

**IX ENCUENTRO DE ECONOMÍA PÚBLICA**  
**HACIENDA PÚBLICA Y MEDIO AMBIENTE**  
**Vigo, 7 y 8 de febrero de 2002**

**“Estimación de la función de producción educativa: Una aplicación a los centros públicos de educación secundaria”**

**Amparo Seijas Díaz**  
Universidade da Coruña  
**asdeai@udc.es**

**Antonio Erias Rey**  
Universidade da Coruña

**Palabras Clave:** eficiencia técnica, función de producción educativa, análisis envolvente de datos, organizaciones públicas.

**Clasificación JEL:** D24, C61, I21, L31.

**Ponencia General.**

### **1.- Introducción**

El renovado interés por los temas relacionados con la evaluación de la eficiencia de los procesos educativos surge de la importancia que tienen sus efectos tanto sobre el conjunto de la economía como sobre el bienestar de la población. La inversión en capital humano, la mejora de la productividad y los mayores ingresos que perciben los individuos más formados, contribuyen de manera decisiva al aumento de la riqueza de un país. Por su parte, las externalidades positivas generadas por la educación suponen un gran beneficio para la sociedad en su conjunto, al disminuir los niveles de pobreza y favorecer la convivencia entre sus ciudadanos.

En el campo de la economía de la educación, el afán por garantizar la eficiencia de los servicios prestados por las escuelas se puede abordar a través del análisis de la *eficiencia interna* de las *unidades de decisión educativas*<sup>1</sup>. A tal fin, debemos entender estas instituciones como entes complejos, los cuales producen múltiples outputs a partir de la combinación de un conjunto dado de inputs. En este sentido, según Hanushek (1972, 1979), la determinación y conocimiento de la función de producción educativa constituye una referencia imprescindible para analizar el comportamiento productivo de los centros educativos.

En este sentido, la evaluación de las actuaciones de las entidades públicas tiene como finalidad medir el grado en el cual han sido alcanzados sus objetivos y conocer las causas que llevaron a una determinada situación. El análisis de estos elementos permite al gestor contar con criterios objetivos para desarrollar acciones conducentes a mejorar la gestión de las unidades que están bajo su control.

En nuestra investigación las unidades de decisión están representadas por los institutos públicos de educación secundaria que imparten COU y/o segundo de bachillerato LOGSE en la provincia de A Coruña. Estos centros no constituyen unidades de decisión en lo que respecta a los inputs, debido a que su control es ejercido por agentes externos a los mismos, aunque cabe decir que sí los gestionan. En el campo de los outputs la realidad es diferente, ya que los

---

<sup>1</sup> El concepto de *unidades de decisión* fue inicialmente empleado por Charnes, Cooper y Rhodes (1978) al referirse a las organizaciones que actúan en el ámbito público.

responsables de las instituciones educativas pueden tomar decisiones en cuanto a la calidad y cantidad de sus productos. Esto nos conduce a adoptar la terminología de *unidades de decisión y gestión* al referirnos a las observaciones de la muestra<sup>2</sup>.

Hechas estas precisiones, debemos señalar que el objetivo de esta investigación es el análisis de la eficiencia productiva de los institutos públicos que imparten segundo de bachillerato y/o COU en la provincia de A Coruña durante los cursos académicos 95/96, 96/97, 97/98 y 98/99. Dadas las diferentes características que presentan los centros educativos LOGSE frente a los centros COU, hemos dividido la muestra en dos para lograr la homogeneidad de la misma, en aras a garantizar la fiabilidad de los resultados. 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.

## **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, 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*.

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>3</sup>.

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 del término

---

<sup>2</sup> En Erias, Fernández, Prado y Dopico (1998) se emplea la expresión *unidades de decisión y gestión* al referirse a los centros hospitalarios.

<sup>3</sup> Véase Banker, Charnes y Cooper (1984).

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.

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>4</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>5</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. En esta categoría hay que destacar el análisis envolvente de datos<sup>6</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 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.

---

<sup>4</sup> Una interesante revisión sobre los modelos frontera la tenemos en Forsund, Lovell y Schmidt (1980).

<sup>5</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>6</sup> Análisis Envolvente de Datos es la traducción al castellano de *Data Envelopment Analysis*, que en muchas ocasiones denominaremos como modelo o técnica DEA.

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>7</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>8</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>9</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.

### **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>10</sup>. Posteriormente, Banker, Charnes y Cooper (1984), desarrollaron un modelo similar al anterior<sup>11</sup>,

---

<sup>7</sup> Esto no sucede en las técnicas paramétricas, donde las ponderaciones se mantienen fijas para todos los niveles de inputs y outputs.

<sup>8</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>9</sup> Estas son observaciones que por peculiaridades internas se consideran eficientes al no existir otras unidades similares con las que comparar su comportamiento productivo.

<sup>10</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>11</sup> Este modelo se suele denominar BCC.

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>12</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*.

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>13</sup> y los ámbitos regional y temporal<sup>14</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 los cursos escolares 95/96, 96/97, 97/98 y 98/99, para los cuales se cuenta con estadísticas más o menos completas, aunque no totalmente homogéneas, debido al proceso de implantación de la LOGSE<sup>15</sup>. Las *unidades objeto de valoración* serán todos los centros que imparten segundo de

---

<sup>12</sup> Véase el trabajo de Banker y Morey (1986).

<sup>13</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>14</sup> Véase Golany y Roll (1989), donde se tratan estos aspectos con profundidad.

<sup>15</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.

bachillerato y/o COU. Además, para *garantizar la homogeneidad* de la muestra, solamente consideramos los institutos públicos.

### 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>16</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>17</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>18</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 PAAU (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 PAAU para la especialidad científico-técnica y de ciencias de la salud en las convocatorias de junio, septiembre y conjunta; nota media de las pruebas PAAU para la especialidad de humanidades y de ciencias sociales en las convocatorias de junio, septiembre y conjunta; número de alumnos aprobados en función al

---

<sup>16</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>17</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>18</sup> Véase Burkhead, Fox y Holland (1967).

total de matriculados en COU o segundo de bachillerato y número de alumnos aprobados en función de los presentados a las pruebas PAAU 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 PAAU de junio o la conjunta. Los indicadores de alumnos aprobados en las pruebas PAAU 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 los cursos 95/96, 96/97, 97/98 y 98/99, a través de las siguientes variables<sup>19</sup>:

- *Nota media de las pruebas PAAU 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 PAAU 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 PAAU 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>20</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.

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.

---

<sup>19</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>20</sup> Posiblemente, existirán centros que establezcan criterios muy restrictivos para superar el último curso con el objeto de obtener buenos resultados en las pruebas PAAU.

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>21</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 aproximan 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>22</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>23</sup> (*SINTDISTRIT*).

#### *Características del estudiante*

El proceso de producción de servicios educativos tiene como peculiaridad destacable que se desarrolla sobre el propio estudiante<sup>24</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.

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>25</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

---

<sup>21</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>22</sup> Véase Aznar Grasa (1976).

<sup>23</sup> Una posible alternativa consiste en primer lugar en agregar cada uno de los factores por distritos y posteriormente calcular el índice sintético. Con cualquiera de los procedimientos empleados resultan índices sintéticos que no alteran los resultados del análisis DEA.

<sup>24</sup> Véase Becker (1975).

<sup>25</sup> Este hecho, como ya hemos comentado con anterioridad, constituye una de las razones de peso para subdividir la muestra en dos.

empleando la técnica envolvente, nos hemos inclinado por considerar la *nota media del expediente conjunta*<sup>26</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 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 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).*

#### **4.- Medición de la eficiencia en el sector educativo gallego**

En este apartado, analizaremos los resultados de los índices de eficiencia técnica pura obtenidos a través de la resolución del modelo BCC en su versión output orientada, para cada uno de los institutos de educación secundaria de las dos submuestras (LOGSE y COU) delimitadas en el capítulo anterior.

Los índices de eficiencia calculados para los centros que imparten COU en el curso académico 95/96, nos muestran que de los 53 centros examinados 31 resultaron ineficientes, proporción que representa el 58% del total (cuadro nº 1). 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 (cuadro nº 1). Además, en el cuadro nº 1 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%.

En lo que respecta a los centros que imparten segundo de bachillerato LOGSE, el número de entidades con niveles de eficiencia del 100% supera en todos los casos el 50% del total, como se observa en los datos del cuadro nº 2. En cuanto a la eficiencia media estimada para los centros ineficientes, los datos disponibles no son lo suficientemente esclarecedores, al existir un reducido número de observaciones para cada uno de los años contemplados. Aunque si consideramos el último curso académico en el cual el número de centros de la muestra es mayor, los datos sobre los niveles de eficiencia media son algo inferiores a los obtenidos por los centros que imparten COU (cuadro nº 2).

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

---

<sup>26</sup> En este caso, al igual que ocurrió con la nota de las pruebas PAAU, los análisis DEA realizados no mostraban diferencias significativas entre los datos de junio y septiembre.

que definen las características de los estudiantes (nota media de expediente). Esto lo comprobamos al especificar cuatro nuevos modelos BCC, en cada uno de los cuales hemos eliminado uno de los inputs del modelo original (cuadro nº 3)<sup>27</sup>.

La eficiencia media 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. En el caso de los centros que imparten bachillerato LOGSE los resultados siguen más o menos la misma tendencia, exceptuando el curso 97/98 y la especificación *DEA S. SINT* del curso 95/96. También debemos destacar en la submuestra de centros LOGSE, la influencia negativa que sobre los índices de eficiencia ha provocado la eliminación de la variable que mide la nota media de expediente en el curso 96/97.

CUADRO Nº 1 CENTROS QUE IMPARTEN COU				
<b>CURSO 95-96</b>				
	EFICIENTES	INEFICIENTES	TOTAL	EFICIENCIA 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	53	-
PORCENTAJE	42%	58%	100%	92,84%
<b>CURSO 96-97</b>				
	EFICIENTES	INEFICIENTES	TOTAL	EFICIENCIA 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	51	-
PORCENTAJE	45%	55%	100%	91,37%
<b>CURSO 97-98</b>				
	EFICIENTES	INEFICIENTES	TOTAL	EFICIENCIA 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	47	-
PORCENTAJE	45%	55%	100%	90,58%
<b>CURSO 98-99</b>				
	EFICIENTES	INEFICIENTES	TOTAL	EFICIENCIA 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	47	-
PORCENTAJE	55%	45%	100%	93,35%

\*Cifras calculadas sobre el total de unidades ineficientes.

\*\* Sólo contamos con un centro.

<sup>27</sup> 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.

Fuente: Elaboración propia.

<b>CUADRO N° 2</b>				
<b>CENTROS QUE IMPARTEN SEGUNDO DE BACHILLERATO LOGSE</b>				
<b>CURSO 95-96</b>				
	EFICIENTES	INEFICIENTES	TOTAL	EFICIENCIA MEDIA*
URBANOS (U)	2 (100%)	0 (0%)	2	-
SEMI-URBANOS (SU)	3 (60%)	2 (40%)	5	87,90%
SEMI-RURALES (SR)	2 (100%)	0 (0%)	2	-
TOTAL DE CENTROS	7	2	9	-
PORCENTAJE	78%	22%	100%	87,90%**
<b>CURSO 96-97</b>				
	EFICIENTES	INEFICIENTES	TOTAL	EFICIENCIA MEDIA*
URBANOS (U)	5 (100%)	0 (0%)	5	-
SEMI-URBANOS (SU)	3 (60%)	2 (40%)	5	69,68%
SEMI-RURALES (SR)	3 (100%)	0 (0%)	3	-
TOTAL DE CENTROS	11	2	13	-
PORCENTAJE	85%	15%	100%	69,68%**
<b>CURSO 97-98</b>				
	EFICIENTES	INEFICIENTES	TOTAL	EFICIENCIA MEDIA*
URBANOS (U)	3 (60%)	2 (40%)	5	91,48%
SEMI-URBANOS (SU)	3 (50%)	3 (50%)	6	94,86%
SEMI-RURALES (SR)	3 (75%)	1 (25%)	4	94,95%**
TOTAL DE CENTROS	9	6	15	-
PORCENTAJE	60%	40%	100%	93,75%
<b>CURSO 98-99</b>				
	EFICIENTES	INEFICIENTES	TOTAL	EFICIENCIA MEDIA*
URBANOS (U)	4 (67%)	2 (33%)	6	92,81%
SEMI-URBANOS (SU)	3 (38%)	5 (62%)	8	87,66%
SEMI-RURALES (SR)	2 (67%)	1 (33%)	3	99,22%**
TOTAL DE CENTROS	9	8	17	-
PORCENTAJE	53%	47%	100%	90,40%

\*Cifras calculadas sobre el total de unidades ineficientes.

\*\*Sólo contamos con un centro.

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 3 DISTINTAS ESPECIFICACIONES DEL MODELO DEA					
CURSO 95-96					
	DEA (TODAS)	DEA (S. AL/P)	DEA (S. G.F.)	DEA (S. NMED)	DEA (S. SINT)
MEDIA (COU)	95,8	95,7	95,7	93,4	94,1
MEDIA (LOGSE)	97,3	97,3	97,3	95,9	97,1
CURSO 96-97					
	DEA (TODAS)	DEA (S. AL/P)	DEA (S. G.F.)	DEA (S. NMED)	DEA (S. SINT)
MEDIA (COU)	95,2	95,1	95,1	91,8	93,7
MEDIA (LOGSE)	95,3	95,3	95,3	89,2	93,2
CURSO 97-98					
	DEA (TODAS)	DEA (S. AL/P)	DEA (S. G.F.)	DEA (S. NMED)	DEA (S. SINT)
MEDIA (COU)	94,8	94,5	94,6	92,9	93,0
MEDIA (LOGSE)	97,5	96,7	97,1	96,7	96,9
CURSO 98-99					
	DEA (TODAS)	DEA (S. AL/P)	DEA (S. G.F.)	DEA (S. NMED)	DEA (S. SINT)
MEDIA (COU)	97,0	96,5	96,4	94,2	94,2
MEDIA (LOGSE)	95,4	95,1	95,3	94,2	94,0

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, los centros contemplados en cada una de las submuestras los hemos clasificado en urbanos, semi-urbanos y semi-rurales. Dada esta desagregación, utilizamos el *test chi-cuadrado* para comprobar el nivel de homogeneidad de los resultados obtenidos en las tres categorías anteriores en cada una de las submuestras determinadas<sup>28</sup>. Aquí se observa que para un nivel de significación del 5%, 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 los centros (eficientes/ineficientes) en los distintos ámbitos geográficos delimitados.

Dada la poca robustez que pueden presentar los resultados del *test de homogeneidad* debido al reducido número de observaciones con las que contamos, procederemos a realizar un nuevo análisis que nos permita obtener conclusiones algo más definitivas, sobre la distribución

<sup>28</sup> Tanto para los centros que imparten bachillerato LOGSE como COU durante los diferentes cursos académicos contemplados.

de los centros eficientes/ineficientes en los diferentes entornos delimitados. En el cuadro nº 1 también se observa para la submuestra de COU, 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.

Para comprobar la validez de las afirmaciones anteriores modificaremos el programa DEA aplicado de tal forma que en cada momento se excluya del conjunto de restricciones la unidad sometida a evaluación. Esto provoca que algunas de las unidades que habían obtenido índices de eficiencia del 100% ahora no tienen solución, quedando eliminadas del análisis. La resolución de este nuevo modelo DEA confirma las conclusiones obtenidas anteriormente al observarse una mayor concentración de centros eficientes entre los clasificados como semi-rurales.

En la submuestra de institutos LOGSE los centros urbanos y semi-rurales presentan una distribución muy similar para las observaciones eficientes, mientras que para los semi-urbanos el porcentaje de centros eficientes disminuye sensiblemente (cuadro nº 2). Por su parte, si excluimos el centro sometido a estudio, como hemos hecho para el caso de los centros COU, se observa que los centros localizados en entornos semi-rurales son excluidos prácticamente todos de la muestra.

En cuanto al nivel de eficiencia media de cada subgrupo de centros (urbanos, semi-urbanos y semi-rurales), no se aprecian diferencias significativas en las dos submuestras salvo algunas excepciones. Podemos destacar entre ellas las existentes para el curso académico 98/99 de los centros que imparten COU y bachillerato LOGSE (cuadros nº 1 y 2).

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>29</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 hemos aludido anteriormente. Esto se interpreta así, porque las notas medias de expediente no presentan diferencias significativas, tanto para la submuestra de centros COU como para la de centros que imparten segundo de bachillerato LOGSE (cuadros nº 4 y 5).

En cuanto a la ratio profesor/alumno las diferencias tampoco son importantes entre los datos desagregados en los distintos entornos definidos, salvo para los datos de los centros urbanos durante el curso 96/97. Esto último se explica por la elevada relación profesores alumnos que presenta el centro A1609U debido a que gran parte de sus alumnos realizaron las pruebas PAAU en la opción LOGSE (cuadros nº 4 y 5).

---

<sup>29</sup> El índice sintético se elaboró según las características sociales, demográficas y económicas de los municipios, con lo cual pueden estar determinando la localización de los centros

<b>CUADRO N° 4</b>							
<b>VALORES MEDIOS DE LAS DISTINTAS VARIABLES PARA LOS CENTROS EDUCATIVOS QUE IMPARTEN COU</b>							
<b>CURSO 95-96</b>							
	<b>RATIO PROF ALUM</b>	<b>NMEDIA EXPXS</b>	<b>GTOS FUN</b>	<b>SINTDISTRIT</b>	<b>MCAXS</b>	<b>MCBXS</b>	<b>ALAPTOTAL</b>
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>							
	<b>RATIO PROF ALUM</b>	<b>NMEDIA EXPXS</b>	<b>GTOS FUN</b>	<b>SINTDISTRIT</b>	<b>MCAXS</b>	<b>MCBXS</b>	<b>ALAPTOTAL</b>
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>							
	<b>RATIO PROF ALUM</b>	<b>NMEDIA EXPXS</b>	<b>GTOS FUN</b>	<b>SINTDISTRIT</b>	<b>MCAXS</b>	<b>MCBXS</b>	<b>ALAPTOTAL</b>
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>							
	<b>RATIO PROF ALUM</b>	<b>NMEDIA EXPXS</b>	<b>GTOS FUN</b>	<b>SINTDISTRIT</b>	<b>MCAXS</b>	<b>MCBXS</b>	<b>ALAPTOTAL</b>
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.

CUADRO N° 5 VALORES MEDIOS DE LAS DISTINTAS VARIABLES PARA LOS CENTROS EDUCATIVOS QUE IMPARTEN BACHILLERATO LOGSE							
CURSO 95-96							
	RATIOPROF ALUM	NMEDIAEXPXS	GTOSFUN	SINTDISTRIT	MCAXS	MCBXS	ALAPTOTAL
URBANOS (U)	0,42	6,82	105.931,97	47,20	4,78	4,97	0,56
SEMI-URBANOS (SU)	0,55	6,57	148.573,59	37,69	4,22	4,33	0,51
SEMI-RURALES (SR)	0,21	6,49	45.516,69	29,985	3,89	4,41	0,35
CURSO 96-97							
	RATIOPROF ALUM	NMEDIAEXPXS	GTOSFUN	SINTDISTRIT	MCAXS	MCBXS	ALAPTOTAL
URBANOS (U)	0,27	6,65	61.508,55	45,31	4,14	4,46	0,40
SEMI-URBANOS (SU)	0,51	6,62	156.979,91	36,70	3,64	3,84	0,26
SEMI-RURALES (SR)	0,28	6,86	72.205,22	26,53	4,46	4,86	0,34
CURSO 97-98							
	RATIOPROF ALUM	NMEDIAEXPXS	GTOSFUN	SINTDISTRIT	MCAXS	MCBXS	ALAPTOTAL
URBANOS (U)	0,25	6,52	50.477,74	45,31	4,84	5,12	0,37
SEMI-URBANOS (SU)	0,37	6,55	85.599,79	35,63	4,73	5,21	0,31
SEMI-RURALES (SR)	0,33	6,76	92.226,51	25,46	4,88	5,25	0,36
CURSO 98-99							
	RATIOPROF ALUM	NMEDIAEXPXS	GTOSFUN	SINTDISTRIT	MCAXS	MCBXS	ALAPTOTAL
URBANOS (U)	0,26	6,71	51.840,13	45,15	5,01	5,03	0,37
SEMI-URBANOS (SU)	0,43	6,43	110.285,40	36,00	4,81	4,62	0,31
SEMI-RURALES (SR)	0,39	6,74	111.876,96	24,75	4,95	4,95	0,40

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro n° 4 nos muestra como los gastos de funcionamientos tampoco parecen presentar algún patrón de comportamiento que nos permita aclarar la distribución de los centros eficientes/ineficientes para la los institutos COU. Lo mismo sucede con los centros que imparten segundo de bachillerato LOGSE según se observa en el cuadro n° 5.

Por lo tanto, sólo nos queda pensar que pueden ser factores no contemplados a la hora de delimitar nuestras variables los que pueden estar explicando la tendencia descrita. Por otro lado, no debemos olvidar que el reducido tamaño de las muestras, sobre todo la de centros LOGSE, puede estar condicionando la robustez de los resultados.

La comparación de los índices de eficiencia alcanzados en las dos submuestras arrojan un saldo positivo a favor de los centros que imparten COU, exceptuando el curso académico 97/98, cuando consideramos la eficiencia media de las unidades que resultaron ineficientes

(cuadros nº 1 y 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 existe una mayor variedad de institutos.

## 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 PAAU 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

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.

Becker, G.S. [1983](1975): *El capital humano*, Alianza Editorial Textos, Madrid.

Burkhead, J.; Fox, T.G. y Holland, J. V. (1967): *Input and output in large-city high schools*, Syracuse University Press, New York.

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.

Erias, A.; Fernández, J.J.; Prado, J. y Dopico, J. (1998): *La eficiencia hospitalaria en Galicia. Un análisis no paramétrico*, Instituto de Estudios Económicos, Fundación Pedro Barrié de la Maza, A Coruña.

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.

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. (1972): *Education and race: An analysis of the education production process*. Heath-Lexington, Cambridge.

Hanushek, E. (1979): “Conceptual and empirical issues in the estimation of educational production functions”, *Journal of Human Resources*, vol. 14, nº 3, págs 351-388.