

EVALUACIÓN Y REDISEÑO DE LA RED PÚBLICA EDUCATIVA. UN ANÁLISIS CENTRALIZADO¹

Laura López-Torres
Diego Prior²

RESUMEN

La eficiencia escolar constituye un tema de interés. El número de publicaciones en este campo de investigación se ha incrementado en los últimos años, al intentar explicar qué características del centro y del entorno influyen en los resultados de los alumnos. A la luz de la *Post-New Public Management*, el objetivo del trabajo es la evaluación y rediseño, a través de técnicas frontera, de una muestra de centros de la red educativa pública de *Catalunya*. Los resultados obtenidos indican que sería posible mejorar la red y redistribuir de forma óptima los recursos educativos. También se aporta información útil para la toma de decisiones y la puesta en marcha de programas de mejora en los centros docentes.

PALABRAS CLAVE: red educativa, centralización, eficiencia, *DEA*, reasignación.

CLASIFICACIÓN JEL: C61, D24, I21

¹ Los autores agradecen los comentarios recibidos por Manuel Muñiz, Javier Salinas y otros participantes asistentes al XX Encuentro de Economía Pública (Sevilla, Febrero de 2013). Así mismo, agradecen al *Consell Superior d'Avaluació del Sistema Educatiu de Catalunya* por la cesión y uso de los datos. Los autores agradecen también la financiación obtenida del Ministerio de Ciencia e Innovación (ECO2010-18967/ECON).

² *Departament d'Economia de l'Empresa. Facultat d'Economia i Empresa. Edifici B. Universitat Autònoma de Barcelona.* Laura.Lopez.Torres@uab.es, Diego.Prior@uab.es. Teléfono: 935811539. Fax: 935812555.

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, se ha incrementado el interés sobre eficiencia escolar tanto por parte de académicos como responsables de educación (Goldstein y Woodhouse, 2000). Desde el punto de vista práctico, una de las razones que explican el surgimiento de este tipo de estudios es la evolución creciente del peso del sector educativo en la economía³. Gracias a este sector se facilita la formación intelectual de la población, la mejora del capital humano y la productividad del factor trabajo (Blau, 1996). Así mismo, la educación es considerada un instrumento fundamental para lograr un mayor crecimiento económico (Krueger y Lindahl, 2001).

Actualmente, asistimos a un debate social y político sobre la realidad económica española. Así, en el sector público, la presión para mejorar los resultados implica que toda actuación de mejora de la eficiencia se convierta en una prioridad de política económica de forma que, bajo las actuales restricciones presupuestarias, la continuidad de las organizaciones constituye una variable de decisión (Bel, Fageda y Warner, 2010). En especial, el recorte presupuestario en materia de educación cifrado en un 11%, y el Real Decreto Ley de Medidas Urgentes para racionalizar el gasto educativo, persiguen un ahorro de 3.000 millones de euros con medidas como incrementar la ratio de alumnos por aula, ampliar la horquilla de subida de tasas universitarias o el retraso en la sustitución de bajas de profesores que pueden aplicar las autonomías⁴. Sin embargo, a pesar de los recortes, el sistema vigente no incentiva a los centros educativos para que funcionen correctamente, por ello es necesaria una nueva organización que les motive para obtener buenos resultados de manera eficiente.

El enfoque propuesto en este trabajo consiste en crear un esquema de desempeño interno que incentive al buen funcionamiento en el que primero se determina el tamaño óptimo de la red y, posteriormente, se establece si es necesario introducir cambios en la asignación del presupuesto. La introducción de incentivos ayuda a los centros a ser más eficientes y les permite sostenerse en el tiempo (Burgess y Rato, 2003; Heinrich y Marschke, 2009). En este sentido, es necesario destacar que, a través de este procedimiento, se deberían garantizar los resultados de los alumnos, es decir, optimizar el funcionamiento de la red educativa sin que ello suponga perder calidad ni prestaciones

³ En el caso de España, el porcentaje de participación del sector en el nivel de gasto público respecto al PIB se ha incrementado un 2% de media desde los años 90 (INE, 2011).

⁴ <http://www.elmundo.es/elmundo/2012/05/21/espana/1337603776.html>.

públicas. A modo de síntesis, la Figura 1 recoge el esquema de funcionamiento propuesto en el trabajo.

[Insertar Figura 1 aquí]

Para ello, en primer lugar, se diseña un modelo de gestión que incentive las buenas prácticas educativas y penalice los resultados imperfectos (parte A de la Figura 1). En segundo lugar, se aplican las reglas de funcionamiento a aquellos centros con resultados mejorables (parte B de la Figura 1). En última instancia, logramos el rediseño de la red pública educativa a través de la aplicación del modelo de gestión de incentivos (parte C de la Figura 1).

Desde el punto de vista académico, la investigación sobre eficiencia escolar está experimentando un crecimiento en el número de publicaciones y aportaciones, tanto teóricas como metodológicas (Coleman, Campbell y Hobson, 1966; Mar-Molinero, Prior, Segovia y Portillo, 2012). La hipótesis central sobre eficiencia escolar establece que ciertas características de la escuela y del entorno impactan en los resultados logrados por los alumnos (Thieme, Prior y Tortosa-Ausina, 2013). Este conjunto de investigaciones ha dado lugar a la aparición de una línea de investigación sobre Mejora de la Eficiencia Escolar (MEE). Se ha producido un notable progreso en esta línea, debido, entre otros factores, al desarrollo de nuevas aplicaciones metodológicas que han mejorado la conceptualización y medición de las razones que explican los resultados del alumnado y de la escuela (Johnson y Ruggiero, 2011). Así, el Análisis Envoltante de Datos (*DEA*, acrónimo de *Data Envelopment Analysis*, método aparecido en el trabajo seminal de Charnes, Cooper y Rhodes, 1978) se ha convertido en una de las técnicas más empleadas en la literatura (Smith y Mayston, 1987; Thieme *et al.*, 2013). En este trabajo se utiliza un enfoque particular de *DEA* centralizado, menos aplicado en la literatura.

En este entorno, el trabajo aborda las siguientes preguntas de investigación: ¿cuál es el nivel de eficiencia de la red pública educativa actual? ¿Es posible optimizar su rendimiento? A partir del concepto de eficiencia técnica nacido en el seno de la Teoría de la Producción (Farrell, 1957) y los postulados de la *Post-New Public Management* (Walker y Boyne, 2006; Zafra-Gómez, Prior, Plata y López-Hernández, 2012; Zafra-Gómez, Rodríguez y Alcaide, 2012) el objetivo principal del trabajo es la evaluación, a través de técnicas frontera, de la eficiencia global de una muestra de centros de la red

educativa pública de *Catalunya*. Asimismo, se pretende establecer las reasignaciones posibles con el fin de optimizar el funcionamiento del sistema en su conjunto.

Los resultados indican que es posible incrementar la eficiencia de los centros sin perder *inputs*⁵ ni *outputs*, aunque esto depende de los objetivos perseguidos por la autoridad política responsable. En este sentido, se proponen tres enfoques para conseguir mejores resultados: 1) expansión de los resultados de los centros; 2) contracción de los gastos de los centros sin perder calidad y 3) un enfoque mixto de los dos anteriores.

La propuesta planteada en este trabajo tiene una aplicación práctica directa, pues establece las acciones necesarias que permiten optimizar la red y redistribuir de forma óptima los recursos. Por otro lado, aporta información valiosa para la toma de decisiones por parte de las Administraciones Públicas de forma que contribuyan a aumentar los niveles de calidad del sistema. A su vez, este trabajo contribuye a la literatura existente, pues utiliza un enfoque teórico hasta ahora no aplicado para la evaluación de la eficiencia escolar.

Una vez concluida esta introducción, en la sección 2 se describe el marco teórico utilizado en esta investigación. En la tercera parte se revisa la literatura sobre eficiencia escolar. Seguidamente, el epígrafe 4 detalla el enfoque metodológico propuesto. A continuación, la sección 5 comenta y discute los resultados obtenidos para, finalmente, en la sección 6 establecer las principales conclusiones e implicaciones del estudio.

2. MARCO TEÓRICO: *POST-NEW PUBLIC MANAGEMENT*

El marco teórico bajo el cual se abordan los objetivos del presente estudio encaja con los postulados de la *Post-New Public Management (PNPM)* (Walker y Boyne, 2006; Zafra-Gómez *et al.*, 2012(1) (2)). Esta nueva forma de gestión de la administración pública nace como reacción a las críticas establecidas a la *New Public Management (NPM)*, debido, entre otros aspectos, a su excesiva descentralización, escaso control vertical, falta de coordinación horizontal entre las unidades organizativas, focalización en los resultados y el distanciamiento de la visión generalizadora y de conjunto de bienestar del ciudadano (Christensen y Læg Reid, 2007(1); Diefenbach, 2009).

⁵ A lo largo del trabajo, se utilizarán los términos *inputs* y *outputs* directamente tomados de la literatura en inglés, en lugar de recursos y resultados.

El nuevo modelo de gestión del sector público se focaliza en los objetivos compartidos a través de las fronteras organizacionales, en lugar de trabajar solo dentro de una organización (*NPM*). El principal objetivo es la re-centralización de la administración pública, de manera que se pueda lograr una mejor coordinación entre las entidades públicas así como una mayor responsabilidad y transparencia (Walker y Boyne, 2006). A su vez, esta corriente reduce la fragmentación a través de la integración estructural, el aumento de la centralización, la mejora de la coordinación y el fortalecimiento de las capacidades centrales políticas y administrativas (Christensen y Lægreid, 2008; Pollitt, 2009; Kuhlmann, 2010).

La Tabla 1 recoge las principales características de este nuevo modelo de gestión pública. Como se puede apreciar, la *PNPM* propicia la reorganización estructural de la administración, de manera que las entidades puedan cooperar y trabajar unidas favoreciendo la coordinación tanto vertical como horizontal, con la finalidad de ofrecer a los ciudadanos un servicio integrado, así como la reducción de costes y la mejora de la eficiencia (Zafra-Gómez *et al.*, 2012(1)).

[Insertar Tabla 1 aquí]

Esta nueva forma de gestión puede ser trasladada a los centros educativos de la red pública ya que el objetivo es diseñar incentivos para que funcionen correctamente, profesionalizar su gestión introduciendo mecanismos de competencia interna y evaluar la eficiencia global del sistema. Desde este punto de vista, los centros educativos son tratados como organizaciones públicas de servicios en las que se produce la transferencia del conocimiento.

El sistema educativo público actual en España se caracteriza por ser burocrático, regulado y dirigido (Heckman, Heinrich y Smith, 1997). Este modelo presenta algunas limitaciones mitigables mediante la introducción, por un lado, de mecanismos de competencia interna para mejorar los incentivos organizativos y, por otro lado, la aplicación de técnicas de gestión para optimizar los incentivos individuales. Ante esta situación, la *PNPM* integra los postulados de la *NPM* (caracterizada por la descentralización y el *outsourcing*) y el modelo burocrático (más autoritario y centralizado), buscando una vuelta a la centralización y coordinación de la administración pública en beneficio de la reducción de costes y mejora de la eficiencia y la calidad.

La aplicación de este enfoque teórico al escenario de la eficiencia escolar supone una importante contribución a la literatura pues, hasta este momento, no encontramos referencias que traten el tema a la luz de esta corriente. El modelo de gestión sugerido por la *PNPM* ha sido aplicado a reformas de Gobierno Local (Christensen y Laegreid, 2007 (2); Pérez *et al.*, 2011; Kinder, 2012; Zafra *et al.*, 2012(1)) y a hospitales públicos (Dent, 2005), pero no a centros educativos públicos. A su vez, este enfoque teórico tiene una gran aplicación práctica, pues concuerda con la reforma educativa que se está llevando a cabo en España, cuyos objetivos son incrementar la calidad del sistema y reducir la tasa de abandono. Así mismo, se pretende mantener un control central (presupuestario, con contenidos comunes y con pruebas periódicas estatales) a la vez que conceder autonomía a los centros.

3. VARIABLES DETERMINANTES DE LA EFICIENCIA ESCOLAR

La línea de investigación sobre MEE toma como base estudios empíricos que tienen por objeto la estimación de la magnitud del impacto de los efectos escolares, de aula y de contexto, que caracterizan una escuela eficiente. Desde su nacimiento, ha aportado una serie de hallazgos que están contribuyendo a conocer y comprender mejor los elementos educativos que inciden en el desarrollo de los alumnos y, con ello, a aportar informaciones útiles para la toma de decisiones en el aula, en la escuela y en el sistema educativo. Desde hace más de dos décadas, investigadores educativos, políticos y docentes han estado preocupados por conocer qué hace a un centro eficiente, es decir, saber qué factores contribuyen a que tenga resultados superiores a los previsibles considerando su contexto (Goldstein y Woodhouse, 2000). Algunos estudios indican que las características educativas y socioeconómicas de los estudiantes no sólo explican las diferencias en el nivel educativo de los alumnos en la escuela, sino también entre las escuelas (Opdenakker y Van Damme, 2001; Elacqua Scheneider y Buckley, 2006; Cervini, 2009; Thieme *et al.*, 2013).

A pesar de la importancia de la medición de la eficiencia escolar y sus múltiples externalidades positivas, no existe un consenso total en la literatura sobre las variables determinantes de la eficiencia de un centro educativo.

La línea de investigación sobre MEE se puede considerar clásica dentro de la investigación educativa. Su inicio lo marca el Informe Coleman (1966), centrado en la problemática de la desigualdad de resultados en educación. Desde su publicación, la investigación sobre este tema ha experimentado un cambio en cuanto a modelos, técnicas de análisis utilizadas, variables incluidas o instrumentos para la recogida de datos. A pesar de sus limitaciones, este informe dio lugar a la línea de investigación conocida como “Función de Producción Educativa” (Boussofiane, Dyson y Thanassoulis, 1991). Asimismo, este trabajo puso de manifiesto la importancia de las características socio-económicas del entorno y su efecto sobre el rendimiento académico de los alumnos.

La Tabla 2 sintetiza las variables utilizadas en la literatura para evaluar la eficiencia escolar. Como se puede observar, en cuanto a la variable de *output*, la mayor parte de los trabajos utilizan como indicador los resultados obtenidos en una prueba de aptitud que sea homogénea para todos los alumnos evaluados. Por otro lado, con respecto a los *inputs* escolares, los estudios distinguen entre las cualidades del profesorado y las condiciones físicas del centro escolar. Por último, en cuanto a los *inputs* no controlables, estos pueden tener diferentes procedencias ya que sus orígenes pueden basarse en las características del propio alumno o en las de su entorno familiar más cercano.

[Insertar Tabla 2 aquí]

A partir de la revisión de la literatura realizada, y a la luz del enfoque teórico seguido, es posible esbozar un modelo de evaluación de la eficiencia escolar que recoja algunas de las variables señaladas (Figura 2).

[Insertar Figura 2 aquí]

Como se puede observar, el modelo que se propone recoge diferentes variables en cada categoría y la unidad de análisis es el centro escolar. En este sentido, es necesario destacar que este modelo no tiene un carácter prescriptivo, más bien contiene elementos descriptivos que constituyen el contexto interno que engloba al sistema educativo nacional. A pesar de su carácter orientativo, este modelo puede ser de gran utilidad para diversos públicos objetivo (profesionales docentes, investigadores o políticos). A su vez, es importante señalar que no disponemos de datos sobre esfuerzo inversor del centro, datos sobre costes ni tampoco datos a nivel alumno.

Los *outputs* del centro vienen condicionados por diferentes *inputs*, dos de ellos controlables (número de profesores y disponibilidad de proyectos de innovación docente), el resto son no controlables. A través de este procedimiento no se sacrifica la calidad de la educación ni tampoco se modifica el número de alumnos que componen la red educativa actual. El objetivo consiste en determinar la eficiencia global y la posibilidad de ineficiencia del sistema. Así mismo, los *outputs* se miden en función de tres indicadores que se consideran al mismo nivel. Sin embargo, en la realidad de la escuela existe un *trade-off* entre número de alumnos que aprueban y la nota media final. Como no contamos con indicación alguna de que un objetivo sea más deseable, los definimos al mismo nivel, a pesar de que algunos centros valorarán uno más que otro, porque la flexibilidad de la tecnología que sirve de referencia lo va a permitir. La variable “número de alumnos con requerimientos docentes especiales” es un indicador de complejidad de los *outputs*. En este sentido, suponemos que este tipo de alumnos requerirá más recursos y atención por parte del profesorado.

Por otro lado, conviene resaltar algunos aspectos sobre los *inputs*. En primer lugar, la variable disponibilidad de proyectos de innovación docente es tratada como *input* en lugar de como *output*. La razón se debe a que ésta es una variable de capital humano y de coherencia interna entre el profesorado del centro, es decir, nos da una idea de la implicación de los profesores en el centro escolar. Así, cuando tome valor 1 indicará que los profesores se involucran más en la gestión del centro, establecen objetivos y cuentan con un proyecto de mejora. A pesar de ser una variable binaria, no divide la muestra en dos grupos. Seguimos la propuesta de Banker y Morey (1986) sobre cómo incorporar variables categóricas en modelos DEA. Una vez aplicado este enfoque conseguimos realizar una valoración indulgente con respecto a los centros que no disponen de este tipo de proyectos. Estos centros serán comparados con aquellos que tampoco posean proyectos de innovación. Por su parte, los que si tengan serán comparados con toda la muestra.

En segundo lugar, consideramos un grupo de variables que representa el nivel de complejidad del centro y el entorno externo del centro. Este conjunto de variables son no controlables ya que el centro no tiene control directo sobre ellas. Dado el elevado número de variables, decidimos llevar a cabo dos análisis factoriales de componentes

principales para reducir variables sin perder información⁶. Finalmente, obtuvimos seis factores de complejidad del centro y tres de contexto externo. Estos factores están incluidos en la Figura 2.

4. METODOLOGÍA

4.1. Variables, Muestra y Fuentes de Obtención

A partir de la revisión de la literatura se obtuvieron una serie de variables que están relacionadas con la MEE (Tabla 3). Ante la dificultad de encontrar una base de datos secundaria, se elaboró una base propia con las variables interesantes para el estudio. Para ello, se contactó con el *Consell d'Avaluació del Sistema Educatiu de la Generalitat de Catalunya*.

[Insertar Tabla 3 aquí]

Después de diversas consultas y negociaciones, se obtuvo una base de datos compuesta por 1695 centros de educación infantil y primaria de *Catalunya* para el curso 2009/2010. Esta cifra representa la práctica totalidad de los centros operativos, tan sólo han sido excluidos aquellos que únicamente ofrecen educación especial y no infantil o primaria. Esta base de datos nos permitirá cumplir con el objetivo principal de este estudio. En segundo lugar, el análisis de la red educativa a través del *DEA* requiere una base de datos en la que se detallan las distancias entre los centros escolares. Para ello, se contactó de nuevo con el *Consell d'Avaluació* y se obtuvo una matriz de distancias entre los centros (en Km.).

Dada la extensión de ambas bases de datos y el objetivo propuesto para este trabajo se consideró que lo más recomendable, como primera aproximación para realizar la evaluación centralizada, sería escoger un área territorial determinada. En concreto, el estudio de la eficiencia escolar será aplicado a los centros que se encuentren ubicados dentro del área territorial del *Vallès Occidental* que constituye una muestra de 132 centros.

⁶ No mostramos las tablas de los análisis factoriales por razones de espacio. Los datos están disponibles a petición del lector.

4.2. Procedimiento Metodológico

A pesar de que la aplicación del *DEA* para medir la eficiencia escolar ha sido extensiva, por ajustarse a las peculiaridades de la medición de la eficiencia en el sector público, los enfoques han considerado las *DMU* (acrónimo del concepto *Decision Making Units*) por separado, ofreciendo un índice de eficiencia relativo de cada unidad frente al resto. Sin embargo, comparativamente, existen pocos estudios que apliquen un enfoque en el que se estudien las unidades de manera conjunta y las proyecten simultáneamente, con un objetivo global (Tabla 4).

[Insertar Tabla 4 aquí]

Hay situaciones en las que las *DMU* operan bajo una dirección centralizada común. Este tipo de escenario es habitual cuando todas las unidades pertenecen a una misma organización que les ofrece los recursos necesarios para obtener resultados, como puede ser el caso de sucursales bancarias, hospitales, universidades, centros escolares⁷ o comisarías de policía. Esta autoridad central, a pesar de estar interesada en la eficiencia de cada unidad, le preocupa también el consumo total de *inputs* de las diferentes *DMU's* y la producción global de *outputs*.

En consecuencia, para desarrollar el objetivo de este trabajo se llevará a cabo un análisis que proyecte las unidades en la frontera de eficiencia de manera conjunta. Para ello es necesario aplicar un enfoque particular de *DEA* centralizado (Lozano y Villa, 2004). En la literatura, existen algunos enfoques previos que consideran las *DMU's* de manera conjunta. Estas aproximaciones de evaluación centralizada han tomado diferentes perspectivas, más o menos centralizadas (Golany, Philips y Rousseau, 1993; Golany y Tamir, 1995; Färe, Grabowski, Grosskopf y Kraft, 1999; Färe, Grosskopf, Kerstens, Kirkley y Squires, 2000; Beasley, 2003; Lozano, Villa y Adenso-Díaz, 2004; Lozano y Villa, 2004, 2005; Giménez-García, Martínez-Parra y Buffa, 2007; Fang y Zhang, 2008; Lozano, Villa y Branlund, 2009; Lozano, Villa y Canca, 2011; Mar-Molinero *et al.*, 2012). En este trabajo se extiende la versión de Mar-Molinero *et al.* (2012) inicialmente propuesta por Lozano y Villa (2004).

⁷ Si tomamos como ejemplo los centros escolares, podemos preguntarnos por qué un profesor debe ser valorado de forma diferente en dos escuelas distintas cuando realiza el mismo trabajo, de la misma forma y para la misma autoridad educativa. Sería mucho más razonable imponer el mismo modelo a todas las unidades que operan bajo esa dirección centralizada (Mar-Molinero *et al.*, 2012).

El modelo DEA centralizado puede tomar diferentes orientaciones dependiendo de los objetivos perseguidos. Por ejemplo, si el objetivo es mejorar los resultados, la orientación correcta es al *output*. De otro lado, si se persigue reducir el presupuesto usaremos una orientación al *input*. Existe otro enfoque, llamado Funciones de Distancia Direccionales (acrónimo de *Directional Distance Function, DDF*) (Chamber, Chung y Färe, 1996). Este enfoque se basa en incrementar los *outputs* y, al mismo tiempo, reducir los *inputs*. Los resultados de este último enfoque se sitúan entre los extremos de los dos anteriores.

Antes de comenzar el proceso es necesario aclarar el significado de los subíndices que aparecen en el desarrollo analítico. $j, r = 1, 2, \dots, n$: subíndices para cada *DMU*. $i = 1, 2, \dots, m$: subíndices para cada *input*. $k = 1, 2, \dots, p$: subíndices para cada *output*. x_{ij} = cantidad de *input* i consumido por la *DMU* j . y_{kj} = cantidad de *output* k producida por la *DMU* j . θ = ratio de eficiencia global. $(\lambda_{1r}, \lambda_{2r}, \dots, \lambda_{nr})$ = vector de intensidad de los *inputs* y *outputs* de cada *DMU* r . d_i simboliza los *inputs* controlables ($d_i = 1, \dots, q$), mientras que nd_i representa los *inputs* no controlables ($nd_i = 1, \dots, s$).

El proceso consta de varias fases: primero, se determinó la eficiencia de la actual red educativa del *Vallès Occidental* con el total de la muestra ($n=132$). A continuación, se contrastó la posibilidad de optimizar la eficiencia de la red. Para ello, se halló el número óptimo de centros que deberían componer el sistema para su funcionamiento fuese eficiente ($n=n^*$). Estas fases se desarrollaron a través del programa *DEA* centralizado propuesto por Lozano y Villa (2004) posteriormente simplificado Mar-Molinero *et al.* (2012).

A continuación, se muestran los programas orientados al *output* y al *input* de Lozano y Villa (2004). Posteriormente, son simplificados con el enfoque de Mar-Molinero *et al.* (2012). Finalmente, presentamos una propuesta específica del modelo *DDF*, el modelo proporcional de Briec (1997).

Modelo fase 1/radial/orientado al output/dual (Lozano y Villa, 2004)

$$\begin{aligned}
 & \max . \theta, \\
 & \text{s.a. :} \\
 & \sum_{r=1}^n \sum_{j=1}^n \lambda_{jr} x_{ij} \leq \sum_{j=1}^n x_{ij}, \quad \forall i = 1, \dots, m, \\
 & \sum_{r=1}^n \sum_{j=1}^n \lambda_{jr} x_{ndij} \leq \sum_{j=1}^n x_{ndij}, \quad \forall ndi = 1, \dots, s, \\
 & \sum_{r=1}^n \sum_{j=1}^n \lambda_{jr} y_{kj} \geq \theta \sum_{r=1}^n y_{kr}, \quad \forall k = 1, \dots, p, \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_{jr} = 1, \quad \forall r = 1, \dots, n, \\
 & \lambda_{jr} \geq 0, \quad \theta \text{ libre}
 \end{aligned}
 \tag{Programa 1A}$$

Modelo fase 1/radial/orientado al input/dual (Lozano y Villa, 2004)

$$\begin{aligned}
 & \min . \theta, \\
 & \text{s.a. :} \\
 & \sum_{r=1}^n \sum_{j=1}^n \lambda_{jr} x_{ij} \leq \theta \sum_{j=1}^n x_{ij}, \quad \forall i = 1, \dots, m, \\
 & \sum_{r=1}^n \sum_{j=1}^n \lambda_{jr} x_{ndij} \leq \sum_{j=1}^n x_{ndij}, \quad \forall ndi = 1, \dots, s, \\
 & \sum_{r=1}^n \sum_{j=1}^n \lambda_{jr} y_{kj} \geq \sum_{r=1}^n y_{kr}, \quad \forall k = 1, \dots, p, \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_{jr} = 1, \quad \forall r = 1, \dots, n, \\
 & \lambda_{jr} \geq 0, \quad \theta \text{ libre}
 \end{aligned}
 \tag{Programa 1B}$$

Estos modelos determinan la eficiencia de la red actual, manteniendo el total de centros operativos. El número de incógnitas de esta formulación es n^2+1 , ya que cada unidad crea n *lambdas* y la eficiencia global θ , también es desconocida. El número de incógnitas a ser estimadas aumenta como una función cuadrática del número de unidades. Esto conduce a problemas si se tiene una muestra relativamente pequeña (Mar-Molinero *et al.*, 2012). Dado esta situación, Mar-Molinero *et al.* (2012) proponen la siguiente simplificación.

Modelo fase 1/radial/orientado al output/dual (Mar-Molinero *et al.*, 2012).

$$\begin{aligned}
 & \max .\theta, \\
 & \text{s.a. :} \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{dij} \leq \sum_{j=1}^n x_{dij}, \quad \forall di = 1, \dots, q, \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ndij} \leq \sum_{j=1}^n x_{ndij}, \quad \forall ndi = 1, \dots, s, \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{kj} \geq \theta \sum_{j=1}^n y_j, \quad \forall k = 1, \dots, p, \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j = n, \\
 & \lambda_j \geq 0, \quad \theta \text{ libre}
 \end{aligned}
 \tag{Programa 2A}$$

Modelo fase 1/radial/orientado al input/dual (Mar-Molinero *et al.*, 2012).

$$\begin{aligned}
 & \min .\theta : \\
 & \text{s.a. :} \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{dij} \leq \theta \sum_{j=1}^n x_{dij}, \quad \forall di = 1, \dots, q, \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ndij} \leq \sum_{j=1}^n x_{ndij}, \quad \forall ndi = 1, \dots, s, \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{kj} \geq \sum_{j=1}^n y_j, \quad \forall k = 1, \dots, p, \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j = n, \\
 & \lambda_j \geq 0, \quad \theta \text{ libre.}
 \end{aligned}
 \tag{Programa 2B}$$

En este caso, dejamos variable el número de centros, lo que se aleja de lo propuesto por Lozano y Villa (2004). El modelo 2A indicará cuál es el número óptimo de centros que deben operar (n^*), manteniendo fijo el *input* actual. Del mismo modo, El modelo 2B indicará cuál es el número óptimo de centros que deben operar (n^*), manteniendo fijo el *output* actual. Estos programas contienen $n+1$ variables de decisión desconocidas, λ_j y θ . Esta es una importante simplificación con respecto a los programas 1A y 1B.

Finalmente, el modelo DDF proporcional se define como sigue:

$$\begin{aligned}
& \max .\theta : \\
& s.a. : \\
& \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{dij} \leq (1-\theta) \sum_{j=1}^n x_{dij}, \quad \forall di = 1, \dots, q, \\
& \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ndij} \leq \sum_{j=1}^n x_{ndij}, \quad \forall ndi = 1, \dots, s, \\
& \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{kj} \geq (1+\theta) \sum_{j=1}^n y_j, \quad \forall k = 1, \dots, p, \\
& \sum_{j=1}^n \lambda_j = n, \\
& \lambda_j \geq 0, \quad \theta \text{ libre}
\end{aligned}$$

(Programa 3)

En la siguiente sección, presentamos los resultados de todos los programas. Sin embargo, es importante señalar cuál es el objetivo del *Departament d'Ensenyament de Catalunya*. Bajo el contexto actual de restricciones presupuestarias, el objetivo perseguido es conseguir la máxima reducción de costes posible. Esto implica que los centros más ineficientes deberían ser cerrados. Más específicamente, el pasado mes de septiembre, el gobierno de *Catalunya* anunció los recortes para el presupuesto de educación⁸. En este sentido, en el curso académico actual *Catalunya* cuenta con 30.000 estudiantes nuevos y 3.000 profesores menos. El presupuesto del *Departament d'Ensenyament de Catalunya* es de 4.335 millones de euros. Esta cifra hunde el presupuesto a niveles del año 2007. Así, dado el objetivo propuesto de reducir el presupuesto educativo, el enfoque más apropiado es el programa 2B. Este modelo determinará el número óptimo de centros que deberían componer la red educativa pública para reducir costes y ser más eficiente.

Una vez establecido el número óptimo de centros el siguiente paso fue reubicar los *inputs* de los centros que desaparecen entre los que sobreviven. Para ello se realizó un *DEA* descentralizado orientado al *input* y con rendimientos variables a escala para el total de unidades ($n=132$). Los índices de eficiencia relativos de cada unidad indican qué centros son los menos eficientes y que por tanto son los candidatos a desaparecer.

⁸ http://ccaa.elpais.com/ccaa/2012/09/10/catalunya/1347309482_488189.html

$$\begin{aligned}
& \min . \theta^{\circ} \\
& s.a.: \\
& \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{dij} \leq \theta^{\circ} x^{\circ}_{dij}, \quad \forall di = 1, \dots, q, \\
& \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ndij} \leq x^{\circ}_{ndij}, \quad \forall ndi = 1, \dots, s, \\
& \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{kj} \geq y^{\circ}_k, \quad \forall k = 1, \dots, p, \\
& \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \quad \forall r = 1, \dots, n \quad (\text{Programa 4}) \\
& \lambda_j \geq 0, \quad \theta \text{ libre}
\end{aligned}$$

En este punto es importante señalar el coste social que provoca la reasignación de *inputs* por el cierre de los centros menos eficientes. Éste hace referencia a la reubicación de profesores⁹ y alumnos entre los centros que sobreviven y continúan operando. En relación a lo anterior, los *inputs* serán reubicados en los centros más cercanos. De esta forma se intentará generar el mínimo tránsito posible en cuanto a desplazamientos.

El proceso de reasignación se llevó a cabo de la siguiente forma: en primer lugar, se comparó cada centro que sobrevive con el *peer* o *benchmark* más eficiente. Una vez identificado, se calcularon las diferencias en términos de alumnos y profesores con respecto al *peer* para cada centro que sigue operativo. De esta forma conocemos qué capacidad de recepción de alumnos y profesores tiene cada centro que compondrá la nueva red. A continuación, se calculó la distancia entre cada centro ineficiente y el resto de la muestra. Posteriormente, se ordenaron las distancias de menor a mayor para, finalmente, reubicar los alumnos y los profesores necesarios entre los centros más cercanos según su capacidad de recepción.

El método de reasignación difiere entre alumnos y profesores. En el primer caso, se realiza por orden de eficiencia, es decir, se reasignan primero los alumnos de los centros menos ineficientes. En el segundo caso, los profesores reubicables se trasladan al centro más necesitado y más cercano. El proceso es el mismo para cada centro que desaparece. Se trata de un proceso iterativo y dinámico de tal forma que, después de la reasignación de *inputs* de cada centro ineficiente, se procede a recalcular la capacidad de recepción

⁹ Se llevó a cabo un análisis del tipo de contrato del profesorado de cada centro. El ahorro en costes del número de profesorado viene determinado por aquellos que tienen contratos temporales.

del resto de centros. Este proceso se puede ver gráficamente en el siguiente diagrama (Figura 3).

[Insertar Figura 3 aquí]

El desarrollo de las anteriores técnicas se llevó a cabo a través de rutinas específicas en el entorno del paquete de optimización GAMS (*General Algebraic Modeling System*).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 5 recoge los resultados de la aplicación de los programas. Las columnas indican el número de programa para cada caso. Si tomamos los modelos de orientación al *output*, podemos afirmar que la red educativa es ineficiente. El nivel de ineficiencia es mayor para el programa 2A que para el 1A. En el primero es posible incrementar los resultados de los alumnos un 16,24% sin consumir más *inputs*, mientras que en el segundo el aumento es del 15,93%. Si examinamos los resultados con más detalle podemos ver que, con el fin de minimizar el coste por centro, lo más eficiente es copiar a los mejores. Las unidades clonadas son los referentes en términos de tamaño y entorno socio-económico. En este sentido, las unidades clonadas en el programa 1A serían el centro 19 (75 veces) y el 31 (57 veces). Por otro lado, el centro 19 es la única unidad que debería ser clonada (127 ocasiones). Este último resultado indica que la red debería estar compuesta por 127 centros en lugar de 132.

Si pasamos a la orientación al *input*, podemos ver resultados similares. La red educativa no es eficiente. En el programa 1B, la eficiencia de la red es del 87,95%. Esta cifra demuestra que se puede conseguir el mismo nivel de resultados de los alumnos ahorrando un 12,05% de los *inputs* controlables. Así mismo, en el enfoque de Mar-Molinero *et al.* (2012) (programa 2B) la red opera con un 86,03% de eficiencia. Posteriormente, volveremos a comentar los resultados de este programa.

Finalmente, la última opción para obtener mejores resultados en la red consiste en maximizar los *outputs* a la misma vez que minimizar *inputs*. Si examinamos el modelo 3A, y manteniendo el número de centros constante, es posible incrementar los resultados de los alumnos y reducir costes en un 6,89%. Sin embargo, si queremos optimizar la

eficiencia de la red, dejaremos el número de centros variable y obtenemos el resultado en 3B. En este caso, es posible incrementar los *outputs* y reducir los *inputs* en un 7,51%.

Una vez explicados los resultados de los diferentes programas, y siguiendo la estrategia del gobierno catalán, pasamos a exponer los resultados de los programas 1B y 2B con orientación al *input* (Tabla 6). Las columnas indican el número de centros para cada caso, siendo las columnas 4 y 6 las más importantes. Cuando aplicamos el programa 1B obtenemos el resultado de la columna 6. Como se ha comentado anteriormente, la eficiencia global del grupo es 0,8795, es decir, se demuestra que los *outputs* del sistema pueden ser conseguidos ahorrando un 12,05% de los *inputs* controlables.

[Insertar Tabla 6 aquí]

Sin embargo, este modelo incluye una restricción no justificada ya que pretende minimizar el *input* controlable manteniendo el número total de centros. Mar-Molinero *et al.* (2012) sugieren que hay situaciones en las que la autoridad central puede modificar la asignación de *inputs* mediante el cierre de las unidades más ineficientes o apertura de nuevas unidades. Bajo la restricción presupuestaria actual, lo indicado es la reducción máxima de los costes, de modo que se optará por el cierre de las unidades menos eficientes. Para hacer esto, ejecutamos el programa 2B cambiando el valor de n en cada ocasión (rango de $n = (0,7)n$ a $(1,8)n$). No existen soluciones factibles para $n < (0,7)n$ ni tampoco para $n > (1,8)n$. Esto significa que sería imposible obtener el nivel de *output* actual con menos de 93 centros (ni más de 238).

A pesar de que la solución $n = 132$ es factible, podemos mejorar los resultados al disminuir el número de centros operativos. El mínimo global ($\theta = 0,8603$) se alcanza cuando $n = 109$ centros (la unidad clonada es la 19 (109 veces) columna 4 de la Tabla 6). En este sentido, podemos afirmar que la unidad 19 es un centro ideal para el sistema y debe ser tomado como referente.

Si observamos con más detalle las principales características del centro 19 observamos que se trata de un centro cuyos alumnos obtienen muy buenas calificaciones. A pesar de ello, se trata de un centro con un número significativo de alumnos con necesidades educativas especiales. A su vez, a pesar de que el nivel socio-económico familiar es elevado, el nivel de desempleo también es considerable. Si observamos las características internas del centro podemos ver que el nivel de complejidad dentro del

aula es bajo. En especial, no cuenta con un número elevado de alumnos extranjeros o con necesidades económicas. El absentismo escolar y del profesorado también es bajo. Finalmente, estamos ante un centro relativamente nuevo y estable. En sus siete años de funcionamiento, sólo ha tenido un cambio del equipo directivo.

A partir de estos resultados, se obtiene un hallazgo importante: al reasignar los *inputs* sobrantes de los centros que desaparecen, estamos consiguiendo centros más grandes, demostrándose así la existencia de rendimientos crecientes a escala. Es decir, los centros que sobreviven reciben alumnos y profesores, consiguiendo centros con más capacidad de alumnos por profesor sin alterar los resultados académicos. Este hecho está totalmente en línea con la estrategia anunciada por el *Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya*. Sin embargo, a diferencia de ésta, el modelo propuesto es selectivo con la reconducción del presupuesto, es decir, no se realizan recortes indiscriminados a todos los centros de la red, tan solo penalizamos a los que obtienen peores resultados.

Desde el punto de vista metodológico, estamos constatando que la existencia de Rendimientos Variables a Escala (RVE) se demuestra viendo con quién se compara a las unidades ineficientes. Analíticamente, dejaremos la restricción $\Sigma\lambda$ libre.

En resumen, el modo de optimizar la eficiencia de la red educativa en la zona del *Vallès Occidental* consiste en aumentar el tamaño de los centros. A través de este procedimiento hemos creado esquema de desempeño interno centralizado que introduce incentivos y motiva el buen funcionamiento de los centros escolares. A su vez logra una mejor coordinación entre las entidades públicas así como una mayor responsabilidad y transparencia (Walker y Boyne, 2006). Como se puede apreciar, los resultados enlazan con la *PNPM* ya que conseguimos una reorganización estructural de la administración, de manera que los centros educativos mejoren su funcionamiento con la finalidad de reducir de costes y mejorar la eficiencia (Zafra-Gómez *et al.*, 2012(2)). La Figura 4 muestra las soluciones que se presentan en la Tabla 6. La línea vertical representa el número de centros operativos actual. Como se puede apreciar, el máximo ahorro en *inputs* se produce para el caso de 109 centros operativos.

[Insertar Figura 4 aquí]

El siguiente paso fue reasignar los alumnos y profesores de los 23 centros que desaparecen. En total se reubicaron 8.263 alumnos entre los centros más cercanos, de manera que ningún alumno tuviese que recorrer más de 4 Km de media. Por su parte, el total de profesores del *Vallès* es 3789. El programa (2B) establece que es posible ahorrar el 13,97% del *input* controlable sin perder *outputs*, este porcentaje representa 529 profesores. La suma de los profesores de los 23 centros que desaparecen es 552, de los cuales 146 fueron reubicados a los centros más cercanos y necesitados.

Finalmente, a pesar de que esta forma de reorganización del sistema educativo es eficiente, no deja de ser restrictiva, pues obliga a desaparecer a los centros con peores resultados. Es necesario destacar la existencia de otras formas de gestión que permitirían mejorar los resultados de la red educativa actual sin que nadie desapareciese. Una alternativa viable sería la descentralización, es decir, dar libertad e información a los agentes económicos para poder escoger los centros educativos. La forma de hacer posible esta libertad de elección radica en la transparencia y en la rendición de cuentas. Por ejemplo, si los centros españoles diesen más información a los padres, éstos podrían decidir mejor¹⁰. Un ejemplo, implantado ya en Estados Unidos o en Inglaterra, es la publicación del Informe de Evaluación de los Inspectores de Educación (Roderick, Jacob y Bryk, 2002). Este mecanismo introduce competencia externa y motiva a que los centros funcionen correctamente sin penalizarles. La publicación de este tipo de informes disciplina a los centros, pues conocen las consecuencias de un mal funcionamiento. A modo de ejemplo, en Inglaterra ya existen este tipo de incentivos a través de organismos como OFSTED que publica anualmente los Informes de Inspección¹¹.

Sin embargo, a pesar de la importancia de este tema, las limitaciones propias del sistema educativo español (sistema de puntuación y empadronamiento) y el objetivo del trabajo impiden que éste sea abordado en profundidad. Por esta razón, será objeto de análisis en posteriores extensiones del mismo.

¹⁰ Sin embargo, el sistema educativo público en España está muy regulado por sistemas de puntuación y distancia desde el lugar de empadronamiento del alumno.

¹¹ Para más información visite la página web del organismo: <http://www.ofsted.gov.uk/>

6. CONCLUSIONES

El presente trabajo da respuesta a la pregunta sobre cuál es el nivel de eficiencia de la red educativa pública del *Vallès Occidental* y, en su caso, si es posible optimizar su rendimiento a través de un enfoque metodológico novedoso. Como se ha podido comprobar, el *DEA* (Charnes *et al.*, 1978) se ha convertido en una de las técnicas más empleadas para medir la eficiencia escolar (Smith y Mayston, 1987; Thieme *et al.*, 2013). Sin embargo, el enfoque particular del *DEA* centralizado ha sido comparativamente menos aplicado.

En esta línea, Lozano y Villa (2004) realizan una importante contribución al diseñar un programa *DEA* centralizado que valora por igual todos los *inputs* y *outputs* independientemente de las unidades que los utilicen o produzcan, respectivamente. Posteriormente, Mar-Molinero *et al.* (2012) demuestran que este modelo *DEA* se puede simplificar considerablemente. En el presente trabajo se aplica tal simplificación y se da un paso más, es decir, se constata que la existencia de RVE se demuestra viendo con quién se compara a las unidades ineficientes ($\Sigma\lambda$ libre).

En este sentido, se presentan tres enfoques diferentes para poder obtener mejoras de eficiencia dentro de la red educativa. Sin embargo, si tomamos la estrategia del gobierno catalán, la mejor opción es seguir una orientación al *input*. Este enfoque nos permite reducir *inputs* sin perder *outputs*. Los resultados de este programa indican que, para la muestra de centros analizada, la red educativa actual es ineficiente. En concreto, sin alterar los resultados obtenidos por los alumnos, el sistema educativo podría ahorrarse el 12,05% de los *inputs*. Para mejorar la eficiencia sin perder *outputs*, el sistema debería estar compuesto por 109 centros, lo que supondría un ahorro del 13,97% de los *inputs*. Este exceso se reparte entre los centros que tengan capacidad para recibir más alumnos y profesores, de acuerdo con restricciones de distancia entre ellos. Por tanto, la forma de mejorar la eficiencia educativa en esta área territorial es incrementando el tamaño de los centros.

Las conclusiones obtenidas tienen importantes implicaciones prácticas para la gestión pues establecen las acciones necesarias que permiten optimizar la red y redistribuir de forma óptima los recursos disponibles. Así, la autoridad central tendrá una justificación objetiva para reforzar a las unidades eficientes e incentivos negativos para las unidades menos eficientes. Este estudio va más allá de una mera aplicación metodológica a un

conjunto de datos, se trata de una aplicación de un caso real y de total actualidad, por lo que la aplicabilidad de los resultados parece muy interesante.

Como se avanzó en la introducción, el sistema actual no incentiva a los centros para que funcionen correctamente, por ello es necesaria una nueva organización que les motive para obtener buenos resultados de manera eficiente. El enfoque propuesto logra una mejor coordinación entre las entidades públicas así como una mayor responsabilidad. Como se puede apreciar, los resultados obtenidos están en línea con la estrategia seguida por el gobierno y con los postulados teóricos de la *PNPM* ya que se consigue una reorganización estructural de la administración, de manera que los centros educativos mejoren su funcionamiento con la finalidad de reducir de costes y mejorar la eficiencia sin alterar los niveles de conocimiento del alumnado. Finalmente, el trabajo presenta una contribución teórica a la literatura pues, hasta el momento, no se han encontrado trabajos que aborden el estudio de la eficiencia escolar bajo este marco teórico.

Sin embargo, a pesar de las implicaciones teóricas y prácticas, el trabajo presenta algunas limitaciones que deben ser señaladas. En primer lugar, la unidad de análisis es el centro escolar. Sería muy interesante poder disponer de datos a nivel de alumno y, más aún, datos sobre la distancia recorrida por el alumno desde donde se encuentre empadronado hasta su centro escolar. Así podríamos perfilar con más nitidez el proceso de reasignación. Por otro lado, se consideran datos de un curso escolar. Para posteriores aplicaciones sería deseable realizar un análisis longitudinal de varios cursos académicos, así podríamos llevar a cabo una evaluación más robusta de valor añadido del centro.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Asmild, M., Paradi, J. C. y Pastor, J. T. (2009), “Centralized Resource Allocation BCC Models”, *Omega. The International Journal of Management Science*, 37, 40-49.
- Athanassopoulos, A. D. (1995), “Goal Programming & Data Envelopment Analysis (GoDEA) for Target-Based Multi-Level Planning: Allocating Central Grants to the Greek Local Authorities”, *European Journal of Operational Research*, 87, 535-550.
- Bacdayan, A. W. (1997), “A Mathematical Analysis of the Learning Production Process and a Model for determining What Matters In Education”, *Economics of Education Review*, 16(1), 25-37.
- Basley, J. E. (2003), “Allocating Fixed Costs and Revenues via Data Envelopment Analysis”, *European Journal of Operational Research*, 147, 198-216.

- Balaguer-Coll, M. y Prior, D. (2009), "Short and Long-Term Evaluation of Efficiency and Quality. An Application to Spanish Municipalities", *Applied Economics*, 41(23), 2991-3002.
- Banker, R. D. y Morey R. (1986), "The Use of Categorical Variables in Data Envelopment Analysis", *Management Science*, 32(12), 1613-1627.
- Bessent, A. M. y Bessent, E. W. (1980), "Determining the Comparative Efficiency of Schools through Data Envelopment Analysis", *Educational Administration Quarterly*, 16(2), 57-75.
- Bessent, A. M.; Bessent, E. W.; Kennington, J. y Reagan, B. (1982), "An Application of Mathematical Programming to Assess Productivity in the Houston Independent School District", *Management Science*, 28(12), 1355-1367.
- Bel, G. Fageda, X. y Warner, M. (2010), "Is Private Production of Public Services Cheaper Than Public Production? A Meta-Regression Analysis of Solid Waste and Water Services", *Journal of Public Policy and Management*, 29(3), 553-577.
- Bifulco, R. y Bretschneider, S. (2001), "Estimating School Efficiency. A Comparison of Methods Using Simulated Data", *Economics of Education Review*, 20(5), 417-429.
- Blau, F. (1996), "Symposium on Primary and Secondary Education", *Journal of Economic Perspectives*, 10(4), 3-8.
- Boussofiene, A.; Dyson, R. G. y Thanassoulis, E. (1991), "Applied Data Envelopment Analysis", *European Journal of Operational Research*, 15(5), 1-15.
- Briec, W. (1997), "A Graph-Type Extension of Farrell Technical Efficiency Measure", *Journal of Productivity Analysis*, 8(1), 95-110.
- Burgess, S. y Rato, M. (2003), "The Role of incentives in the Public Sector: Issues and Evidence", *Oxford Review of Economic Policy*, 19(2), 285-300.
- Cervini, R. A. (2009), "Class, School, Municipal, and State Effects on Mathematics Achievement in Argentina: A Multilevel Analysis", *School Effectiveness and School Improvement*, 20(3), 319-340.
- Coleman, J. S.; Campbell, E. Q. y Hobson, C. J. (1966), "Equality of Educational Opportunity", Washington DC: Government Printing Office.
- Chambers, R. G.; Chung, Y. y Färe, R. (1996), "Benefit and Distance Functions", *Journal of Economic Theory*, 70(2), 407-419.
- Charnes, A.; Cooper, W. W. y Rhodes, E. (1978), "Measuring the efficiency of Decision Making Units", *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.
- Christensen, T. y Læg Reid, P. (2007) (1), "The Whole of Government Approach to Public Sector Reform", *Public Administration Review*, 67(6), 1059-1066.
- Christensen, T. y Læg Reid, P. (2007) (2), "Reformas Post Nueva Gestión Pública: Tendencias Empíricas y Retos Académicos", *Gestión Política y Pública*, 16(2), 539-564.
- Christensen, T. y Læg Reid, P. (2008), "NPM and Beyond – Structure, Culture and Demography", *International Review of Administrative Science*, 74, 7-23.
- Cordero, J. M.; Pedraja, F. y Salinas, J. (2008), "Measuring Efficiency in Education: An Analysis of Different Approaches for Incorporating Non-Discretionary Inputs", *Applied Economics*, 36(10), 1323-1339.
- Cordero, J. M.; Pedraja, F. y Santín, D. (2009), "Alternative Approaches to Include Exogenous Variables in DEA Measures: A comparison using Monte Carlo", *Computers & Operations Research*, 36(10), 2699-2706.
- De Witte, K.; Thanassoulis, E.; Simpson, G.; Battisti, G. y Charlesworth-May, A. (2010), "Assessing Pupil and School Performance by Non-Parametric and Parametric Techniques", *Journal of the Operational Research Society*, 61 (8), 1224-1237.
- Deller, S. C. y Rudnicki, E. (1993), "Production Efficiency in Elementary Education. The Case of Maine Public School", *Economics of Education Review*, 12(1), 45-57.

- Dent, M. (2005), "Post-New Public Management in public sector hospitals? The UK, Germany and Italy", *Policy and Politics*, 33(4), 623-636.
- Dewey, J.; Husted, T. y Kenny, L. (2000), "The Ineffectiveness of School Inputs: A Product of Missespecification?", *Economics of Education Review*, 19, 27-45.
- Diefenbach, T. (2009), "New Public Management in Public Sector Organizations: The Dark sides of Managerialist Enlightenment", *Public Administration*, 87(4), 892-909.
- Ehrenberg, R. G. y Bewer, D. J. (1994), "Do School and Teacher Characteristics Matter? Evidence from High School and Beyond", *Economics of Education Review*, 13(1), 1-17.
- Elacqua, G., Schneider, M., y Buckley, J. (2006), "School choice in Chile: Is it class or the classroom?", *Journal of Policy Analysis and Management*, 25(3), 577-601.
- Fang, L. y Zhang, C. Q. (2008), "Resource Allocation Based on the DEA Model", *Journal of the Operational Research Society*, 59, 1136-1141.
- Färe, R.; Grabowski, R.; Grosskopf, S. y Kraft, S. (1997), "Efficiency of a fixed but Allocatable Input: A Non-Parametric Approach", *Economic Letters*, 56, 187-193.
- Färe, R.; Grosskopf, S.; Kerstens, K.; Kirkley, J. E. y Squires, D. (2000), "Assessing Short-Run and Medium-Run Fishing Capacity at the Industry Level and Its Reallocation", in: *Microbehavior and Macroresults: Proceedings of the Tenth Biennial Conference of the International Institute of Fisheries Economics and Trade (IIFET)*, July 10-14, Corvallis, Oregon, USA.
- Farrell, M. J. (1957), "The measurement of Efficiency Productive", *Journal of the Royal Statistical Society, Serie A*, 120, 21-35.
- Giménez-García, V. M.; Martínez-Parra, J. L. y Buffa, F. P. (2007), "Improving Resource Utilization in Multi-Unit Networked Organizations: The Case of a Spanish Restaurant Chain", *Tourism Management*, 28, 262-270.
- Golany, B.; Phillips, F. Y. y Rousseau, J. J. (1993), "Models for Improved Effectiveness Based on DEA Efficiency Results", *IIE Transactions*, 25(6), 2-10.
- Golany, B. y Tamir, E. (1995), "Evaluating Efficiency-Effectiveness-Equality Trade-offs: a Data Envelopment Analysis approach", *Management Science*, 41(7), 1172-1184.
- Goldstein, H. y Woodhouse, G. (2000), "School Effectiveness Research and Educational Policy", *Oxford Review of Education*, 26(3), 353-363.
- Hanushek, E. A. (1971), "Teachers Characteristics and Gains in Student Achievement: Estimating Using Micro Data", *American Economic Review*, 61(5), 280-288.
- Hanushek, E. A. (1986), "The Economics of Schooling: Production and Efficiency in Public Schools", *Journal of Economics Literature*, 24(3), 1141-1177.
- Heckman, J. J.; Heinrich, C. J. y Smith, J. A. (1997), "Assessing the performance of performance standars in public bureaucracies", *American Economic Review*, 87(2), 389-395.
- Heinrich, C. J. y Marschke, G. (2009), "Incentives and their dynamics in public sector performance management systems", *working paper*.
- INE (2011), INE Base, estadísticas.
- Johnson, A. L. y Ruggiero, J. (2011), "Nonparametric Measurement of Productivity and Efficiency in Education", *Annals of Operations Research*, forthcoming. DOI 10.1007/s10479-011-0880-9.
- Kinder, T. (2012), "Learning, Innovating and Performance in Post-New Public Management of Locally Delivered Public Services", *Public Management Review*, 14(3), 403-428.
- Krueger, A. B. y Lindahl, M. (2001), "Education and Growth: why and for whom?", *Journal of Economic Literature*, 39, 1101-1136.
- Kuhlmann, S. (2010), "New Public Management for the Classical Continental European Administration: Modernization at the Local Level in Germany, France and Italy", *Public Administration*, 88(4), 1116-1130.

- Lozano, S. y Villa, G. (2004), "Centralized Resource Allocation Using Data Envelopment Analysis", *Journal of Productivity Analysis*, 22, 143–61.
- Lozano, S.; Villa, G. y Adenso-Díaz (2004), "Centralized Target Setting for Regional Recycling Operations Using DEA", *OMEGA, The International Journal of Management Science*, 32, 101-110.
- Lozano, S. y Villa, G. (2005), "Centralized DEA Models with the Possibility of Downsizing", *Journal of the Operational Research Society*, 56, 357–364.
- Lozano, S.; Villa, G. y Braennlund, R. (2009), "Centralized Reallocation of Emission Permits using DEA", *European Journal of Operational Research*, 193, 752-760.
- Lozano, S.; Villa, G. y Canca, D. (2011), "Application of Centralized DEA Approach to Capital Budgeting in Spanish Ports", *Computers & Industrial Engineering*, 60, 455-465.
- Madaus, G. F.; Kellaghan, T.; Rakow, E. A. y King, D. J. (1979), "The Sensitivity of Measures of Schools Effectiveness", *Harvard Educational Review*, 49(2), 207-230.
- Mancebón, M. J. y Mar-Molinero, C. (2000), "Performance in primary schools", *Journal of the Operational Research Society*, 51, 843-854.
- Mancebón, M. J. y Muñiz, M. (2007), "Private versus Public High Schools in Spain: Disentangling Managerial and Programme Efficiencies", *Journal of the Operational Research Society*, 59(7), 892-901.
- Mar-Molinero, C.; Prior, D.; Segovia, M. M. y Portillo, F. (2012), "On Centralized Resource Utilization and its Reallocation by using DEA", *Annals of Operations Research*, DOI: 10.1007/s10479-012-1083-8.
- Mizala, A.; Romaguera, P. y Farren, D (2002), "The technical efficiency of schools in Chile", *Applied Economics*, 34(12), 1533-1552.
- Muñiz, M. (2002), "Separating Managerial Inefficiency and External Conditions in Data", *European Journal of Operational Research*, 143(3), 625-643.
- Muñiz, M.; Paradi, J.; Ruggiero, J. y Yang, Z. (2006), "Evaluating Alternative DEA Models used to Control for Non-Discretionary Inputs", *Computers and Operations Research*, 33, 1173-1183.
- Nesterenko, V. y Zelenyuk, V. (2007), "Measuring Potential Gains From Reallocation of Resources", *Journal of Productivity Analysis*, 28, 107–116.
- Opdenakker, M. C. y Van Damme, J. (2001), "Relationship between School Composition and Characteristics of School Process and their Effect on Mathematics Achievement", *British Educational Research Journal*, 27(4), 407–432.
- Ouellette, P. y Vierstraete, V. (2005), "An Evaluation of the Efficiency of Québec School Boards using Data Envelopment Analysis Method", *Applied Economics*, 37(14), 1643-1653.
- Ouellette, P. y Vierstraete, V. (2010), "Malmquist Indexes with Quasi-fixed Inputs: An Application to School Districts in Québec", *Annals of Operations Research*, 173(1), 57-76.
- Pepin, B. (1999), "Mobility of Mathematics Teachers across England, France and Germany", *European Educational Researcher*, 5(1), 5-15.
- Pérez, G.; Ortiz, D.; Zafra, J. L. y Alcaide, L. (2011), "De la New Public Management a la Post New Public Management, evolución de las reformas en la gestión de las administraciones públicas españolas", *Revista de Contabilidad y Dirección*, 13, 129-150.
- Phillips, M. (1997), "What Makes Schools Effective? A Comparison of the Relationships of Communitarian Climate and Academic Climate to Mathematics Achievement and Attendance During Middle School", *American Educational Research Journal*, 34(4), 633–662.
- Pollitt, C. (2009), "Bureaucracies Remember, Post-Bureaucratic Organizations Forget?", *Public Administration*, 87(2), 198–218.

- Ray, S. C. (1991), "Resource use Efficiency in Public Schools: A Study of Connecticut Data", *Management Science*, 37(12), 1620-1628.
- Roderick, M.; Jacob, B. A. y Bryk, A. S. (2002), "The impact of high-stakes testing in Chicago on student achievement in the promotional gate grades", *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 24(4), 333-357.
- Ruggiero, J. (1998), "Non-Discretionary Inputs in Data Envelopment Analysis", *European Journal of Operational Research*, 111, 461-469.
- Ruggiero, J.; Duncombe, W. y Miner, J. (1995), "On the Measurement and Causes of Technical Inefficiency in Local Public Services: With an Application to Public Education", *Journal of Public Administration Research and Theory*, 5(4), 403-428.
- Silva-Portela, M. C. A. y Camacho, A. S. (2010), "Analysis of Complementary Methodologies for the Estimation of School Value Added", *Journal of the Operational Research Society*, 61(7), 1122-1132.
- Silva-Portela, M. C. A. y Thanassoulis, E. (2001), "Decomposing School and School-Type Efficiency", *European Journal of Operational Research*, 132, 357-373.
- Smith, P. y Mayston, D. (1987), "Measuring Efficiency in the Public Sector", *OMEGA International Journal of Management Science*, 15(3), 181-189.
- Thanassoulis, E. (1993), "A Comparison of Regression Analysis and Data Envelopment Analysis as Alternative Methods for Assessing Performance", *Journal of the Operational Research Society*, 44, 1129-1145.
- Thanassoulis, E. (1999), "Setting Achievements Targets for School Children", *Education Economics*, 7(2), 101-119.
- Thanassoulis, E. y Dunstan, P. (1994), "Guiding Schools to Improved Performance Using Data Envelopment Analysis: An Illustration with Data from Local Education Authority", *Journal of the Operational Research Society*, 45(11), 1247-1262.
- Thanassoulis, E. y Silva Portela, M. C. A. (2002), "School Outcomes: Sharing the Responsibility between Pupil and School", *Education Economics*, 10(2), 183-207.
- Thieme, C.; Prior, D. y Tortosa-Ausina, E. (2013), "A Multilevel Decomposition of School Performance Using Robust Nonparametric Frontier", *Economics of Education Review*, 32, 104-121.
- Walker, R. M. y Boyne, G. A. (2006), "Public Management Reform and Organizational Performance: An empirical assessment of the U.K. Labour government's public service improvement strategy", *Journal of Policy Analysis and Management*, 25(2), 371-393.
- Zafra-Gómez, J. L.; Prior, D.; Plata, A. M. y López-Hernández, A. M. (2012)(1), "Reducing costs in times of crisis: delivery forms in small and medium sized local governments' waste management services", *Public Administration*, forthcoming DOI: 10.1111/j.1467-9299.2011.02012.x.
- Zafra-Gómez, J. L.; Rodríguez, M. P. y Alcaide, L. (2012) (2), Contrasting New Public Management (NPM) Versus Post-NPM through Financial Performance: A Cross-Sectional Analysis of Spanish Local Governments, *Administration and Society*, DOI: 10.1177/0095399711433696.

Tabla 1. Características de la PNPM

Configuración	Re-Centralización: coordinación vertical y horizontal
Concepción del ciudadano	Orientación al ciudadano: responsabilidad, información y rendición de cuentas.
Regulación	Ley Administrativa: transparencia
Procesos	Profesionalización de la gestión
Estructura	Redes de trabajo
Evaluación	Control y evaluación de la gestión
Personal	Profesionalización del funcionariado

Fuente: Pérez *et al.* (2011: 134).

Tabla 2. Recopilación estudios sobre eficiencia escolar

<u>TIPO DE VARIABLE</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>ARTÍCULOS</u>
INPUTS ESCOLARES (nivel de centro)	<u>Cualidades del profesorado</u> (personales y didácticas, experiencia, papel de la dirección, política de evaluación, proyectos de innovación, metodología docente).	Bessent y Bessent (1980); Bessent <i>et al.</i> (1982); Hanushek (1986); Smith y Mayston (1987); Deller y Rudnicki (1993); Ehrenberg y Bewer (1994); Ruggiero <i>et al.</i> (1995); Phillips (1997); Dewey, Husted y Kenny (2000); Opdenakker y Van Damme (2001); Silva-Portela y Thanassoulis (2001); Ouellette y Vierstraete (2005); Ouellette y Vierstraete (2010); Johnson y Ruggiero (2011); Mar-Molinero <i>et al.</i> (2012).
	<u>Condiciones físicas del centro</u> (tamaño y clima del centro, presupuesto del centro, pistas deportivas, laboratorios).	Hanushek (1986); Smith y Mayston (1987); Deller y Rudnicki (1993); Phillips (1997); Dewey, Husted y Kenny (2000); Opdenakker y Van Damme (2001); Silva-Portela y Thanassoulis (2001); Ouellette y Vierstraete (2005); Ouellette y Vierstraete (2010); Mar-Molinero <i>et al.</i> (2012).
INPUTS NO CONTROLABLES (nivel alumno y contexto)	<u>Características personales del alumno</u> (personalidad, motivación, aspiraciones académicas).	Bessent y Bessent (1980); Bacdayan (1997); Mancebón y Muñiz (2007); Johnson y Ruggiero (2011).
	<u>Características entorno familiar</u> (características socio-económico-educativas familiares, implicación de la familia, efecto <i>spill-over</i> del grupo de amigos).	Coleman <i>et al.</i> (1966); Hanushek (1971); Smith y Mayston (1987); Thanassoulis y Dunstan (1994); Ruggiero <i>et al.</i> (1995); Pepin (1999); Mancebón y Mar-Molinero (2000); Silva-Portela y Thanassoulis (2001); Ouellette y Vierstraete (2005); Mancebón y Muñiz (2007); Cordero, Pedraja y Salinas (2008).
OUTPUT	<u>Rendimiento académico</u> (resultados prueba homogénea, número de aprobados, repetidores, alumnos con necesidades especiales).	Madaus, Kellaghan, Rakow y King (1979); Smith y Mayston (1987); Ray (1991); Thanassoulis y Dunstan (1994); Ruggiero <i>et al.</i> (1995); Mancebón y Mar-Molinero (2000); Silva-Portela y Thanassoulis (2001); Ouellette y Vierstraete (2005); Mancebón y Muñiz (2007); Ouellette y Vierstraete (2010); Johnson y Ruggiero (2011); Mar-Molinero <i>et al.</i> (2012).

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Descripción de las variables

VARIABLE		TIPO DE VARIABLE	DESCRIPCIÓN	FUENTE
X1	Número de profesores	<i>Input</i> controlable	Número total de profesores del centro	SIDEN ¹²
X2	Disponibilidad de proyectos de innovación docente	<i>Input</i> controlable	Indicador de calidad. Disponibilidad de proyectos de innovación (0.- No, 1.- Si)	<i>Inspecció, Departament d'Ensenyament</i>
Xnd1	Nivel de movilidad del alumnado	<i>Input</i> no controlable	Factor que representa el movimiento total de estudiantes (entradas y salidas)	<i>Inspecció, Departament d'Ensenyament</i>
Xnd2	Alumnos de nueva incorporación	<i>Input</i> no controlable	Factor que representa los alumnos de nueva incorporación (al principio o a durante el curso)	<i>Inspecció, Departament d'Ensenyament</i>
Xnd3	Absentismo del profesorado	<i>Input</i> no controlable	Factor que representa las ausencias del profesorado durante el año académico	<i>Inspecció, Departament d'Ensenyament</i>
Xnd4	Absentismo del alumnado	<i>Input</i> no controlable	Factor que representa las ausencias del alumnado durante el año académico (más del 75% de los días)	<i>Inspecció, Departament d'Ensenyament</i>
Xnd5	Profesores de nueva incorporación	<i>Input</i> no controlable	Factor que representa los profesores de nueva incorporación	<i>Inspecció, Departament d'Ensenyament</i>
Xnd6	Inestabilidad del equipo directivo	<i>Input</i> no controlable	Factor que representa los cambios en el equipo directivo desde que el centro comenzó a operar	<i>Inspecció, Departament d'Ensenyament</i>
Xnd7	Nivel socio-económico familiar	<i>Input</i> no controlable	Factor que representa la categoría laboral de los padres	IDESCAT ¹³
Xnd8	Nivel de desempleo familiar	<i>Input</i> no controlable	Factor que representa el nivel de desempleo de las familias del centro	<i>Inspecció, Departament d'Ensenyament</i>
Xnd9	Nivel de complejidad del alumnado	<i>Input</i> no controlable	Factor que representa el nivel de complejidad en el aula (extranjeros, becas de comedor, necesidades económicas especiales)	<i>Inspecció, Departament d'Ensenyament</i>
Y1	Número de alumnos aprobados	<i>Output</i>	Total de alumnos matriculados – alumnos repetidores – alumnos absentistas (más de un 75% de faltas al trimestre)	<i>Inspecció, Departament d'Ensenyament</i>
Y2	Nota media prueba de sexto curso	<i>Output</i>	Mide la calidad de la enseñanza del centro a través de la media total de las calificaciones obtenidas por los alumnos en la prueba general de evaluación de sexto curso	<i>Consell d'Avaluació del Sistema Educatiu, Generalitat de Catalunya</i>
Y3	Número de alumnos con requerimientos docentes especiales	<i>Output</i>	Total de alumnos con necesidades educativas especiales (clases de apoyo)	SIDEN

Fuente: elaboración propia.

¹² SIDEN: Sistema de Información Estadística de *Catalunya*.

¹³ IDESCAT: *Institut d'Estadística de Catalunya*.

Tabla 4. Estudios sobre eficiencia escolar que aplican el DEA

METODOLOGÍAS FRONTERA: Técnicas no paramétricas
- DEA: Bessent y Bessent (1980); Bessent <i>et al.</i> (1982); Smith y Mayston (1987); Ruggiero <i>et al.</i> (1995); Mancebón y Mar-Molinero (2000); Bifulco y Bretschneider (2001); Silva-Portela y Thanassoulis (2001); Mizala <i>et al.</i> (2002); Ouellette y Vierstraete (2005).
- DEA multi-etápico: Ray (1991); Ruggiero (1998); Muñiz (2002); Muñiz, Paradi, Ruggiero y Yang (2006); Cordero, Pedraja y Santín (2009), Cordero, Pedraja y Santín (2010).
- DEA multinivel: Thanassoulis (1999); Silva-Portela y Thanassoulis (2001); Thanassoulis y Silva-Portela (2002); Mancebón y Muñiz (2007); Cervini (2009); Silva-Portela y Camacho (2010); Thieme <i>et al.</i> (2013).
- DEA centralizado: Athanassopoulos (1995); Lozano y Villa (2004, 2005); Lozano, Villa y Adenso-Diaz (2004); Giménez-García, Martínez-Parra y Buffa (2007); Nesterenko y Zelenyuk (2007); Fang y Zhang (2008); Asmild, Paradi y Pastor (2009); Lozano, Villa y Braennlund (2009); Oullette y Vierstraete (2010); Lozano, Villa y Canca (2011); Mar-Molinero <i>et al.</i> (2012).
- DEA dinámico: Oullette y Vierstraete (2010); Johnson y Ruggiero (2011).
- Free Disposal Hull: De Witte, Thanassoulis, Simpson, Battisti y Charlesworth-May (2010).
- Datos simulados: Thanassoulis (1993); Ruggiero (1998); Muñiz, Paradi, Ruggiero y Yang (2006); Cordero, Pedraja y Santín (2009).

Fuente: elaboración propia.

Table 5. Resultados de los programas

Programa	(1A)	(2A)	(1B)	(2B)	(3A)	(3B)
Modelo	Lozano y Villa, 2004 (OO)	Mar-Molinero <i>et al.</i> , 2012 (OO)	Lozano y Villa, 2004 (IO)	Mar-Molinero <i>et al.</i> , 2012 (IO)	DDF (Briec, 1997)	DDF (Briec, 1997)
Centros	n	n*	n	n*	n	n*
Eficiencia global (Θ)	1.159370601	1.16242989	0.879514722	0.86026693	0.068941907	0.07511452
λ						
19	75	126.3	23.72932933	108.651714	38.75223945	116.813036
31	57	0	78	0	78	0
37	0	0	30.27067067	0	15.24776055	0
$\Sigma\lambda$	132	127	132	109	132	117

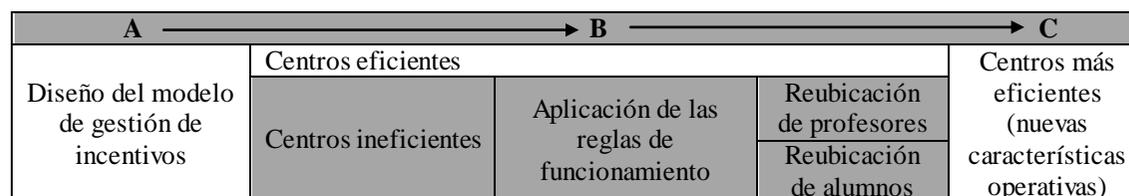
Fuente: elaboración propia.

Tabla 6. Resultados de la aplicación de los programas 1B y 2B (n = 132)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
Centros	(0.7)n	(0.8)n	n*	(0.9)n	n	(1.1)n	(1.2)n	(1.3)n	(1.4)n	(1.5)n	(1.6)n	(1.7)n	(1.8)n
Eficiencia global (Θ)	0.925917	0.862741	0.860267	0.865831	0.87951	0.893507	0.90801	0.9225	0.93701	0.9515	0.9660485	0.9806221	0.9951958
λ													
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.997984	33.370347	56.742709
19	21.8087	55.13773	108.6517	37.00263	23.7293	14.28599	11.1615	8.037	4.91246	1.7879	0	0	0
27	59.51167	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	78	78	73.13809	60.2548	47.372	34.4883	21.605	15.993952	20.11104	24.228128
37	0	0	0	3.797368	30.2707	57.77592	86.9837	116.19	145.399	174.61	185.20806	170.91861	156.62916
50	0	50.46227	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
95	11.07963	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$\Sigma\lambda$	92.4	105.6	108.6517	118.8	132	145.2	158.4	171.6	184.8	198	211.2	224.4	237.6

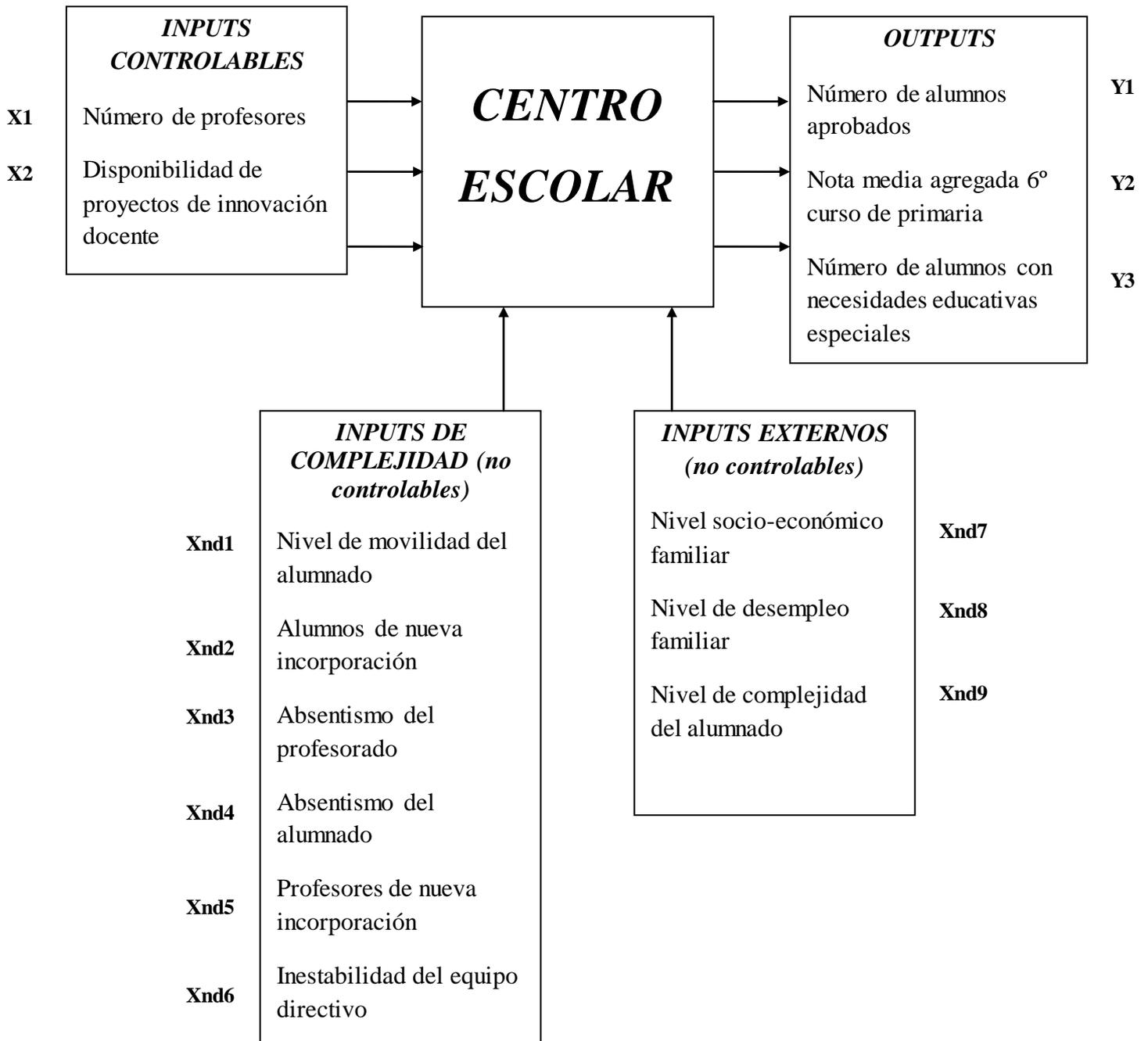
Fuente: elaboración propia.

Figura 1. Secuencia del esquema de funcionamiento



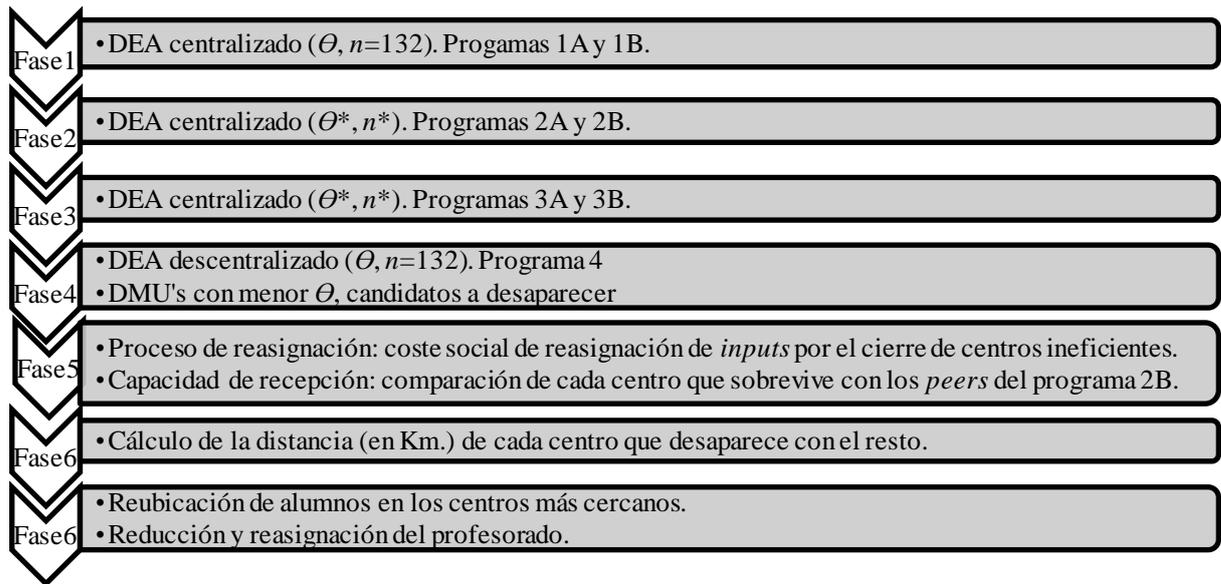
Fuente: elaboración propia.

Figura 2. Modelo de evaluación de la eficiencia escolar



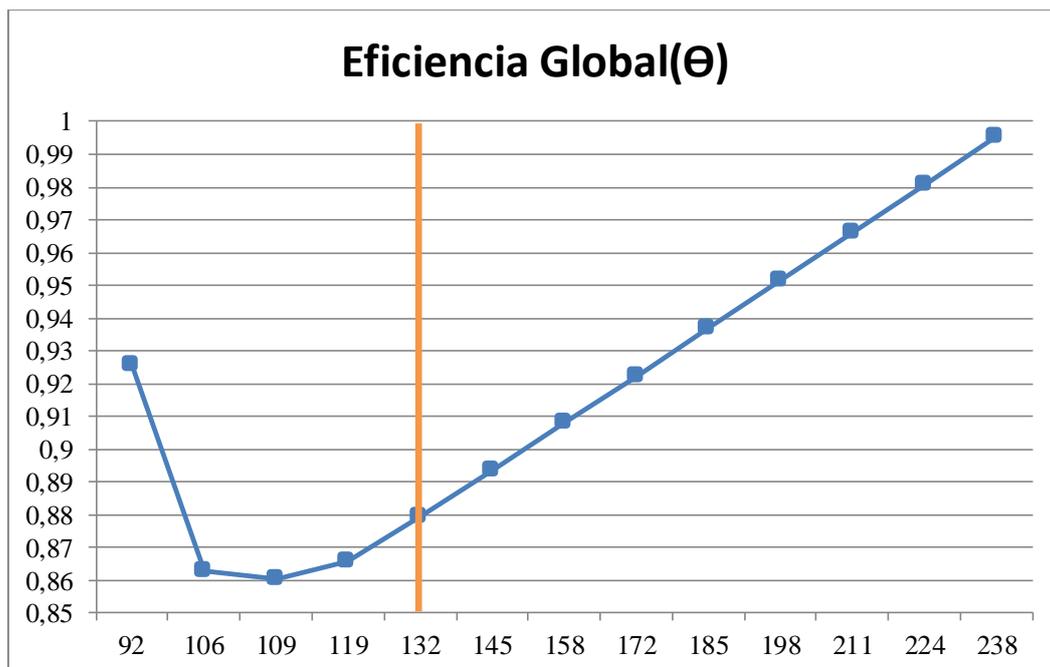
Fuente: elaboración propia.

Figura 3. Síntesis del proceso de evaluación y reasignación



Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Resultados del proceso de reasignación



Fuente: elaboración propia.