

## **Análisis de la eficiencia técnica en la Educación Secundaria**

SEIJAS DÍAZ, A.

*Universidad de A Coruña. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.*

Campus de Elviña, 15071 A Coruña. Fax 981.167.070. E-mail: [asdeai@udc.es](mailto:asdeai@udc.es).

### RESUMEN

El objetivo de este trabajo es evaluar el *performance* de los centros de educación secundaria de la provincia de A Coruña partiendo del concepto de función de producción. A tal fin, se emplea como técnica de estimación de los resultados el Análisis Envolvente de Datos, debido a su flexibilidad para adaptarse a las peculiaridades del proceso educativo. Los resultados ponen de manifiesto el elevado nivel de eficiencia técnica de los institutos analizados, así como el papel fundamental que desempeñan los factores no controlables por el gestor.

*Palabras Clave:* Eficiencia Técnica, Función de Producción Educativa, Análisis Envolvente de Datos, Educación.

### **Technical efficiency in educational institutions**

### ABSTRACT

The objective of this study is to evaluate the performance of the secondary education centres of A Coruña in Spain using the concept of production function. To this end Data Envelopment Analysis is used, since it is inherently flexible and therefore most suited to the peculiarities of the education process. The results clearly demonstrate that the technical efficiency of the centres analysed is extremely high and that the factors, which do not come under the auspices of the manager i.e. the non-controllable factors, are fundamental to the efficiency of the centre.

*Keywords:* Technical Efficiency, Educational Production Function, Data Envelopment Analysis, Education.

Clasificación JEL: D24, I21, L31.

---

Artículo recibido en noviembre de 2002 y aprobado en diciembre de 2004.

Artículo disponible en versión electrónica en la página [www.revista-eea.net](http://www.revista-eea.net), ref.: E-23201.

## 1. INTRODUCCIÓN

La necesidad de introducir criterios de racionalidad económica en el análisis de las actividades realizadas por las organizaciones públicas resulta indispensable para mejorar su gestión y aumentar los niveles de eficiencia de las mismas. Si a esto le añadimos que la inversión en capital humano, mejora la productividad, contribuye a estimular el crecimiento económico y genera toda una serie de externalidades positivas que benefician a la sociedad en su conjunto, no cabe duda que destinar recursos económicos a los sistemas educativos y que estos se empleen eficientemente son dos cuestiones mutuamente relacionadas.

Los investigadores en el campo de la economía de la educación no han sido ajenos a estos temas y han dedicado gran parte de sus esfuerzos a evaluar la eficiencia interna de las organizaciones educativas. En este sentido, destacan a partir de la segunda mitad de los años setenta los trabajos que abordan el análisis de la eficiencia en la educación no universitaria mediante la estimación de una función de producción con técnicas no paramétricas<sup>1</sup>. En nuestro país, la preocupación por medir la eficiencia de las unidades que ofrecen servicios educativos es relativamente reciente destacando por su importancia las investigaciones desarrolladas por Pedraja y Salinas (1996), Mancebón (1996,1998,1999) y Muñiz (2000,2001).

El planteamiento que se hace en estos trabajos coincide al considerar el proceso de producción de cualquier unidad educativa como una función de naturaleza productiva, que represente una relación técnica entre un conjunto de factores productivos que se combinan adecuadamente para obtener ciertos outputs. Esta función determina el máximo nivel de output que se puede alcanzar dado un conjunto de inputs y la tecnología, o lo que es lo mismo, la cantidad mínima de inputs necesaria para obtener un nivel dado de outputs. A partir de la delimitación de esta función se pueden construir indicadores complejos que den información sobre el nivel de eficiencia relativa de los centros educativos sometidos a evaluación.

El objetivo de este trabajo es medir y evaluar los niveles de eficiencia técnica pura de los institutos de educación secundaria de la provincia de A Coruña durante los cursos académicos 95/96, 96/97, 97/98 y 98/99. Para estimar dicha función empleamos el Análisis Envoltante de Datos (DEA), dada su flexibilidad para adaptarse a las

1. Véanse Bessent y Bessent (1980); Charnes, Cooper y Rhodes (1981); Bessent, Bessent, Elam y Long (1984); Jesson, Mayston y Smith (1987); Smith y Mayston (1987); Mayston y Jesson (1988); Färe, Grosskopf y Weber (1989); Norman y Stoker (1991); Ray (1991), Ganley y Cubbim (1992); McCarthy y Yaisawarnng (1993); Thanassoulis y Dunstan (1994); Lovell, Walters y Wood (1994); Chalos y Cherian (1995), Ruggiero, Duncombe y Miner (1995), Engert (1996), Ruggiero (1996a, 1996b), Noulas y Ketkar (1998), Thanassoulis (1999), Ruggiero y Vitaliano (1999) y Mancebón y Mar Molinero (2000).

peculiaridades que presentan los servicios educativos (intangibles, multiproducto, no existe un precio real que sirva de soporte para valorarlos monetariamente). Los resultados revelan unos elevados niveles de eficiencia técnica de las unidades educativas evaluadas, así como el papel predominante de los factores de entorno.

Esta investigación se ha estructurado del siguiente modo. En primer lugar, se analizan los conceptos y técnicas existentes, a la vez que se justifica la noción de eficiencia que vamos a emplear y el método de estimación de los resultados. En segundo lugar, se estudian los fundamentos de la función de producción educativa, pues constituye la referencia para la medición de la eficiencia. En tercer lugar, se delimita la muestra, se seleccionan las variables que representan nuestra realidad particular y se determina el modelo DEA a emplear. Posteriormente, se realiza la evaluación de la eficiencia de los distintos centros de educación secundaria y se comprueba la robustez de los resultados. Finalmente, se resumen las principales conclusiones.

## 2. LA EFICIENCIA EN EL SECTOR EDUCATIVO: CONCEPTOS Y TÉCNICAS DE MEDICIÓN

El análisis de la eficiencia de las unidades que operan en el sector público, y por tanto de los centros de educación, se suele reducir a un problema de *eficiencia técnica* (ratio que mide la relación óptima entre inputs y outputs), debido a que tal concepto cumple una serie de requisitos que lo hacen adecuado para tal fin<sup>2</sup>.

En primer lugar, esta definición de eficiencia se fija en las cantidades y no en los valores monetarios, solucionando los problemas que surgen cuando analizamos actividades donde no existe mercado y el componente social es importante. En segundo lugar, partiendo de la multiplicidad y complejidad de los objetivos públicos, este criterio permite realizar una selección racional de los mismos que garantice alcanzar un nivel de rendimiento adecuado. En tercer lugar, esta acepción del término eficiencia es la que mejor se adapta para tipificar el comportamiento de las unidades de decisión que no actúan bajo la disciplina de mercado, ni poseen una estructura organizativa y de control adecuada<sup>3</sup>.

El concepto de *eficiencia técnica* se puede descomponer en la *eficiencia técnica pura* y la *eficiencia técnica de escala*. La primera hace referencia a la utilización óptima de factores productivos que permiten maximizar el output, mientras que la

2. Frente al concepto de eficiencia técnica está el de eficiencia asignativa que mide las combinaciones óptimas de inputs dados los precios de los mismos. Ambas, aproximaciones constituyen la eficiencia económica o global.

3. Para profundizar en el estudio de las características de la producción en el sector público y la conveniencia de emplear una medida de la eficiencia técnica véanse Pedraja, Salinas y Suárez (2001).

segunda mide el grado en que una unidad productiva opera en la dimensión óptima, es decir, considera el tamaño de la planta y está asociada a la existencia de rendimientos variables a escala<sup>4</sup>.

Por otra parte, para medir el *performance* de los centros de educación secundaria de la muestra se necesita seleccionar algún método de estimación que permita obtener indicadores de su nivel de eficiencia técnica. Existen en la literatura diferentes metodologías para evaluar y calcular la eficiencia de las unidades que gestionan recursos. Dichas técnicas se agrupan básicamente en dos grandes bloques: los modelos que utilizan una función frontera y los que no emplean la función frontera<sup>5</sup>.

En las *aproximaciones no frontera* no se requiere la formulación explícita de un concepto de frontera que delimite el espacio de situaciones posibles, por lo cual no es necesario realizar supuestos fuertemente restrictivos acerca del comportamiento de las unidades objeto de evaluación. Así, la utilización de este tipo de técnicas no suele presentar dificultades importantes a la hora de medir empíricamente las actuaciones de determinadas unidades de gestión, pero existe el inconveniente de que las conclusiones de esos resultados pueden ser muy simplistas y, en muchos casos, no reflejan el nivel de eficiencia global de todos los factores empleados por dichas organizaciones.

Por su parte, la *metodología frontera* parte de la existencia de una frontera que estará representada por una función que puede ser de producción, beneficios o costes<sup>6</sup>, la cual se puede estimar a través de técnicas de *carácter paramétrico* o *no paramétrico*. Las primeras requieren la definición y construcción de una forma funcional concreta de tipo *Cobb-Douglas*, *Elasticidad de Sustitución Constante (CES)* o *Translog*, mientras que en las segundas no se necesita explicitar ninguna función. Para ambos casos, se interpretarán como unidades eficientes aquellas que se localicen sobre la frontera de producción, de beneficios o de costes, e ineficientes las que se sitúen por debajo de la función de producción y beneficios o por encima de la frontera de costes.

Los *modelos de naturaleza no paramétrica* utilizan técnicas de programación matemática para medir y evaluar la eficiencia de las unidades de decisión<sup>7</sup>. En esta categoría hay que destacar el análisis envolvente de datos (DEA), a través del cual se puede construir una *frontera* o un *hiperplano* de producción, que permita medir la

4. Véase Banker, Charnes y Cooper (1984).

5. Una interesante revisión sobre los modelos frontera la tenemos en Forsund, Lovell y Schmidt (1980).

6. Estas fronteras se pueden definir en términos absolutos (cuando se construyen a partir de todas las observaciones que obedecen a una determinada tecnología) o de "mejor práctica" (cuando se construyen a partir de una muestra de observaciones que utilizan la misma tecnología). Esta última conceptualización de la frontera fue definida por Farrell (1957).

7. Un análisis de los fundamentos de la programación matemática en relación con la eficiencia está en Ali y Seiford (1993).

eficiencia relativa de un conjunto de unidades de decisión que producen similares outputs a partir de un conjunto común de inputs. La eficiencia se puede medir *en términos de inputs*, donde la cantidad utilizada de inputs es la variable que se puede alterar, ya que el nivel del output es considerado como un valor dado, o *en términos de output*, interpretándose como la cantidad máxima de output que se alcanzaría, dado un conjunto de inputs.

La técnica DEA fue desarrollada inicialmente por Charnes, Cooper y Rodhes (1978), y puede ser considerada como una aplicación al caso de múltiples outputs del análisis tradicional de ratios propuesto por Farrell (1957). En esta especificación para construir la frontera eficiente se parte de los supuestos de rendimientos constantes a escala, convexidad, así como libre disponibilidad de inputs y outputs.

Posteriormente, Banker, Charnes y Cooper (1984), desarrollaron un modelo similar al anterior, pero eliminaron el supuesto de rendimientos constantes a escala, construyendo una frontera más flexible que se adapta mejor a las distintas escalas de producción que las unidades de decisión pueden presentar<sup>8</sup>. Unos años después Banker y Morey (1986), además de incorporar el supuesto de rendimientos variables a escala, tratan la problemática de las variables no controlables por el gestor.

Por otro lado, los distintos modelos DEA desarrollados se pueden especificar en dos versiones alternativas, una en el ámbito de los inputs y la otra en el campo de los outputs. Dichas formulaciones no siempre ofrecen los mismos resultados como es el caso de todas aquellas especificaciones que se basan en el modelo BCC. Esto supone que la elección entre ambas estructuras dependerá de las circunstancias particulares de cada investigación.

Dadas las peculiaridades del sector educativo se requiere una técnica muy flexible que permita estimar el conjunto de posibilidades de producción para calcular los índices de eficiencia técnica de las entidades que lo conforman. En este sentido, el análisis envolvente de datos constituye esa herramienta de análisis<sup>9</sup>, debido a que basta con tener un conjunto de observaciones que produzcan similares outputs a partir de un conjunto común de inputs, sin necesidad de conocer la tecnología que subyace a tal proceso<sup>10</sup>. Esto no sucede en la *metodología paramétrica*, ya que se basa en la especificación de una forma funcional determinada, que es la que define la frontera de producción.

La técnica DEA ofrece información muy completa e individualizada de las unidades de decisión analizadas, permitiendo conocer aspectos de interés tanto de los cen-

8. El programa lineal desarrollado por Banker, Charnes y Cooper (1984) se denomina modelo BCC.

9. Análisis Envolvente de Datos es la traducción al castellano de *Data Envelopment Analysis*, que en muchas ocasiones denominaremos como modelo o técnica DEA.

10. La frontera definida bajo estas características es denominada por Farrel (1957) *mejor práctica*.

tros eficientes como de los ineficientes<sup>11</sup>. Junto a ello, permite incorporar variables no discretionales, de naturaleza categórica, o incluso añadir información procedente de opiniones de expertos, para delimitar el conjunto de empresas eficientes. Además, las técnicas basadas en la programación lineal se adaptan a situaciones en donde no se tiene información sobre la variable precios o, si existe, ésta no es un dato fiable.

### **3. LA EFICIENCIA EN EL SECTOR EDUCATIVO. LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN EDUCATIVA**

El estudio y medición de la eficiencia de las instituciones educativas nos conduce a buscar un modelo conceptual que sirva de referencia para formalizar su comportamiento productivo. En este sentido, el conocimiento de la función de producción educativa constituye una de las vías recurrentes por la literatura ya que permite asimilar el proceso educativo al de cualquier empresa.

Por lo general, las funciones de producción se construyen bajo una serie de consideraciones poco realistas que ayudan a representar de manera simplificada la realidad de algunas organizaciones productivas. Así, se considera que dichas funciones son generalmente conocidas por los que toman las decisiones y utilizan un número determinado de inputs para obtener los diferentes outputs. Además, todas estas variables son cuantificables sin dificultad y la relación entre las mismas es determinista, es decir, dado un conjunto de inputs siempre se produce la misma cantidad de output. También, todos los inputs pueden ser sustituidos sin ningún tipo de restricción.

Las peculiaridades del ámbito educativo conllevan que los supuestos de partida difieran significativamente de lo descrito en el párrafo anterior. La función de producción no es conocida por los responsables de tomar decisiones, y debe ser estimada con datos imperfectos. Por su parte, algunos de los inputs importantes no pueden ser sustituidos, y en muchos casos el proceso de producción está sujeto a consideraciones de incertidumbre.

La identificación y medición de los outputs e inputs del sector educativo no es una tarea fácil de llevar a cabo, debido a las especificidades que presentan muchas de las variables que intervienen en el proceso de producción de los servicios educativos. De este modo destacan la naturaleza intangible (habilidades cognitivas, actitudes, comportamiento social, entre otros) y el carácter múltiple (atributos cualitativos diferentes) del output escolar.

El proceso de aprendizaje humano tiene naturaleza acumulativa, siendo los resultados educativos de un momento determinada consecuencia no sólo de lo sucedido en el presente, sino también de lo ocurrido en épocas pasadas. Por otro lado, los

11. Gran parte de esta información se refiere a los centros ineficientes (grupo de referencia, niveles óptimos de producción y consumo de recursos e importancia relativa de las variables en las tasas de eficiencia).

servicios educativos públicos no responden a criterios privados de maximización del beneficio, dado que sus objetivos tienen un matiz más social y los precios, si existen, están desligados de las características que definen los mercados competitivos.

Además, en la formación del output educativo no sólo intervienen los factores de producción directamente relacionados con los centros educativos, sino que también elementos como las características de los individuos y de su entorno desempeñan un papel fundamental dentro del proceso. Cabe aclarar que los factores de ámbito extraescolar están fuera del control de los responsables en materia educativa, lo que añade un inconveniente más en el cometido de construir una función de producción educativa.

En este contexto, Hanushek (1972, 1979) considera que el rendimiento escolar de un estudiante depende de la conjunción de cuatro grupos de factores, tales como las características del entorno familiar (*family background*), las habilidades innatas y demás peculiaridades internas del estudiante (*student inputs*), las características del grupo de compañeros (*peer group input*) y los recursos o factores escolares (*school input or factor*). Así, la mayor parte de la literatura expresa la función de producción educativa como un proceso que se sintetiza mediante la siguiente relación:

$$A_{it} = g\left(F_i^{(t)}, P_i^{(t)}, I_i, S_i^{(t)}\right) \quad [1]$$

donde  $A_{it}$  es un vector (o conjunto multidimensional) de los *logros del estudiante* en el momento de tiempo  $t$ ;  $F_i^{(t)}$  es un vector que recoge las características familiares del estudiante en el momento de tiempo  $t$ ;  $P_i^{(t)}$  es un vector de las *características del grupo de compañeros* en el momento de tiempo  $t$ ;  $I_i$  es un vector de las *dotaciones iniciales o innatas* y del resto de *características propias* del estudiante, y por último, está  $S_i^{(t)}$  que es un vector de inputs escolares relevantes para el estudiante en el momento de tiempo  $t$ .

En definitiva, cualquier intento de estimar el comportamiento productivo de las unidades de decisión educativas debe de contemplar un análisis riguroso de cada uno de los elementos mencionados en el párrafo anterior<sup>12</sup>. En nuestro caso particular, hemos atendido a estas recomendaciones a la hora de seleccionar las variables que definen el proceso productivo de la realidad sometida a estudio. Existiendo, como única limitación, la impuesta por la información estadística disponible.

12. Véase el trabajo de Cohn, E. y Milamans, S. D. (1975), en el cual se describen cada uno de los elementos que integran la función de producción educativa.

## 4. MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA

Una vez tratadas las principales cuestiones conceptuales y seleccionada la metodología DEA como técnica de estimación de los resultados, estamos en condiciones de definir y seleccionar las unidades objeto de análisis, determinar las variables relevantes y especificar el modelo DEA a emplear<sup>13</sup>.

### 4.1. Delimitación de la muestra

La definición y selección de las unidades de decisión que formarán parte de la muestra y servirán de referencia para caracterizar el comportamiento productivo de los centros de educación secundaria en la provincia de A Coruña, debe guiarse por la consideración de una serie de aspectos entre los que destacan: el grado de homogeneidad de las observaciones, el número de unidades a incluir y los ámbitos geográfico y temporal<sup>14</sup>.

La metodología DEA requiere que las distintas unidades de decisión y gestión observadas sean comparables entre sí. Por lo tanto, los centros considerados han de realizar similares tareas, cumplir los mismos objetivos, estar sometidos a las mismas condiciones de mercado y las variables que determinan su comportamiento deben de ser similares, salvadas las diferencias en intensidad y magnitud.

La consideración de los dos primeros supuestos nos lleva a excluir de la muestra tanto a los centros privados, como a los públicos que no imparten segundo de bachillerato o COU. Por su parte, si se toma como referencia el último requisito parece conveniente subdividir la muestra diferenciando los centros LOGSE de los que imparten COU, debido a las claras divergencias estadísticas que existen entre los datos<sup>15</sup>.

En lo que respecta al tamaño de la muestra es conveniente tener presente una regla bastante generalizada la cual recomienda que el número de unidades a incluir debe ser al menos tres veces el número de variables (input/output). En nuestro caso particular y dado que contamos con tres outputs y cuatro inputs (tal como veremos en el

13. Para Golany y Roll (1989) estas son las fases previas antes de analizar los resultados con la técnica DEA.

14. Véase Golany y Roll (1989), donde se tratan estos aspectos con profundidad.

15. Las pruebas PAAU tienen distintos contenidos y opciones según se trate de Bachillerato COU o LOGSE. La fórmula de cálculo de la variable nota media de expediente para los centros COU se determina a partir de la nota media de BUP, mientras que en los centros LOGSE sólo se considera la nota media del bachillerato postobligatorio (1º y 2º de bachillerato). En los institutos que imparten sus materias de conformidad con la antigua ley educativa, el número total de alumnos matriculados en cada centro coincide plenamente con los matriculados en bachillerato (1º, 2º, 3º de BUP y COU), pero en los centros que imparten LOGSE, sólo contamos con la información de los alumnos matriculados en 1º y 2º de bachillerato.

**Cuadro nº 1. Centros de Educación Secundaria**

|               | Curso 95/96      |                                | Curso 96/97      |                                | Curso 97/98      |                                | Curso 98/99      |                                |
|---------------|------------------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|
|               | Total de centros | Total de centros de la muestra | Total de centros | Total de centros de la muestra | Total de centros | Total de centros de la muestra | Total de centros | Total de centros de la muestra |
| Centros COU   | 54               | 53                             | 52               | 51                             | 47               | 47                             | 47               | 47                             |
| Centros LOGSE | 20               | 9                              | 22               | 13                             | 23               | 15                             | 25               | 17                             |
| Total         | 74               | 62                             | 74               | 64                             | 70               | 62                             | 72               | 64                             |

Fuente: Elaboración propia a partir de la información facilitada por la Consellería de Educación.

subepígrafe siguiente), el número de observaciones debe ser al menos de 21. Este criterio se cumple sobradamente para los centros COU, aunque no lo hace para los centros LOGSE, lo que nos lleva a eliminarlos del análisis (cuadro nº 1).

El análisis de la eficiencia mediante la técnica DEA, está también condicionado por la necesidad de delimitar el entorno geográfico en el cual se encuentran localizadas las entidades sometidas a estudio, así como por la determinación del horizonte temporal considerado. El ámbito territorial es la provincia de A Coruña, por ser un área especialmente dinámica que integra satisfactoriamente los diferentes contextos que definen la realidad socioeconómica de la comunidad gallega. El horizonte temporal está constituido por los cursos escolares 95/96, 96/97, 97/98 y 98/99, para los cuales se cuenta con estadísticas más o menos completas.

En definitiva, la muestra objeto de análisis está conformada por los distintos centros públicos de educación secundaria que imparten COU en la provincia de A Coruña, para los cursos académicos que acabamos de delimitar.

#### 4.2. Selección de las variables

El proceso de selección de las variables constituye uno de los problemas más importantes cuando se pretende estimar el comportamiento productivo de cualquier unidad de decisión a través de modelos DEA. Esto se debe a que los resultados obtenidos con dicha técnica pueden ser muy sensibles a las especificaciones dadas a los modelos empíricos. Para salvar esta dificultad, es necesario contar con toda la información estadística disponible y elegir aquellas variables que mejor aproximen nuestra realidad, mediante el empleo de técnicas estadísticas o incluso de modelos DEA elementales.

En nuestro análisis, contamos con una amplia gama de indicadores para determinar las variables que definen el proceso productivo de los centros de educación secundaria de la muestra. A partir de estos datos, seleccionaremos las variables que nos permitan medir aspectos relacionados con el output educativo, el entorno familiar y escolar, las características del estudiante y los factores estrictamente escolares, reali-

zando en cada caso todas las operaciones necesarias para conseguir los indicadores finales<sup>16</sup>.

A continuación detallaremos cada uno de los elementos que determinan la función de producción de los centros educativos sujetos a valoración.

*a) Output de los centros escolares:*

La educación es un servicio que actúa sobre individuos de distintas características, por lo que es conveniente medir los resultados de los centros escolares tanto desde una vertiente cuantitativa como cualitativa. La mayoría de los estudios sobre la función de producción educativa utilizan como medida del output las calificaciones obtenidas por los estudiantes en distintas pruebas de aptitud estandarizadas, tratándose de una magnitud de tipo cualitativo del rendimiento escolar. No obstante, y en menor medida, se encuentran trabajos que aproximan los resultados escolares a través de indicadores tales como el número de alumnos que superan un determinado curso escolar, estudiantes que abandonan con éxito el centro escolar, ratios de asistencia a clase y tasas de continuidad o abandono de la educación formal<sup>17</sup>, siendo medidas que responden a características cuantitativas del resultado de los centros educativos.

En este trabajo se cuenta con información estadística suficiente, facilitada por la Consellería de Educación, para medir estos dos aspectos (cuantitativo y cualitativo) del output escolar. En concreto, disponemos de datos sobre las notas medias de los alumnos de cada centro en las distintas asignaturas evaluadas en las pruebas PAAU, y sobre el número de alumnos presentados en cada una de esas materias. También se poseen datos del total de alumnos matriculados en COU. A partir de estas fuentes aproximaremos el output de los institutos públicos de educación secundaria en la provincia de A Coruña para los cursos 95/96, 96/97, 97/98 y 98/99, mediante las siguientes variables:

- Nota media de las pruebas PAAU (junio) para los centros que imparten COU en la especialidad científico-técnica y ciencias de la salud (MCAX).
- Nota media de las pruebas PAAU (junio) para los centros que imparten COU en la especialidad humanidades y ciencias sociales (MCBX).
- Número de alumnos aprobados en las pruebas PAAU para los centros que imparten COU en relación con los matriculados en COU (ALAPTOTAL).

Las dos primeras variables miden aspectos cualitativos del resultado escolar, mientras que la tercera, por el contrario, representa atributos de naturaleza cuantitativa. Por otro lado, hemos incluido los indicadores que recogen los datos de las notas

---

16. Las variables que miden aspectos sobre el entorno del estudiante, su grupo de compañeros y sobre las características del estudiante no son controlables por los gestores educativos.

17. Véase Burkhead, Fox y Holland (1967).

medias de junio, debido a su mayor representatividad estadística en relación a las notas medias de septiembre. El tercer output lo definimos en función del número de matriculados en COU en lugar de los presentados a las pruebas PAAU, para eliminar los efectos que pueden ocasionar sobre los resultados las estrategias adoptadas por los centros.

*b) Las variables que determinan los resultados escolares*

I) EL ENTORNO FAMILIAR Y EL GRUPO DE COMPAÑEROS

El nivel socioeconómico de los estudiantes y del grupo de compañeros son dos de los factores más importantes a la hora de explicar los resultados obtenidos por los alumnos en la escuela. De ahí, la especial consideración que han de tener estas variables en cualquier trabajo empírico, a pesar de las dificultades que pueden existir en la práctica para delimitar esos conceptos.

En este sentido, hemos optado por analizar un conjunto de variables de naturaleza económica, social y demográfica a nivel municipal, para construir una serie de indicadores que aproximen las características socioeconómicas del entorno en el cual están localizados los institutos de educación secundaria que van a ser objeto de análisis. Esta información procede de los datos publicados por el instituto Lawrence R. Klein (1999), los datos base contenidos en el Padrón municipal de habitantes e estadística de población (1996) y de la información publicada en el anuario de Galicia en cifras (1998).

Dado el elevado número de variables que estamos manejando y la necesidad de delimitar contextos, una posible solución consiste en utilizar alguna técnica que permita simplificar con criterios coherentes esa información disponible, sin perder detalle de las estructuras lógicas subyacentes al conjunto de datos. A tal fin, utilizaremos el análisis factorial y en concreto, dentro de éste, el análisis de componentes principales.

A partir de la información obtenida a nivel de municipio con el análisis factorial, se procedió a la elaboración de un indicador sintético que mida los aspectos socioeconómicos del municipio. Para ello se empleó como índice la suma ponderada de los valores de los factores, utilizando para tal ponderación la raíz cuadrada del porcentaje de varianza explicada por cada factor<sup>18</sup>. Posteriormente, agregamos los factores por distritos escolares, utilizando como factor de ponderación la población en edad escolar del municipio, obteniendo un *índice sintético para cada distrito*<sup>19</sup> (SINTDISTRIT).

---

18. Véase Aznar Grasa (1976).

19. Una análisis más detallado de cómo se elaboró el índice sintético lo tenemos en Seijas (2003).

## II) CARACTERÍSTICAS DEL ESTUDIANTE

El proceso de producción de servicios educativos tiene como peculiaridad destacable que se desarrolla sobre el propio estudiante<sup>20</sup>, lo cual implica que la calidad del mismo es un factor fundamental para explicar los resultados obtenidos por la escuela. En este análisis se utilizó la *nota media del expediente de los alumnos*, por ser la única información estadística disponible fiable que permite valorar la calidad de los estudiantes de la muestra (NMEDIAEXPX).

## III) FACTORES ESCOLARES

Este elemento se suele cuantificar mediante los gastos de funcionamiento (excluidos los de personal) y el número de profesores de cada centro. En cuanto a los gastos de funcionamiento de la muestra objeto de estudio, se observó como algunos centros escolares recibían una partida extraordinaria procedente del Fondo Social Europeo, cuya finalidad era hacer frente a la puesta en marcha de la reforma educativa y los ciclos formativos de la formación profesional. En muchos casos estas dotaciones superaban los gastos de funcionamiento corrientes, lo que a *priori* nos llevó a excluir estas partidas extraordinarias de los inputs escolares de la muestra, de modo que sólo consideramos los gastos de funcionamiento de naturaleza ordinaria. Hechas estas aclaraciones, los inputs de naturaleza escolar considerados en nuestro modelo empírico durante los cursos 95/96, 96/97, 97/98 y 98/99 son los siguientes:

- Gastos de funcionamiento de cada centro escolar que imparte COU dividido por el número total de alumnos matriculados en esos centros (GTOSFUN).
- Número total de profesores de cada centro escolar que imparte COU dividido por el número total de alumnos matriculados en esos centros (RATIOPROFALUM).

### 4.3. Especificación del modelo DEA

La heterogeneidad de comportamientos productivos presentados por los distintos centros de educación y la incidencia en los resultados de factores de entorno no controlables por los responsables educativos, constituyen cuestiones de interés a considerar en el momento de especificar nuestro modelo DEA particular. En este sentido, el supuesto de rendimientos variables a escala es fundamental para resolver el primer problema, debido a que permite estimar una frontera muy flexible, capaz de adaptarse a los comportamientos individuales de cada instituto, al tiempo que informa sobre la dimensión óptima de los mismos. Para tratar la segunda cuestión, se pueden desarrollar programas matemáticos orientados en términos de outputs o modelos más elaborados donde algunas variables (outputs o inputs) sean determinadas exógenamente.

---

20. Véase Becker (1975).

La mayoría de los trabajos que emplean el análisis DEA en el sector educativo utilizan la versión output orientada, debido a que algunos de los recursos que inciden en el proceso productivo escolar pueden no ser controlables por los responsables de la gestión educativa, o bien sus valores son determinados por unidades de decisión localizadas en un nivel jerárquico superior al centro escolar. En este análisis existen ambos tipos de variables, por un lado, están el índice socioeconómico y la nota media de expediente como factores no discrecionales, y por otro, los gastos de funcionamiento y el número de profesores, que aunque son variables de naturaleza discrecional, su control es realizado por entes de mayor jerarquía

Por todas estas razones, el modelo DEA a utilizar para estimar los índices de eficiencia de los institutos de educación secundaria de la provincia de A Coruña es el BCC en su versión output orientada. Además, este programa suministra información sobre el nivel de eficiencia técnica pura, la cual mide la relación óptima entre inputs y outputs, aislando los efectos que la escala de producción puede provocar sobre los resultados de los indicadores de eficiencia. La formulación matemática de su forma envolvente para los centros que imparten COU en el curso 98/99 es la siguiente:

$$\max z_0 = \phi_0^\circ + \varepsilon \left[ \sum_{i=1}^4 s_i^+ + \sum_{r=1}^3 s_r^- \right]$$

sujeto a :

$$\sum_{j=1}^{47} y_{rj} \lambda_j - s_r^- = z_0^* y_{r0}, \quad r = 1, 2, 3.$$

$$\sum_{j=1}^{47} x_{ij} \lambda_j + s_i^+ = x_{i0}, \quad i = 1, 2, 3, 4.$$

$$\sum_{j=1}^{47} \lambda_j = 1, \quad j = 1, 2, \dots, 47.$$

$$\lambda_j, s_r^-, s_i^+ \geq 0$$

siendo  $x_1$  los gastos de funcionamiento,  $x_2$  el número total de profesores por alumno,  $x_3$  el índice sintético de las características socioeconómicas del distrito escolar,  $x_4$  la

nota media de expediente,  $y_1$  la nota media de las pruebas PAAU en la especialidad científico-técnica y ciencias de la salud,  $y_2$  la nota media de las pruebas PAAU en la especialidad de humanidades y ciencias sociales e  $y_3$  el número de alumnos aprobados en las pruebas PAAU en relación con los matriculados. Por su parte, los  $\lambda_j$  constituyen los parámetros a partir de los cuales se construye la unidad ficticia de la unidad objeto de evaluación y  $s_i^+$  y  $s_r^-$  son las variables de holgura.

La resolución matemática del programa anterior fue realizada con el software Warwick DEA en su versión 1.02, desarrollado por los profesores Thanassoulis, Athanassopoulos y Dyson. Los valores alcanzados por los índices de eficiencia pueden ser iguales al 100% cuando la unidad es eficiente e inferiores al 100% cuando la unidad es ineficiente.

## 5. EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El objetivo de esta sección es el de presentar y analizar los principales resultados obtenidos con la aplicación del modelo BCC para la muestra de centros públicos de educación secundaria delimitada con anterioridad y evaluar la robustez de los mismos.

### 5.1. Principales resultados

Los índices de eficiencia calculados para los centros que imparten COU en el curso académico 95/96, revelan que, de los 53 centros examinados, 31 resultaron ineficientes, proporción que representa el 58% del total (cuadro nº 2). Para los cursos 96/97 y 97/98, el porcentaje de centros ineficientes pasa a ser del 55%, confirmándose una reducción mayor en el curso académico 98/99, donde el porcentaje de observaciones calificadas como ineficientes es del 45% sobre el total de la muestra. Además, se observa que los centros calificados como ineficientes tienen un nivel de eficiencia media elevado, alcanzando en la peor de las situaciones el valor de 90,58%.

Los factores que parecen contribuir de forma significativa a explicar esos elevados niveles de eficiencia son las variables de contexto (índice sintético del distrito) y los atributos que definen las características de los estudiantes (nota media de expediente). Esto se comprueba al especificar cuatro nuevos modelos BCC, en cada uno de los cuales se eliminó uno de los inputs del modelo original<sup>21</sup>. Así, la eficiencia media

---

21. Cabe destacar que la eliminación de algunas de las variables a la hora de calcular los índices de eficiencia, va a provocar disminuciones de los resultados en las nuevas especificaciones. Por ello, sólo enfatizaremos en las alteraciones relativas que en cada modelo provoca la eliminación de uno de sus inputs.

**Cuadro n° 2. Principales resultados**

| <b>Curso 95-96</b> |            |              |             |              |
|--------------------|------------|--------------|-------------|--------------|
|                    | EFICIENTES | INEFICIENTES | TOTAL       | EFIC. MEDIA* |
| URBANOS (U)        | 8 (38%)    | 13 (62%)     | 21          | 93,73%       |
| SEMI-URBANOS (SU)  | 8 (35%)    | 15 (65%)     | 23          | 92,02%       |
| SEMI-RURALES (SR)  | 6 (67%)    | 3 (33%)      | 9           | 93,18%       |
| TOTAL DE CENTROS   | 22         | 31           | <b>53</b>   | -            |
| PORCENTAJE         | 42%        | 58%          | <b>100%</b> | 92,84%       |
| <b>Curso 96-97</b> |            |              |             |              |
|                    | EFICIENTES | INEFICIENTES | TOTAL       | EFIC. MEDIA* |
| URBANOS (U)        | 10 (50%)   | 10 (50%)     | 20          | 92,82%       |
| SEMI-URBANOS (SU)  | 10 (45%)   | 12 (55%)     | 22          | 89,64%       |
| SEMI-RURALES (SR)  | 3 (33%)    | 6 (67%)      | 9           | 92,40%       |
| TOTAL DE CENTROS   | 23         | 28           | <b>51</b>   | -            |
| PORCENTAJE         | 45%        | 55%          | <b>100%</b> | 91,37%       |
| <b>Curso 97-98</b> |            |              |             |              |
|                    | EFICIENTES | INEFICIENTES | TOTAL       | EFIC. MEDIA* |
| URBANOS (U)        | 6 (35%)    | 11 (65%)     | 17          | 92,93%       |
| SEMI-URBANOS (SU)  | 10 (45%)   | 12 (55%)     | 22          | 88,60%       |
| SEMI-RURALES (SR)  | 5 (62 %)   | 3 (38%)      | 8           | 89,88%       |
| TOTAL DE CENTROS   | 21         | 26           | <b>47</b>   | -            |
| PORCENTAJE         | 45%        | 55%          | <b>100%</b> | 90,58%       |
| <b>Curso 98-99</b> |            |              |             |              |
|                    | EFICIENTES | INEFICIENTES | TOTAL       | EFIC. MEDIA* |
| URBANOS (U)        | 9 (53%)    | 8 (47%)      | 17          | 96,28%       |
| SEMI-URBANOS (SU)  | 10 (45%)   | 12 (55%)     | 22          | 91,58%       |
| SEMI-RURALES (SR)  | 7 (88%)    | 1 (12%)      | 8           | 89,88% **    |
| TOTAL DE CENTROS   | 26         | 21           | <b>47</b>   | -            |
| PORCENTAJE         | 55%        | 45%          | <b>100%</b> | 93,35%       |

\*Cifras calculadas sobre el total de unidades ineficientes.

\*\* Sólo contamos con un centro.

Fuente: Elaboración propia.

global, que incluye la totalidad de los centros de la muestra, se ve sensiblemente más alterada para las especificaciones *DEA S. NMED* (sin nota media de expediente) y *DEA S. SINT* (sin índice sintético) de la muestra de centros COU (cuadro n° 3).

**Cuadro N° 3 Distintas especificaciones del modelo DEA**

| <b>CURSO 95-96</b> |             |               |               |               |               |
|--------------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                    | DEA (TODAS) | DEA (S. AL/P) | DEA (S. G.F.) | DEA (S. NMED) | DEA (S. SINT) |
| MEDIA              | 95,8        | 95,7          | 95,7          | 93,4          | 94,1          |
| <b>CURSO 96-97</b> |             |               |               |               |               |
|                    | DEA (TODAS) | DEA (S. AL/P) | DEA (S. G.F.) | DEA (S. NMED) | DEA (S. SINT) |
| MEDIA              | 95,2        | 95,1          | 95,1          | 91,8          | 93,7          |
| <b>CURSO 97-98</b> |             |               |               |               |               |
|                    | DEA (TODAS) | DEA (S. AL/P) | DEA (S. G.F.) | DEA (S. NMED) | DEA (S. SINT) |
| MEDIA              | 94,8        | 94,5          | 94,6          | 92,9          | 93,0          |
| <b>CURSO 98-99</b> |             |               |               |               |               |
|                    | DEA (TODAS) | DEA (S. AL/P) | DEA (S. G.F.) | DEA (S. NMED) | DEA (S. SINT) |
| MEDIA              | 97,0        | 96,5          | 96,4          | 94,2          | 94,2          |

Nota: *DEA (TODAS)*, incluye todas las variables del modelo original; *DEA(S. AL/P)*, incluye todas las variables a excepción de la ratio profesor/alumno; *DEA (S. GF)*, incluye todas las variables a excepción de los gastos de funcionamiento; *DEA (S. NMED)*, incluye todas las variables a excepción de la nota media de expediente y *DEA (S. SINT)*, incluye todas las variables a excepción del índice sintético del distrito.

Fuente: *Elaboración propia.*

Por otro lado, los centros contemplados en cada una de las submuestras los clasificamos en urbanos, semi-urbanos y semi-rurales. A partir de aquí, se procedió a realizar un análisis que permita obtener algunas conclusiones sobre la distribución de los centros eficientes/ineficientes en los diferentes entornos delimitados. En el cuadro n° 2 se muestra que la distribución de los institutos eficientes entre zonas urbanas y semi-urbanas no presenta diferencias significativas, sobre todo para los cursos 95/96 y 96/97. Por el contrario, en el caso de los centros localizados en entornos semi-rurales, el predominio de los centros eficientes es bastante acusado, a excepción del curso académico 96/97.

Las reflexiones anteriores revelan que el contexto, a pesar de ser determinante a la hora de valorar los índices de eficiencia logrados por los distintos centros, no parece fundamental para explicar la distribución de los centros y los diferentes grados de eficiencia entre los distintos entornos delimitados<sup>22</sup>. A la luz de los resultados, incluso podríamos afirmar que los institutos localizados en zonas semi-rurales son capaces de superar la desventaja que les podría suponer no estar en entornos urbanos.

Por otro lado, las características de los estudiantes tampoco son *a priori* el factor explicativo de esa distribución por áreas a la cual se aludió anteriormente. Esto se interpreta así, porque las notas medias de expediente no presentan diferencias significativas para la muestra de centros. Tampoco los gastos de funcionamiento parecen presentar algún patrón de comportamiento que permita aclarar la distribución de los centros eficientes/ineficientes (cuadro n° 4).

22. El índice sintético se elaboró según las características sociales, demográficas y económicas de los municipios, con lo cual puede estar determinando la localización de los centros.

**Cuadro n° 4 valores medios de las distintas variables para los centros educativos**

| <b>CURSO 95-96</b> |               |             |           |             |       |       |           |
|--------------------|---------------|-------------|-----------|-------------|-------|-------|-----------|
|                    | RATIOPROFALUM | NMEDIAEXPXS | GTOSFUN   | SINTDISTRIT | MCAXS | MCBXS | ALAPTOTAL |
| URBANOS (U)        | 0,15          | 6,75        | 19.518,99 | 45,08       | 5,11  | 5,12  | 0,42      |
| SEMI-URBANOS (SU)  | 0,12          | 6,86        | 23.970,98 | 33,95       | 5,12  | 5,16  | 0,41      |
| SEMI-RURALES (SR)  | 0,13          | 7,00        | 20.544,13 | 26,29       | 5,25  | 5,10  | 0,40      |
| <b>CURSO 96-97</b> |               |             |           |             |       |       |           |
|                    | RATIOPROFALUM | NMEDIAEXPXS | GTOSFUN   | SINTDISTRIT | MCAXS | MCBXS | ALAPTOTAL |
| URBANOS (U)        | 0,30          | 6,73        | 48.956,34 | 44,94       | 4,74  | 4,86  | 0,45      |
| SEMI-URBANOS (SU)  | 0,08          | 6,89        | 13.794,69 | 34,11       | 4,86  | 4,99  | 0,41      |
| SEMI-RURALES (SR)  | 0,16          | 6,93        | 26.900,97 | 26,29       | 4,76  | 4,91  | 0,44      |
| <b>CURSO 97-98</b> |               |             |           |             |       |       |           |
|                    | RATIOPROFALUM | NMEDIAEXPXS | GTOSFUN   | SINTDISTRIT | MCAXS | MCBXS | ALAPTOTAL |
| URBANOS (U)        | 0,07          | 6,83        | 10.481,25 | 45,14       | 5,05  | 5,02  | 0,43      |
| SEMI-URBANOS (SU)  | 0,08          | 6,90        | 14.849,51 | 34,11       | 4,93  | 4,88  | 0,44      |
| SEMI-RURALES (SR)  | 0,14          | 7,09        | 22.036,98 | 26,80       | 5,09  | 4,96  | 0,44      |
| <b>CURSO 98-99</b> |               |             |           |             |       |       |           |
|                    | RATIOPROFALUM | NMEDIAEXPXS | GTOSFUN   | SINTDISTRIT | MCAXS | MCBXS | ALAPTOTAL |
| URBANOS (U)        | 0,09          | 6,76        | 11.225,16 | 45,14       | 5,16  | 5,31  | 0,42      |
| SEMI-URBANOS (SU)  | 0,10          | 6,89        | 14.017,74 | 34,11       | 5,17  | 5,31  | 0,43      |
| SEMI-RURALES (SR)  | 0,15          | 6,99        | 23.704,80 | 26,80       | 5,38  | 5,22  | 0,39      |

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la ratio profesor/alumno, de sus valores se deduce una importante contribución en el momento de explicar los índices de eficiencia de los institutos situados en entornos semi-rurales. Dichos datos sólo son superados por los centros urbanos en el curso 96/97 para los cuales la ratio es de 0,30. Esto último se explica por la elevada relación profesor/alumno que presenta un centro concreto, debido a que gran parte de sus alumnos se presentan a las pruebas PAAU en la opción LOGSE (cuadro n° 4).

Por lo tanto, es la mejor relación profesor/alumno junto a la influencia de otros factores no contemplados a la hora de delimitar las variables del modelo, lo que explica la tendencia descrita.

El modelo DEA en su versión envolvente, también ofrece información de interés sobre los valores objetivo de los inputs/outputs y las mejoras posibles de los mismos para las unidades de decisión ineficientes. Este hecho es fundamental, ya que permite identificar las causas de tal ineficiencia y conocer las posibles mejoras en la producción y en los niveles de inputs. Los niveles óptimos de los inputs y los outputs de las unidades evaluadas para el BCC orientado en términos de output responden a las siguientes expresiones:

$$x_{i0}^* = x_{i0} - s_i^-$$

$$y_{r0}^* = \phi y_{r0} + s_r^+$$

donde  $x_{i0}^*$  e  $y_{r0}^*$  representan los niveles óptimos (objetivo) de los inputs y outputs respectivamente,  $x_{i0}$  e  $y_{r0}$  los niveles actuales de los inputs y outputs,  $\phi$  el índice de eficiencia radial, y  $s_i^-$  y  $s_r^+$  las variables de holgura (slacks) de los inputs y outputs<sup>23</sup>. En consecuencia, si una unidad es ineficiente debería no sólo mejorar su eficiencia radial, sino también la ineficiencia no radial medida a través de las variables de holgura<sup>24</sup>.

Los valores medios recogidos en el cuadro n° 5 nos muestran las mejoras posibles para el instituto ineficiente medio de las diferentes muestras. En concreto, para el curso 98/99 el instituto ineficiente medio para aumentar sus nivel de eficiencia técnica pura ha de incrementar sus tres outputs (MCAXS, MCBXS, ALAPTOTAL) en 9,9%; 9,3% y 14,1% respectivamente y reducir el número de profesores (RATIOPROFALUM) y los gastos de funcionamiento (GTOSFUN) en porcentajes

**Cuadro n° 5 valores medios de las distintas variables para los centros educativos**

| CURSO 95-96 |               |             |         |             |       |       |           |
|-------------|---------------|-------------|---------|-------------|-------|-------|-----------|
|             | RATIOPROFALUM | NMEDIAEXPXS | GTOSFUN | SINTDISTRIT | MCAXS | MCBXS | ALAPTOTAL |
|             | %             | %           | %       | %           | %     | %     | %         |
| Media       | 7,5           | 0,6         | 11,3    | 1,2         | 8,5   | 10,5  | 21,9      |
| CURSO 96-97 |               |             |         |             |       |       |           |
|             | RATIOPROFALUM | NMEDIAEXPXS | GTOSFUN | SINTDISTRIT | MCAXS | MCBXS | ALAPTOTAL |
|             | %             | %           | %       | %           | %     | %     | %         |
| Media       | 15,8          | 0,8         | 20,1    | 3,4         | 11,5  | 12,8  | 16,0      |
| CURSO 97-98 |               |             |         |             |       |       |           |
|             | RATIOPROFALUM | NMEDIAEXPXS | GTOSFUN | SINTDISTRIT | MCAXS | MCBXS | ALAPTOTAL |
|             | %             | %           | %       | %           | %     | %     | %         |
| Media       | 12,5          | 0,8         | 15,8    | 8,3         | 13,2  | 14,3  | 14,0      |
| CURSO 98-99 |               |             |         |             |       |       |           |
|             | RATIOPROFALUM | NMEDIAEXPXS | GTOSFUN | SINTDISTRIT | MCAXS | MCBXS | ALAPTOTAL |
|             | %             | %           | %       | %           | %     | %     | %         |
| Media       | 9,4           | 0,1         | 10,2    | 3,2         | 9,9   | 9,3   | 14,1      |

Fuente: Elaboración propia.

23. La existencia de variables de holgura positivas supone que la unidad ineficiente puede mejorar su rendimiento disminuyendo alguno de sus recursos ( $S_i^-$ ) o aumentando alguno de sus outputs ( $S_i^+$ ).

24. En el caso de las unidades eficientes el valor óptimo de sus inputs/outputs coincide con el valor actual de los mismos, es decir, la eficiencia radial es igual a uno y todas las variables de holgura son nulas.

que van desde 9,4 hasta 10,2%. Todas estas mejoras potenciales deben ir acompañadas de reducciones poco significativas de las calificaciones medias (NMEDIAEXPXS) y de los factores de contexto (SINTDISTRIT).

La tendencia contrastada en el curso 98/97 se puede generalizar para el resto de años académicos, lo que significa que el centro ineficiente medio para mejorar sus niveles de eficiencia debe aumentar sus outputs y reducir sobre todo el número de alumnos por profesor y los gastos de funcionamiento. Éste hecho pone de manifiesto una vez más, que el entorno y las características del estudiante contribuyen a explicar los niveles de eficiencia de las observaciones de la muestra.

## 5.2. Análisis de sensibilidad

El análisis envolvente de datos es una técnica de naturaleza no paramétrica y determinística, lo que implica que no se dispone *a priori* de ninguna herramienta estadística que permita valorar la bondad de los resultados obtenidos. Por consiguiente, dichos valores pueden ser muy sensibles a errores de medida en las variables y a perturbaciones aleatorias. Por esta razón, la robustez de los resultados se puede abordar estudiando su sensibilidad ante especificaciones alternativas de las variables que caracterizan la función de producción.

Para contrastar la validez de los resultados, se construyeron ocho modelos BCC diferentes para los cursos académicos 95/96, 96/97, 97/98 y 98/99, utilizando en cada uno de ellos diversas variables, como se señala en el cuadro nº 6. Estas variaciones permiten observar si la ordenación obtenida de los centros con el modelo BCC original se mantiene al realizar cambios en los inputs y outputs. A tal fin, se emplea el coeficiente de correlación de Spearman<sup>25</sup> en la muestra objeto de valoración para los distintos cursos académicos.

El cuadro nº 7 contiene los resultados obtenidos referentes al coeficiente de correlación de Spearman para los centros de la muestra en los cursos académicos 95/96, 96/97, 97/98 y 98/99. A partir de éstos, se puede comprobar si los cambios producidos en las variables alteran significativamente los resultados obtenidos con el modelo original (DEA1). En concreto, para los cursos académicos 95/96, 96/97 y 98/99 los coeficientes de correlación arrojan valores elevados, con excepción de aquellas especificaciones donde se eliminó alguna variable relevante. Dentro de estos modelos destacan el DEA3, el DEA7 y el DEA8 como casos más significativos según los datos del cuadro nº 7. En el curso 97/98, los resultados de los coeficientes de correlación de Spearman reflejan valores elevados en todas las especificaciones.

Hechas todas estas aclaraciones, el análisis de sensibilidad realizado permite concluir que los cambios de las variables que definen la función de producción de cada

---

25. Este fue empleado por McCarthy y Yaisawarng (1993).

centro no alteran significativamente los resultados. Esto implica que los índices de eficiencia obtenidos para el modelo original no son consecuencia de la especificación dada al modelo, esto también es válido para la submuestra de centros que imparten el bachillerato tradicional.

**Cuadro nº 6. Análisis de sensibilidad (Distintas especificaciones del modelo BCC)**

|   | DEA1 | DEA2 | DEA3 | DEA4 | DEA5 | DEA6 | DEA7 | DEA8 | DEA9 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| RATIOPROFALUM                           | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *    |
| NMEDIAEXPX S                            |      | *    |      |      |      |      |      |      | *    |
| NMEDIAEXX (Sólo junio)                  | *    |      | *    | *    | *    | *    |      | *    |      |
| NMEDIAEXPS (Sólo septiembre)            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| GTOSFUN                                 | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *    |
| SINTDISTRIT                             | *    | *    |      |      | *    | *    | *    | *    | *    |
| F1 (Grado de urbanización distrito)     |      |      |      | *    |      |      |      |      |      |
| F2 (Dinamismo demográfico y laboral)    |      |      |      | *    |      |      |      |      |      |
| MCAXS                                   |      |      |      |      | *    |      |      |      | *    |
| MCAX (Sólo junio)                       | *    | *    | *    | *    |      | *    | *    |      |      |
| MCAS (Sólo septiembre)                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| MCBX S                                  |      |      |      | *    | *    |      |      |      | *    |
| MCBX (Sólo junio)                       | *    | *    | *    |      |      | *    | *    |      |      |
| MCBS (Sólo septiembre)                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| ALAPTOTAL                               | *    | *    | *    | *    | *    |      | *    | *    |      |
| ALAPTOT PRE X (S/ presentados junio)    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| ALAPTOT PRE S (S/ presentados sept.)    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| ALAPCONJ (S/ presentados junio y sept.) |      |      |      |      |      | *    |      |      | *    |

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro nº 7. análisis de sensibilidad (coef. De correlación spearman)**

| CURSO 95-96 |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| DEA1        | DEA2  | DEA3  | DEA4  | DEA5  | DEA6  | DEA7  | DEA8  | DEA9  |
| 1           | 0,884 | 0,751 | 0,848 | 0,932 | 0,927 | 0,638 | 0,705 | 0,814 |
| CURSO 96-97 |       |       |       |       |       |       |       |       |
| DEA1        | DEA2  | DEA3  | DEA4  | DEA5  | DEA6  | DEA7  | DEA8  | DEA9  |
| 1           | 0,963 | 0,860 | 0,804 | 0,959 | 0,911 | 0,648 | 0,705 | 0,912 |
| CURSO 97-98 |       |       |       |       |       |       |       |       |
| DEA1        | DEA2  | DEA3  | DEA4  | DEA5  | DEA6  | DEA7  | DEA8  | DEA9  |
| 1           | 0,889 | 0,820 | 0,787 | 0,967 | 0,910 | 0,836 | 0,840 | 0,839 |
| CURSO 98-99 |       |       |       |       |       |       |       |       |
| DEA1        | DEA2  | DEA3  | DEA4  | DEA5  | DEA6  | DEA7  | DEA8  | DEA9  |
| 1           | 0,861 | 0,492 | 0,784 | 0,936 | 0,821 | 0,700 | 0,753 | 0,733 |

Fuente: Elaboración propia.

## 6. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones que se desprenden de esta investigación son las siguientes:

1. La adecuación del concepto de eficiencia técnica y la idoneidad de la técnica DEA para evaluar el rendimiento de las unidades de decisión y gestión educativas.
2. El interés de emplear el modelo BCC para estimar la eficiencia, debido a su flexibilidad para adaptarse a los comportamientos individuales de cada centro e informar sobre la dimensión óptima de los mismos.
3. El elevado nivel de eficiencia media de los centros de educación secundaria de la muestra.
4. El importante papel que juegan los factores no controlables (el contexto escolar y la nota media de expediente) en la determinación de los resultados educativos.
5. La poca incidencia del entorno a la hora de explicar tanto el nivel de eficiencia media como la distribución de los centros eficientes e ineficientes en los distintos contextos delimitados.
6. El análisis de sensibilidad realizado nos permite comprobar que los índices de eficiencia obtenidos con el modelo BCC son robustos, al no ser consecuencia de la especificación adoptada para el modelo.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- ALI, A.I y SEIFORD, L. M. (1993): "The mathematical programming approach to efficiency analysis", en Fried, H. O.; Lovell, C.A.K. y Schmidt, S. (eds.), *The measurement of productivity efficiency. Techniques and applications*, Oxford University Press, Londres.
- AZNAR, A. (1976): *El análisis factorial en la economía, una aplicación a las provincias españolas*, Tesis Doctoral. Universidad Complutense. Madrid
- BANKER R.D.; CHARNES, A. y COOPER, W.W. (1984): "Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis", *Management Science*, vol 30, nº 9, pp. 1078-1092.
- BANKER, R.D. y MOREY, R.C. (1986): "Efficiency Analysis for exogenously fixed inputs and outputs", *Operations Research*, vol 34, nº 4, pp. 513-521.
- BECKER, G.S. [1983](1975): *El capital humano*, Alianza Editorial Textos, Madrid.
- BESSENT, A. y BESSENT, W. (1980): "Determining the comparative efficiency of schools through Data Envelopment Analysis", *Educational Administration Quarterly*, vol 16, nº 2, pp. 57-72.
- BESSENT, A.; BESSENT, W.; ELAM, J. y LONG, D. (1984): "Educational Productivity council employs management science methods to improve educational quality", *Interfaces*, vol 14, nº 6, pp. 1-8.

- BURKHEAD, J.; FOX, T.G. y HOLLAND, J. V. (1967): *Input and output in large-city high schools*, Syracuse University Press, New York.
- CHALOS, P. y CHERIAN, J. (1995): "An application of data envelopment analysis to public sector performance measurement and accountability", *Journal Accounting and Public Policy*, vol 14, nº 2, pp. 143-160.
- CHARNES, A.; COOPER, W.W. y RHODES, E. (1978): "Measuring the efficiency of Decision Making Units", *European Journal of Operational Research*, vol 2, nº 6, pp. 429-444.
- CHARNES, A.; COOPER, W.W. y RHODES, E. (1981): "Evaluating program and managerial efficiency: an application of Data Envelopment Analysis to program follow through", *Management Science*, vol 27, nº 6, pp. 668-697.
- COHN, E. y MILAMANS, S. D. (1975): *Input-output analysis in public education*, Ballinger Publishing Company, Cambridge.
- ENGERT, F. (1996): "The reporting of school district efficiency: the adequacy of ratio measures", *Journal of Public Budgeting Accounting Financial Management*, vol. 2, nº 2, pp. 247-271.
- FÄRE, R.; GROSSKOPF, S. y WEBER, W. (1989): "Measuring school district performance", *Public Finance Quarterly*, vol 17, nº 4, pp. 409-428.
- FARRELL, M.J. (1957): "The measurement of productive efficiency", *Journal of The Royal Statistical Society*, Series A, vol 120, Part III, pp. 253-28
- FORSUND, F.R.; LOVELL, C.A.K. y SCHMIDT, P. (1980): "A survey of frontier production functions and of their relationship to efficiency measurement", *Journal of Econometrics*, vol 13, nº 1, pp. 5-25.
- GANLEY, J. A. y CUBBIN, J. S. (1992): *Public Sector Efficiency Measurement Applications of Data Envelopment Analysis*, Elsevier Science Publishers, Amsterdam.
- GOLANY, B. y ROLL, Y. (1989): "An application produce for DEA". *Omega. International Journal of Management Science*, vol 17, nº 3, pp. 237-250.
- HANUSHEK, E. (1972): *Education and race: an analysis of the education production process*. Heath-Lexington, Cambridge, Massachussets.
- HANUSHEK, E. (1979): "Conceptual and empirical issues in the estimation of educational production functions", *Journal of Human Resources*, vol 14, nº 3, pp. 351-388.
- INSTITUTO GALEGO DE ESTATISTICA (1996): *Padrón municipal de habitantes e estadísticas de poboación, 1996, estrutura da poboación*. A Coruña, Xunta de Galicia, Consellería de Economía e Facenda, Santiago de Compostela.
- INSTITUTO GALEGO DE ESTATISTICA (1998): *Galicia ar cifras. Anuario 1998*, Xunta de Galicia, Consellería de Economía e Facenda, Santiago de Compostela.
- INSTITUTO LAWRENCEN R. KLEIN (1999): *Anuario comercial de España, 2000, Caja de Ahorros y Pensionistas de Barcelona*. Barcelona.
- JESSON, D.; MAYSTON, D.J. y SMITH, P. (1987): "Performance assessment in the education sector. Educational and Economic Perspective", *Oxford Review of Educational*, vol 13, nº 3, pp. 249-266.

- LOVELL, C.A.K.; WALTERS, L.C. y WOOD, L.L. (1994): "Stratified models of education production: Using modified DEA and regression analysis", en CHARNES, A; COOPER, W. W.; LEWIN, A. and SEIFORD, L.M. (Eds), *DEA, Theory, Methodology and Applications*. Kluwer Academic Publisher, Boston.
- MANCEBÓN, M.J. (1996): *La evaluación de la eficiencia de los centros escolares públicos*, Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza.
- MANCEBÓN, M. J. (1998): "La riqueza de los resultados suministrados por un modelo envolvente de datos: Una aplicación al sector de la educación secundaria", *Hacienda Pública Española*, nº 145, pp. 165-186.
- MANCEBÓN, M. J. y BANDRÉS, E. (1999): "Efficiency evaluation en secondary schools: the key role of model specification and of ex post analysis of results", *Education Economics*, vol. 7, pp.131-152.
- MANCEBÓN, M. J. y MAR MOLINERO, C. (2000): "Performance in primary schools", *Journal of the Operational Research Society*, vol. 51, nº 7, pp. 843-854.
- MAYSTON, D. y JESSON, D. (1988): "Developing models of educational accountability". *Oxford Review of Education*, vol 14, nº 3, pp. 321-339.
- MCCARTHY, T.A. y YAISAWARNG, S. (1993): "Technical efficiency in New Jersey school districts", en FRIED, H. O., LOVELL, C.A.K. y SCHMIND, S. (eds), *The measurement of productive efficiency. Techniques and applications*, Oxford University Press, Londres.
- MUÑIZ, M. A. (2000): *Eficiencia técnica e inputs no controlables. El caso de los institutos asturianos de educación secundaria*, Tesis Doctoral, Universidad de Oviedo
- MUÑIZ, M. A. (2001): "¿Son realmente menos eficientes los centros LOGSE?", *Hacienda Pública Española*, nº 157-2, pp. 169-196.
- NORMAN, M. y STOKER, B. (1991): *Data envelopment analysis: The assessment of performance*, John Wiley and Sons, New York.
- NOULAS, A. G. y KETKAR, K.W. (1998): "Efficient utilization or resorces in public schools: a case of study of New Jersey", *Applied Economics*, vol. 30, pp. 1299-1306.
- PEDRAJA, F. y SALINAS, F. (1996): "Eficiencia del gasto público en educación secundaria: Una aplicación de la técnica envolvente de datos", *Hacienda Publica Española*, nº 138, pp 87-147.
- PEDRAJA, F.; SALINAS, F. y SUÁREZ, J. (2001): "La medición de eficiencia en el sector público". En ÁLVAREZ PINILLA, A. (coord.), *La medición de la eficiencia y la productividad*, Pirámide, Madrid.
- PASTOR, J. T.; RUIZ, J. L. y SIRVENT, I. (1999): "A statistical test for detecting influential observations in DEA", *European Journal of Operational Research*, vol. 115, nº 3, pp. 542-554.
- RAY, S.C. (1991): "Resource use efficiency in public schools: A study of Connecticut data", *Management Science*, vol 37, nº 12, pp. 1.620-1.628.
- RUGGIERO, J. (1996a): "On the measurement of technical efficiency in the public sector", *European Journal of Operational Research*, vol. 90, nº 3, pp. 553-565.

- RUGGIERO, J. (1996b): "Efficiency of educational production: An analysis of New York school districts", *Review Economics and Statistics*, vol. 78, nº 3, pp. 499-509.
- RUGGIERO, J.; DUNCOMBE, W. y MINER, J. (1995): "On the measurement and causes for technical inefficiency in local public services: With an application to public education", *Journal of Public Administration Research & Theory*, vol. 5, nº 4, pp 403-429.
- RUGGIERO, J. y VITALIANO, D. F. (1999): "Assessing the efficiency of public schools using data envelopment analysis and frontier regression", *Contemporary Economic Policy*, vol. 17, nº 3, pp. 321-331.
- SEIJAS, A (2003): "Aproximación del entorno socioeconómico de los centros de educación secundaria en la provincia de A Coruña", *Galicia en Clave Económica. Revista Atlántica de Economía*, nº 6, págs: 31-46.
- SMITH, P. y MAYSTON, D. (1987): "Measuring efficiency in the public sector", *Omega International Journal of Management Science*, vol 15, nº 3, pp. 181-189.
- THANASSOULIS, E. (1999): "Setting achievement target for school children", *Education Economics*, vol. 7, nº 2, pp. 101-119.
- THANASSOULIS, E. y DUNSTAN, P. (1994): "Guiding schools to improved performance using Data Envelopment Analysis: an illustration with data from a local education authority", *Journal of the Operational Research Society*, vol 45, nº 11, pp. 1.247-1.262.