE(DMU44)	3.259684	0.0000000
FI(DMU1)	1.543870	0.0000000
FI(DMU2)	1.466576	0.0000000
FI(DMU3)	1.446333	0.0000000
FI(DMU4)	1.474206	0.0000000
FI(DMU5)	1.466477	0.0000000
FI(DMU6)	1.414314	0.0000000
FI(DMU7)	1.347444	0.0000000
FI(DMU8)	1.634494	0.0000000
FI(DMU9)	1.398071	0.0000000
FI(DMU10)	1.453667	0.0000000
FI(DMU11)	1.533097	0.0000000
FI(DMU12)	1.552509	0.0000000
FI(DMU13)	1.594846	0.0000000
FI(DMU14)	1.582077	0.0000000
FI(DMU15)	1.461000	0.0000000
FI(DMU16)	1.470333	0.0000000
FI(DMU17)	1.632186	0.0000000
FI(DMU18)	1.466218	0.0000000
FI(DMU19)	1.486517	0.0000000
FI(DMU20)	1.560450	0.0000000
FI(DMU21)	1.636291	0.0000000
FI(DMU22)	1.370205	0.0000000
FI(DMU23)	1.580029	0.0000000
FI(DMU24)	1.600571	0.0000000
FI(DMU25)	1.590216	0.0000000
FI(DMU26)	1.512727	0.0000000

FI(DMU27)	1.524422	0.0000000
FI(DMU28)	1.528168	0.0000000
FI(DMU29)	1.487496	0.0000000
FI(DMU30)	1.399735	0.0000000
FI(DMU31)	1.565602	0.0000000
FI(DMU32)	1.406959	0.0000000
FI(DMU33)	1.329045	0.0000000
FI(DMU34)	1.447048	0.0000000
FI(DMU35)	1.369267	0.0000000
FI(DMU36)	1.513864	0.0000000
FI(DMU37)	1.470442	0.0000000
FI(DMU38)	1.508183	0.0000000
FI(DMU39)	1.526269	0.0000000
FI(DMU40)	1.416679	0.0000000
FI(DMU41)	1.542700	0.0000000
FI(DMU42)	1.337647	0.0000000
FI(DMU43)	1.315176	0.0000000
FI(DMU44)	1.387658	0.0000000
CV(DMU1)	5.213040	0.0000000
CV(DMU2)	5.292135	0.0000000
CV(DMU3)	5.343575	0.0000000
CV(DMU4)	4.348616	0.0000000
CV(DMU5)	5.095106	0.0000000
CV(DMU6)	9.005900	0.0000000
CV(DMU7)	4.712372	0.0000000
CV(DMU8)	4.725875	0.0000000
CV(DMU9)	4.823718	0.0000000
CV(DMU10)	6.009027	0.0000000
CV(DMU11)	4.893004	0.0000000
CV(DMU12)	5.028470	0.0000000
CV(DMU13)	5.666667	0.0000000
CV(DMU14)	5.512681	0.0000000
CV(DMU15)	5.772080	0.0000000
CV(DMU16)	4.036792	0.0000000
CV(DMU17)	4.674230	0.0000000
CV(DMU18)	4.765144	0.0000000
CV(DMU19)	4.872633	0.0000000
CV(DMU20)	4.592048	0.0000000
CV(DMU21)	5.142987	0.0000000
CV(DMU22)	5.403101	0.0000000
CV(DMU23)	5.650894	0.0000000
CV(DMU24)	5.906409	0.0000000
CV(DMU25)	5.049345	0.0000000
CV(DMU26)	6.003240	0.0000000
CV(DMU27)	4.551974	0.0000000
CV(DMU28)	5.820111	0.0000000
CV(DMU29)	5.487685	0.0000000
CV(DMU30)	5.180556	0.0000000
CV(DMU31)	3.821678	0.0000000

CV(DMU32)	3.983200	0.0000000
CV(DMU33)	6.445183	0.0000000
CV(DMU34)	5.689402	0.0000000
CV(DMU35)	6.110294	0.0000000
CV(DMU36)	5.365755	0.0000000
CV(DMU37)	3.619929	0.0000000
CV(DMU38)	4.155504	0.0000000
CV(DMU39)	3.990812	0.0000000
CV(DMU40)	5.186501	0.0000000
CV(DMU41)	5.920382	0.0000000
CV(DMU42)	5.235403	0.0000000
CV(DMU43)	4.343701	0.0000000
CV(DMU44)	4.231587	0.0000000
ASBM(DMU1)	0.4312500	0.0000000
ASBM(DMU2)	0.2096774	0.0000000
ASBM(DMU3)	0.3758865	0.0000000
ASBM(DMU4)	0.2042254	0.0000000
ASBM(DMU5)	0.3289037	0.0000000
ASBM(DMU6)	0.4893617	0.0000000
ASBM(DMU7)	0.4000000	0.0000000
ASBM(DMU8)	0.3027778	0.0000000
ASBM(DMU9)	0.3969072	0.0000000
ASBM(DMU10)	0.3857143	0.0000000
ASBM(DMU11)	0.4426230	0.0000000
ASBM(DMU12)	0.3116883	0.0000000
ASBM(DMU13)	0.4080000	0.0000000
ASBM(DMU14)	0.3730570	0.0000000
ASBM(DMU15)	0.3400000	0.0000000
ASBM(DMU16)	0.3402985	0.0000000
ASBM(DMU17)	0.5196078	0.0000000
ASBM(DMU18)	0.3253968	0.0000000
ASBM(DMU19)	0.3958333	0.0000000
ASBM(DMU20)	0.2857143	0.0000000
ASBM(DMU21)	0.4444444	0.0000000
ASBM(DMU22)	0.1666667	0.0000000
ASBM(DMU23)	0.3744292	0.0000000
ASBM(DMU24)	0.2720000	0.0000000
ASBM(DMU25)	0.2500000	0.0000000
ASBM(DMU26)	0.2463054	0.0000000
ASBM(DMU27)	0.4567901	0.0000000
ASBM(DMU28)	0.3935484	0.0000000
ASBM(DMU29)	0.3236994	0.0000000
ASBM(DMU30)	0.2939481	0.0000000
ASBM(DMU31)	0.2443325	0.0000000
ASBM(DMU32)	0.2530864	0.0000000
ASBM(DMU33)	0.2777778	0.0000000
ASBM(DMU34)	0.4722222	0.0000000
ASBM(DMU35)	0.5555556E-01	0.0000000
ASBM(DMU36)	0.4117647	0.0000000

ASBM(DMU37)	0.2473118	0.0000000
ASBM(DMU38)	0.3301887	0.0000000
ASBM(DMU39)	0.2156863	0.0000000
ASBM(DMU40)	0.4927536	0.0000000
ASBM(DMU41)	0.3934426	0.0000000
ASBM(DMU42)	0.3344887	0.0000000
ASBM(DMU43)	0.2895928	0.0000000
ASBM(DMU44)	0.3268293	0.0000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	1.010152	1.000000
2	0.0000000	0.1187994E-04
3	0.0000000	0.5672499
4	0.0000000	0.2910443E-06
5	0.0000000	0.1169925E-05
6	0.0000000	-0.1041777
7	0.0000000	-1.059518
8	0.0000000	0.4889731
9	0.0000000	0.0000000
10	0.0000000	0.0000000
11	0.0000000	0.0000000
12	0.0000000	0.0000000
13	0.0000000	0.0000000
14	0.0000000	0.0000000
15	0.0000000	0.0000000
16	0.0000000	0.0000000
17	0.0000000	0.0000000
18	0.0000000	0.0000000
19	0.0000000	0.0000000
20	0.0000000	0.0000000
21	0.0000000	0.0000000
22	0.0000000	0.0000000
23	0.0000000	0.0000000
24	0.0000000	0.0000000
25	0.0000000	0.0000000
26	0.0000000	0.0000000
27	0.0000000	0.0000000
28	0.0000000	0.0000000
29	0.0000000	0.0000000
30	0.0000000	0.0000000
31	0.0000000	0.0000000
32	0.0000000	0.0000000
33	0.0000000	0.0000000
34	0.0000000	0.0000000
35	0.3302887	0.0000000
36	0.4561249	0.0000000
37	0.0000000	0.0000000
38	0.0000000	0.0000000
39	0.0000000	0.0000000

VARIABLES VIRTUALES

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

40	0.0000000	0.0000000
41	0.0000000	0.0000000
42	0.0000000	0.0000000
43	0.0000000	0.0000000
44	0.0000000	0.0000000
45	0.0000000	0.0000000
46	0.0000000	0.0000000
47	0.0000000	0.0000000
48	0.2135864	0.0000000
49	0.0000000	0.0000000
50	0.0000000	0.0000000
51	0.0000000	0.0000000
52	0.0000000	0.0000000
53	0.5260668	0.0000000
54	0.0000000	0.0000000
55	0.1885364	0.0000000
56	0.4075140E-01	0.0000000
57	0.0000000	0.0000000
58	0.0000000	0.0000000

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.3.2.Tabla de datos.

CÓDIGO	FACTOR SOCIO-ECONÓMICO (FSE)	FACTOR DE INTERÉS (FI)	Nº HORAS CLASE COU/Nº ALU MATRIC COU (HRSPA)	RECURSOS EMPLEADOS POR EL CENTRO POR ALU COU /10000 (RA)	1/COEFICIENTE DE VARIACIÓN (1/CV)	PORCENTAJE DE APROBADOS EN JUNIO SOBRE EL TOTAL DE MATRICULADOS (ASBM)
1	2.6874783	1.5438696	0.91875	1.3023689	5.2130395	0.43125
2	3.0197576	1.4665758	1.5483871	1.8546034	5.2921348	0.20967742
3	2.8781935	1.4463333	1.04964539	1.6032364	5.3435754	0.37588652
4	2.7368235	1.4742059	0.99295775	0.7766117	4.3486159	0.20422535

5	3.0925385	1.4664769	0.99335548	1.0706031	5.0951062	0.32890365
6	2.5174	1.4143143	1.80851064	0.9032671	9.0058997	0.4893617
7	2.1614444	1.3474444	1.12727273	3.7254012	4.7123719	0.4
8	2.6410345	1.6344943	0.82777778	1.1639844	4.7258753	0.30277778
9	1.9869048	1.3980714	0.79381443	1.0462879	4.8237179	0.39690722
10	2.0768333	1.4536667	1.02857143	3.0075999	6.0090271	0.38571429
11	3.0571613	1.5330968	1.14754098	0.9479378	4.8930041	0.44262295
12	2.607	1.5525094	1.33766234	1.5975968	5.0284698	0.31168831
13	2.6565385	1.5948462	1.064	2.5811356	5.6666667	0.408
14	2.378735	1.5820769	1.00518135	0.9048374	5.5126812	0.37305699
15	2.6130303	1.461	1.66	1.3002715	5.7720798	0.34
16	2.9028431	1.4703333	0.68955224	1.1194012	4.0367918	0.34029851
17	2.731907	1.632186	1.06862745	1.0760035	4.6742301	0.51960784
18	2.7729091	1.4662182	1.1031746	1.0846705	4.7651445	0.32539683
19	2.9270345	1.4865172	1.64583333	4.6933382	4.8726334	0.39583333
20	2.722775	1.56045	0.97321429	1.2315981	4.5920484	0.28571429
21	2.430038	1.6362911	1.02083333	1.3821468	5.1429872	0.44444444
22	3.1570909	1.3702045	0.73529412	1.9031555	5.4031008	0.16666667
23	2.9136286	1.5800286	0.93150685	0.8179612	5.6508938	0.37442922
24	2.4002143	1.6005714	1.232	0.8764193	5.906409	0.272
25	2.4172297	1.5902162	0.8525641	0.5977561	5.0493454	0.25
26	2.5784848	1.5127273	1.01970443	1.5136883	6.0032397	0.24630542
27	2.7888984	1.5244219	0.82716049	0.8038307	4.5519742	0.45679012
28	2.4651188	1.5281683	0.94193548	0.7861912	5.8201107	0.39354839
29	2.8233942	1.4874964	0.83815029	0.3499785	5.4876847	0.32369942
30	3.0441529	1.3997353	0.80115274	1.2447853	5.1805556	0.29394813
31	2.8144301	1.5656022	0.76070529	1.0914807	3.8216783	0.24433249
32	3.134701	1.4069588	0.87654321	0.9926366	3.9832	0.25308642
33	3.0530114	1.3290455	0.91666667	0.9251832	6.4451827	0.27777778
34	3.0408571	1.4470476	2.16666667	2.6089936	5.6894019	0.47222222
35	2.9966667	1.3692667	1.83333333	2.1607291	6.1102941	0.05555556
36	3.0679394	1.5138636	1.68235294	0.6358035	5.3657548	0.41176471
37	2.8341279	1.4704419	1.05376344	1.2976714	3.6199288	0.24731183
38	2.8025238	1.5081825	0.9245283	0.6414538	4.1555042	0.33018868
39	2.9222885	1.5262692	1.14379085	1.0859984	3.9908116	0.21568627
40	2.1227857	1.4166786	1.01086957	0.712613	5.1865009	0.49275362
41	2.386625	1.5427	1.2295082	2.1390389	5.9203822	0.39344262
42	3.5639837	1.3376471	0.89601386	0.757958	5.2354032	0.33448873
43	3.4564967	1.3151765	0.9638009	1.1870511	4.3437014	0.28959276
44	3.2596842	1.3876579	0.89268293	0.8215235	4.2315869	0.32682927

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.3.3.

Ratios de eficiencia y Coeficiente de correlación de Spearman. Modelo con recursos totales empleados y modelo con gastos.

CÓDIGO	RATIOS DE EFICIENCIA. GTS. EN DMIL.	RASTIOS DE EFICIENCIA. RECURSOS EN DMIL.
1	1.0102	1.0102
2	1.5606	1.5606
3	1.1227	1.1227
4	1.3916	1.4423
5	1.171	1.1835
6	1	1
7	1	1
8	1.1309	1.1356
9	1	1
10	1	1
11	1.1144	1.1345
12	1.2845	1.4303
13	1.0617	1.0617
14	1.0232	1.083
15	1.3497	1.4385
16	1	1
17	1	1
18	1.276	1.3098
19	1.2645	1.2645
20	1.3142	1.32
21	1.0538	1.0591
22	1	1
23	1.0152	1.0282
24	1	1.1526
25	1	1
26	1.0551	1.0581
27	1	1
28	1	1
29	1	1
30	1.0282	1.0287
31	1.2666	1.2764
32	1.4116	1.4129
33	1	1
34	1.05	1.05
35	1.2525	1.2525
36	1.1329	1.0792
37	1.6625	1.6835
38	1.2863	1.2774
39	1.5681	1.7169
40	1	1
41	1.1284	1.1284
42	1	1
43	1	1
44	1	1.2148

Correlaciones

		ThetGtsDmil	ThetIngDmil
Rho de Spearman ThetGtsDmil	Coeficiente de correlación	1.000	.922
	Sig. (bilateral)	.	.000
	N	44	44
ThetIngDmil	Coeficiente de correlación	.922	1.000
	Sig. (bilateral)	.000	.
	N	44	44

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

Cuadro A.3.4

Programa de supereficiencia de Andersen y Petersen (1995) y Wilson (1995) (APW).

```
MODEL:
! Un modelo con 44 DMUs, 2 inputs controlables, 2 no controlables,
2 outputs y variables de holgura. Los datos estan sacados de tabla1·v1;

!SE EVALUA LA DMU6·6;

SETS:

Unidades /DMU1 DMU2 DMU3 DMU4 DMU5 DMU6 DMU7 DMU8 DMU9 DMU10
DMU11 DMU12 DMU13 DMU14 DMU15 DMU16 DMU17 DMU18 DMU19 DMU20
DMU21 DMU22 DMU23 DMU24 DMU25 DMU26 DMU27 DMU28 DMU29 DMU30
DMU31 DMU32 DMU33 DMU34 DMU35 DMU36 DMU37 DMU38 DMU39 DMU40
DMU41 DMU42 DMU43 DMU44/:RA,HRSPA,FSE,FI,CV,ASBM;

ENDSETS

!El programa;

Max = Theta +
0.000001*((VHRA1/0.841755454)+(VHHRSPA1/0.326381173)+0.1*(VHFSE1/0.34359035
2)+0.1*(VHFI1/0.085475603)+(VHCV1/0.89237)+(VHASBM1/0.09448));

L1*RA(1)+L2*RA(2)+L3*RA(3)+L4*RA(4)+L5*RA(5)+
L7*RA(7)+L8*RA(8)+L9*RA(9)+L10*RA(10)+L11*RA(11)+L12*RA(12)+
L13*RA(13)+L14*RA(14)+L15*RA(15)+L16*RA(16)+L17*RA(17)+
L18*RA(18)+L19*RA(19)+L20*RA(20)+L21*RA(21)+L22*RA(22)+
L23*RA(23)+L24*RA(24)+L25*RA(25)+L26*RA(26)+L27*RA(27)+
```

```
L28*RA(28)+L29*RA(29)+L30*RA(30)+L31*RA(31)+L32*RA(32)+
L33*RA(33)+L34*RA(34)+L35*RA(35)+L36*RA(36)+L37*RA(37)+
L38*RA(38)+L39*RA(39)+L40*RA(40)+L41*RA(41)+L42*RA(42)+
L43*RA(43)+L44*RA(44)+VHRA1=RA(6);

L1*HRSPA(1)+L2*HRSPA(2)+L3*HRSPA(3)+L4*HRSPA(4)+L5*HRSPA(5)+
L7*HRSPA(7)+L8*HRSPA(8)+L9*HRSPA(9)+L10*HRSPA(10)+L11*HRSPA(11)+
L12*HRSPA(12)+
L13*HRSPA(13)+L14*HRSPA(14)+L15*HRSPA(15)+L16*HRSPA(16)+
L17*HRSPA(17)+
L18*HRSPA(18)+L19*HRSPA(19)+L20*HRSPA(20)+L21*HRSPA(21)+
L22*HRSPA(22)+
L23*HRSPA(23)+L24*HRSPA(24)+L25*HRSPA(25)+L26*HRSPA(26)+
L27*HRSPA(27)+
L28*HRSPA(28)+L29*HRSPA(29)+L30*HRSPA(30)+L31*HRSPA(31)+
L32*HRSPA(32)+
L33*HRSPA(33)+L34*HRSPA(34)+L35*HRSPA(35)+L36*HRSPA(36)+
L37*HRSPA(37)+
L38*HRSPA(38)+L39*HRSPA(39)+L40*HRSPA(40)+L41*HRSPA(41)+
L42*HRSPA(42)+
L43*HRSPA(43)+L44*HRSPA(44)+VHHRSPA1=HRSPA(6);

L1*FSE(1)+L2*FSE(2)+L3*FSE(3)+L4*FSE(4)+L5*FSE(5)+
L7*FSE(7)+L8*FSE(8)+L9*FSE(9)+L10*FSE(10)+L11*FSE(11)+
L12*FSE(12)+L13*FSE(13)+L14*FSE(14)+L15*FSE(15)+
L16*FSE(16)+L17*FSE(17)+L18*FSE(18)+L19*FSE(19)+
L20*FSE(20)+L21*FSE(21)+L22*FSE(22)+L23*FSE(23)+
L24*FSE(24)+L25*FSE(25)+L26*FSE(26)+L27*FSE(27)+
L28*FSE(28)+L29*FSE(29)+L30*FSE(30)+L31*FSE(31)+
L32*FSE(32)+L33*FSE(33)+L34*FSE(34)+L35*FSE(35)+
L36*FSE(36)+L37*FSE(37)+L38*FSE(38)+L39*FSE(39)+
L40*FSE(40)+L41*FSE(41)+L42*FSE(42)+L43*FSE(43)+
L44*FSE(44)+VHFSE1=FSE(6);

L1*FI(1)+L2*FI(2)+L3*FI(3)+L4*FI(4)+L5*FI(5)+
L7*FI(7)+L8*FI(8)+L9*FI(9)+L10*FI(10)+L11*FI(11)+L12*FI(12)+
L13*FI(13)+L14*FI(14)+L15*FI(15)+L16*FI(16)+L17*FI(17)+
L18*FI(18)+L19*FI(19)+L20*FI(20)+L21*FI(21)+L22*FI(22)+
L23*FI(23)+L24*FI(24)+L25*FI(25)+L26*FI(26)+L27*FI(27)+
L28*FI(28)+L29*FI(29)+L30*FI(30)+L31*FI(31)+L32*FI(32)+
L33*FI(33)+L34*FI(34)+L35*FI(35)+L36*FI(36)+L37*FI(37)+
L38*FI(38)+L39*FI(39)+L40*FI(40)+L41*FI(41)+L42*FI(42)+
L43*FI(43)+L44*FI(44)+VHFI1=FI(6);

L1*CV(1)+L2*CV(2)+L3*CV(3)+L4*CV(4)+L5*CV(5)+
L7*CV(7)+L8*CV(8)+L9*CV(9)+L10*CV(10)+L11*CV(11)+L12*CV(12)+
L13*CV(13)+L14*CV(14)+L15*CV(15)+L16*CV(16)+L17*CV(17)+
L18*CV(18)+L19*CV(19)+L20*CV(20)+L21*CV(21)+L22*CV(22)+
L23*CV(23)+L24*CV(24)+L25*CV(25)+L26*CV(26)+L27*CV(27)+
```

L28*CV(28)+L29*CV(29)+L30*CV(30)+L31*CV(31)+L32*CV(32)+
L33*CV(33)+L34*CV(34)+L35*CV(35)+L36*CV(36)+L37*CV(37)+
L38*CV(38)+L39*CV(39)+L40*CV(40)+L41*CV(41)+L42*CV(42)+
L43*CV(43)+L44*CV(44)-VHCV1=Theta*CV(6);

L1*ASBM(1)+L2*ASBM(2)+L3*ASBM(3)+L4*ASBM(4)+L5*ASBM(5)+
L7*ASBM(7)+L8*ASBM(8)+L9*ASBM(9)+L10*ASBM(10)+
L11*ASBM(11)+L12*ASBM(12)+L13*ASBM(13)+L14*ASBM(14)+
L15*ASBM(15)+L16*ASBM(16)+L17*ASBM(17)+L18*ASBM(18)+
L19*ASBM(19)+L20*ASBM(20)+L21*ASBM(21)+L22*ASBM(22)+
L23*ASBM(23)+L24*ASBM(24)+L25*ASBM(25)+L26*ASBM(26)+
L27*ASBM(27)+L28*ASBM(28)+L29*ASBM(29)+L30*ASBM(30)+
L31*ASBM(31)+L32*ASBM(32)+L33*ASBM(33)+L34*ASBM(34)+
L35*ASBM(35)+L36*ASBM(36)+L37*ASBM(37)+L38*ASBM(38)+
L39*ASBM(39)+L40*ASBM(40)+L41*ASBM(41)+L42*ASBM(42)+
L43*ASBM(43)+L44*ASBM(44)-VHASBM1=Theta*ASBM(6);

L1+L2+L3+L4+L5+L7+L8+L9+L10+L11+L12+L13+L14+L15+L16+L17+L18+
L19+L20+L21+L22+L23+L24+L25+L26+L27+L28+L29+L30+L31+L32+L33+
L34+L35+L36+L37+L38+L39+L40+L41+L42+L43+L44=1;

L1>=0;
L2>=0;
L3>=0;
L4>=0;
L5>=0;
L7>=0;
L8>=0;
L9>=0;
L10>=0;
L11>=0;
L12>=0;
L13>=0;
L14>=0;
L15>=0;
L16>=0;
L17>=0;
L18>=0;
L19>=0;
L20>=0;
L21>=0;
L22>=0;
L23>=0;
L24>=0;
L25>=0;
L26>=0;
L27>=0;
L28>=0;

```
L29>=0;
L30>=0;
L31>=0;
L32>=0;
L33>=0;
L34>=0;
L35>=0;
L36>=0;
L37>=0;
L38>=0;
L39>=0;
L40>=0;
L41>=0;
L42>=0;
L43>=0;
L44>=0;

VHRA1>=0;
VHHRSPA1>=0;
VHFSE1>=0;
VHFI1>=0;

VHCV1>=0;
VHASBM1>=0;
```

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.3.5. Programa para el cálculo de ratios de minimización según APW.

```
MODEL:
! Un modelo con 44 DMUs, 2 inputs controlables, 2 no controlables,
2 outputs y variables de holgura. Los datos estan sacados de tabla1·v1;

!SE EVALUA LA DMU6·6;

SETS:

Unidades /DMU1 DMU2 DMU3 DMU4 DMU5 DMU6 DMU7 DMU8 DMU9 DMU10
DMU11 DMU12 DMU13 DMU14 DMU15 DMU16 DMU17 DMU18 DMU19 DMU20
DMU21 DMU22 DMU23 DMU24 DMU25 DMU26 DMU27 DMU28 DMU29 DMU30
DMU31 DMU32 DMU33 DMU34 DMU35 DMU36 DMU37 DMU38 DMU39 DMU40
DMU41 DMU42 DMU43 DMU44/:RA,HRSPA,FSE,FI,CV,ASBM;

ENDSETS

!El programa;
```

```
Min = Phi -
0.000001*((VHRA1/0.841755454)+(VHHRSPA1/0.326381173)+0*(VHFSE1/0.343590352)
+0*(VHFI1/0.085475603)+(VHCV1/0.89237)+(VHASBM1/0.09448));

L1*RA(1)+L2*RA(2)+L3*RA(3)+L4*RA(4)+L5*RA(5)+
L7*RA(7)+L8*RA(8)+L9*RA(9)+L10*RA(10)+L11*RA(11)+L12*RA(12)+
L13*RA(13)+L14*RA(14)+L15*RA(15)+L16*RA(16)+L17*RA(17)+
L18*RA(18)+L19*RA(19)+L20*RA(20)+L21*RA(21)+L22*RA(22)+
L23*RA(23)+L24*RA(24)+L25*RA(25)+L26*RA(26)+L27*RA(27)+
L28*RA(28)+L29*RA(29)+L30*RA(30)+L31*RA(31)+L32*RA(32)+
L33*RA(33)+L34*RA(34)+L35*RA(35)+L36*RA(36)+L37*RA(37)+
L38*RA(38)+L39*RA(39)+L40*RA(40)+L41*RA(41)+L42*RA(42)+
L43*RA(43)+L44*RA(44)+VHRA1=Phi*RA(6);

L1*HRSPA(1)+L2*HRSPA(2)+L3*HRSPA(3)+L4*HRSPA(4)+L5*HRSPA(5)+
L7*HRSPA(7)+L8*HRSPA(8)+L9*HRSPA(9)+L10*HRSPA(10)+L11*HRSPA(11)+
L12*HRSPA(12)+
L13*HRSPA(13)+L14*HRSPA(14)+L15*HRSPA(15)+L16*HRSPA(16)+
L17*HRSPA(17)+
L18*HRSPA(18)+L19*HRSPA(19)+L20*HRSPA(20)+L21*HRSPA(21)+
L22*HRSPA(22)+
L23*HRSPA(23)+L24*HRSPA(24)+L25*HRSPA(25)+L26*HRSPA(26)+
L27*HRSPA(27)+
L28*HRSPA(28)+L29*HRSPA(29)+L30*HRSPA(30)+L31*HRSPA(31)+
L32*HRSPA(32)+
L33*HRSPA(33)+L34*HRSPA(34)+L35*HRSPA(35)+L36*HRSPA(36)+
L37*HRSPA(37)+
L38*HRSPA(38)+L39*HRSPA(39)+L40*HRSPA(40)+L41*HRSPA(41)+
L42*HRSPA(42)+
L43*HRSPA(43)+L44*HRSPA(44)+VHHRSPA1=Phi*HRSPA(6);

L1*FSE(1)+L2*FSE(2)+L3*FSE(3)+L4*FSE(4)+L5*FSE(5)+
L7*FSE(7)+L8*FSE(8)+L9*FSE(9)+L10*FSE(10)+L11*FSE(11)+
L12*FSE(12)+L13*FSE(13)+L14*FSE(14)+L15*FSE(15)+
L16*FSE(16)+L17*FSE(17)+L18*FSE(18)+L19*FSE(19)+
L20*FSE(20)+L21*FSE(21)+L22*FSE(22)+L23*FSE(23)+
L24*FSE(24)+L25*FSE(25)+L26*FSE(26)+L27*FSE(27)+
L28*FSE(28)+L29*FSE(29)+L30*FSE(30)+L31*FSE(31)+
L32*FSE(32)+L33*FSE(33)+L34*FSE(34)+L35*FSE(35)+
L36*FSE(36)+L37*FSE(37)+L38*FSE(38)+L39*FSE(39)+
L40*FSE(40)+L41*FSE(41)+L42*FSE(42)+L43*FSE(43)+
L44*FSE(44)+VHFSE1=FSE(6);

L1*FI(1)+L2*FI(2)+L3*FI(3)+L4*FI(4)+L5*FI(5)+
L7*FI(7)+L8*FI(8)+L9*FI(9)+L10*FI(10)+L11*FI(11)+L12*FI(12)+
L13*FI(13)+L14*FI(14)+L15*FI(15)+L16*FI(16)+L17*FI(17)+
L18*FI(18)+L19*FI(19)+L20*FI(20)+L21*FI(21)+L22*FI(22)+
L23*FI(23)+L24*FI(24)+L25*FI(25)+L26*FI(26)+L27*FI(27)+
L28*FI(28)+L29*FI(29)+L30*FI(30)+L31*FI(31)+L32*FI(32)+
```

L33*FI(33)+L34*FI(34)+L35*FI(35)+L36*FI(36)+L37*FI(37)+
L38*FI(38)+L39*FI(39)+L40*FI(40)+L41*FI(41)+L42*FI(42)+
L43*FI(43)+L44*FI(44)+VHFI1=FI(6);

L1*CV(1)+L2*CV(2)+L3*CV(3)+L4*CV(4)+L5*CV(5)+
L7*CV(7)+L8*CV(8)+L9*CV(9)+L10*CV(10)+L11*CV(11)+L12*CV(12)+
L13*CV(13)+L14*CV(14)+L15*CV(15)+L16*CV(16)+L17*CV(17)+
L18*CV(18)+L19*CV(19)+L20*CV(20)+L21*CV(21)+L22*CV(22)+
L23*CV(23)+L24*CV(24)+L25*CV(25)+L26*CV(26)+L27*CV(27)+
L28*CV(28)+L29*CV(29)+L30*CV(30)+L31*CV(31)+L32*CV(32)+
L33*CV(33)+L34*CV(34)+L35*CV(35)+L36*CV(36)+L37*CV(37)+
L38*CV(38)+L39*CV(39)+L40*CV(40)+L41*CV(41)+L42*CV(42)+
L43*CV(43)+L44*CV(44)-VHCV1=CV(6);

L1*ASBM(1)+L2*ASBM(2)+L3*ASBM(3)+L4*ASBM(4)+L5*ASBM(5)+
L7*ASBM(7)+L8*ASBM(8)+L9*ASBM(9)+L10*ASBM(10)+
L11*ASBM(11)+L12*ASBM(12)+L13*ASBM(13)+L14*ASBM(14)+
L15*ASBM(15)+L16*ASBM(16)+L17*ASBM(17)+L18*ASBM(18)+
L19*ASBM(19)+L20*ASBM(20)+L21*ASBM(21)+L22*ASBM(22)+
L23*ASBM(23)+L24*ASBM(24)+L25*ASBM(25)+L26*ASBM(26)+
L27*ASBM(27)+L28*ASBM(28)+L29*ASBM(29)+L30*ASBM(30)+
L31*ASBM(31)+L32*ASBM(32)+L33*ASBM(33)+L34*ASBM(34)+
L35*ASBM(35)+L36*ASBM(36)+L37*ASBM(37)+L38*ASBM(38)+
L39*ASBM(39)+L40*ASBM(40)+L41*ASBM(41)+L42*ASBM(42)+
L43*ASBM(43)+L44*ASBM(44)-VHASBM1=ASBM(6);

L1+L2+L3+L4+L5+L7+L8+L9+L10+L11+L12+L13+L14+L15+L16+L17+L18+
L19+L20+L21+L22+L23+L24+L25+L26+L27+L28+L29+L30+L31+L32+L33+
L34+L35+L36+L37+L38+L39+L40+L41+L42+L43+L44=1;

L1>=0;
L2>=0;
L3>=0;
L4>=0;
L5>=0;
L7>=0;
L8>=0;
L9>=0;
L10>=0;
L11>=0;
L12>=0;
L13>=0;
L14>=0;
L15>=0;
L16>=0;
L17>=0;
L18>=0;
L19>=0;

```
L20>=0;
L21>=0;
L22>=0;
L23>=0;
L24>=0;
L25>=0;
L26>=0;
L27>=0;
L28>=0;
L29>=0;
L30>=0;
L31>=0;
L32>=0;
L33>=0;
L34>=0;
L35>=0;
L36>=0;
L37>=0;
L38>=0;
L39>=0;
L40>=0;
L41>=0;
L42>=0;
L43>=0;
L44>=0;

VHRA1>=0;
VHHRSPA1>=0;
VHFSE1>=0;
VHFI1>=0;

VHCV1>=0;
VHASBM1>=0;
```

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.3.6. Programa para el cálculo de ratios de Hibiki y Sueyoshi

```
MODEL:
! Un modelo con 44 DMUs, 2 inputs controlables, 2 no controlables,
2 outputs y variables de holgura. Los datos estan sacados de tabla1·v1;

!SE EVALUA LA DMU1·27;

SETS:

Unidades /DMU1 DMU2 DMU3 DMU4 DMU5 DMU6 DMU7 DMU8 DMU9 DMU10
```

```
DMU11 DMU12 DMU13 DMU14 DMU15 DMU16 DMU17 DMU18 DMU19 DMU20
DMU21 DMU22 DMU23 DMU24 DMU25 DMU26 DMU27 DMU28 DMU29 DMU30
DMU31 DMU32 DMU33 DMU34 DMU35 DMU36 DMU37 DMU38 DMU39 DMU40
DMU41 DMU42 DMU43 DMU44/:RA,HRSPA,FSE,FI,CV,ASBM;

ENDSETS

!El programa;

Max                                                                    =
Theta+0.000001*((VHRA1/0.0841755454)+(VHHRSPA1/0.326381173)+0.1*(VHFSE1/0.3
43590352)+0.1*(VHFI1/0.085475603)+(VHCV1/0.89237)+(VHASBM1/0.09448));

L1*RA(1)+L2*RA(2)+L3*RA(3)+L4*RA(4)+L5*RA(5)+L6*RA(6)+
L7*RA(7)+L8*RA(8)+L9*RA(9)+L10*RA(10)+L11*RA(11)+L12*RA(12)+
L13*RA(13)+L14*RA(14)+L15*RA(15)+L16*RA(16)+L17*RA(17)+
L18*RA(18)+L19*RA(19)+L20*RA(20)+L21*RA(21)+L22*RA(22)+
L23*RA(23)+L24*RA(24)+L25*RA(25)+L26*RA(26)+
L28*RA(28)+L29*RA(29)+L30*RA(30)+L31*RA(31)+L32*RA(32)+
L33*RA(33)+L34*RA(34)+L35*RA(35)+L36*RA(36)+L37*RA(37)+
L38*RA(38)+L39*RA(39)+L40*RA(40)+L41*RA(41)+L42*RA(42)+
L43*RA(43)+L44*RA(44)+VHRA1=RA(1);

L1*HRSPA(1)+L2*HRSPA(2)+L3*HRSPA(3)+L4*HRSPA(4)+L5*HRSPA(5)+
L6*HRSPA(6)+
L7*HRSPA(7)+L8*HRSPA(8)+L9*HRSPA(9)+L10*HRSPA(10)+
L11*HRSPA(11)+L12*HRSPA(12)+
L13*HRSPA(13)+L14*HRSPA(14)+L15*HRSPA(15)+L16*HRSPA(16)+
L17*HRSPA(17)+
L18*HRSPA(18)+L19*HRSPA(19)+L20*HRSPA(20)+L21*HRSPA(21)+
L22*HRSPA(22)+
L23*HRSPA(23)+L24*HRSPA(24)+L25*HRSPA(25)+L26*HRSPA(26)+
L28*HRSPA(28)+L29*HRSPA(29)+L30*HRSPA(30)+L31*HRSPA(31)+
L32*HRSPA(32)+
L33*HRSPA(33)+L34*HRSPA(34)+L35*HRSPA(35)+L36*HRSPA(36)+
L37*HRSPA(37)+
L38*HRSPA(38)+L39*HRSPA(39)+L40*HRSPA(40)+L41*HRSPA(41)+
L42*HRSPA(42)+
L43*HRSPA(43)+L44*HRSPA(44)+VHHRSPA1=HRSPA(1);

L1*FSE(1)+L2*FSE(2)+L3*FSE(3)+L4*FSE(4)+L5*FSE(5)+L6*FSE(6)+
L7*FSE(7)+L8*FSE(8)+L9*FSE(9)+L10*FSE(10)+L11*FSE(11)+
L12*FSE(12)+L13*FSE(13)+L14*FSE(14)+L15*FSE(15)+
L16*FSE(16)+L17*FSE(17)+L18*FSE(18)+L19*FSE(19)+
L20*FSE(20)+L21*FSE(21)+L22*FSE(22)+L23*FSE(23)+
L24*FSE(24)+L25*FSE(25)+L26*FSE(26)+
L28*FSE(28)+L29*FSE(29)+L30*FSE(30)+L31*FSE(31)+
L32*FSE(32)+L33*FSE(33)+L34*FSE(34)+L35*FSE(35)+
L36*FSE(36)+L37*FSE(37)+L38*FSE(38)+L39*FSE(39)+
```

```
L40*FSE(40)+L41*FSE(41)+L42*FSE(42)+L43*FSE(43)+
L44*FSE(44)+VHFSE1=FSE(1);

L1*FI(1)+L2*FI(2)+L3*FI(3)+L4*FI(4)+L5*FI(5)+L6*FI(6)+
L7*FI(7)+L8*FI(8)+L9*FI(9)+L10*FI(10)+L11*FI(11)+L12*FI(12)+
L13*FI(13)+L14*FI(14)+L15*FI(15)+L16*FI(16)+L17*FI(17)+
L18*FI(18)+L19*FI(19)+L20*FI(20)+L21*FI(21)+L22*FI(22)+
L23*FI(23)+L24*FI(24)+L25*FI(25)+L26*FI(26)+
L28*FI(28)+L29*FI(29)+L30*FI(30)+L31*FI(31)+L32*FI(32)+
L33*FI(33)+L34*FI(34)+L35*FI(35)+L36*FI(36)+L37*FI(37)+
L38*FI(38)+L39*FI(39)+L40*FI(40)+L41*FI(41)+L42*FI(42)+
L43*FI(43)+L44*FI(44)+VHFI1=FI(1);

L1*CV(1)+L2*CV(2)+L3*CV(3)+L4*CV(4)+L5*CV(5)+L6*CV(6)+
L7*CV(7)+L8*CV(8)+L9*CV(9)+L10*CV(10)+L11*CV(11)+L12*CV(12)+
L13*CV(13)+L14*CV(14)+L15*CV(15)+L16*CV(16)+L17*CV(17)+
L18*CV(18)+L19*CV(19)+L20*CV(20)+L21*CV(21)+L22*CV(22)+
L23*CV(23)+L24*CV(24)+L25*CV(25)+L26*CV(26)+
L28*CV(28)+L29*CV(29)+L30*CV(30)+L31*CV(31)+L32*CV(32)+
L33*CV(33)+L34*CV(34)+L35*CV(35)+L36*CV(36)+L37*CV(37)+
L38*CV(38)+L39*CV(39)+L40*CV(40)+L41*CV(41)+L42*CV(42)+
L43*CV(43)+L44*CV(44)-VHCV1=Theta*CV(1);

L1*ASBM(1)+L2*ASBM(2)+L3*ASBM(3)+L4*ASBM(4)+L5*ASBM(5)+
L6*ASBM(6)+L7*ASBM(7)+L8*ASBM(8)+L9*ASBM(9)+L10*ASBM(10)+
L11*ASBM(11)+L12*ASBM(12)+L13*ASBM(13)+L14*ASBM(14)+
L15*ASBM(15)+L16*ASBM(16)+L17*ASBM(17)+L18*ASBM(18)+
L19*ASBM(19)+L20*ASBM(20)+L21*ASBM(21)+L22*ASBM(22)+
L23*ASBM(23)+L24*ASBM(24)+L25*ASBM(25)+L26*ASBM(26)+
L28*ASBM(28)+L29*ASBM(29)+L30*ASBM(30)+
L31*ASBM(31)+L32*ASBM(32)+L33*ASBM(33)+L34*ASBM(34)+
L35*ASBM(35)+L36*ASBM(36)+L37*ASBM(37)+L38*ASBM(38)+
L39*ASBM(39)+L40*ASBM(40)+L41*ASBM(41)+L42*ASBM(42)+
L43*ASBM(43)+L44*ASBM(44)-VHASBM1=Theta*ASBM(1);


L1+L2+L3+L4+L5+L6+L7+L8+L9+L10+L11+L12+L13+L14+L15+L16+L17+L18+
L19+L20+L21+L22+L23+L24+L25+L26+L28+L29+L30+L31+L32+L33+
L34+L35+L36+L37+L38+L39+L40+L41+L42+L43+L44=1;

L1>=0;
L2>=0;
L3>=0;
L4>=0;
L5>=0;
L6>=0;
L7>=0;
L8>=0;
L9>=0;
```

```
L10>=0;
L11>=0;
L12>=0;
L13>=0;
L14>=0;
L15>=0;
L16>=0;
L17>=0;
L18>=0;
L19>=0;
L20>=0;
L21>=0;
L22>=0;
L23>=0;
L24>=0;
L25>=0;
L26>=0;
L28>=0;
L29>=0;
L30>=0;
L31>=0;
L32>=0;
L33>=0;
L34>=0;
L35>=0;
L36>=0;
L37>=0;
L38>=0;
L39>=0;
L40>=0;
L41>=0;
L42>=0;
L43>=0;
L44>=0;

VHRA1>=0;
VHHRSPA1>=0;
VHFSE1>=0;
VHFI1>=0;

VHCV1>=0;
VHASBM1>=0;
```

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.3.7. Programa para el cálculo de ratios de Hibiki y Sueyoshi con sinergias (HSS).

```
MODEL:
! Un modelo con 44 DMUs, 2 inputs controlables, 2 no controlables,
2 outputs y variables de holgura. Los datos estan sacados de tabla1·v1;

!SE EVALUA LA DMU1·27·28;

SETS:

Unidades /DMU1 DMU2 DMU3 DMU4 DMU5 DMU6 DMU7 DMU8 DMU9 DMU10
DMU11 DMU12 DMU13 DMU14 DMU15 DMU16 DMU17 DMU18 DMU19 DMU20
DMU21 DMU22 DMU23 DMU24 DMU25 DMU26 DMU27 DMU28 DMU29 DMU30
DMU31 DMU32 DMU33 DMU34 DMU35 DMU36 DMU37 DMU38 DMU39 DMU40
DMU41 DMU42 DMU43 DMU44/:RA,HRSPA,FSE,FI,CV,ASBM;

ENDSETS

!El programa;

Max                                                                    =
Theta+0.000001*((VHRA1/0.0841755454)+(VHHRSPA1/0.326381173)+0.1*(VHFSE1/0.3
43590352)+0.1*(VHFI1/0.085475603)+(VHCV1/0.89237)+(VHASBM1/0.09448));

L1*RA(1)+L2*RA(2)+L3*RA(3)+L4*RA(4)+L5*RA(5)+L6*RA(6)+
L7*RA(7)+L8*RA(8)+L9*RA(9)+L10*RA(10)+L11*RA(11)+L12*RA(12)+
L13*RA(13)+L14*RA(14)+L15*RA(15)+L16*RA(16)+L17*RA(17)+
L18*RA(18)+L19*RA(19)+L20*RA(20)+L21*RA(21)+L22*RA(22)+
L23*RA(23)+L24*RA(24)+L25*RA(25)+L26*RA(26)+
L29*RA(29)+L30*RA(30)+L31*RA(31)+L32*RA(32)+
L33*RA(33)+L34*RA(34)+L35*RA(35)+L36*RA(36)+L37*RA(37)+
L38*RA(38)+L39*RA(39)+L40*RA(40)+L41*RA(41)+L42*RA(42)+
L43*RA(43)+L44*RA(44)+VHRA1=RA(1);

L1*HRSPA(1)+L2*HRSPA(2)+L3*HRSPA(3)+L4*HRSPA(4)+L5*HRSPA(5)+
L6*HRSPA(6)+
L7*HRSPA(7)+L8*HRSPA(8)+L9*HRSPA(9)+L10*HRSPA(10)+L11*HRSPA(11)+
L12*HRSPA(12)+
L13*HRSPA(13)+L14*HRSPA(14)+L15*HRSPA(15)+L16*HRSPA(16)+
L17*HRSPA(17)+
L18*HRSPA(18)+L19*HRSPA(19)+L20*HRSPA(20)+L21*HRSPA(21)+
L22*HRSPA(22)+
L23*HRSPA(23)+L24*HRSPA(24)+L25*HRSPA(25)+L26*HRSPA(26)+
L29*HRSPA(29)+L30*HRSPA(30)+L31*HRSPA(31)+L32*HRSPA(32)+
L33*HRSPA(33)+L34*HRSPA(34)+L35*HRSPA(35)+L36*HRSPA(36)+
L37*HRSPA(37)+
L38*HRSPA(38)+L39*HRSPA(39)+L40*HRSPA(40)+L41*HRSPA(41)+
L42*HRSPA(42)+
L43*HRSPA(43)+L44*HRSPA(44)+VHHRSPA1=HRSPA(1);
```

```
L1*FSE(1)+L2*FSE(2)+L3*FSE(3)+L4*FSE(4)+L5*FSE(5)+L6*FSE(6)+
L7*FSE(7)+L8*FSE(8)+L9*FSE(9)+L10*FSE(10)+L11*FSE(11)+
L12*FSE(12)+L13*FSE(13)+L14*FSE(14)+L15*FSE(15)+
L16*FSE(16)+L17*FSE(17)+L18*FSE(18)+L19*FSE(19)+
L20*FSE(20)+L21*FSE(21)+L22*FSE(22)+L23*FSE(23)+
L24*FSE(24)+L25*FSE(25)+L26*FSE(26)+
L29*FSE(29)+L30*FSE(30)+L31*FSE(31)+
L32*FSE(32)+L33*FSE(33)+L34*FSE(34)+L35*FSE(35)+
L36*FSE(36)+L37*FSE(37)+L38*FSE(38)+L39*FSE(39)+
L40*FSE(40)+L41*FSE(41)+L42*FSE(42)+L43*FSE(43)+
L44*FSE(44)+VHFSE1=FSE(1);

L1*FI(1)+L2*FI(2)+L3*FI(3)+L4*FI(4)+L5*FI(5)+L6*FI(6)+
L7*FI(7)+L8*FI(8)+L9*FI(9)+L10*FI(10)+L11*FI(11)+L12*FI(12)+
L13*FI(13)+L14*FI(14)+L15*FI(15)+L16*FI(16)+L17*FI(17)+
L18*FI(18)+L19*FI(19)+L20*FI(20)+L21*FI(21)+L22*FI(22)+
L23*FI(23)+L24*FI(24)+L25*FI(25)+L26*FI(26)+
L29*FI(29)+L30*FI(30)+L31*FI(31)+L32*FI(32)+
L33*FI(33)+L34*FI(34)+L35*FI(35)+L36*FI(36)+L37*FI(37)+
L38*FI(38)+L39*FI(39)+L40*FI(40)+L41*FI(41)+L42*FI(42)+
L43*FI(43)+L44*FI(44)+VHFI1=FI(1);

L1*CV(1)+L2*CV(2)+L3*CV(3)+L4*CV(4)+L5*CV(5)+L6*CV(6)+
L7*CV(7)+L8*CV(8)+L9*CV(9)+L10*CV(10)+L11*CV(11)+L12*CV(12)+
L13*CV(13)+L14*CV(14)+L15*CV(15)+L16*CV(16)+L17*CV(17)+
L18*CV(18)+L19*CV(19)+L20*CV(20)+L21*CV(21)+L22*CV(22)+
L23*CV(23)+L24*CV(24)+L25*CV(25)+L26*CV(26)+
L29*CV(29)+L30*CV(30)+L31*CV(31)+L32*CV(32)+
L33*CV(33)+L34*CV(34)+L35*CV(35)+L36*CV(36)+L37*CV(37)+
L38*CV(38)+L39*CV(39)+L40*CV(40)+L41*CV(41)+L42*CV(42)+
L43*CV(43)+L44*CV(44)-VHCV1=Theta*CV(1);

L1*ASBM(1)+L2*ASBM(2)+L3*ASBM(3)+L4*ASBM(4)+L5*ASBM(5)+
L6*ASBM(6)+L7*ASBM(7)+L8*ASBM(8)+L9*ASBM(9)+L10*ASBM(10)+
L11*ASBM(11)+L12*ASBM(12)+L13*ASBM(13)+L14*ASBM(14)+
L15*ASBM(15)+L16*ASBM(16)+L17*ASBM(17)+L18*ASBM(18)+
L19*ASBM(19)+L20*ASBM(20)+L21*ASBM(21)+L22*ASBM(22)+
L23*ASBM(23)+L24*ASBM(24)+L25*ASBM(25)+L26*ASBM(26)+
L29*ASBM(29)+L30*ASBM(30)+
L31*ASBM(31)+L32*ASBM(32)+L33*ASBM(33)+L34*ASBM(34)+
L35*ASBM(35)+L36*ASBM(36)+L37*ASBM(37)+L38*ASBM(38)+
L39*ASBM(39)+L40*ASBM(40)+L41*ASBM(41)+L42*ASBM(42)+
L43*ASBM(43)+L44*ASBM(44)-VHASBM1=Theta*ASBM(1);


L1+L2+L3+L4+L5+L6+L7+L8+L9+L10+L11+L12+L13+L14+L15+L16+L17+L18+
L19+L20+L21+L22+L23+L24+L25+L26+L29+L30+L31+L32+L33+
L34+L35+L36+L37+L38+L39+L40+L41+L42+L43+L44=1;
```

L1>=0;
L2>=0;
L3>=0;
L4>=0;
L5>=0;
L6>=0;
L7>=0;
L8>=0;
L9>=0;
L10>=0;
L11>=0;
L12>=0;
L13>=0;
L14>=0;
L15>=0;
L16>=0;
L17>=0;
L18>=0;
L19>=0;
L20>=0;
L21>=0;
L22>=0;
L23>=0;
L24>=0;
L25>=0;
L26>=0;
L29>=0;
L30>=0;
L31>=0;
L32>=0;
L33>=0;
L34>=0;
L35>=0;
L36>=0;
L37>=0;
L38>=0;
L39>=0;
L40>=0;
L41>=0;
L42>=0;
L43>=0;
L44>=0;

VHRA1>=0;
VHHRSPA1>=0;
VHFSE1>=0;
VHFI1>=0;

VHCV1>=0;

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

VHASBM1>=0;

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.3.8. Programa par el cálculo de ratios con incrementos de Yrj=0.01

```
MODEL:
! Un modelo con 44 DMUs, 2 inputs controlables, 2 no controlables,
2 outputs y variables de holgura. Los datos estan sacados de tabla1·v1;

!SE EVALUA LA DMU6;

SETS:

Unidades /DMU1 DMU2 DMU3 DMU4 DMU5 DMU6 DMU7 DMU8 DMU9 DMU10
DMU11 DMU12 DMU13 DMU14 DMU15/:RA,HRSPA,FSE,FI,CV,ASBM;

ENDSETS

!El programa;

Min = Phi-
0.000001*((VHRA1/0.899663)+(VHHRSPA1/0.254033)+0*(VHFSE1)+0*(VHFI1)+(VHCV1/
1.150869335)+(VHASBM1/0.095424));

L1*RA(1)+L2*RA(2)+L3*RA(3)+L4*RA(4)+L5*RA(5)+L6*RA(6)+
L7*RA(7)+L8*RA(8)+L9*RA(9)+L10*RA(10)+L11*RA(11)+L12*RA(12)+
L13*RA(13)+L14*RA(14)+L15*RA(15)+VHRA1=Phi*RA(1);

L1*HRSPA(1)+L2*HRSPA(2)+L3*HRSPA(3)+L4*HRSPA(4)+L5*HRSPA(5)+
L6*HRSPA(6)+
L7*HRSPA(7)+L8*HRSPA(8)+L9*HRSPA(9)+L10*HRSPA(10)+L11*HRSPA(11)+
L12*HRSPA(12)+
L13*HRSPA(13)+L14*HRSPA(14)+L15*HRSPA(15)+VHHRSPA1=Phi*HRSPA(1);

L1*FSE(1)+L2*FSE(2)+L3*FSE(3)+L4*FSE(4)+L5*FSE(5)+L6*FSE(6)+
L7*FSE(7)+L8*FSE(8)+L9*FSE(9)+L10*FSE(10)+L11*FSE(11)+
L12*FSE(12)+L13*FSE(13)+L14*FSE(14)+L15*FSE(15)+VHFSE1=FSE(1);

L1*FI(1)+L2*FI(2)+L3*FI(3)+L4*FI(4)+L5*FI(5)+L6*FI(6)+
L7*FI(7)+L8*FI(8)+L9*FI(9)+L10*FI(10)+L11*FI(11)+L12*FI(12)+
L13*FI(13)+L14*FI(14)+L15*FI(15)+VHFI1=FI(1);

L1*CV(1)+L2*CV(2)+L3*CV(3)+L4*CV(4)+L5*CV(5)+L6*CV(6)+
L7*CV(7)+L8*CV(8)+L9*CV(9)+L10*CV(10)+L11*CV(11)+L12*CV(12)+
L13*CV(13)+L14*CV(14)+L15*CV(15)-VHCV1=CV(1);
```

```
L1*ASBM(1)+L2*ASBM(2)+L3*ASBM(3)+L4*ASBM(4)+L5*ASBM(5)+
L6*ASBM(6)+L7*ASBM(7)+L8*ASBM(8)+L9*ASBM(9)+L10*ASBM(10)+
L11*ASBM(11)+L12*ASBM(12)+L13*ASBM(13)+L14*ASBM(14)+
L15*ASBM(15)-VHASBM1=ASBM(1);


L1+L2+L3+L4+L5+L6+L7+L8+L9+L10+L11+L12+L13+L14+L15=1;

L1>=0;
L2>=0;
L3>=0;
L4>=0;
L5>=0;
L6>=0;
L7>=0;
L8>=0;
L9>=0;
L10>=0;
L11>=0;
L12>=0;
L13>=0;
L14>=0;
L15>=0;

VHRA1>=0;
VHHRSPA1>=0;
VHFSE1>=0;
VHFI1>=0;

VHCV1>=(0.01*CV(1));
VHASBM1>=(0.01*ASBM(1));
```

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.3.9.Programa para el cálculo de ratios con disminución Xij=0.01.

```
MODEL:
! Un modelo con 44 DMUs, 2 inputs controlables, 2 no controlables,
2 outputs y variables de holgura. Los datos estan sacados de tabla1·v1;
```

```
!SE EVALUA LA DMU6;

SETS:

Unidades /DMU1 DMU2 DMU3 DMU4 DMU5 DMU6 DMU7 DMU8 DMU9 DMU10
DMU11 DMU12 DMU13 DMU14 DMU15/:RA,HRSPA,FSE,FI,CV,ASBM;

ENDSETS

!El programa;

Max = Theta +
0.000001*((VHRA1/0.899663)+(VHHRSPA1/0.254033)+0*(VHFSE1)+0*(VHFI1)+(VHCV1/
1.150869335)+(VHASBM1/0.095424));

L1*RA(1)+L2*RA(2)+L3*RA(3)+L4*RA(4)+L5*RA(5)+L6*RA(6)+
L7*RA(7)+L8*RA(8)+L9*RA(9)+L10*RA(10)+L11*RA(11)+L12*RA(12)+
L13*RA(13)+L14*RA(14)+L15*RA(15)+VHRA1=RA(1);

L1*HRSPA(1)+L2*HRSPA(2)+L3*HRSPA(3)+L4*HRSPA(4)+L5*HRSPA(5)+
L6*HRSPA(6)+
L7*HRSPA(7)+L8*HRSPA(8)+L9*HRSPA(9)+L10*HRSPA(10)+L11*HRSPA(11)+L12*HRS
PA(12)+L13*HRSPA(13)+L14*HRSPA(14)+L15*HRSPA(15)+VHHRSPA1=HRSPA(1);

L1*FSE(1)+L2*FSE(2)+L3*FSE(3)+L4*FSE(4)+L5*FSE(5)+L6*FSE(6)+
L7*FSE(7)+L8*FSE(8)+L9*FSE(9)+L10*FSE(10)+L11*FSE(11)+
L12*FSE(12)+L13*FSE(13)+L14*FSE(14)+L15*FSE(15)+VHFSE1=FSE(1);

L1*FI(1)+L2*FI(2)+L3*FI(3)+L4*FI(4)+L5*FI(5)+L6*FI(6)+
L7*FI(7)+L8*FI(8)+L9*FI(9)+L10*FI(10)+L11*FI(11)+L12*FI(12)+
L13*FI(13)+L14*FI(14)+L15*FI(15)+VHFI1=FI(1);

L1*CV(1)+L2*CV(2)+L3*CV(3)+L4*CV(4)+L5*CV(5)+L6*CV(6)+
L7*CV(7)+L8*CV(8)+L9*CV(9)+L10*CV(10)+L11*CV(11)+L12*CV(12)+
L13*CV(13)+L14*CV(14)+L15*CV(15)-VHCV1=Theta*CV(1);

L1*ASBM(1)+L2*ASBM(2)+L3*ASBM(3)+L4*ASBM(4)+L5*ASBM(5)+
L6*ASBM(6)+L7*ASBM(7)+L8*ASBM(8)+L9*ASBM(9)+L10*ASBM(10)+
L11*ASBM(11)+L12*ASBM(12)+L13*ASBM(13)+L14*ASBM(14)+
L15*ASBM(15)-VHASBM1=Theta*ASBM(1);


L1+L2+L3+L4+L5+L6+L7+L8+L9+L10+L11+L12+L13+L14+L15=1;

L1>=0;
L2>=0;
L3>=0;
L4>=0;
L5>=0;
```

L6>=0;
L7>=0;
L8>=0;
L9>=0;
L10>=0;
L11>=0;
L12>=0;
L13>=0;
L14>=0;
L15>=0;

VHRA1>=(0.01*RA(1));
VHHRSPA1>=(0.01*HRSPA(1));
VHFSE1>=0;
VHFI1>=0;

VHCV1>=0;
VHASBM1>=0;

Fuente: Elaboración propia

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

4. CONCLUSIONES

Tras el análisis teórico y empírico de las páginas anteriores, en este epígrafe se trata de reflejar cuáles son las principales ideas que podrían extraerse de todo el trabajo. Para ello también se cuenta con la información obtenida tras conversaciones con los equipos directivos de aquellos centros que resultaron ser los más eficientes de la muestra. De este modo, el análisis cuantitativo estaría complementado por el cualitativo realizado a posteriori con el objeto de poder discernir los factores que contribuirían a la mayor eficiencia de los institutos públicos de bachiller. En cualquier caso, tal y como **Jesson et alter (1987:252)** mencionaron, no se pretende hacer pensar que una mera técnica de análisis proporcione soluciones a los problemas sin que exista un debate y un diálogo, pero sí que se sugiere que se enriquecería mucho más ese proceso si se realizara previamente una incursión económica y estadística en la cuestión que atañe a esta tesis. Además, el hecho de efectuar periódicamente estudios de este tipo sería idóneo para, por un lado, ayudar a identificar centros educativos que necesiten cambios en su vía de gestión y dirección y, por otro lado, facilitar la labor de reconducir los fondos públicos hacia allí donde fuesen empleados de modo más eficiente.

Así pues, en primer lugar, el estudio cuantitativo identificó a los centros eficientes del total de los 44 que proporcionaron datos para el estudio. El monto total de estas unidades eficientes resultarían ser 15, con lo que el porcentaje de eficiencia alcanzaría el 34.09 por ciento. Además, el ratio medio de ineficiencia resultó ser de 1.1572, con lo que los resultados ofrecerían niveles similares a los de otros estudios realizados en España y estarían dentro de la media de los reflejados por el total de trabajos que han empleado DEA en otras áreas geográficas, con lo que, al parecer, no existirían demasiadas diferencias entre la escala de gestión relativa de los centros de educación secundaria de BUP y COU de la provincia de Alicante y las instituciones de educación no universitaria de los países para los que se realizaron dichos estudios. Una conclusión a destacar en este punto del análisis es que no se podría afirmar que el tamaño del centro o su ubicación en la ciudad o fuera de ella pudieran ser factores determinantes

No obstante, en segundo lugar, se realizaron los cálculos pertinentes para abundar más en estos resultados. Con este fin, se aplicó la variación de **Andersen y Petersen**

(1993) junto con la de **Wilson (1995)** (APW). Con ello se identificaron las unidades supereficientes , es decir, aquéllas cuya clasificación como eficiente no estaba supeditada a ningún comportamiento productivo anómalo que implicara su consideración como disidente o outlier. El método mencionado (APW) seleccionó dos unidades, la 27 y la 28, como supereficientes. Éstas dos fueron las consideradas al realizar la encuesta a los equipos de dirección destinada a recabar la información cualitativa necesaria.

En todo caso, en tercer lugar, se continuó profundizando mediante la aplicación de la variación de **Hibiki y Sueyoshi (1999)** para cuantificar la influencia de las eficientes sobre las ineficientes. El interés se centró en el estudio en las dos que fueron clasificadas como supereficientes ya que, en definitiva, éstas eran las dos que realmente podían ser tomadas como modelo de referencia para otros centros. En este contexto, se observó que, si bien la unidad 27 era la más eficiente, la 28 resultó ser la que influía sobre más centros pues formaba parte de más grupos de referencia (peer groups) que la 27. Además, también se pudo contemplar que si se completaba la variante de **Hibiki y Sueyoshi (1999)** con los cómputos de los ratios de eficiencia mediante la eliminación de más de una unidad realmente eficiente de modo simultáneo, se podían obtener conclusiones acerca del efecto conjunto de ambas. En el caso particular que atañe a esta tesis, la supresión tuvo que limitarse a ambas unidades supereficientes (27 y 28) a la vez y las conclusiones se destinaron a poner de manifiesto la existencia de sinergias en el efecto conjunto sobre las ineficientes.

No obstante, parece relevante señalar que el procedimiento desarrollado en este trabajo, basado en seleccionar a las supereficientes de entre todas las eficientes para realizar el análisis posterior y estudiar los resultados de eficiencia tras la eliminación de cualquier subconjunto no unitario de supereficientes, estaría proporcionando una respuesta válida al doble interrogante planteado por **Hibiki y Sueyoshi (1999)** acerca de cuántas unidades suprimir para recomputar los ratios y qué tipo de interpretación dar a esos resultados.

En cuarto lugar, se abunda en la explotación de la información mediante la variante de **Bardhan (1995)**, la cual permite, tras la adecuada modificación explicada y desarrollada en esta tesis, computar la cantidad mínima de recursos necesarios para

obtener una unidad porcentual de incremento en el output y/o la cantidad máxima de producto alcanzable mediante un incremento porcentual de recursos. Adicionalmente, el procedimiento ideado por **Bardhan (1995)** en su forma original, sin ningún cambio, permitiría la evaluación de la eficacia de las unidades eficientes. Sin embargo, para ello sería necesario disponer de baremos de eficacia que, si bien sí existen en el estado de Texas (de cuyo ámbito territorial seleccionó **Bardhan (1995)** las unidades de análisis), lamentablemente no existen en España. No obstante, en futuros trabajos, existe la intención de realizar el tipo de estudio efectuado por **Bardhan (1995)** partiendo de la base de criterios de logros docentes socialmente deseables (por ejemplo, podría pensarse que fuese razonable pensar en que el 80% de los alumnos matriculados superaran las pruebas del selectivo y/o que su calificación media fuera al menos de 6.5 sobre diez).

Finalmente, a tenor de las conversaciones mantenidas con los directivos de los dos centros identificados como más eficientes en la muestra, cabría mencionar que los factores más importantes a la hora de obtener unos buenos niveles de resultados a partir de unos recursos determinados girarían en torno a variables relacionadas con la labor de dirección, la disciplina y la organización escolar.

Respecto al primero, cabe mencionar que se identificó una coincidencia de efecto de exigencia contextual en ambos centros. Los dos eran considerados por la población del entorno como institutos en los que la seriedad, exigencia y cumplimientos de los programas eran aspectos primordiales en la organización docente. Esto hacía que los alumnos, previamente a su ingreso en el centro, fueran conscientes de que iban a tener que realizar un esfuerzo significativo para lograr avanzar en los cursos, lo cual actuaría en el sentido de ocasionar el efecto de incentivar al alumnado mediante el reconocimiento social de sus logros y del incremento de autoconfianza y autoestima a medida que supera las distintas etapas de su educación. Otro factor coincidente fue el tomar la preparación del alumno en el centro para afrontar el selectivo como una tarea que comenzaba en el primer curso de bachiller. De esta manera, mediante calificaciones y conversaciones con los padres de alumnos que recursivamente, a pesar de los intentos por ayudarles, obtenían resultados no adecuados para afrontar en un futuro estudios universitarios, los centros realmente eficientes llevaban a cabo una criba del alumnado a lo largo de los cursos previos al COU. De hecho, se coincidió en que la clave del proceso era saber

identificar a tales alumnos y, después, soportar la presión familiar y social destinada a originar conductas laxas con las situaciones de los mismos. Así, el resultado era doblemente positivo. Por un lado, se emite el mensaje al alumno y a su familia acerca de la idoneidad del cambio de vía educacional del discente y, por otra parte, se ahorraban recursos prácticos que, a la postre, irían destinados a unos alumnos que no demostraban poder aprovecharlos. En definitiva, el conjunto de estudiantes que alcanzaba el COU habría demostrado haber superado todas las pruebas y ser, así, capaces de superar con una alta probabilidad el examen de acceso a la universidad.

Una tercera variable comentada fue la dedicación a la programación y coordinación de actividades docentes. Ambos institutos demostraron dedicar tiempo y esfuerzo a ello. Lo consideraron un punto fundamental de su actividad. Incluso, uno de ellos, manifestó realizar reuniones semanales docentes en cada nivel y asignatura para ir corrigiendo, con la mayor frecuencia posible, los desvíos de la tendencia marcada.

Finalmente, la disciplina también fue un factor remarcado y repetido. Ambos institutos expresaron su preocupación por atajar, tan pronto como aparecía, cualquier atisbo de problema de conducta en el centro, impidiendo así que éste se extendiera y perjudicara al rendimiento del alumnado.

5. BIBLIOGRAFÍA

Afriat, S.N. (1972):"Efficiency estimation of production functions" *International Economic Review*, 13, 3, 568-98.

Ahn, T. et alter (1989): "DEA and Ratio Efficiency Analyses for Public Institutions of Higher Learning in Texas". *Research in Governamental and Nonprofit Accounting*, vol. 5.

Aigner, D. J. and Chu, S.F. (1968): "On Estimating the Industry Production Function", *American Economic Review*, vol. 58, nº 4, pp. 826-39.

Aitkin, M. & Logform, N. (1986): "Statistical modelling issues in school effectiveness studies." *Journal of Royal Statist. Soc. Series A*, 149, 1, pp. 1-43.

Albi, E. (1992): "Evaluación de la eficiecnia pública. El control de la eficiencia del sector público" *Hacienda Pública Española*, nº 120-1, 299-319.

Alvaro, M. (Dir.) (1990): *Hacia un modelo causal de rendimiento académico.* Madrid, MEC-CIDE.

Andersen, P y Petersen, N.C. (1993): "A procedure for ranking efficient units in DEA." *Management Science*, 39 (10), pp. 1261-1264.

Anderson, L. et alter (1994): "Efficiency and Effectiveness Analysis of Chicago Public Elementary Schools: 1989, 1991, 1993" *Educational Administration Quarterly* , 34, 484-505.

Appa, G. and yue, M. (1999):"On setting scale effcient targets in DEA" *Journal of Operational Research Society*, 50(1), 60-70.

Arnold et al. (1993): "DEA models for evaluating efficiency and excellence in Texas secundary schools", *Working paper, IC2 Institute*, The University of Texas at Austin, Austin, Tx.

Arnold et al. (1994): “Excellence and Effciency in Texas Public Schools” *Texas Business Review*, February,3-5.

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.

Averch, H. et alter (1974): *How effective is schooling? A critical review of research*. Educational technology publications, Englewood Cliffs, NJ.

Banker et al. (1993): "Projections operators in DEA" *Working paper, Graduate school of business*, University of Texas at Austin, Austin, TX.

Banker, R y Morey, R.C. (1986a): "The use of categorical variables in DEA." *Management Sciences*, 32 (12), pp. 1613-1627.

Banker, R. (1984): "Estimating most productive scale size in DEA". *European Journal of Operational Research*, 17, pp. 35-44.

Banker, R. (1996): "Hypothesis tests using DEA." *Journal of productivity analysis*,7,139-59.

Banker, R. et alter (1984): "Some models for estimating technical and scale efficiencies in DEA." *Management Sciences*, 30 (9), pp. 1078-92.

Banker, R. et alter (1989): "An Introduction to Data Envelopment Analysis with Some of its Models and their Uses." *Research in Governamental and Nonprofit Accounting*, vol. 5.

Banker, R. y Morey, R.C. (1986b): "Efficiency Analysis for Exogenously Fixed Inputs and Outputs". *Operations Research*, vol. 34, nº 4.

Banker, R.D. (1993):"Maximum likelihood, consistency and DEA: a statistical foundation." *Management science*, 39 (10), October, pp. 1265-73.

Banker, R.D. y Morey, R.C. (1994): *Estimating production function frontier shifts: an application to technology assessment,* Working Paper, University of Minnesota.

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.

Bardhan, I.R. et alter (1998): "A simulatioon study of joint uses of DEA and statistical regressions for production function estimation and efficiency evaluation" *Journal of Productivity Analysis*, 9,249-278.

Barrow, M. y Wagstaff, A.R. (1989): "Efficiency measurement in the public sector: an appraisal" *Fiscal Studies*, vol. 10, 73-97.

Bates ,J. M (1997):"Measuring predetermined socioeconomic 'inputs' when assessing the efficiency of educational outputs" *Applied Economics*,Vol. 29 ; Iss. 1 ; Page: 85 – 93.

Becker, H.S. (1952):"The carrer of the Chicago public school teacher", *American Journal of Sociology*, 57 (marzo), 470-77.

Benson , C. S. et alter (1965): *State and local fiscal relationships in public education in California, Sacramento*, Report of the Senate Fact Finding Commitee on revenue and taxation, Senate of the State of California.

Bergendahl, G (1998): "DEA and benchmarks - An application to Nordic banks" *Annals of Operations Research* - Paperbound Edition, 82, pp:233-251.

Bergmann, H. (1996):"Quality of Education and the Demand for Education: Evidence from Developing Countries", *International Review of Education*, 42 (6), 581-604.

Bessent, A. et alter (1982):"An Application of Mathematical Programming to Asses

Productivity in the Houston Independent School District", *Management Science*, vol. 28, nº12.

Bessent, A. y Bessent, W. (1980):"Determining the Comparative efficiency of Schools Through Data Envelopment Analysis", *Educational Administration Quaterly*, Vol. 16, nº2, pp. 57-75.

Bessent, A.M. et alter (1983): "Evaluating of educational program proposals by means of DEA." *Educational Administration Quaterlly*, 19 (2), pp. 82-107.

Bessent, E. et alter (1984): "Educational Productivity Council employs management science methods to improve educational quality", *Interfaces*, 14 (6), pp. 1-8.

Bidwell, C.E. y Kasarda, J.D. (1975):"School district organization and student achievment" *American Sociological Review*, 40, 55-70.

***Bidwell, C.E y Kasarda, J.D. (1980)**: Conceptualising and measuring the effects of school and schooling,* American Journal of Education*, 88, 401-30.*

Bieker, R.F. y Anschel, K.R. (1973): "Estimating educational production functions for rural high schools, some findings" *American Journal of Agriculture Economics,* 55 (agosto), pp. 515-519.

Billings, C.D. y Legler, J.B. (1975):"Factors affecting educational opportunity and their implications for school finance reform: an ampirical study" *Journal of Law and Education*, 4(4), 633-40.

Blanco , J. M. (1997): "Comentarios acerca del desajuste educativo en España" *Papeles de Economia 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*

Blaug, M (ed.) (1992): *The Economic Value of Education*. Athenaeum Press.

Blaug, M. (1968): *Economía de la educación*. Textos Escogidos. Madrid Tecnhos. 1972.

Boardman, A.E. et al. (1977): "A simultaneous equations model of the educational process", *Journal of Public Economics*,7, 22-49.

Boardman, A.O. et alter (1976): "Simultaneous equation models and the educational process: a reanalysis of the Coleman data" en Clark C. , ed., *The evaluation of social programs*, pp: 375-406, Sage publications, Beverly Hills, CA.

Bojanic, Antonio N., Caudill, Steven B. y Ford, Jon M. (1998): "Small-sample properties of ML, COLS, and DEA estimators of frontier models in the presence of heteroscedasticity" *European Journal of Operational Research*, 108 (1), pp: 140-1.

Bonesronning,-Hans; Rattso,-Jorn (1995):"Efficiency Variation among the Norwegian High Schools: Consequences of Equalization Policy " *Economics of Education Review*, 13(4), December, pages 289-304.

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.*

Boussofiane, A. et alter (1991): "Applied DEA." *European Journal of Operational Research*, 15 (5), pp. 1-15.

Bowles (1969): *Educational production function*. Cambridge, Final Report, US Department of Health, Education and Welfare, Office of Education. Harvard University.

Bowles, S. (1970): "Towards an educational production function" en Hasen, W.L. (ed.) *Education, income and human capital*, New York, Columbia, University Press.

Bowles, S.S. and Levin, H.M. (1968):"The determinants of scholastic achievment - A critical appraisal of some recent evidence". *Journal of Human Resorces*, 3, pp: 3-24.

Bowlewa, S. and Levin, H. (1968):"The determinants of scholatic achivment. An appraisal of some recent evidence" *The Journal of Human Resources*, 3 (1), pp. 3-24.

Brown, B.W. (1972): "Achivment, cost and the demand for public education*"* *Western Economic Journal*, 10, pp: 198-219.

Brown, B.W. y Saks, D.H. (1975): "The Production and Distribution of Cognitive Skills within Schools". *Journal of Political Economy*, June, pp. 571-593.

Burkhead et alter (1967): *Input and output in large city high schools*, Syracuse, Syracuse University Press.

Burtless , Gary ; Clotfelter , Charles T (1998):"Does money matter? The effect of school resources on student achievement and adult success" *Journal of Economic Literature*, volume 36 - issue 1, pp: 258.

Cain , G.G. y Watts, H. (1970): "Problems in making policy inferences from the Coleman report" *American Sociological Review*, 35, pp. 228-242.

Carabaña, J. (1988): "En primero de enseñanzas medias el nivel sociocultural no explica el rendimiento académico", *Revista de Educación*, 287, pp. 71-95.

Castejón, J.L. (1996): *Determinantes del rendimiento académico de los estudiantes y de los centros educativos: modelos y factores.* ECU.

Clark, C. T. (1983): "DEA and extensions for decision support and management planning", Unpublished *PhD thesis*, The University of Texas, Austin, Texas.

Centra, J y Potter, D. (1980): "School and teacher Effects: An Interrelational Research", *Review of International Research*, 50, 2, pp. 273-291.

Cohn, E. (1968): "Economies of scale in Iowa high schools operatiions" *The Journal of Human Resources*, 3(4), pp. 423-34.

Cohn, E. y Millman, S.D. (1975):*Input-output analysis in Public Education*, Cambridge, Ballinger Publishing Company.

Coleman, J. et al. (1982): *High school achievment: Public*, Catholic and private schools compared, New york, Basic Books.

Coleman, J. et al. (1966): "Equality of Educational Opportunity ". Washintong, D.C.: U.S. *Goverment Printing Office*.

Colom, A.J. (1998):" La teoría de la Educación: contexto actual de los estudios pedagógicos" en Colom et al. *Teorías e institutciones contemporáneas de la educación*, cap 9, Ariel Educación.

Cooley, W.W. y Lohnes, P.R. (1976*): Evaluation Research in Education. Theory, principles and Practices.* New York, Irvintong Publishers.

Cooper, W.W. and Gallegos, A. (1991):"A combined DEA-stochstic frontier approach to Latin American airline efficiency measure evaluations*", Working paper*, Graduate school of business, the University of Texaz at Austin, TX.

Cooper, W et al. (1998):"Chance constrained programming formulations for stochastic characterizations of efficiency and dominance in Dea" *Journal of Productivity Analysis*,9,53-79.

Cooper et al. (1999):"RAM: a range adjusted measure of inefficiency for use with additive models and relations to other models and measures in DEA" *Journal of Productivity Analysis*, 11,5-42.

Creemers, B.P. y Scheerens, J. (1994): ”Development in the Educational Effectiveness Research”, *International Journal of Educational Research*, 2, 21, pp. 125-39.

Cuadras (19??) el libro de análisis factorial.

Cuxart Jardì , Anna ; Recober , Manuel Martì ; Ferrer Julià , Ferràn (1997): Algunos factores que inciden en el rendimiento y la evaluaciòn en los alummos de las Pruebas de Aptitud de Acceso a la Universidad (PAAU).*Revista de Educación*, 314, 63-88.

Chalos, P. (1997): "An Examination of Budgetary Inefficiency in Education Using Data Envelopment Analysis." *Financial Accountability and Management* Vol. 13 ; Iss. 1 ; Page: 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, pp. 143-60.

Charnes , A . y Cooper, W.W. (1985): Preface to topics in DEA." *Annals of Operations Research*, 2, pp. 59-94.

Charnes ,A ; Cooper ,W ; Lewin ,A Y ; Seiford ,L M (1997b):"Data envelopment analysis theory, methodology and applications" *Operational Research Society* Vol. 48 ; Iss. 3 ; Page: 332.

Charnes et al. (1989): "An approach to test for organizational slack variables Banker´s game theoretic DEA formulations" *Research in Governmental and Nonprofit Accounting*,5,pp: 215-33.

Charnes et alter (1985):"Foundations of DEA for Pareto-Koopmans efficient empirical production functions". *Journal of Econometrics*, 30, pp. 91-107.

Charnes, A. and Cooper, W.W. (1962): "Programming with Linear Fractional Functionals" *Naval Research Logistics Quaterly*, Vol. 9, pp. 181-6.

Charnes, A. et alter (1978):"Measuring the Efficiency of Decision Making Units". European *Journal of Operational Research*. Vol. 2, pp. 429-444.

Charnes, A. et alter (1979): "Short communication: measuring the efficiency of decision making units." *European Journal of Operational Research*, 3(4), pp. 339-339.

Charnes, A. et alter (1980): "Management science relations for evaluation and management acountability." *Journal of Enterprise Management*, 2 (2), pp. 143-62.

Charnes, A. et alter (1981): "Evaluating program and managerial efficiency: an application of data envelopment analysis to Program Follow Through." *Management Science*, 27 (6), pp. 668-97.

Charnes, A. et alter (1986): "Classifying and characterizing efficiencies and inefficiencies in DEA." *Operations Research Letters*, 5, pp. 105-10.

Charnes, A. et alter (1996):"Sensivity and Stability of Efficiency Classifications in Data Envelopment Analysis". *Journal of Productivity Analysis*, 7, 5-18.

Charnes, A. et alter (1997): *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications*, New York, Kluwer Academic Publishers, Second edition.

Charnes, A. y Cooper, W.W. (1980): "Auditing and accounting for program efficiency and management efficiency in not-for-profit entities." *Accounting Organizations and Society*, vol 5, nº1, pp. 87-107.

Charnes, W.W et alter (1983): "Invariant multiplicative efficiency and piecewise Cobb.Douglas envelopments" *Operations Research Letters*, 2(3), pp.101-3.

Charnes, W.W: et alter (1985): "Foundations of DEA for Pareto-Koopmans efficient empirical production functions", *Journal Econometrics*, 30, pp. 91-107.

Chiligerian, J.A. (1995): Evaluating physician efficiency in hospitals: a multivaiate analysis of best practices, *European Journal of Operational Research*, 80, 3, 548-74.

Dawson, P.J. et al (1999): "Efficiency measurement of health care: A review of non-paramentric methods and applications". *Working Paper*, Department of Epidemiology and Public Health, University of Newcastle, UK.

De la Orden, A. (1985): "Hacia una concetualización del producto educativo" *Revista de Investigación Educativa*, 3(6), 271-83.

De Miguel, M. (1988): *Preescolarización y rendimiento académico: Un estudio longitudinal de las variables psicosociales a lo largo de la EGB*. Madrid, CIDE.

Debreu, G. (1951): "The coefficient of resouce utilization." *Econometrica*, 19 (3), pp. 273-92.

Dee, T. (1998):"Competition and the Quality of Public Schools" *Economics of Education Review*, 17, 4, pp: 419-29.

Deller, S.C. y Rudnicky, E. (1993):"Production Efficiency in Elementary Education: The case of Maine Public Schools". *Economics of Education Review*. Vol. 12, nº1, pp. 45-57.

Desai, A. (1987): *Extensions to the measurement of relative efficiency with an application to educational productivity*. Philadelphia, PA: unpublished Ph.D. dissertation, Department of public policy and management, Wharton school, Univers.

Diamond,-Arthur-M., Jr.; Medewitz,-Jeanette-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(3), Summer , pages 337-54.

DOGV (1995) del 9 de junio.8781-8797.

Doyle, J.R. y Green, R.H. (1994): " Efficiency and cross-efficiency in DEA: derivations, meanings and uses." *Journal of the Operational Research Society*, 45 (5), pp. 567-78.

Doyle, J.R. y Green, R.H. (1994): Efficiency and cross-efficiency in DEA:derivations, meanings and uses." *Journal of the Operational Research Society* ,45(5), pp. 567-78.

Ducombe, W. et al. (1995): "On the measurement and causes of technical inefficieny in local public services: with an application to public education" *Journal of Public Administration Research* and Theory, 5, 4, 403-428.

Ducombe, W. et al. (1997): "Empirical evaluation of bureaucratic models of inefficiency" *Public Choice*, 93, 1-18.

Duncombe, W. et alter (1993): *Scale Economies and Tachnical Efficiency in New York Public Schools*. Paper nº 163, Center for Policy Research, Syracuse University, New York.

Duncombe, W. et al. (1995):"Potential cost savings from school district consolidation: a case study of New York" *Economics of Education Review*, 14, 3, 265-84.

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.

Dyson et alter (1990): " A DEA tutorial" *WWW.Warwicck.ac.uk/~bsrlu/dea/deat/deat1.htm*

Engert, F.M. (1995): *A study of school district efficieny in New York state using DEA*. PH.D.State University of Mew York at Buffalo.

Erlander, Sven (1999):"Efficiency and the logit model" *Annals of Operations Research*,82,Page: 203 – 219.

Escudero, T. (1980): *¿Se puede evaluar los centros educativos y sus profesores?* Educación abierta, 10. Zaragoza. Instituto de Ciencias de la Educación. Universidad de Zaragoza.

Färe, R. & Lowell, C.A.K. (1978): "Measuring the technical efficiency of production." *J. Econ. Theory*, 19, 1, pp. 150-62.

Färe, R. et alter (1985): *The measurement of efficiency of production*, Boston, Kluwer-Nijhoff.

Färe, R. et alter (1988): "An indirect Approach to the evaluation of producer performance." *Journal of Public Economics*, 37, pp. 71-89.

Färe, R. et alter (1989): "Measuring School District Performance". *Public Finance Quaterly*. Vol 17, nº4, pp. 409-428.

Färe, R. et alter (1994): *Production Frontiers, Cambridge*, Cambridge University Press.

Farrel, M.J. (1957): "The Measurement of Efficiency Productive", *Journal of the Royal Statistical Society* , serie A, vol. 120.

Farrell, M.J. (1957):" The Measurement of Productive Efficiency". *Journal of the Royal Statistical Society*. Serie A. Vol. 3, pp. 253-290.

Fox, T. G. (1969): "School System Resorce Use in Production of Interdependent Educational Outputs" *The Joint National Meeting, American Astronautical Society and Operations Research Society*, Denver, Colorado.

Frantz, R. (1988): *X-efficiency: theory, evidence and applications,* Boston, Kluwer.

Franz , Randal S (1998): " Whatever You Do, Don't Treat Your Students Like Customers" *Journal of Management Education*, 22(1), 63-9.

Fraser, B.J. (1987): "Identifiying the Salients Facets of a Model of Student Learning: A Synthesis of Meta-Analysis", *International Journal of Educational Research*, 11, 2, pp.187-212.

French ,Robert B (1998): "The Teacher as Container of Anxiety: Psychoanalysis and the Role of Teacher" *Journal of Management Education* , 21 (4), PP. 483-95.

Fried, H.O. y Lovell, C.A.K. (1996): *Searching for the Zeds*, ponencia presentada en II Georgia Productivity Workshop.

Fuentes, E. (1987): *Hacienda Pública,* Ed. R. García Blanco. Madrid (Tomo I, cap. 3)

Fung,-K.-K. (1995):"Data Envelopment Analysis--Another Paretian Trap?" *Economics of Education Review*, 14(3), September , pages 315-16.

Ganley, J.A. y Cubbin, J.S. (1992): *Public Sector Efficiency Measurement. Aplications of DEA*, Amsterdam, Elsevier Science Publishers.

Garcia-Valderrama, Teresa (1996): "El control de gestión en las entidades publicas a través del analisis envolvente de datos" *Presupuesto y gasto público*, 20, pp: 215-229.

Garner, C. y Raudenbush, S.W. (1991): "Neighbourhood Effects on Eduncational Attainment". *Sociology of Education,* Vol 64 (October), pp. 251-262.

Golany, B. and Roll, Y. (1997): "Incorporatong standars via DEA" en Charnes et al. *DEA: Theory, methodology and applications*, Chap 16, pp: 313-28, Kluwer academic publishers, New York.

Golany, B. y Roll, Y. (1989): "An Apllication Procedure for DEA." *OMEGA*, 1, pp. 237-250.

Goldstein, H. (1988): "Comparing Schools". En *National Assesment and Testing: A Research Response*. H. Torrance (ed.) . London: BERA.

Gonzalo, J. A. et alter (1997):"Aplicaciones del Análisis Envolvente de Datos (DEA) a la medición de la eficiencia de las Entidades Públicas" *Actualidad Financiera* , 2: nº esp. 2, 73-89.

González, A.J. (1988): "Indicadores del rendimiento escoalr: relación entre pruebas objetivas y calificaciones", Revista de Educación, 287, pp. 31-54.

Grasy, J. et al. (1986): "The search for a fairer way of comparing schools examination results" *Research Papers in Education*, 1(2), 91-122.

Gravelle, H. y Rees, R. (1981): *Microeconomía*, Alianza Universidad Textos.

Gray et al. (1984): "Predicting differences in examination results between local education authorities, does school organisation matter?" *Oxford Review of Education*, 10(1), pp: 45-68.

Gray, J. et al. (1986):"The search for a fairer way of comparing schools examinations results". *Rsearch Papers in Education*, 1(2), 91-122.

Gray, J. et alter (1986): "Towards a Framework for Interpreting Schools Examination Results". En R. Rogers (ed.), *Education and Social Class*. Falmer Press. Londres.

Green ,R H ; Doyle ,J R (1997): "Implementing Data Envelopment Analysis: Primal or Dual? " *Information Systems and Operational Research* Vol. 35 ; Iss. 1 ; Page: 66 – 75.

Gstach, D. (1998):"Another aproach to DEA in noisy environments: DEA+" *Journal of Productivity Analysis*, 9,161-76.

Gutherie, J.W. et al. (1971): *Schools and Inequality*, Cambridge, MIT Press.

Hannoch y Rothschild (1972): "Testing the assumptions of production theory: a nonparametric approach" *Journal of Political Economy*,80,256-75.

Hanushek, E.A. (1968): *The education of negroes and whites*, Tesis doctoral, Massachusetts, Institute of Technology.

Hanushek, E.A. (1971): "Teacher characteristics and gains in student achievment: estimation using micro data" *American Economic Review*, 61, mayo, pp: 280-88.

Hanushek, E.A. (1972): *Education and race: an analysis of the educational production process*, Cambridge, MA: Health-Lexington.

Hanushek, E.A. (1979): "Conceptual and empirical issues in the estimation of educational production functions". *Journal of Human Resources*, 14, pp. 351-88.

Hanushek, E.A. (1986):"The economis of schooling: production and efficiency in public schools" *Journal of Economic Literature*, 24 (3), pp: 1141-77.

Hanushek, E.A. and Kain, J.F. (1968):"On the value of equality of educational opportunity as a guide to public policy." en F. Mosteller and D.P. Moynihan, eds. *On equlity of educational opportunity*, pp. 116-145. Random house publishers.

Harberger, A. (1954): "Monopoly and resource allocation." *American Economic Review*, 44 (2), pp. 77-87.

Henderson, V. et al. (1978):"Peer group effects and educational production functions" *Journal of Public Economics*, 10, 97-106.

Hibiki, N. y Sueyoshi, T. (1999): "DEA sensitivity analysis by changing a reference set:: regional contribution to Japanese industrial development" *Omega*, 27, p: 139-53.

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.

Ipiña, A. et alter (1994): *Acerca de la producción educativa: estudio de los centros educativos de la Comunidad autónoma del País Vasco*. Departamento de Educación, Universidades e Investigación. Gobierno Vasco.

Ipiña, A. y Grau, A (1996): "Apuntes históricos de la relación entre Economía y Educación" en Ipiña y Grau (Eds.) *Economía de la Educación*, 11-27.

Jesson, D. et alter (1987): "Performance Assessment in the Education Sector: Educational y Economic Perspectives." *Oxford Review of Education*, 13 (3), pp. 249-67.

Jiménez, C. (1988): "Condición socioeconómica de la familia y rendimientos escolares de los hijos al término de la EGB", *Revista de Educación*, 287, pp. 55-70.

Joro, T. Et alter (1998): " Structural Comparison of Data Envelopment Analysis and Multiple Objective Linear Programming" *Management Science*, 44 (7), pp: 962-971.

Katzman, M.T. (1968): "Distribution and production in a big city elementary schools system" *Yale Economic Essays*, 8 (spring), pp: 201-56.

Katzman, M.T. (1971): *The political economy of urban schools*, Cambridge Mass. Harvard University Press.

Kieslin, H.J. (1969): *The relationship of schools inputs to public school performance in NY State*. Wasintong DC, US department of Health, Education and Welfare, Office of Education.

Kiesling, H.J. (1967): "Measuring a local goverment service: a study of schools districts in New York state" *The Review of Economics and Statistics*, 49, 356-67.

Kiesling, H.J. (1969): *The relatioonship of schools inputs to public schoolperformance in New York state*, Washintong DC, US Department of Health , Education and Welfare, Office of Education.

Kiesling, H.J. (1970): A study of cost and quality of New York school districts, Washintong, DC, US, Department of Health, E*educattion and Welfare*, office of education.

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.

Koopmans, T.C. (1951): "An Analysis of Production as an Efficient Combination of Activities." en Koopmans (ed.) *Activity Analysis of Production and Allocation*, Monografía nº 13, Cowles Commission for Research in Economics, New York, John.

Lassibille, G y Gòmez, L (1998): "The Evolution of Returns to Education in Spain 1980-1991".*Education Economics*, 6, 1, pp. 3-11.

Leibenstein, H. (1966): "Allocative efficiency versus X-efficiency" *American Economic Review*, 56, 3, 392-415.

Leibowitz, A. (1977):"Parental inputs and childrens achievment" *The Journal of Human Resources*, 12(2), 242-51.

Lennart, H. et alter (1996): "DEA, DFA y SFA: A Comparison." *Journal of Productivity Analysis*, 7, 303-327.

Levin , H.M. y Kelley, C. (1996): "¿Basta sólo con educación?" en Oroval, E. *Economía de la Educación*, cap 9, 183-205.

Levin, H. (1974): "Measuring Efficiency in Educational Production". *Public Finance Quaterly*, Vol. 2, nº1, pp. 314-335.

Levin, H.M. (1970): "A cost-effectiveness analysis of teacher selection" *The Journal of Human Resourses*, 5(1), pp: 24-33.

Levin, H.M. (1974): "A conceptual framework for accountability in education". *School Review*, 82, pp: 362-91.

Levin, H.M. (1974):"Measuring the efficiency in educational production" *Public Finance Quaterly*,2, 3-24.

Levin, H.M. (1976):"Concepts of economic efficiency and educational production" en Froomkin, J.T. et al. (eds) *Education as an Industry*, Ballanger Publishing Company, Cambridge Mass, pp: 149-90.

Levitt, M.S. y Joyce, M.A.S. (1987): *The Growth and Efficiency of Public Spending*, Cambridge University Press.

Lewin ,A. Y. y Seiford ,L. M. (1997): "Extending the frontiers of Data Envelopment Analysis" *Annals of Operations Research* - Paperbound Edition Vol. 73 ; Iss. 0 ; Page: 1 – 11.

Lewin, A.Y. y Morey, R.C. (1981): "Measuring the Relative Efficiency and Output Potencial of Public Sector Organizations: An Application of DEA." *International Journal of Policy Analysis and Information Systems*, 5(4), pp. 267-85.

Lewin, A.Y. y Morey, R.C. (1982): "Evaluation the administrative Efficiency of Courts." *OMEGA* International journal of Management Science, 10 (4), pp. 401-411.

Lindbeck, A. (1971): “Sobre la eficiencia de la competencia y la planificación” en Lindbeck, A. *Sistemas económicos y política asignativa,*41-79.

Lindsay, A.W.(1982): "Institutional performance in higher education: the efficiency dimension". *Review of Educational Rresearch*, 52(2), 175-99.

Link, C.R. y Ratledge, E.C. (1979):"Students perceptions, IQ and achivment" *The Journal of Human Resources*, 14(1), 98-111.

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.

Lovell, C.A.K. y Pastor, J.T. (1995): "Units invariant and traslation invariant DEA models." *Operations Research Letters*, 18, pp. 147-51.

Lozano, J. (1995): "Introducción al anÁlisis de eficiencia DEA." *Rreunión Asepelt- españa. ix.* 1995. Santiago de Compostela, Santiago de Sompostela: Univ. Santiago, Fac. Económicas y Empresariales, Cátedra de Econometría.

Madaus, G.F. et al (1979):"The sensitivity measures of school effectiveness", Harvard *Educational Review*, 49(2), 207-30.

Madaus, G.F. y Linnan, R. (1973): "The outcome of Catholic Education?" *School Review*, 81, 207-32.

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 evaluación de la eficiencia de los centros educativos: una aplicación del método de Wilson de detección de outpiers y ordenación global de los centros DEA eficientes a los instituos de bachillerato de la provincia de Zaragoza." *Asociación de la economía e la educación*, VII jornadas, pp: 443-58,Santander.

Mancebón, M.J. (1998b): "La riqueza de los resultados suministrados por un modelo envovlente de datos: una aplicación al sector de la educación secundaria" *Hacienda Pública Española*, 145, 165-86.

Mancebón, M.J. y Mar, C. (1999a): "Performance in primary schools: a nonparametric approach". *VI Encuentro de economía pública*. Oviedo.

Mancebón, M.J. (1999b): "La función de producción educativa: algunas conclusiones de interés en la especificación de los modelos de evaluación de la eficiencia productiva de los centros escolares" *Revista de Educación*, 318, pp. 113-143.

Marchesi, A. y Martín, E. (1999): *Calidad de enseñanza en tiempo de cambio*. Alianza.

Marrero, H. y Espino, O. (1988):"Evaluación comparativa del poder predictor de las aptitudes sobre notas escolares y pruebas objetivas", *Revista de Educación*, 287, pp. 97-112.

Martínez Serrano, J.M. (1999): "Sector público" en García Delgado (Dir.) *Lecciones de Economía Española*, cap. 13, Cívitas.

Mayston, D. y Jesson, D. (1988): "Developing models of educational accountability", *Oxford Review od Education*, 4(3), pp. 321-39.

McCarty, T.A. y Yaisawarng, S. (1993): "Technical efficiency in New Jersey Schools Districts." en Fried, H.O. et alter (eds.) *The Measurement of producitve Efficiency. Techniques and Applications*, Nueva York, Oxford University Press, pp.271-87.

***McLaughlin, M.W. (1978)**: "Implementation as mutual adaptation: change in classroom organization", en Mann (Ed.)* Making Change Happen *, Teachers College Press.*

Michelson, S. (1970): "The association of teacher resorcefulness with children´s characteristics*" en Do teachers make a difference?*, US Deparment of health, education and welfare, Office of education, Bureau of educational personnel development, pp: 120-68.

Mollenkopf, W.G. y Melville, S.D. (1956): "A study of secundary school characteristics as related to test scores", *Research Bulletin*, Princeton, Educational Testing Service.

Mondrego, A. y San Segundo, M.J. (1988):"Ecuaciones de rendimiento escolar para la evaluación de la Reforma de las Enseñanzas Medias" *Revista de Educación*, 287, 147-79.

Moore, T.W. (1986): *Introducción a la Teoría de la Educación*, Alianza Universidad.

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 .

Murnane, R.J. et al.(1981):"Interpreting the evidence on school effectiveness", *Teacher College Record*, 83(1), 18-35.

Murnane, R.J. (1975):*The impact of school resources on the learning of inner city children,* Cambridge, Ballinger Publishinh Co.

Nerlove (1961):"Reutms to scale in eletricity supply" *Technical report nº 96, Institute for mathematical studies in the social sciences*, Serra House, Stanford University.

Noell, J. (1982): "Public aand Catholic Schools: a reanalysis of public and private schools" *Sociology od Education*, 55, 123-132.

Norman, M. y Stoker, B. (1991): DEA. The assessment of Performance, John Wiley and Sons.

Nunamaker, T.R. (1985): "Using Data Envelopment Analysis to Measure the Efficiency of Non-Profit Organizations: A Critical Evaluation". *Managerial and Decision Economics*. Vol. 6, nº1, pp. 50-58.

OECD (1992): *Education at a Glance*. OECD Indicators. 1 Edition.

Olesen,-O.-B.; Petersen,-N.-C. (1995): "Incorporating Quality into Data Envelopment Analysis: A Stochastic Dominance Approach" *International Journal of Production Economics*; 39(1-2), April , pages 117-35.

Pareto, V. (1927): *Manuel déconomie politique*. Marcel Giard, Éditeur.

Pastor, J.T. (1996): "Translation invariance in DEA: A Generallization." *Annals of Operational Research*, mayo, pp. 1-10.

Pastor et al (1996): *A statistical test for nested radial models*, Documento de trabajo. Departamento de Estadística e Investigación Operativa. Facultad de Ciencias. Universidad de Alicante.

Pastor, J.T. (1994): *How to discount environmental effects in DEA: an application to bank branches* .IVIE.

Pedraja Chaparro, Francisco y Salinas Jimenez, Javier (1996a):"Eficiencia del gasto publico en educacion secundaria: una aplicacion de la tecnica envolvente de datos" *Hacienda Publica Española* , 138 (3), pp: 87-95.

Pedraja, F. (1994): "El análisis envolvente de datos y su aplicación al sector público. Una nota introductoria." Ponencia presentada en el *Encuentro de Investigadores en Economía pública*. San Lorenzo del Escorial.

Pedraja, F. et alter (1997): "On the Role of Weight restrictions in DEA." *Journal of Productivity Analysis*, 8, pp. 215-30.

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. (1996b): "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.

Pelechano, V. (1989): "Informe del proyecto de investigación sobre rendimiento en la EGB y el BUP". *Análisis y Modificación de Conducta*, 15, 34-46.

Pelechano, V. (1985): "Inteligencia social y habilidades interpersonales", *Evaluación Psicológica***,** 1, pp. 159-87**.**

Pérez, J.M. (1998):"Sobre la educación informal".Comunicación presentada al *VII Jornadas de AEDE*, Santander.

Pérez, S.(1998):"Tres de cada cuaro jóvenes de bajo nivel socioeconómico no termina la secundaria". *El País Digital*, nº 956.

Perl, L.J. (1973): "Family background, secondary school expenditure and student ability", *Journal of Human Resources*, 8(2), 156-80.

Phillips, D. et alter (1976): *Operations Research: Principles and Practice*, New York, Wiley.

Pitaktong, U. et alter (1998): "Identification of Pareto-efficient facets in Data Envelopment Analysis" *European Journal of Operational Research*, 109 (1),pp:559-571.

Post, Thierry; Spronk, Jaap (1999): "Performance benchmarking using interactive data envelopment analysis" *European Journal of Operational Research,* 115,3,472-87.

Purkey, S.C. y Smiyh, M.S. (1983): "Effective schools: a review" *The elementary schools journal*, 83 (4), 427-52.

Puttakul-Winai (1994): *Technical Efficiency Of Area Technical Efficiency Of Area Vocational-Technical Schools: An Illustrative Study Of The Application Of Data Envelopment Analysis*. Tesis.

Quintana, J.M.(1995): *Teoría de la educación. Concepción antinómica de la educación.* Dykinson

Raffe, D. y Willms, J.D. (1989): "Schooling the Discouraged Worker: Local Labour Markets Effects on Educational Participation". *Sociology* . Vol. 23, nº4, pp. 559-581.

Rangan, N. et alter (1988): "The Technical Efficiency of U.S. Banks." *Economic Letters*, 28, pp. 169-76.

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.

Ray, S. Y Mukherjee, K. (1988):"Quantity, quality and efficiency for a partially super-additive cost function: Connecticut public schools revisited" *Journal of Productivity Analysis*, 10,47-62.

Raymond, R. (1968): "Determinants of the quality of primary and secundary public education in west virginia" *The Journal of Human Resources*, 5(1), pp: 24-33.

Retzlaff-Roberts, D y Puelz, R. (1996):" Classification in automobile insurance using DEA and discriminant analysis hybrid" *Journal of Productivity Analysis*, 7,417-27.

Reynolds, A.J. y Walberg, H.J. (1991): "A structural model of science achivment", *Journal of Educational Psycology,* 83, 1, pp. 97-107.

Ribera et al. (1998): "Modelo de evaluación de la gestión de un centro educativo de secundaria" Comunicación presentada al *VII Jornadas de AEDE*, Santander.

Rico, A. (1996):"Measuring Outcomes in Schools" en Smith, P. (Ed.) *Measuring Outcome in the Public Sector*, Taylor and Francis, London.

Rodríguez, S. (1985a): *Factores de rendimiento escolar.* Oikos-Tau.

Rodríguez, S. (1985b): "Modelos de investifgación sobre el rendimiento académico", *Revista de Investigación Educativa*, 6, pp. 284-303.

Rubenstein, R.H. (1997): *School-level budgeting and resource allocation in the Chivago public schools: processes and results*. New York Uniiversity.

Ruggiero, J.(1998): "Non-discretionary inputs in data envelopment analysis" .*European Journal of Operational Research,* 111,3, 461-70.

Salinas, F.J. et al (1999):"On the Quality of the DEA model" *Journal of the Operational Research Society*. Copia del artículo aceptado para su publicación.

Salinas (1995): *La eficiencai del sector público: su medición mediante la técnica envolvente de datos. Aplicación a la administración de justicia*. Universidad de Extremadura.

Salomon, G. et alter (1998):" Individual and Social Aspects of Learning" *Review of Research in Education*, 23, pp: 1-25.

San Segundo, M.J. (1985a): *Empirical Studies of Quality of Schooling*, Tesis Doctoral. Universidad de Princeton.

San Segundo, M.J. (1991):"Evaluación del sistema educativo a partir de datos individuales". *Economía Industrial*. Marzo-abril 1991, 23-37.

San Segundo, M.J. (1998): "Igualdad de oportunidades educativas" *Ekonomiaz*, nº 40, 82-102.

Sarafoglou, Nikias (1998): "The Most Influential DEA Publications: A Comment on Seiford". *Journal of Productivity Analysis*., vol 9. nº 3, pp 279-82.

Scribner. J.P. et al. (1999):"Creating Professional Communities in Schools Through..." *Educational Administration Quaterly*, 35, 1, 130.

Scheerens, J. (1992):"Les indicateurs de processus du fuçonctionement de lécole". Capítulo 3 de *LÓCDE et les indicateurs internationaux de lénseignament*. Ed. OCDE/CERIS, París.

Scheerens, J. (1990): "School Effectiveness and the Development of School Functioning", *Effectiveness and School Improvement*, 1,1,pp. 70-78.

Schultz, T.W. (1961):"Investment in Human Capital" *American Economic Review*, 51, 1-17.

Sebold, F.D. y Dato, W. (1981):"School funding and student achievment: an empirical analysis" *Public Finance Quaterly*, 9(1), 91-105.

Seiford, L. M, y Zhu, J. (1999):"An investigation of returns to scale in data envelopment analysis", *Omega - International Journal of Management Science*,21(1) Page: 1 – 11.

Seiford, L. M. y Zhu, J. (1998): "Stability regions for maintaining efficiency in data envelopment." *European Journal of Operational Research*, 108 (1), pp:127 – 140.

Seiford, L. M. y Zhu, Joe (1998):"On alternative optimal solutions in the estimation of returns to scale in DEA" *European Journal of Operational Research*, 108 (1), pp: 149-153.

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.

Shepard (1970): *The theory od Cost and Production*. Orinceton University Press.

Sengupta, J.K. (1987a):" Efficiency Measurement in Non Market Systems Thorouhg DEA." *International Journal of Systems Science*, 18, pp. 2279-2304.

Sengupta, J.K. (1987b): "Production Frontier Estimation to Measure Efficiency: A Critical Evaluatio in Light of DEA." *Managerial and Decision Economics*, 8, pp. 93-99.

Sengupta,-Jati-K. y Sfeir,-Raymond-E. (1988):"Efficiency Measurement by Data Envelopment Analysis with Econometric Applications " *Applied-Economics*; 20(3), March, pages 285-93.

Sexton, T.R. (1986): "DEA:Critique and Extensions." en *Measuring Efficiency: An Assessment of DEA*, Silkman (ed),, San Francisco, Jossey Bass.

Sexton, T.R. (1986): "The Methodology of DEA." en *Measuring Efficiency: An Assessment of DEA*, Silkman (ed),, San Francisco, Jossey Bass.

Sexton, T.R. and Sleeper, S. (1994): "Improving pupil transportation in North Carolina" *Interfaces*, vol. 24, 1, pp: 87-103.

Sharma, K et alter (1997):"Productive efficiency of the swinw industry in Hawaii: stochastic frontier vs. DEA" *Journal of Productivity Analysis*, 8,447-59.

Shepard, R.W. (1970): *The theory of cost and production functions*, Princeton University Press, Princeton N.J.

Simar, L. (1996): "Aspects of Statistical Analysis in DEA-type Frontier Models." *Journal of Productivity Analysis*,7, pp.177-85.

Sinuany, Z. y Friedman, L. (1999): "DEA and the discriminant analysis of ratios for ranking units", *European Journal of Operational Research,*111,470-9.

Slavin, R.E. (1994): "Quality, Appropiateness, Incentive and Time: a Model of Instructional effectiveness", *International Journal of Education Research,* 2, 21, 141-57.

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.

Soteriou, A.C. y Zenios, S. A. (1998): "Using data envelopment analysis for costing bank products" *European Journal of Operational Research* , 114, 2, pp:234-49.

Strauss, R.P. y Sawyer, E.A. (1986):"Some new evidence on teacher and students competencies" *Economics of Education Review*, 5(1), 41-8.

Summers, A. y Wolfe, B. (1977): "Do Schools Make a Difference?". *American Economic Review.* Vol. 67, nº4, pp. 639-652.

Thanassoulis, E ; Allen, R (1998): "Simulating Weights Restrictions in Data envelopment Analysis by Means of Unobserved DMUs". *Management Science*, 44, 4, p. 586.

Thanassoulis, E. (1996): "Altering the bias in differential school effectiveness using data envelopment analysis" *Journal of The Operational Research Society*, vol. 47, pp. 882-94.

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, nº11, pp.1247-62.

Thody, A. (1998):"Training school principals, educating school governors" *International Journal of Educational Management*, 12(5), pp:232-242.

Thomas,J. A. (1962): *Efficiency in education: A study of the relatinship between selected inputs and mean test scores in a sample of senior high schools*, Tesis doctoral, Standford University Library.

Thompson, R.G. et al. (1997): "Sensitivity analysis of efficeincy measures with applications to Kansas farming and Illinois coal mining" en Charnes, A. et al. *DEA: Theory, methodology and applications*, cap.20, pp: 393-422, Kluwer academic publishers.

Timmer, P.C. (1971): "Using a probabilistic frontier production function to measure technical efficiency" *Journal of Political Economy*, 71,776-94.

Tuckman, H.P. (1971): "High school inputs and their contributionto school performance" *The Journal of Human Resources*, 6(4), pp: 490-509.

Valdmanis, V. (1992):"Sensititvity Analysis for DEA Models -An Empirical Example Using Public Vs. NFP Hospitals". *Journal of Public Economics*. Vol. 48, pp. 185-205.

Vanhorn, C.A. (1997): *How organizational structure and growing in elementary school contributes to formal teaching of students in mathematics at the onset of middle school* .University of Texas at Austin.

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...0/reccount=6/ft=1/startrec=1/pic=1*

Walberg, H.J. (1981): "A Psicological Theory of Educational Productivity", en Farley, F.H. y Gordon, N. (Eds.) *Psychology and Education*, Chicago: National Society for the Study of Education.

Walberg, H.J. y Fowler, W.J. (1987):"Expenditure and size efficiencies of public school districts" *Educational Research*, 16(7), 5-13.

Welch, A.R. (1998):"The Cult of Efficiency in Education: Comparative Reflections on the Reality and the Retoric". *Compartive Education*, June, 34(2), 157-76.

Wigfield, A. et alter (1998): "The Development of Children's Motivation in School Contexts" *Review of Research in Education*,23, pp: 73-119.

Wile, J. and Boyd, T. (1998): "Education as Client Service: Can Business Concepts Find Work in a School Context? *Action in Teacher Education*, 20 (2) , pp: 64.

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

Winkler, D.R. (1975): "Educational Achievment and School Peer Group Composition" *The Journal of Human Resources*, 10(2), 189-203.

Wolf, C. (1979): "A theory of Nonmarket Failure" *journal of Law and Economics,* vol. 22, nº1, 107-39.

Wolf, C. (1987): "Market and Non-market Failures: Comparison and Assessment", *Journal of Public Policy*, vol. 7, nº1, 43-70.

Wolf, C. (1988): *Markets or Goverments: Choosing between imperfect alternatives*, MIT Cambridge, Massachusetts.

Wyckoff, J.H. and Lavigne, J. (1992):*The technicall inefficiency of public elementary schools in New York*. Working paper, Graduate school of public affairs, State University of New York at Albany.

Zhang, Y. Y Bartles, R. (1998):"The effect of sample size on the mean efficiency in DEA with an application to electricity distribution in Australia, Sweden and New Zeland" *Journal of Productivity Analysis*, 9,187-204.

Zhu, J. (1996): "Robustness of the efficient DMUs in DEA" *European Journal of Operational Research,* 90, pp: 451-60.

Zhu, J. and Shen, Z.H. (1995): "A discussion of testing DMU□s returns to scale" *European Journal of Operational Research*, 81, 590-96.

Zhu, Joe (1998): "Data envelopment analysis vs. principal component analysis: An illustrative study of economic performance of Chinese cities" *European Journal of Operational Research*, 111 (1), pp: 50-62.