

**COMUNICACIÓN PARA LA XV REUNIÓN DE ASEPELT  
A Coruña 21-22 de junio de 2001**

**“Eficiencia productiva en la prestación de servicios educativos: una  
aplicación a los centros de educación secundaria”**

**Amparo Seijas Díaz**

**asdeai@udc.es**

**Departamento de Economía Aplicada I**

**Facultade de Ciencias Económicas e Empresariais.**

**Universidade da Coruña.**

**Palabras clave:** eficiencia técnica, análisis envolvente de datos, producto escolar, inputs escolares, análisis de sensibilidad.

**Área temática:** Economía del sector público.

**RESUMEN**

En este trabajo se pretende abordar el tema de la *calidad de la educación* a través de la evaluación y medición de la *eficiencia técnica de los institutos de educación secundaria* de la provincia de A Coruña. La metodología a emplear es el *análisis envolvente de datos* (DEA), el cual presenta importantes ventajas a la hora de estimar el rendimiento de organizaciones como las educativas. Además, esta técnica ofrece una amplia información individualizada de cada una de las unidades valoradas, permitiendo conocer no sólo su nivel de eficiencia/ineficiencia, sino también sus causas.

Esta investigación centra su atención fundamentalmente en dos interesantes cuestiones tratadas por la literatura. En primer lugar, el cuidadoso proceso de selección que debe caracterizar la determinación de las variables que van a definir el comportamiento productivo de los centros. En segundo lugar, la preocupación por comprobar si los resultados obtenidos por el modelo son robustos o consecuencia de la especificación adoptada por el mismo.

# **Eficiencia productiva en la prestación de servicios educativos: una aplicación a los centros de educación secundaria**

**Amparo Seijas Díaz**  
**Universidade da Coruña**

## **1.- Introducción**

La mejora de la calidad de la educación no universitaria es uno de los retos que deben de afrontar en la actualidad los responsables de política educativa. Esta preocupación, en muchos países desarrollados, está enmarcada en un contexto definido por la instrumentación de políticas fiscales de carácter restrictivo. Por otra parte, la sociedad es cada vez más sensible a la hora de valorar las actividades desarrolladas por el sector público, exigiendo del mismo la adopción de criterios de eficiencia en su gestión, sin obviar los problemas de equidad.

Los partidarios de la *economía de la educación* han dedicado parte de sus esfuerzos a evaluar la eficiencia de las *organizaciones educativas*. Para ello, se han planteado toda una serie de interrogantes relacionados con el sistema educativo y su grado de eficiencia. Sus planteamientos, en muchos casos, se han basado en el estudio de las definiciones y relaciones existentes entre las distintas variables que intervienen en el proceso educativo, así como en la búsqueda de métodos que permitan aproximar dicho comportamiento y evaluar su nivel de eficiencia<sup>1</sup>.

El objetivo de este trabajo es medir la eficiencia técnica de la educación secundaria de la provincia de A Coruña, utilizando como técnica de aproximación el *análisis envolvente de datos*. En la primera sección, tras un análisis de las definiciones y técnicas de medición de la eficiencia, se delimitará el concepto y la metodología más apropiada. A continuación, se describirá la técnica seleccionada y se definirán la muestra y las variables que van a intervenir en la especificación de nuestro modelo. Posteriormente, realizaremos la medición de la eficiencia de los distintos centros de educación secundaria y comprobaremos la robustez de los resultados. Finalmente, resumiremos las principales conclusiones de esta investigación.

---

<sup>1</sup> Existe un gran número de trabajos cuyo objetivo es medir la eficiencia productiva de los centros de educación no universitaria. Entre los que destacan autores como Levin (1974); Hanushek (1986); Bessent y Bessent (1980); Charnes, Cooper y Rhodes (1981); Bessent, Bessent, Kennington y Reagan (1982); Bessent, Bessent, Elam y Long (1984); Jesson, Mayston y Smith (1987); Smith y Mayston (1987); Mayston y Jesson (1988); Färe, Grosskopf y Weber (1989); Ray (1991); Deller y Rudnicki (1993); McCarty y Yaisawarng (1993); Thanassoulis y Dunstan (1994); Lovell, Walters y Wood (1994); Chalos y Cherian (1995); Pedraja y Salinas (1996) y Mancebón (1996).

## 2.- La eficiencia en el sector educativo: conceptos y técnicas de medición.

La teoría económica considera distintas funciones que pueden delimitar el espacio donde se localizan las unidades de decisión sujetas a evaluación, y que sirven de referencia para caracterizar y definir la eficiencia. En este sentido, las funciones más comúnmente empleadas son la de producción y la de costes<sup>2</sup>, aunque también hay investigaciones que emplean la función de beneficios. La frontera de producción representa la máxima cantidad de output que puede ser producida dado el nivel de inputs, o el mínimo nivel de inputs que puede producir una cantidad determinada de output. La función de costes expresa el mínimo nivel de costes al que es posible producir unos determinados outputs, dados los precios de los inputs. Por último, la función de beneficios asocia el máximo beneficio alcanzable dados los precios de los inputs y de los outputs.

Si la eficiencia se mide en términos de objetivos económicos como la minimización de costes o la maximización de beneficios, se habla de *eficiencia económica o global*, que se desglosa en *eficiencia técnica global* (mide la relación óptima entre inputs y outputs) y *eficiencia asignativa* (mide las combinaciones óptimas de inputs dados los precios de los mismos). Por el contrario, cuando la función de referencia es la de producción, el concepto válido es el de *eficiencia técnica global*<sup>3</sup>.

La *eficiencia técnica global* está compuesta por la *eficiencia técnica pura* y la *eficiencia técnica de escala*. La primera hace referencia a la utilización óptima de factores productivos, mientras que la 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>.

Otro concepto de eficiencia especialmente relevante en el ámbito del sector público es el de *ineficiencia X*, término empleado por Leibenstein (1966)<sup>5</sup> para caracterizar aquellas situaciones que implican no alcanzar el máximo producto o servicio a un coste mínimo dada la combinación de factores existentes. Sin embargo, a diferencia de la *ineficiencia técnica global*, las causas no son de tipo tecnológico o de organización de tareas, sino que provienen del comportamiento de los individuos que forman parte de las organizaciones, debido a que pueden limitar sus esfuerzos o comportarse de forma que utilicen más factores de producción de los necesarios. En este sentido, dos organizaciones con las mismas características técnicas pueden tener niveles de productividad muy diferentes como consecuencia de la capacidad de sus directivos, del entorno laboral en el que operan y del sistema de incentivos dominante.

El análisis de la eficiencia de las unidades de *no-mercado* se suele reducir a un problema de *eficiencia técnica*, debido a que tal concepto cumple una serie de requisitos necesarios para medir el rendimiento de los centros de decisión públicos. 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 de término eficiencia es la que mejor se adapta

<sup>2</sup> Un análisis en términos de coste tanto para modelos frontera como modelos no frontera lo tenemos en Barrow y Wagstaff (1989).

<sup>3</sup> En lo sucesivo, utilizaremos de forma indistinta el concepto de eficiencia técnica y eficiencia técnica global.

<sup>4</sup> Véase Banker, Charnes y Cooper (1984).

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.

La necesidad de medir y evaluar el rendimiento de cualquier *organización de naturaleza pública o privada* implica también **seleccionar algún método de estimación** que permita conocer su comportamiento. 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>6</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>7</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.

Las *técnicas paramétricas* de evaluación de la eficiencia utilizan métodos estadísticos para definir la función frontera y calcular la tasa de eficiencia. Estos modelos se clasifican en *modelos paramétricos deterministas*, *modelos paramétricos estadísticos* y *modelos estocásticos*, según sea la naturaleza de la distribución de la perturbación aleatoria. Mientras que los modelos deterministas no especifican tal distribución, los estadísticos le asignan una forma determinada y los estocásticos van más allá, calculando un valor de la ineficiencia ajeno a los errores de medida.

Los *modelos de naturaleza no paramétrica* utilizan técnicas de programación matemática para medir y evaluar la eficiencia de las unidades de decisión<sup>8</sup>. En esta categoría hay que destacar el análisis envolvente de datos<sup>9</sup>, a través del cual se puede construir una *frontera* o un *hiperplano* de producción, que permita medir la eficiencia relativa de un conjunto de unidades de decisión que producen similares outputs a partir de un conjunto

---

<sup>5</sup> Un estudio tanto teórico como práctico acerca de la ineficiencia  $X$  está en Frantz (1990).

<sup>6</sup> Una interesante revisión sobre los modelos frontera la tenemos en Forsund, Lovell y Schmidt (1980).

<sup>7</sup> 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).

<sup>8</sup> Un análisis de los fundamentos de la programación matemática en relación con la eficiencia está en Ali y Seiford (1993).

común de inputs<sup>10</sup>. 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.

En general, se observa una mayor flexibilidad de la *metodología no paramétrica* para adaptarse a las peculiaridades del sector público, ya que basta con establecer una serie de supuestos muy flexibles para definir el conjunto de posibilidades de producción. Este espacio y su correspondiente frontera, se estiman a partir de las observaciones disponibles sobre los inputs y outputs de una serie de unidades de decisión, empleando como método de cálculo la programación lineal. 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 flexibilidad de las *técnicas no paramétricas* se plasma, también, en el campo de las ponderaciones de las variables que forman parte del espacio de producción, las cuales no son sometidas a ninguna restricción, eligiéndose en cada caso los valores de las ponderaciones más favorables para las unidades evaluadas<sup>11</sup>. Además, estas técnicas son válidas para medir la eficiencia técnica en situaciones donde las unidades de decisión evaluadas ofrecen múltiples outputs y utilizan múltiples inputs. Por el contrario, las técnicas paramétricas muestran importantes dificultades para determinar la forma funcional a utilizar cuando los inputs y outputs tienen un carácter multidimensional.

La *metodología no paramétrica* ofrece una información muy completa e individualizada de las unidades de decisión analizadas, permitiendo conocer aspectos de interés tanto de los centros eficientes como de los ineficientes<sup>12</sup>. Junto a ello, permite incorporar variables no discrecionales, 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.

La técnica envolvente tiene algunos aspectos negativos, entre los que resaltan como más importantes: la dificultad de realizar una ordenación de los centros calificados como eficientes; la existencia de *observaciones atípicas*, también denominadas *outliers*<sup>13</sup>; la excesiva flexibilidad que los modelos asignan a las ponderaciones de las variables relevantes de producción y el hecho de que los resultados obtenidos pueden ser muy sensibles a la especificación adoptada para el modelo, lo cual es preocupante, sobre todo al no disponer de ningún *test* que nos permita conocer la adecuación o no de las variables incluidas en el modelo.

---

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

<sup>10</sup> El conocimiento de la función de producción es una condición necesaria para medir la eficiencia técnica en cualquier sector.

<sup>11</sup> Esto no sucede en las técnicas paramétricas, donde las ponderaciones se mantienen fijas para todos los niveles de inputs y outputs.

<sup>12</sup> 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).

<sup>13</sup> Estas son observaciones que por peculiaridades internas se consideran eficientes al no existir otras unidades similares con las que comparar su comportamiento productivo.

### 3.- Medición de la eficiencia en el sector educativo gallego: metodología, selección de la muestra y de las variables.

#### Metodología y selección de la muestra.

La flexibilidad de la técnica DEA para adaptarse a las peculiaridades intrínsecas del proceso de producción educativo se traduce, entre otras cosas, en la posibilidad de poder especificar modelos de programación matemática con supuestos muy diversos. Inicialmente, el análisis envolvente fue desarrollado por Charnes, Cooper y Rhodes (1978), bajo los supuestos de convexidad, libre disponibilidad de inputs/outputs y rendimientos constantes a escala<sup>14</sup>. Posteriormente, Banker, Charnes y Cooper (1984), desarrollaron un modelo similar al anterior<sup>15</sup>, pero eliminaron el supuesto de rendimientos constantes a escala, construyendo una frontera más flexible que se adapte mejor a las distintas escalas de producción que las unidades de decisión pueden presentar. 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.

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, son dos de las cuestiones a considerar a la hora 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, hay que desarrollar programas más elaborados donde algunas variables (outputs o inputs) sean determinadas exógenamente<sup>16</sup>.

Nosotros en este trabajo sólo introduciremos el supuesto de rendimientos variables a escala, tomando como modelo de referencia el BCC, y dejaremos para posteriores investigaciones la problemática de los inputs no controlables. El programa BCC se puede especificar en términos de maximización del output (*output orientado*) o en términos de minimización de los inputs (*input orientado*). En el primer caso, las comparaciones entre los centros se realizarán en el ámbito de los outputs, siendo los inputs las variables que permanecen inalteradas. Por el contrario, en la versión *input orientada* se consideran los outputs como dados y las unidades serán tanto más eficientes, cuanto menor sea la dotación de inputs empleada.

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. Por estas razones, tomaremos como referencia el modelo BCC en su versión envolvente *output orientada*, cuya formulación matemática es la siguiente:

---

<sup>14</sup> El modelo desarrollado por Charnes, Cooper y Rhodes (1978), puede considerarse como una ampliación de la propuesta de Farrell (1957) a situaciones de múltiples outputs. Este también se conoce con el nombre de modelo CCR.

<sup>15</sup> Este modelo se suele denominar BCC.

<sup>16</sup> Véase el trabajo de Banker y Morey (1986).

$$\text{Max } z_0^* + \varepsilon \left[ \sum_{i=1}^m s_i^+ + \sum_{r=1}^s s_r^- \right]$$

sujeto a :

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^- = z_0^* y_{r0} \quad r = 1, \dots, s;$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^+ = x_{i0} \quad i = 1, \dots, m;$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad j = 1, \dots, n;$$

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

donde  $y_{r0}$  y  $x_{i0}$  son las cantidades de output r y de input i de la unidad evaluada;  $y_{rj}$  y  $x_{ij}$  son las cantidades de output r y de input i de la unidad j;  $\lambda_j$  constituye los parámetros a partir de los cuales se construye la unidad ficticia de la unidad objeto de evaluación;  $s_r^-$  y  $s_i^+$  son las variables de holgura de cada una de las m+s restricciones y  $z_0^*$  representa la *ratio* de eficiencia de la unidad evaluada, y junto con  $\lambda_j$ , son las incógnitas del modelo. Los valores alcanzados por el índice de eficiencia pueden ser iguales o superiores a la unidad. Una unidad productiva será eficiente cuando su índice de eficiencia sea igual a uno y sus variables de holgura sean nulas.

En cuanto a la **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, es preciso considerar una serie de aspectos, entre los que destacan: el grado de homogeneidad de las observaciones, el número de unidades a incluir<sup>17</sup> y los ámbitos regional y temporal<sup>18</sup>.

En nuestro caso particular el *ámbito regional* del análisis, como ya hemos mencionado en el párrafo anterior, es la provincia de A Coruña, por ser la realidad más próxima y, en consecuencia, la más fácil de valorar. El *horizonte temporal* de referencia está constituido por el curso escolar 98/99, para el cual se cuenta con estadísticas más o menos completas, aunque no totalmente homogéneas, debido al proceso de implantación de la LOGSE<sup>19</sup>. Las *unidades objeto de valoración* serán todos los centros que imparten segundo de bachillerato y/o COU. Además, para *garantizar la homogeneidad* de la muestra, solamente consideramos los institutos públicos.

<sup>17</sup> Una regla bastante generalizada para determinar el número de unidades a incluir en la muestra consiste en que el número de observaciones debe ser al menos tres veces el número de variables (input/output).

<sup>18</sup> Véase Golany y Roll (1989), donde se tratan estos aspectos con profundidad.

<sup>19</sup> La fórmula de cálculo de la variable *nota media del 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. 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 imparte la LOGSE sólo contamos con el total de alumnos matriculados en 1º y 2º de bachillerato. En consecuencia, parece más oportuno dividir la muestra en dos submuestras, diferenciando los centros LOGSE de los que imparten COU.

### Delimitación de las variables que intervienen en el proceso escolar.

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, cuestión que ya hemos puesto de manifiesto con anterioridad. Para salvar este problema, es necesario contar con toda la información estadística disponible y elegir aquellas variables que mejor aproximen nuestra realidad particular, a través del empleo de técnicas estadísticas o incluso de modelos DEA elementales.

En nuestro caso concreto, contamos con amplia información estadística para cuantificar las variables que definen el proceso productivo de los centros de educación secundaria de la muestra<sup>20</sup>. 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, realizando en cada caso todas las operaciones necesarias para conseguir los indicadores finales<sup>21</sup>.

A continuación detallaremos el proceso de elaboración y selección de cada uno de los elementos que determinan la función de producción de los centros educativos sujetos a valoración.

#### **Output de los centros escolares**

La educación es un servicio que actúa sobre individuos de distintas características, por lo cual 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>22</sup>, siendo medidas que responden a características cuantitativas del resultado de los centros educativos.

En nuestro caso contamos 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 PAUU (COU y LOGSE), y sobre el número de alumnos presentados en cada una de esas materias. También tenemos datos del total de alumnos matriculados en COU y segundo de bachillerato. A partir de estas fuentes obtuvimos los siguientes indicadores: nota media de las pruebas PAUU para la especialidad científico-

---

<sup>20</sup> Es necesario aclarar que algunas de las dimensiones de los inputs y output escolares son muy difíciles de estimar, al no existir estadísticas oficiales. Este es el caso de los factores que determinan las características del entorno familiar y del grupo de compañeros. El tratamiento de estas variables es objeto de estudio posteriormente.

<sup>21</sup> 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.

<sup>22</sup> Véase Burkhead, Fox y Holland (1967).



técnica y ciencias de la salud en las convocatorias de junio, septiembre y conjunta; nota media de las pruebas PAUU para la especialidad humanidades y ciencias sociales en las convocatorias de junio, septiembre y conjunta; número de alumnos aprobados en función al total de matriculados en COU o segundo de bachillerato y número de alumnos aprobados en función de los presentados a las pruebas PAUU para las convocatorias de junio, septiembre y conjunta.

Al aplicar el análisis DEA a estos indicadores observamos que los resultados de las tasas de eficiencia eran prácticamente iguales cuando utilizábamos la nota media de las pruebas PAUU de junio o la conjunta. Los indicadores de alumnos aprobados en las pruebas PAUU en función de los matriculados en COU o segundo de bachillerato, mostraron una contribución similar en los resultados tanto en la convocatoria de junio como en la conjunta.

En función de las consideraciones anteriores y las recomendaciones hechas por la literatura, mediremos el output de los institutos públicos de educación secundaria en la provincia de A Coruña para el curso 98/99, a través de las siguientes variables<sup>23</sup>:

- *Nota media de las pruebas PAUU conjunta (junio, septiembre) para los centros que imparten COU o bachillerato LOGSE en la especialidad científico-técnica y ciencias de la salud (MCAXS).*
- *Nota media de las pruebas PAUU conjunta (junio, septiembre) para los centros que imparten COU o segundo de bachillerato en la especialidad humanidades y ciencias sociales (MCBXS).*
- *Número de alumnos aprobados en las pruebas PAUU para los centros que imparten COU o bachillerato LOGSE en relación con los matriculados en COU o segundo de bachillerato (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 medias conjuntas, ya que a pesar de no existir diferencia en los resultados en relación con la nota de junio, su información es más completa. El tercer indicador lo definimos en función del número de matriculados en COU o segundo de bachillerato en lugar de los presentados, para eliminar los efectos que pueden ocasionar sobre los resultados las estrategias adoptadas por los centros<sup>24</sup>.

### **Las variables que determinan los resultados escolares**

#### *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.

---

<sup>23</sup> En este punto cabe recordar que hemos dividido la muestra en dos submuestras, según se trate de centros que imparten la LOGSE o COU.

<sup>24</sup> Posiblemente, existirán centros que establezcan criterios muy restrictivos para superar el último curso con el objeto de obtener buenos resultados en las pruebas PAUU.

En este sentido, nosotros 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. Posteriormente, estos resultados los agregamos por distritos escolares, siendo estos últimos los que van a ser empleados como inputs en la técnica envolvente.

Dado el elevado número de variables que estamos manejando y la necesidad de delimitar contextos, una posible solución consiste en utilizar alguna técnica que nos permita simplificar con criterios de coherencia esa información disponible, sin perder detalle de las estructuras lógicas subyacentes a ese conjunto de datos. A tal fin, utilizaremos el análisis factorial y en concreto, dentro de éste, el análisis de componentes principales.<sup>25</sup>

En concreto, sometimos 18 variables a un análisis de factores, con el resultado de tres componentes, los cuales explicaban casi el 75% de la varianza. El primer factor agrupaba una serie de atributos relacionados con el *grado de urbanización del municipio* y medidos a través de variables que aproximaban la dotación de capital humano, el nivel de renta, las características del mercado laboral y la población. El segundo factor estaba compuesto por variables que describían el *dinamismo demográfico y del mercado laboral* de la zona, como pueden ser la población menor de 16 años, con una correlación de signo positivo, al igual que la tasa de actividad y el crecimiento de la población; y la población mayor de 65 años, con una correlación negativa. El último factor estaba representado por variables que reflejaban aspectos relacionados con el mercado laboral. En concreto, en este componente detectamos una importante correlación positiva con la población ocupada en la industria y una correlación negativa con la población ocupada en la agricultura.

A partir de la información obtenida al nivel de municipio con el análisis factorial, se procedió a la elaboración de un indicador agregado que aproxima los aspectos socioeconómicos del municipio. En nuestro caso, hemos empleado 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>26</sup>. A partir de esta nueva variable procedimos, igualmente, a su agregación por distritos escolares, utilizando una vez más como factor de ponderación la población en edad escolar del municipio, de modo que obtuvimos un *indicador sintético para cada distrito*<sup>27</sup> (*SINTDISTRIT*).

#### *Características del estudiante*

El proceso de producción de servicios educativos tiene como peculiaridad destacable que se desarrolla sobre el propio estudiante<sup>28</sup>, lo cual implica que la calidad del mismo sea un factor fundamental a la hora de explicar los resultados obtenidos por la escuela. En nuestro análisis de la eficiencia utilizaremos la *nota media del expediente de los alumnos*, por ser la única información estadística fiable con la que contamos para valorar la calidad de los estudiantes de la muestra.

---

<sup>25</sup> El cual sintetiza los datos iniciales en un menor número de variables denominadas factores y que tienen la característica de ser ortogonales, es decir, independientes entre sí.

<sup>26</sup> Véase Aznar Grasa (1976).

<sup>27</sup> Una posible alternativa consiste en primer lugar en agregar cada uno de los factores por distritos y posteriormente calcular el índice sintético. Cualquiera de los procedimientos empleados van a resultar índices sintéticos que no alteran los resultados del análisis DEA.

<sup>28</sup> Véase Becker (1975).

La nota media del expediente para los alumnos de COU es la media aritmética simple de los resultados de 1º, 2º y 3º de BUP, mientras que la media de expediente de los alumnos LOGSE es el resultado de tomar las notas medias totales de 1º y 2º de bachillerato<sup>29</sup>. Los datos estadísticos disponibles nos permiten obtener información para la convocatoria de junio y septiembre de forma separada y, a partir de los mismos, un valor conjunto, debidamente ponderado según el número de alumnos presentados en cada convocatoria. Aquí, una vez más empleando la técnica envolvente, nos hemos inclinado por considerar la *nota media del expediente conjunta*<sup>30</sup> (NMEDIAEXPXS).

#### *Factores escolares*

Los datos estadísticos disponibles nos permitieron cuantificar este grupo de variables a través de los gastos de funcionamiento (excluidos los de personal) y el número de profesores de cada centro. En cuanto a los gastos de funcionamiento en los años objeto de estudio, se observó cómo 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 el curso 98/99 son los siguientes:

- *Gastos de funcionamiento de cada centro escolar que imparte COU o bachillerato LOGSE dividido por el número total de alumnos matriculados en los centros COU o bachillerato LOGSE (1º y 2º de bachillerato) (GTOSFUN).*
- *Número total de profesores de cada centro escolar que imparte COU o bachillerato LOGSE dividido por el número total de alumnos matriculados en los centros COU o bachillerato LOGSE (1º y 2º de bachillerato) (RATIOPROFALUM).*

---

<sup>29</sup> Este hecho, como ya hemos comentado con anterioridad, constituye una de las razones de peso para subdividir la muestra en dos.

<sup>30</sup> En este caso, al igual que ocurrió con la nota de las pruebas PAUU, los análisis DEA realizados no mostraban diferencias significativas entre los datos de junio y septiembre.

#### 4.- Medición de la eficiencia en el sector educativo gallego: resultados y análisis de sensibilidad.

En este apartado, en primer lugar, analizaremos los resultados de los índices de eficiencia obtenidos a través de la resolución del modelo BCC para cada uno de los institutos de educación secundaria de las dos submuestras (LOGSE y COU) delimitadas previamente y analizaremos las mejoras posibles en la producción y en los recursos de cada una de las unidades ineficientes. Posteriormente, llevaremos a cabo un análisis de sensibilidad de los resultados con la finalidad de conocer si la selección efectuada de las variables es la adecuada.

##### Índices de eficiencia

Los índices de eficiencia calculados para los centros que imparten COU, nos muestran que de los 47 centros examinados 26 resultaron eficientes, proporción que resulta significativa al representar el 55% del total (Cuadro nº 1). Además, los centros calificados como ineficientes tienen un nivel de eficiencia media elevado, alcanzado el valor de 93,35% (Cuadro nº 1). En el caso de los centros que imparten segundo de bachillerato LOGSE, el número de centros con niveles de eficiencia del 100% supera, también, el 50% del total, como se observa en los datos del cuadro nº 2, aunque esta vez la eficiencia media estimada para los centros ineficientes es inferior, siendo de 90,40% (Cuadro nº 2).

CUADRO Nº 1 CENTROS QUE IMPARTEN COU (CURSO 98-99)				
	EFICIENTES	INEFICIENTES	TOTAL	EFICIENCIA MEDIA*
URBANOS (U)	9	8	17	96,28%
SEMI-URBANOS (SU)	10	12	22	91,58%
SEMI-RURALES (SR)	7	1	8	89,88% **
RURALES (R)	0	0	0	-
TOTAL DE CENTROS	26	21	47	-
PORCENTAJE	55%	45%	100%	93,35%

\*Cifras calculadas sobre el total de unidades ineficientes.

\*\*Sólo contamos con un único centro.

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 2 CENTROS QUE IMPARTEN SEGUNDO DE BACHILLERATO LOGSE (CURSO 98-99)				
	EFICIENTES	INEFICIENTES	TOTAL	EFICIENCIA MEDIA*
URBANOS (U)	4	2	6	92,81%
SEMI-URBANOS (SU)	3	5	8	87,66%
SEMI-RURALES (SR)	2	1	3	99,22%**
RURALES (R)	0	0	0	-
TOTAL DE CENTROS	9	8	17	-
PORCENTAJE	53%	47%	100%	90,40%

\*Cifras calculadas sobre el total de unidades ineficientes.

\*\*Sólo contamos con un único centro.

Fuente: Elaboración propia

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 lo comprobamos al especificar dos nuevos modelos BCC, en cada uno de los cuales hemos eliminado una de las variables antes mencionadas (DEA3 y DEA7 de los cuadros n° 3 y n° 4). En ambos casos, la eficiencia media total es inferior a la del modelo original, sobre todo para los institutos que imparten COU, como se desprende de los datos de eficiencia media de los cuadros n° 3 y n° 4 para las especificaciones DEA3 (sin índice sintético) y DEA7 (sin nota media de expediente).

Por otro lado, los centros contemplados en cada una de las submuestras los hemos clasificado en urbanos, semi-urbanos, semi-rurales y rurales, atendiendo a criterios de densidad poblacional y población ocupada en el sector servicios, industria y agricultura. Dada esta desagregación, hemos utilizado el *test chi-cuadrado* para comprobar el nivel de homogeneidad de los resultados obtenidos en tres de las categorías anteriores (urbanos, semi-urbanos y semi-rurales)<sup>31</sup>, observándose, para un nivel de significación del 5%, que los valores críticos de la distribución *chi-cuadrado* son superiores al estadístico de contraste de homogeneidad, con lo que se demuestra una distribución similar de centros (eficientes/ineficientes) en los distintos ámbitos geográficos de nuestro estudio. A pesar de la homogeneidad de los resultados obtenidos para los centros urbanos, semi-urbanos y semi-rurales, la eficiencia media es superior para los institutos situados en entornos urbanos, sobre todo cuando consideramos los datos referidos a bachillerato tradicional (Cuadros n° 1 y n° 2).

<sup>31</sup> En esta muestra no existen institutos localizados en entornos totalmente rurales por tratarse de centros que imparten educación secundaria postobligatoria.

<p style="text-align: center;">CUADRO N° 3 DISTINTAS ESPECIFICACIONES DEL MODELO DEA PARA LOS CENTROS QUE IMPARTEN COU (CURSO 98-99)</p>									
CENTROS	DEA1	DEA2	DEA3	DEA4	DEA5	DEA6	DEA7	DEA8	DEA9
A1019U	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	96,46	100,00	100,00
A1029U	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
A1039U	92,07	89,85	92,07	92,29	91,34	92,24	87,94	81,40	89,67
A1049U	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	98,93	100,00	100,00	98,79
A1059U	98,29	98,29	98,29	98,29	98,39	97,62	98,29	90,17	97,34
A1069SU	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
A1079SU	86,45	85,93	85,57	92,15	90,93	85,23	85,93	79,10	89,71
A1089U	98,86	98,86	98,86	100,00	96,07	98,76	98,86	74,45	95,94
A1099U	100,00	100,00	100,00	100,00	99,86	99,57	100,00	85,11	98,95
A1109SU	87,77	87,74	83,64	85,28	96,93	87,77	87,74	71,59	96,80
A1119SU	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	98,76	100,00	100,00
A1129SU	81,81	80,48	80,46	85,78	86,45	79,74	80,28	81,81	85,79
A1139U	95,52	93,01	95,48	100,00	98,90	95,49	91,97	87,09	97,45
A1149U	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
A1159SU	100,00	100,00	94,89	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
A1169SU	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
A1179SU	92,29	95,85	91,11	94,02	92,88	90,39	91,91	87,95	92,59
A1199U	92,19	91,37	92,19	92,54	95,88	91,98	90,65	78,25	95,00
A1209SU	95,08	93,67	94,87	95,03	96,08	90,68	93,67	93,95	90,47
A1229SR	100,00	100,00	78,75	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
A1239U	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	86,03	100,00
A1249SU	99,83	85,86	96,23	100,00	100,00	99,83	78,71	71,35	92,19
A1259U	97,55	94,30	97,19	100,00	98,09	90,17	94,30	97,55	91,82
A1269SU	100,00	100,00	87,81	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
A1289SU	93,81	93,81	93,02	100,00	95,07	92,50	93,81	85,34	94,05
A1299SU	100,00	100,00	95,64	100,00	100,00	93,29	100,00	100,00	96,72
A1309SU	98,16	100,00	93,55	100,00	92,72	98,16	96,66	82,11	100,00
A1319SR	100,00	100,00	93,26	100,00	100,00	100,00	94,63	100,00	100,00
A1329U	98,44	94,65	98,44	99,66	98,69	98,22	93,15	91,31	92,36
A1339SU	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	97,83
A1359U	100,00	100,00	95,05	100,00	100,00	100,00	89,04	100,00	100,00
A1369SU	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
A1379SR	100,00	100,00	94,59	100,00	100,00	100,00	100,00	81,02	100,00
A1409U	97,39	97,39	97,14	99,47	95,83	96,26	97,39	94,60	95,74
A1419U	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	86,87	100,00	100,00
A1429SR	100,00	98,12	94,08	100,00	100,00	100,00	90,02	71,38	98,86
A1439SU	99,07	98,99	99,07	99,86	100,00	100,00	98,22	92,49	99,99
A1449SU	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	91,24	100,00
A1479U	100,00	82,76	87,89	100,00	100,00	100,00	63,52	100,00	95,98
A1499SR	100,00	100,00	92,98	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
A1509SR	100,00	100,00	89,67	94,23	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
A1519SU	88,44	88,43	88,06	89,65	92,15	88,44	88,43	65,57	91,96
A1529SU	100,00	100,00	88,49	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
A1549SR	100,00	100,00	95,68	100,00	100,00	92,47	100,00	100,00	91,97
A1559SR	89,88	89,60	89,88	89,97	88,23	100,00	88,86	62,20	100,00
A1579SU	80,70	80,70	80,70	88,88	84,66	87,78	80,70	69,21	88,28
A1629SU	96,77	94,10	96,45	100,00	97,60	96,77	92,73	73,30	95,22
Media	97,029	96,037	94,277	97,810	97,590	96,644	94,244	89,905	96,839

Nota: Las variables contenidas en cada una de las especificaciones empleadas se detallan en el cuadro n° 7

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 4 DISTINTAS ESPECIFICACIONES DEL MODELO DEA PARA LOS CENTROS QUE IMPARTEN SEGUNDO DE BACHILLERATO (CURSO 98-99)									
CENTROS	DEA1	DEA2	DEA3	DEA4	DEA5	DEA6	DEA7	DEA8	DEA9
B1189U	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
B1469U	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
B1479U	95,87	95,87	95,87	100,00	96,43	94,84	95,87	88,40	95,56
B1489U	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
B1539SR	100,00	100,00	93,45	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
B1609U	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	95,35	100,00
B1619SR	99,22	99,22	99,22	100,00	100,00	99,09	99,22	72,51	100,00
B1639SR	100,00	100,00	91,25	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
B1649SU	93,07	92,10	90,90	100,00	98,05	93,07	90,63	37,61	96,91
B1659SU	94,69	100,00	94,69	100,00	94,68	87,68	85,80	94,68	90,00
B1669SU	100,00	99,01	100,00	100,00	100,00	100,00	92,81	100,00	87,33
B1679SU	72,68	71,80	72,68	72,87	88,60	72,68	71,80	22,24	84,02
B1689U	89,76	90,20	89,76	95,52	91,14	89,76	88,49	42,06	91,77
B1729SU	87,17	87,17	85,00	89,49	98,19	87,17	87,17	54,73	98,19
B1739SU	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
B1759SU	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
B1769SU	90,73	90,73	85,34	91,45	90,85	90,73	90,73	41,53	91,12
Media	95,481	95,654	94,009	97,019	97,525	95,001	94,265	79,359	96,170

Nota: Las variables contenidas en cada una de las especificaciones empleadas se detallan en el cuadro n° 7.

Fuente: Elaboración propia.

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 es fundamental para explicar los diferentes grados de eficiencia entre los distintos entornos delimitados. 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 en nuestra investigación, debido a que las notas medias de expediente no presentan diferencias significativas; y lo mismo sucede con los gastos de funcionamiento y la *ratio* profesor/alumno. Por tanto, sólo nos queda pensar que puede ser las características del profesorado, el factor que ha contribuido negativamente en los resultados, dado el mayor nivel de rotación que suelen experimentar los mismos en los centros semi-rurales.

La comparación de los índices de eficiencia alcanzados en las dos submuestras, arroja un saldo positivo a favor de los centros que imparten COU, tanto si consideramos la eficiencia media global (Cuadros n° 3 y n° 4) como la eficiencia media de las unidades que han resultado ineficientes (Cuadros n° 1 y n° 2). Estos valores hay que entenderlos en un contexto donde el proceso de reforma educativa está jugando un papel desestabilizador en el comportamiento de los centros que imparten bachillerato LOGSE, consecuencia del cambio que supone la instauración de la reforma educativa. Además, el grado de homogeneidad de los centros que imparten bachillerato LOGSE es menor, ya que en la composición de esta submuestra hay institutos de distinta naturaleza (antiguos centros de bachillerato, politécnicos y de formación profesional).

#### Valores objetivo y mejoras posibles.

El modelo DEA en su versión envolvente, nos da 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 nos 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 outputs de las unidades evaluadas, cuando la versión del modelo DEA es en términos de output, responden a las siguientes expresiones:

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

$$y_{r0}^* = z_o^* y_{r0} + s_r^-$$

donde  $x_{i0}^*$  e  $y_{r0}^*$  representan los niveles óptimos (objetivo) de los inputs y outputs,  $x_{i0}$  e  $y_{r0}$  los niveles actuales de los inputs y outputs,  $z_o^*$  el índice de eficiencia radial y  $s_i^+$  y  $s_r^-$  las variables de holgura (*slacks*) de los inputs y outputs<sup>32</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>33</sup>.

Los resultados obtenidos a través de la aplicación de nuestro modelo en lo referente a las posibles mejoras en la producción y los niveles de recursos se recogen en los cuadros nº 5 y nº 6 para los centros que imparten COU y segundo de bachillerato respectivamente. En dichos cuadros, tenemos información sobre los incrementos porcentuales posibles de los outputs escolares, incluidas las modificaciones de las variables de holgura, así como las reducciones factibles en los inputs (controlables y no controlables).

CUADRO Nº 5 MEJORAS POSIBLES EN LOS INPUTS Y OUTPUTS DE LOS CENTROS QUE IMPARTEN COU (CURSO 98-99)							
CENTROS	RATIOPROFALUM (%)	NMEDIAEXPXS (%)	GTOSFUN (%)	SINTDISTRIT (%)	MCAXS (%)	MCBXS (%)	ALAPTOTAL (%)
A1579SU	27,9	1,0	9,8	11,8	24,0	23,9	26,8
A1129SU	20,9	0,0	0,0	0,0	26,2	22,5	22,5
A1079SU	0,0	0,0	0,0	0,0	15,7	15,7	15,7
A1109SU	17,1	0,0	0,0	0,0	13,9	14,5	30,2
A1519SU	0,0	0,0	0,0	0,0	15,5	13,1	30,9
A1559SR	9,7	0,0	7,1	2,8	11,3	16,6	45,5
A1039U	0,0	0,0	14,4	0,6	8,6	8,6	15,1
A1199U	7,2	0,0	0,0	13,4	8,5	8,5	8,5
A1179SU	2,6	0,0	6,5	0,0	8,3	15,9	8,3
A1289SU	29,5	0,1	0,0	0,0	6,6	11,6	6,6
A1209SU	19,9	0,0	5,0	0,0	15,5	5,2	5,2
A1139U	0,0	0,0	6,6	0,0	4,7	4,7	4,7
A1629SU	0,0	0,0	9,7	0,0	3,3	3,3	17,9
A1409U	7,6	0,6	0,0	0,0	2,7	2,7	2,7
A1259U	4,0	0,0	116,7	0,0	16,2	6,5	2,5
A1309SU	0,0	0,0	0,0	0,0	11,9	1,9	12,8
A1059U	8,7	0,1	0,0	8,3	1,7	1,7	1,7
A1329U	25,8	0,0	0,0	3,7	6,3	1,6	1,6
A1089U	7,1	1,1	0,0	17,2	5,3	1,2	1,2
A1439SU	0,1	0,0	0,0	9,1	0,9	3,0	0,9
A1249SU	9,7	0,0	38,4	0,0	0,2	11,9	35,0
Media	9,4	0,1	10,2	3,2	9,9	9,3	14,1

Fuente: Elaboración propia.

<sup>32</sup> 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 ( $s_r^-$ ).

<sup>33</sup> 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.



CUADRO Nº 6 MEJORAS POSIBLES EN LOS INPUTS Y OUTPUTS DE LOS CENTROS QUE IMPARTEN SEGUNDO DE BACHILLERATO LOGSE (CURSO 98-99)							
CENTROS	RATIOPROFALUM (%)	NMEDIAEXPXS (%)	GTOSFUN (%)	SINTDISTRIT (%)	MCAXS (%)	MCBXS (%)	ALAPTOTAL (%)
B1679SU	55,3	0,0	80,2	11,5	37,6	37,6	197,7
B1729SU	40,8	5,3	25,9	0,0	14,7	15,0	34,5
B1689U	43,9	0,0	69,0	12,4	11,4	11,5	74,4
B1769SU	40,0	6,6	0,0	0,0	10,2	42,3	47,0
B1649SU	32,3	0,0	40,8	0,0	7,4	13,6	86,0
B1659SU	0,1	0,1	1,6	9,2	5,5	9,5	5,5
B1479U	0,0	0,5	8,3	12,7	11,0	4,3	4,3
B1619SR	10,0	4,8	5,9	10,4	12,5	0,8	0,8
Media	27,8	2,1	28,9	7,0	13,8	16,9	56,2

Fuente: Elaboración propia.

Si tomamos como referencia el centro A1579SU<sup>34</sup>, éste para alcanzar un mayor nivel de eficiencia (si se compara su rendimiento con el centro hipotético de referencia) precisará reducir el consumo de sus inputs controlables en un 27,9% y 9,8% respectivamente (RATIOPROFALUM y GTOSFUN) e incrementar sus resultados en un 24% (MCAXS); 23,9% (MCBXS) y 26,8% (ALAPTOTAL). Además, todas estas mejoras potenciales se darán en un entorno donde los factores de contexto (SINTDISTRIT) y las calificaciones medias de los estudiantes (NMEDIAEXPXS) deberían de seguir el mismo camino (Cuadro nº 5). Un análisis similar se podría realizar para el centro B1679SU, el cual representa el índice de eficiencia más bajo de nuestra muestra de centros LOGSE (Cuadro nº 6).

Un análisis agregado de los resultados nos muestra cómo las mejoras factibles de las variables que determinan el comportamiento productivo de los institutos seleccionados son más significativas en los centros que imparten segundo de bachillerato LOGSE. En concreto, el instituto ineficiente medio de la submuestra de centros que imparten COU, ha de incrementar sus outputs en 9,87%, 9,27% y 14,10%, mientras que en la muestra de centros que imparten LOGSE las mejoras potenciales medias de las variables de resultados son en todos los casos superiores (Cuadros nº 5 y nº 6). Si comparamos los factores determinantes del rendimiento escolar, las conclusiones van en la misma dirección. Los datos mencionados para los centros LOGSE, ponen de manifiesto el proceso de transformación que están sufriendo dichas instituciones educativas como consecuencia de la implantación de la reforma educativa en Galicia.

#### Análisis de sensibilidad

Para comprobar la robustez de los resultados hemos evaluado la eficiencia de los centros de las dos submuestras especificando ocho modelos BCC diferentes<sup>35</sup>, utilizando en cada uno de ellos distintas variables, como se comprueba en el cuadro nº 7. Estas variaciones nos permiten observar si la ordenación obtenida de los centros con el modelo BCC original se mantienen al realizar cambios en los inputs y outptus. A tal fin, empleamos el coeficiente de correlación de Spearman<sup>36</sup> y comprobamos que las ordenaciones obtenidas para los centros que imparten COU en las especificaciones DEA2, DEA4, DEA5, DEA6, DEA8 y DEA9 son muy similares a las del modelo original, siendo en todos los casos el coeficiente de correlación superior al 70%. Sólo

<sup>34</sup> Este instituto es el que ha alcanzado en la muestra de centros que imparten COU el índice de eficiencia más bajo.

<sup>35</sup> Dos de esos modelos (DEA3 y DEA7) nos han servido de base para justificar el importante papel desempeñado por variables como el índice sintético y la nota media de expediente a la hora de valorar los índices de eficiencia relativa.

<sup>36</sup> Este fue empleado por McCarthy y Yaisawarmg (1993) y Pedraja y Salinas (1996).

en los modelos en donde hemos eliminado alguna variable relevante los coeficientes de correlación han sido inferiores, destacando el valor del coeficiente que relaciona DEA1 con DEA3 (Cuadro nº 7). Para los centros LOGSE los coeficientes de correlación son siempre elevados, con niveles en casi todos los casos superiores al 80% (Cuadro nº 7).

CUADRO Nº 7 DISTINTAS ESPECIFICACIONES DEL MODELO DEA									
	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.)						*			*
Coef. de correlación Spearman (Centros COU)	1	0,861	0,492	0,784	0,936	0,821	0,700	0,753	0,733
Coef. de correlación Spearman (Centros LOGSE)	1	0,876	0,855	0,802	0,911	0,983	0,913	0,936	0,713

Fuente: Elaboración propia.

## 5.- 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 a la hora de 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 tanto de los centros que imparten el Bachillerato COU como de los que ya se han adaptado a la nueva ley educativa.
- 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 robustez de los resultados, lo cual implica que los valores obtenidos no son consecuencia de la especificación adoptada para el modelo.
- 6.- Los resultados obtenidos en esta investigación hay que interpretarlos con cierta prudencia fundamentalmente por dos razones: a.- La educación es un proceso acumulativo y nosotros sólo estamos analizando un breve período del mismo. b.- Solamente contemplamos los resultados de los alumnos que van a las pruebas PAUU y no debemos olvidar que previamente se ha dado un proceso de selección del alumnado de los institutos analizados.

## BIBLIOGRAFIA

Aznar, A. (1976): *El análisis factorial en la economía, una aplicación a las provincias españolas*, Tesis Doctoral. Universidad Complutense. Madrid

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.

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, págs. 1078-1092.

Banker, R.D. y Morey, R.C. (1986): "Efficiency Analysis for exogenously fixed inputs and outputs", *Operations Research*, vol 34, nº 4, págs 513-521.

Barrow, M. y Wagstaff, A. (1989): "Efficiency measurement in the public sector: an appraisal", *Fiscal Studies*, vol 10, págs 72-97.

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, págs. 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, págs. 1-8.

Bessent, A.; Bessent, W.; Kennington, J. y Reagan, B. (1982): "An application of mathematical programming to assess productivity in the Houston independent school district", *Management Science*, vol 28, nº 12, págs 1355-1367.

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, págs. 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, págs 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, págs 668-697.

Deller, S.C. y Rudnicki, E. (1993): "Production efficiency in elementary education. The case of Maine public school". *Economics of Education Review*, vol 12, nº 1, págs. 45-57.

Färe, R.; Grosskopf, S. y Weber, W. (1989): "Measuring school district performance", *Public Finance Quarterly*, vol 17, nº 4, págs 409-428.

Farrell, M.J. (1957): "The measurement of productive efficiency", *Journal of The Royal Statistical Society, Series A*, vol 120, Part III, págs 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, págs 5-25.

Frantz, R. (1990): *X-Efficiency: Theory, Evidence and Applications*, 2ª edición, Kluwer Academic Publisher, Boston.

Golany, B. y Roll, Y. (1989): "An application produce for DEA". *Omega. International Journal of Management Science*, vol 17, nº 3, págs. 237-250.

Hanushek, E. (1986): "The economics of schooling", *Journal of Economic Literature*, vol 24, nº 3, págs 1.141-1.171.

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, págs. 249-266.

Leibenstein, H.(1966): "Allocative efficiency vs X-efficiency", *The American Economic Review*, vol 56, págs 392-515.

Levin, H. (1974): "Measuring efficiency in educational production", *Public Finance Quarterly*, vol 2, nº 1, págs. 3-24.

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. Zaragoza.

Mayston, D. y Jesson, D.(1988): "Developing models of educational accountability". *Oxford Review of Education*, vol 14, nº 3, págs. 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.

Pedraja, F. y Salinas, F. (1994): "El Análisis Envolvente de Datos DEA y su aplicación al sector público: una nota introductoria", *Hacienda Pública Española*, nº 128, págs 117-131.

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, págs 87-147.

Ray, S.C. (1991): "Resource use efficiency in public schools: A study of Connecticut data", *Management Science*, vol 37, nº 12, págs. 1.620-1.628.

Smith, P. y Mayston, D. (1987): "Measuring efficiency in the public sector", *Omega International Journal of Management Science*, vol 15, nº 3, págs. 181-189.

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, págs. 1.247-1.262.