

2. El rendimiento educativo y sus determinantes según PISA: Una revisión de la literatura en España

José Manuel Cordero Ferrera, *Universidad de Extremadura*

Eva Crespo Cebada, *Universidad de Extremadura*

Francisco Pedraja Chaparro, *Universidad de Extremadura*

Rosa Simancas Rodríguez, *Universidad de Extremadura*

El rendimiento educativo y sus determinantes según PISA: Una revisión de la literatura en España

José Manuel Cordero Ferrera, *Universidad de Extremadura*

Eva Crespo Cebada, *Universidad de Extremadura*

Francisco Pedraja Chaparro, *Universidad de Extremadura*

Rosa Simancas Rodríguez, *Universidad de Extremadura*

Resumen

La publicación de los resultados de la cuarta oleada del Informe PISA ha vuelto a poner de relieve la distancia que sigue existiendo entre nuestro país y nuestros principales competidores. El evidente interés por reducir esa distancia ha dado lugar en los últimos años a la proliferación de estudios empíricos que, tomando como base la información proporcionada por esta base de datos, han tratado de indagar acerca de cuáles son los principales determinantes del rendimiento educativo en nuestro país. El objetivo de este trabajo consiste en la revisión sistemática de estas investigaciones con el propósito de clasificarlos, ordenarlos y extraer sus principales conclusiones, cuyo interés para el desarrollo de medidas de política educativa resulta evidente.

Palabras clave: Educación, PISA, Survey, Regresión, Eficiencia.

Clasificación JEL: D20, I22.

1. Introducción

La reciente publicación de los resultados del Informe PISA 2009 ha vuelto a tener un fuerte impacto tanto en los medios de comunicación como en la vida política del país, como consecuencia de la discreta posición que ocupa nuestro país en comparación con los países de su entorno más cercano², claramente por debajo de la media de OCDE y superado por la mayoría de los países de la Unión Europea.

Esta evidencia suele generar un clima de insatisfacción que viene acompañado por un creciente interés por identificar los principales factores explicativos de estos resultados, con el fin de poder instrumentar medidas de política educativa encaminadas a mejorar el rendimiento de los alumnos (Fuentes, 2009). Lamentablemente, esta tarea no resulta sencilla. De hecho, el estudio de estos factores constituye uno de los grandes paradigmas de la economía de la educación desde la aparición de los primeros trabajos en este campo a mediados del siglo pasado. En el ámbito concreto de nuestro país, si bien los esfuerzos son bastante más recientes, una abundante literatura se ha ocupado de esta cuestión desde mediados de los años ochenta. Los primeros trabajos que abordaron esta tarea se encontraron con una importante limitación derivada de la escasez de información disponible sobre el rendimiento académico y sobre las circunstancias socioeconómicas y culturales del alumnado de los centros escolares. De hecho, la mayor parte de estos trabajos se han debido realizar sobre la base de encuestas diseñadas y aplicadas *ad hoc* por cada investigador (es el caso de los estudios realizados por Mancebón, 1996; Muñiz, 2000 y Cordero, 2006). Además, la información disponible se refería a datos agregados a nivel de escuela, lo que implica restricciones, pues no resulta posible descomponer los distintos efectos que tienen los servicios educativos sobre alumnos de características diferentes.

² No obstante, autores como Marchesi (2006) o Carabaña (2007) defienden que estamos en el lugar que nos corresponde de acuerdo a nuestro nivel socioeconómico y volumen de gasto educativo.

Desde finales de los años noventa, la aparición de diversos estudios realizados a nivel internacional como TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*), IALS (*International Assessment of Literacy Survey*), PIRLS (*Progress in International Reading Literacy Study*) y, especialmente, PISA (*Programme for International Student Assessment*), supuso un importante avance para la comunidad investigadora, al ofrecer un volumen de información amplio y detallado a nivel de alumno, lo que hacía posible la realización de estudios más meticulosos sobre los condicionantes del proceso de aprendizaje que tiene lugar en las escuelas. De hecho en los últimos años, son muchos los trabajos empíricos que se han realizado en nuestro país tomando como referencia esta base de datos.

El objetivo de este trabajo es dar a conocer las utilidades de PISA como herramienta de análisis del rendimiento educativo y los principales factores que inciden sobre éste, obviando por tanto otros posibles enfoques basados en las desigualdades educativas o la comparación internacional, los cuales quedan fuera del ámbito de nuestro análisis. Con este propósito, el trabajo analiza la utilidad de la información proporcionada por esta base de datos y examina los diferentes enfoques que pueden adoptarse para su evaluación, mediante una revisión de los trabajos que han utilizado este estudio en el contexto español. Esta revisión de la literatura, no sólo nos permite identificar algunos elementos clave para explicar y comprender la realidad de la educación secundaria en España, sino que además nos ofrece información de gran utilidad para el diseño de políticas educativas encaminadas a la mejora del rendimiento escolar.

De acuerdo a estos propósitos, el texto se organiza de la siguiente forma. En la sección segunda se ofrece una descripción de la información proporcionada por la base de datos PISA, junto a una valoración de la misma basada en la literatura sobre la función de producción educativa. La sección tercera describe y clasifica los diferentes enfoques empleados para la evaluación en este contexto tomando como referencia los trabajos realizados en nuestro país durante la última década. Por último, la sección final refleja las principales conclusiones que se derivan del estudio realizado, así como sus implicaciones desde el punto de vista de la política educativa.

2. El informe PISA

El informe PISA es una iniciativa impulsada por la OCDE a finales de los años noventa con el propósito de evaluar a escala internacional y de manera periódica las destrezas o competencias generales que deben poseer los alumnos cuando finalizan o están a punto de finalizar la escolaridad obligatoria, lo que justifica que se fije población objetivo a los alumnos de 15 años. La finalidad del estudio es generar indicadores sobre aspectos relacionados con el rendimiento educativo que puedan ser de utilidad tanto para investigadores como para los responsables políticos. Los instrumentos empleados en la evaluación siguen unas directrices comunes, lo que permite la comparación de los distintos indicadores. Los estudios se realizan cada tres años. La primera evaluación tuvo lugar en el año 2000 y la última está prevista en el año 2015.

En la evaluación participan países miembros de la OCDE, junto con un grupo cada vez más numeroso de países asociados³. El estudio evalúa el rendimiento de los alumnos en tres ámbitos: comprensión lectora, matemáticas y resolución de problemas y comprensión de textos científicos. No obstante, debe aclararse que no se evalúan contenidos curriculares, sino que las pruebas dan énfasis al dominio de procesos, a la comprensión de conceptos y a la capacidad de desenvolverse en distintas situaciones⁴. De esta forma se facilita la comparación entre los resultados de los

3 El total de países participantes fue de 32 en 2000, 41 en 2003, 57 en 2006 y 65 en 2009 (33 pertenecientes a la OCDE y 327 asociados).

4 Este planteamiento ha dado lugar a una corriente crítica que considera que los mediocres resultados obtenidos por los alumnos españoles en PISA no obedece a una peor preparación, sino a que el currículo español tiene una

diferentes países participantes, independientemente de las diferentes formas de organización educativa y del currículo escolar.

En cada una de las ediciones se trata con mayor profundidad uno de los ámbitos mencionados⁵. Hasta el momento han tenido lugar cuatro oleadas de este estudio (2000, 2003, 2006 y 2009), centrándose respectivamente en lectura, matemáticas, ciencias y, nuevamente, en lectura. Esto permite una extensa y detallada visión sobre la educación de los estudiantes cada nueve años, con una aproximación de su evolución cada tres años. No obstante, los resultados de distintos años no son comparables, puesto que tanto los alumnos como las escuelas participantes son distintos.

La información proporcionada por esta base de datos pretende adaptarse a la estructura tradicional de la función de producción educativa definida por Levin (1974) y Hanushek (1979), cuya formulación básica puede expresarse de la siguiente manera: $A_{ij} = f(S_{ij}, B_{ij}, P_{ij}, I_{ij})$; donde A_{ij} representa el output del proceso educativo del alumno i en la escuela j , que depende de un conjunto de factores representados por los inputs escolares (S_{ij}), las características socioeconómicas de los estudiantes (B_{ij}), las influencias de los compañeros o efecto *peer group* (P_{ij}) y la capacidad innata del alumno (I_{ij}).

El output educativo en PISA está representado por el resultado obtenido por los alumnos en una prueba de conocimientos estandarizada, los denominados “*test scores*”. Una de las grandes ventajas que ofrece el proyecto PISA en relación a las medidas del output educativo es que no evalúa las capacidades o destrezas mediante una puntuación en escala continua. Este procedimiento está basado en la teoría de la respuesta al ítem desarrollada por Rasch (1960/1980), según la cual las dificultades de cada pregunta y las habilidades del alumno son estimadas de manera simultánea. Dado que cada individuo responde solamente a un número limitado de ítems del test, hay que estimar cuál sería el resultado considerando el total de los ítems utilizados en la evaluación. El indicador resultante se define como una variable continua que utiliza como referencia el resultado de los alumnos a escala internacional, con un valor medio de 500 puntos y una desviación estándar de 100 puntos.

El uso de esta metodología implica que, en lugar de trabajar con un valor medio puntual de los conocimientos de cada alumno, se utilicen cinco valores extraídos aleatoriamente de la distribución de resultados, denominados *valores plausibles* (Wu y Adams, 2002), entendidos como una representación del rango de habilidades que tiene cada estudiante. Asimismo, los propios Manuales de Datos del Informe (OECD, 2001, 2005, 2007, 2009) establecen que, a la hora de estimar cualquier estadístico poblacional, es necesario realizar una estimación usando cada uno de los valores plausibles separadamente para, posteriormente, calcular el promedio de los estadísticos obtenidos con cada uno de los valores plausibles. La opción de tomar el valor medio de los cinco valores y calcular posteriormente los estadísticos no resultaría correcta, pues implicaría un sesgo en la estimación.

Siguiendo con la estructura de la función de producción educativa, cabe señalar que PISA realiza un importante esfuerzo para recopilar datos relativos a los diferentes factores explicativos del rendimiento, como son el clima escolar, las características de los centros educativos o el entorno familiar de los alumnos. Para este propósito PISA elabora dos cuestionarios⁶, uno cumplimentado concepción demasiado academicista, lo que no favorece el aprendizaje de cuestiones útiles para la vida cotidiana (Hernández, 2006).

5 El área principal en cada oleada ocupa aproximadamente el 66 por ciento del estudio, con dos áreas remanentes contando cada una como 17 por ciento.

6 Existe un tercer cuestionario que deben rellenar los padres de los alumnos, aunque esta información sólo está disponible para un número reducido de países, entre los que no se encuentra España (Ministerio de Educación, 2010, p. 117; OCDE, 2010).

por la dirección del centro y otro por los alumnos⁷. Las variables construidas a partir de las respuestas de ambos cuestionarios son tratadas con gran rigor, realizando las transformaciones óptimas para el correcto análisis de los datos.

El primero de ellos proporciona información acerca de la organización escolar, los procesos de enseñanza-aprendizaje y las prácticas educativas, es decir, los denominados inputs escolares (S_{iS}). Las variables que se derivan del mismo se pueden dividir en tres grandes bloques. El primero se refiere a las características de la organización y la gestión de los centros, como pueden ser su titularidad (centros públicos, privados o concertados), la autonomía en la gestión de los recursos y la toma de decisiones, las prácticas de evaluación o el grado de implicación de los padres, entre otras. El segundo incluye información acerca de los recursos humanos y materiales de los que dispone el centro educativo (proporción entre alumnos y profesores, ordenadores disponibles, calidad de las infraestructuras físicas del colegio⁸, recursos educativos, etc.). El último bloque se centra en los procesos educativos que tienen lugar en el aula, entre los que destacan las oportunidades de aprendizaje de los estudiantes, el tiempo que emplean en el desarrollo de las tareas o el control del rendimiento en clase.

El segundo cuestionario recoge información acerca de las características de los estudiantes, entre las cuales pueden señalarse el género, su nivel de autoestima y confianza para superar los problemas, sus intereses formativos y educativos, las estrategias de aprendizaje que utilizan, el gusto o inclinación por el estudio de una determinada materia o su relación con los profesores. También se recopila información sobre el país de origen, tanto del alumno como de sus familiares directos, con el objeto de analizar la influencia del porcentaje de alumnos inmigrantes y sus posibles dificultades para el aprendizaje, aspecto que alcanza una gran relevancia en el contexto actual de nuestro país. Por último, también se obtienen datos acerca del grado de bienestar económico del hogar, así como del nivel educativo y la cualificación profesional de los padres. En relación a estos últimos, debe destacarse el importante esfuerzo de homogeneización y síntesis realizado por los técnicos de PISA, plasmado en el uso de medidas estandarizadas a nivel internacional para establecer los niveles educativos y ocupacionales, y la construcción de un índice sintético representativo del estatus social, económico y cultural (ESCS), que aglutina la información más relevante sobre estos factores.

Estos datos, además de representar el factor B_{iS} , resultan de gran utilidad para calcular el efecto *peer group* (P_{ij}), el cual puede obtenerse a partir de la información de los alumnos que pertenecen al mismo centro educativo (j) que el alumno evaluado (i). Sin embargo, sobre lo que PISA no ofrece apenas información es sobre las capacidades innatas del alumno (I_{ij}), las cuales podrían aproximarse preguntándole por su expediente académico previo. En este sentido, la única información disponible al respecto es la condición de repetidor del alumno (distinguiendo entre uno o más años), si bien esta condición puede estar vinculada con los criterios establecidos en el centro y/o en la región o país al que pertenezca.

Otro aspecto importante de esta base de datos es que ofrece la posibilidad de participar con una muestra específica a las regiones de un país, garantizando una precisión estadística suficiente como para poder ser comparadas entre sí y con los demás países participantes en PISA. Esta posibilidad ha sido acogida muy favorablemente en nuestro país, uno de los pioneros en la participación de sus regiones. Así, en el año 2003 decidieron ampliar la muestra con Castilla y León, Cataluña y el País Vasco. En 2006, además de las tres comunidades citadas, se adhirieron Andalucía, Asturias, Aragón, Cantabria, Galicia, La Rioja y Navarra. En 2009, a la muestra estatal

7 El contenido de estos cuestionarios puede consultarse en la página web de la OCDE: www.oecd.org

8 Esta información, recogida en la variable SMATBUI, sólo está disponible para las dos primeras oleadas del Informe (2000 y 2003).

se sumaron las muestras de 14 comunidades autónomas, las antes mencionadas y 4 que participan por primera vez con muestra ampliada: Baleares, Canarias, Madrid, Murcia, además de las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla (MEC, 2010).

La riqueza informativa de esta base de datos ha dado lugar a una proliferación de estudios que tienen por objeto identificar los principales factores explicativos de los resultados, tanto desde una perspectiva de comparación internacional (Fertig y Schmidt, 2002; Fertig, 2003; Wolter y Vellacott, 2003; Wilson, 2005; Fuch y Woessman, 2007; Santín y Jorge, 2010), como en el ámbito doméstico de una determinada nación. Precisamente, éste es el ámbito que atrae nuestra atención, pues consideramos que, una vez que han pasado casi diez años desde la publicación de los primeros resultados de este Informe, llega el momento de realizar un repaso de los múltiples trabajos que han utilizado esta base de datos en el contexto nacional como base para el análisis de los determinantes del rendimiento educativo obtenido por nuestro país en esta prueba. La siguiente sección ofrece un resumen de la literatura aplicada en este campo haciendo especial énfasis en la metodología empleada en cada uno de estos estudios.

3. Opciones metodológicas y estudios empíricos en España

El planteamiento de trabajos que pretenden vincular los resultados obtenidos en PISA con sus factores explicativos puede asumir múltiples enfoques metodológicos, según sean los aspectos en los que estén interesados los investigadores o gestores de política educativa (McEwan, 2010). Así, si el objetivo es únicamente la identificación y cuantificación del efecto de dichas variables explicativas sobre el output del proceso, la opción más apropiada será la estimación de una regresión, mientras que si el interés se concentra en saber si los estudiantes están sacando el máximo provecho de los recursos que tienen a su disposición o incurren en comportamientos ineficientes, bien por su escaso rendimiento o por aspectos relativos al centro en el que estudian, será necesario el cálculo de una frontera de producción formada por los mejores alumnos que servirá de referencia al resto. Hasta el momento, estos dos enfoques, complementarios entre sí, han sido los más utilizados en los estudios empíricos realizados en nuestro país con esta base de datos, aunque también pueden encontrarse trabajos que se ocupan de estudiar cuestiones más específicas como el efecto de la inmigración, las diferencias entre centros públicos y privados o los efectos de la repetición de curso, que requieren el uso de metodologías adaptadas a los objetivos perseguidos⁹.

En los dos epígrafes siguientes se explican con detalle cada una de las opciones metodológicas mencionadas, complementando las explicaciones con una revisión de los trabajos que han aplicado estas herramientas de análisis en el contexto español, así como las principales conclusiones alcanzadas por cada uno de ellos.

3.1. Análisis de regresión

Este enfoque tiene por objeto determinar si existe algún tipo de relación estadística significativa entre las variables representativas de las habilidades de los alumnos y los diferentes factores que participan en el proceso educativo. Con esta estrategia, el objetivo primordial es, por tanto, determinar si una variable tiene o no influencia sobre los resultados y, en caso afirmativo, conocer el sentido (positivo o negativo) de esa influencia. Este planteamiento cuenta con una notable tradición dentro de la literatura sobre la economía de la educación desde la publicación del conocido Informe Coleman (1966), considerado como una referencia fundamental en este ámbito por la gran amplitud de la muestra utilizada, de la que formaban parte más de 600.000

⁹ Estos estudios se han dejado fuera del análisis por la ausencia de espacio.

estudiantes, 60.000 profesores y 4.000 escuelas de Estados Unidos.

Como se expuso en la sección segunda, el modelo estándar para estimar una función de producción educativa es aquél en el que el resultado educativo en una única competencia¹⁰ depende de un conjunto de variables entre las que pueden distinguirse dos grandes bloques representados por las características individuales y familiares del alumno, dentro de las cuales se incluyen tanto sus propias capacidades innatas (I_{ij}) como factores socioeconómicos (B_{ij}), y los factores escolares, tanto los vinculados a recursos disponibles (S_{is}) como con el clima escolar (P_{ij}). De esta forma, la especificación se puede simplificar, dando lugar al siguiente modelo:

$Y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 X_{ij} + \beta_3 Z_j + \varepsilon_{is}$; donde Y_{ij} representa el resultado educativo del individuo i en el centro j , X_{ij} es un vector de características individuales y familiares del individuo i del centro j y Z_j representa al vector de características de la escuela j .

Para estimar este modelo, la opción más sencilla es mediante mínimos cuadrados ordinarios (MCO), aunque esta alternativa no produciría errores estándar correctos, ya que los alumnos pertenecientes a la misma escuela presentan valores similares en las variables escolares, de modo que la correlación promedio entre variables de los alumnos de un mismo centro será superior a la existente entre alumnos de diferentes escuelas (Hox, 1995). Por este motivo, la mayoría de las aplicaciones empíricas que sigue este enfoque se decanta por el uso de modelos de regresión multinivel (Bryk y Raudenbush, 1992; Snijders, 1999; Bickel, 2007), en los que se tiene en consideración que los alumnos forman parte o están “anidados”, en un nivel superior, representado por las escuelas.

Los modelos multinivel permiten conocer no sólo el valor promedio de los efectos de las variables explicativas sobre la dependiente, es decir, el valor correspondiente al conjunto de unidades de los niveles superiores (escuelas, distritos, países, etc.), sino también la variación de los efectos en dichos niveles. De este modo, la estimación no calcula una única recta de regresión, como ocurre en un análisis de regresión lineal simple, sino múltiples rectas, una para cada escuela. Esta ventaja relativa ha hecho que los propios datos del Informe PISA estén diseñados con el propósito de facilitar la estimación de modelos multinivel, y que incluso se dedique un apartado específico a esta técnica en el manual que acompaña a la presentación del Informe en cada una de las oleadas.

La estrategia más utilizada para el cálculo de los resultados en este tipo de estudios consiste en el uso de un enfoque “aditivo” en el que, a partir de una especificación básica de partida, se van incorporando los diferentes bloques de variables explicativas paso a paso (Dronkers and Robert, 2008). Normalmente, el primer paso consiste en la descomposición de la varianza de los resultados en distintos niveles. En PISA, esta separación se refiere normalmente a los estudiantes y las escuelas, pero también puede aplicarse un análisis en tres niveles (Bryk y Raudenbush, 1988) en el caso de que se considere un estudio comparado entre varios países (Ruíz de Miguel, 2009) o una comparación entre las regiones pertenecientes a un mismo país.

Una vez estimado este modelo, el análisis suele ampliarse con la introducción de las variables independientes. Normalmente, las primeras son las variables explicativas a nivel de alumno, asumiendo que el efecto de la variable explicativa (X_{ij}) puede ser distinta entre las escuelas (posibles cambios en la pendiente). Finalmente, el último paso consiste en la estimación de un modelo en el que también se incluyen las variables explicativas escolares (Z_j). Por tanto, no sólo se permiten variaciones en la constante y en la pendiente, sino interacciones entre las variables pertenecientes a los dos niveles (alumno y escuela).

Entre los trabajos que han optado por este enfoque para analizar el rendimiento educativo

10 En el contexto de PISA este resultado está representado por cinco valores plausibles para cada competencia.

de los alumnos españoles en PISA se pueden distinguir entre aquellos que utilizan la información relativa a la totalidad de los alumnos que componen la muestra, tanto para 2003 (Calero y Escardibul, 2007; Calero *et al.*, 2007; Salido, 2007; Rendón y Navarro, 2007) como para 2006 (Escardibul, 2008; López *et al.*, 2009), los que optan por realizar análisis específicos para determinados grupos de alumnos, como pueden ser los de origen inmigrante (Calero *et al.*, 2009) o los más propensos al fracaso escolar¹¹ (Calero *et al.* 2010) y los que asumen una perspectiva de comparación inter-regional (Agasisti y Cordero, 2011).

De acuerdo a los resultados obtenidos en estos estudios, la variación entre las escuelas parece ser relativamente pequeña en nuestro país – en torno al 20% en PISA 2003 (Calero y Escardibul, 2007; Rendón y Navarro, 2007) y alrededor del 15% en PISA 2006¹² (López *et al.*, 2009; Agasisti y Cordero, 2011) – en relación al conjunto de países de la OCDE, situados en valores próximos al 35 % en ambas oleadas. Esto implica que las desigualdades en los resultados académicos de los alumnos se pueden atribuir más a sus propias características que a las de los centros en los que cursan sus estudios, en los que existe una gran homogeneidad en cuanto a su dotación de recursos y la organización de la enseñanza.

Entre las variables individuales que tienen un efecto más destacado sobre el rendimiento educativo, cabe destacar el importante papel de las variables socioeconómicas, tanto educativas como culturales, sociales o de origen familiar (Salido, 2007), así como la notable incidencia negativa de la condición de inmigrante (de primera generación, es decir, nacido en el extranjero y con padres extranjeros), que se hace mucho más evidente cuando la proporción de inmigrantes en el centro es elevada¹³. En el ámbito personal, destacan los efectos positivos de la edad¹⁴, ser varón, estar motivado en el aprendizaje, así como tener conocimientos respecto a las tecnologías de la información y la comunicación y esforzarse en el estudio (Calero y Escardibul, 2007). Mención especial merece el hecho de estar cursando un curso inferior al que corresponde por edad en el momento de la realización de las pruebas de PISA tiene un impacto altamente significativo y muy negativo sobre el rendimiento de los alumnos, especialmente cuando se trata de alumnos que han repetido más de un curso escolar (Calero *et al.*, 2009; Agasisti y Cordero, 2011).

En el ámbito escolar, la titularidad del centro no parece tener una influencia significativa, una vez consideradas las variables socioeconómicas y culturales asociadas a las familias y los centros (Escardibul, 2008). Además, debe destacarse el hecho de que la mayoría de las variables relacionadas con los recursos de los que disponen las escuelas resultan no significativas, aspecto que parece estar claramente vinculado con la homogeneidad existente entre las escuelas en nuestro país.

Además del análisis multinivel, existen otras técnicas de regresión que pueden ser (y de hecho han sido) aplicadas a la base de datos PISA en diferentes estudios, tanto a nivel internacional como en el contexto español. Entre ellas, cabe destacar el análisis de regresión cuantílica, introducido por Koenker y Bassett (1978), mediante el cual resulta posible distinguir los efectos de la variable explicativa sobre distintos tramos de valores de la variable dependiente. El planteamiento de este enfoque permite ser mucho más exhaustivo que las técnicas descritas previamente, pues considera distintos segmentos (cuantiles) dentro de la distribución completa

11 Este trabajo presenta como principal aspecto novedoso el empleo de un modelo logístico multinivel.

12 Calero *et al.* (2009) señalan que esta variación es el doble para los alumnos de origen inmigrante que para los de origen nacional (23% frente al 10,5%).

13 En diferentes estudios realizados con la base de datos de 2003 (Calero y Escardibul, 2007) y 2006 (Calero *et al.*, 2009) se ha puesto de manifiesto que cuando la concentración de alumnos de origen inmigrante supera el 20 %, el rendimiento de los estudiantes se ve perjudicado.

14 Este fenómeno se conoce como “efecto calendario”, esto es, los alumnos más jóvenes dentro de una misma clase tienen más dificultades en el aprendizaje (Calero *et al.*, 2009).

de la variable dependiente y estima el efecto de las variables explicativas sobre éstos, permitiendo que existan diferentes pendientes para cada uno de estos tramos (cuantiles). Además, esta técnica es menos sensible ante la presencia de *outliers* que las técnicas de regresión más clásicas. En el ámbito concreto de estudios que emplean los datos de PISA, esta técnica nos permite comprobar si el efecto de determinadas variables puede cambiar dependiendo de si se trata de alumnos con buenos o malos resultados en la evaluación.

Aunque el uso de esta técnica está muy extendido en la literatura (Eide y Showalter, 1998; Fertig, 2003 o Woessman, 2004 son algunos ejemplos), en nuestro país su uso hasta el momento ha sido limitado. En uno de los escasos trabajos que han optado por su empleo, Calero *et al.* (2007), a partir de los datos de PISA 2003, analizaron el efecto de distintas variables sobre los cuantiles que agrupaban al 10 % de alumnos con peores resultados y el 10% con los mejores en relación al punto medio de la distribución (50%), llegando a la conclusión de que apenas se detectan diferencias estadísticamente significativas entre los distintos segmentos. Por su parte, González-Betancor y López-Puig (2006) destacan el claro efecto negativo que tiene sobre los peores alumnos el hecho de que la madre sea inmigrante o tenga un bajo nivel educativo, factores que se vuelven poco trascendentes cuando se trata de alumnos situados en el cuantil más elevado. En un trabajo posterior (González y López-Puig, 2008), tras comparar los resultados de las oleadas de 2003 y 2006, no encuentran diferencias significativas en los resultados, con la excepción de las diferencias entre centros públicos y privados, consideradas como significativas en 2003, pero que dejan de serlo en 2006.

3.2. El enfoque tipo frontera y la consideración de la ineficiencia

El concepto de función de producción frontera se interpreta como la relación técnica que define el máximo nivel de output que se puede obtener dados unos inputs y una tecnología. Adaptando esta idea al contexto de nuestro análisis, la función frontera representa la máxima puntuación que puede alcanzarse en PISA teniendo en cuenta los recursos disponibles, la cual sirve de referencia para el cálculo de la ineficiencia de aquéllos que no logran alcanzarla. El problema básico de este tipo de análisis es que la frontera no es observable en la práctica, de modo que ésta debe calcularse a partir de las mejores prácticas observadas de entre todas las observaciones evaluadas.

La estimación empírica de la frontera puede realizarse siguiendo diversas aproximaciones que, en general, suelen dividirse fundamentalmente en dos grandes grupos: técnicas no paramétricas, basadas en modelos de optimización matemática, y paramétricas (o econométricas), cada una de las cuales presenta sus propias ventajas y limitaciones.

Una revisión de la literatura a nivel internacional permite apreciar que la opción no paramétrica es la preferida por la mayoría de los autores, desde los trabajos pioneros de Bessent y Bessent (1980) y Bessent *et al.* (1982), en los que se trabajaba con datos agregados, hasta otros más recientes, en los que se trabaja con datos individuales (Thanassoulis, 1999)¹⁵. La preferencia por esta alternativa se explica por su gran flexibilidad, pues no requiere establecer ningún axioma o pauta de comportamiento de las unidades evaluadas, sino que es suficiente con definir una serie de propiedades formales que debe satisfacer el conjunto de posibilidades de producción. Además, este enfoque permite incorporar el carácter multidimensional del proceso educativo con la inclusión en el análisis de distintos indicadores de resultados (por ejemplo, en el contexto de PISA, los resultados en matemáticas, lectura y ciencias), lo que supone una importante ventaja con respecto a los estudios que emplean regresiones, en las que normalmente sólo se considera como

¹⁵ Véase Worthington (2001) para una revisión de trabajos sobre evaluación de la eficiencia en educación.

variable explicativa el resultado en la prueba en la que se concentra la correspondiente oleada de PISA (lectura en 2000, matemáticas en 2003 y ciencias en 2006) e incluso a la mayoría de los que optan por la utilización de un enfoque tipo frontera con aproximaciones paramétricas.

La técnica más utilizada dentro de este enfoque es el Análisis Envolvente de Datos o *Data Envelopment Analysis* (DEA) (Charnes *et al.*, 1978), cuyo planteamiento consiste en la resolución de un problema de programación matemática para cada unidad observada, atribuyéndole un índice de eficiencia de acuerdo al nivel de éxito alcanzado en términos de rendimiento académico, teniendo en cuenta su dotación individual de inputs.

Se trata, por tanto, de buscar para cada unidad una combinación lineal de otras unidades que sea capaz de producir al menos la misma cantidad de producto en cada una de las dimensiones consideradas, consumiendo una proporción menor de factores. En caso de que esto no sea posible, el alumno será eficiente, mientras que si existen alumnos que, con los mismos o menores recursos, obtienen mejores resultados el alumno es ineficiente.

El principal problema al que se enfrentan los trabajos que utilizan este enfoque es que la técnica carece de propiedades estadísticas, por lo que no resulta posible realizar contrastes empíricos para comprobar cuáles son las variables que tienen una mayor incidencia sobre los resultados. Este hecho, sumado a los problemas de falta discriminación que surgen cuando el número de variables en el análisis es elevado, convierte a la selección de los inputs en una decisión fundamental del análisis, pues debe optarse únicamente por indicadores que tengan un efecto significativo y positivo sobre el output. No obstante, esta limitación puede superarse mediante el uso de modelos mixtos o de segunda etapa, en los que el índice de eficiencia individual (θ_i) calculado mediante DEA se utiliza como variable dependiente en una regresión en la que se pueden incluir multitud de factores explicativos (Z_i): $\theta_i = f(Z_i, \beta_i) + u_i$.

Estas estimaciones permiten identificar cuáles son las variables que influyen en el índice de eficiencia (cuando la variable sea significativa), así como su signo (positivo o negativo). Una vez conocidas las variables que influyen en el índice de eficiencia, se puede corregir el índice calculado inicialmente a partir de los parámetros estimados, obteniendo un nuevo valor predicho que tenga en cuenta las características de su entorno ($\hat{\theta}_i$).

Precisamente, éste es el enfoque que emplean los dos trabajos que han tratado de evaluar la eficiencia educativa de los alumnos españoles a partir de la información proporcionada por el proyecto PISA mediante DEA: Cordero *et al.* (2010) y Jorge y Santín (2010). En el primero de ellos, se utiliza la información relativa a los resultados obtenidos en las tres materias evaluadas en PISA por los alumnos españoles en PISA 2006, distinguiendo entre las distintas regiones participantes, mientras que Jorge y Santín (2010) utilizan datos relativos a 18 países de la UE para la oleada del año 2003, considerando también las tres dimensiones disponibles.

Ambos estudios concluyen que el entorno socioeconómico del alumno y el efecto compañeros influyen positivamente sobre el resultado académico de los alumnos, mientras que asistir a una escuela privada o concertada, la condición de inmigrante- tanto de primera como de segunda generación- y el hecho de ser repetidor, en mayor grado si el alumno repite más de un curso, repercute negativamente sobre la eficiencia del alumno. Jorge y Santín (2010) incorporan además otras características del alumno y del centro como pertenecer a una familia nuclear, la cual tiene un efecto negativo sobre la eficiencia del alumno, el sexo -varón es la categoría de referencia- y un indicador de la disciplina en el aula, siendo estas dos últimas favorables para la eficiencia educativa. No obstante, las chicas obtienen mejores resultados con rendimientos variables a escala, sugiriendo que sacan mejor provecho que los varones cuando aumenta su condición socioeconómica y la de la escuela.

Como alternativa a este enfoque no paramétrico, las técnicas paramétricas parten de una especificación *a priori* de la función de producción con parámetros constantes, como pueden ser la *Cobb-Douglas* o *translogarítmica* (Callan y Santerre, 1990; Deller y Rudnicki, 1993; Bates, 1997; Chakraborty et al., 2001). Una de las principales ventajas de este tipo de aproximaciones consiste en la posibilidad de realizar un análisis de sensibilidad de los resultados obtenidos, así como el cálculo de las elasticidades output-input para evaluar el *feedback* entre los factores empleados y el resultado obtenido. Sin embargo, la medida de eficiencia alcanzada con esta metodología va a depender de la forma funcional especificada inicialmente. De ahí que las críticas más extendidas de esta metodología se basen en la estrecha vinculación entre los resultados obtenidos y los supuestos de partida acerca de la forma funcional escogida.

La función de producción educativa puede estimarse atendiendo a diferentes especificaciones, si bien la aproximación basada en el uso de funciones distancia estocásticas ha sido una de las más utilizadas en la literatura en los últimos años. Entre las principales ventajas de dicha técnica en relación a otras estimaciones paramétricas, destacan la posibilidad de incorporar procesos multi-input y multi-output, así como el cálculo de las elasticidades output-input, lo que permite conocer el *trade-off* entre los diferentes factores educativos y el resultado académico de los alumnos. Perelman y Santín (2011a y 2011b) y Cordero et al. (2011) utilizan dicha metodología para obtener la frontera productiva educativa de los alumnos españoles que participan en PISA 2000, 2003 y 2006, respectivamente. Los dos estudios mencionados asumen la forma funcional traslogarítmica para estimar la función distancia con ciertas propiedades: flexibilidad, facilidad de cálculo, homogeneidad grado uno en outputs.

Perelman y Santín (2011a y 2011b) estiman la función de producción educativa a partir del modelo propuesto por Battese y Coelli (1988) tras instrumentalizar la variable "tipo de escuela" de forma que los resultados no sean sensibles al sesgo de selección al que se someten los alumnos en la escuela concertada. Por otra parte, Cordero *et al.*, (2011) proponen un novedoso análisis a nivel regional a partir del modelo de Battese y Coelli (1995), el cual permite modelizar los efectos ineficientes en función de un vector de variables ambientales. Esta aproximación permite identificar tanto el signo como el efecto que genera cada una de las variables ambientales consideradas sobre el nivel de eficiencia del alumno con independencia del efecto de los inputs.

Entre los resultados más relevantes que se alcanzan en estos estudios destaca la escasa influencia de la titularidad de la escuela sobre la eficiencia del alumno. En concreto, Perelman y Santín (2011b) obtienen que, una vez descontado el tipo de alumnado y evitado, por tanto, el sesgo de selección, no se aprecian diferencias significativas en la eficiencia de los alumnos entre las escuelas públicas y concertadas. Asimismo, Cordero *et al.* (2011) no encuentran un impacto significativo en relación a la enseñanza pública por el hecho de asistir a un centro privado o concertado. Por otra parte, los factores individuales que generan un mayor impacto positivo sobre el resultado académico de los alumnos españoles son el entorno socioeconómico del alumno, el efecto compañeros y la condición de español, especialmente para la disciplina de comprensión lectora (Cordero et al., 2011). Perelman y Santín (2011a) destacan también la escasa relevancia que tienen los recursos escolares, representados por los ratios de ordenadores por alumno o profesores por alumno, en la explicación de sus resultados. En un trabajo posterior (Perelman y Santín, 2011b), estos mismos autores señalan que la pertenencia a una familia nuclear y haber asistido a clases de pre-escolar sí parece mejorar el resultado académico de los alumnos españoles. Del mismo modo, observan que determinados factores relacionados con los centros educativos como el mantenimiento de la disciplina en el aula o el tamaño de la clase mejoran el rendimiento del alumno, especialmente en el caso de matemáticas.

Respecto a los factores explicativos de la ineficiencia del alumno cabe destacar el efecto negativo del origen inmigrante, tanto de primera como de segunda generación, y la condición de repetidor, especialmente si el alumno ha repetido más de un curso. El tamaño de la escuela, por el contrario, supone una mejora del rendimiento del alumno, si bien los resultados sobre el tamaño del aula o de la calidad de los recursos educativos no son concluyentes, por lo que no hay evidencia empírica acerca del efecto en los resultados de determinadas políticas educativas encaminadas a la reducción del tamaño de las clases o a mejorar la calidad de los recursos con los que cuentan los centros. Otro factor a considerar en dicho análisis es el componente regional, ya que se observan diferencias en la eficiencia media de los alumnos entre las Comunidades Autónomas que participan con muestra representativa en PISA 2006. De manera que, los alumnos procedentes de Aragón, Castilla-León, Galicia y La Rioja son los más eficientes en relación al conjunto de regiones que no tienen muestra representativa (Cordero *et al.*, 2010b).

Finalmente, el análisis ANOVA del término error muestra en ambos artículos que las divergencias en eficiencia se explican fundamentalmente por el comportamiento de los alumnos, lo cual puede explicarse por una escasa motivación del alumnado, que menoscaba en una falta de dedicación al estudio, no siendo determinante la elección de la escuela en España.

4. Conclusiones

La convicción generalizada de que una educación de mayor calidad, medida a través de los conocimientos y capacidades demostradas por los alumnos en evaluaciones internacionales, muestra una evidente correlación con el mayor crecimiento económico de un país, hace que una de las prioridades de la política educativa de un país sea la indagación acerca de cuáles son los factores que más influyen en el rendimiento escolar, como paso previo a la adopción de medidas encaminadas a fortalecer el sistema educativo y poder disponer en el futuro de una población más y mejor formada.

En este sentido, la riqueza de la información proporcionado por los estudios PISA constituye una herramienta de gran utilidad, no sólo para los gestores de la política educativa, sino para los miembros de la comunidad científica que, en los últimos años, han desarrollado multitud de trabajos en los que se emplea esta base de datos como instrumento de análisis. En este estudio se ofrece una clasificación de las investigaciones que han empleado esta fuente de información para analizar los factores del rendimiento educativo en España junto una síntesis de los principales resultados obtenidos en dichos estudios.

Sin ánimo de ser exhaustivo, en las siguientes líneas se resumen algunas de las principales conclusiones obtenidas en los trabajos analizados, tratando de conectarlas, en la medida de lo posible, con la instrumentación de posibles medidas de política educativa encaminadas a mejorar el rendimiento:

- Como era de esperar, dada la preponderancia demostrada en la totalidad de los estudios realizados en el ámbito educativo a lo largo de los últimos cuarenta años, los factores socioeconómicos demuestran tener un peso muy relevante en la explicación del rendimiento educativo de los estudiantes españoles. En este sentido, cabe señalar que las familias de mayor nivel socioeconómico y cultural efectúan una elección de centro más cuidadosa, en la que utilizan más y mejor información. En los niveles más bajos se concentran las dificultades en el acceso a la información y una percepción más difusa (o simplemente incorrecta) de los beneficios de la educación (Mancebón y Pérez, 2007). También la cantidad de recursos directamente monetarios invertidos en el acceso a los centros es creciente en función del nivel socioeconómico. Este fenómeno, en palabras de Calero y Escárdibul (2007), deriva en que *“las familias compran, según*

sus recursos, compañeros del mismo medio para sus hijos”.

- El denominado *peer-effect* o efecto compañero, incluido en el análisis normalmente a través de la media de una variables representativa del entorno socioeconómico, cultural o incluso por el nivel educativo de los padres, tiene una incidencia notable sobre los resultados educativos. Este fenómeno conlleva el planteamiento de un objetivo claro de política educativa en relación a la disminución de la segregación educativa en los centros, con el propósito, no sólo de mejorar los resultados globales, sino para reducir las desigualdades existentes en los resultados.
- El evidente efecto negativo que implica la repetición de curso sobre el rendimiento educativo, exige una reflexión adicional sobre la conveniencia de las estrategias de repetición de curso y sus factores condicionantes, relacionados tanto con la escuela, como con la familia o las propias aptitudes del alumno. En este sentido, quizás cabría plantearse la posibilidad alternativa de optar por estrategias en una edad más temprana, especialmente en los casos de mayor riesgo.
- La práctica totalidad de las variables representativas de los recursos escolares tienen un impacto no significativo sobre el resultado de los alumnos. Esta constatación exige una reflexión más profunda acerca de la utilidad de políticas encaminadas a incrementar la cantidad de recursos de los centros para mejorar el rendimiento académico medio de los alumnos.

Referencias

Agasisti, T. y J. M. Cordero (2010): “Student achievement in a cross-country perspective. A multilevel analysis of OECD-PISA 2006 data for Italy and Spain”. Working paper, *mimeo*.

Aigner, D. J., C. A. K. Lovell y P. Schmidt (1977): “Formulation and estimation of stochastic production function models”. *Journal of Econometrics*, n.º. 6, pp. 21-37.

Banker, R. D., A. Charnes, y W. W. Cooper (1984): “Models for estimating technical and scale efficiencies in data envelopment analysis”. *Management Science* 30 (9), pp. 1078-92.

Battese, G. E. y T. J. Coelli (1988): “Prediction of firm-level technical efficiencies with a generalized frontier production function and panel data”. *Journal of Econometrics*, n.º. 38, pp. 387-399.

Battese, G. E. y T. J. Coelli, (1995): “A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data”. *Empirical Economics*, n.º. 20, pp. 325-332.

Bessent, A., W. Bessent, J. Kennington y B. Reagan (1982): “An application of mathematical programming to assess productivity in the Houston independent school district”. *Management Science*, 28, pp. 1355-1367.

Bickel, R. (2007): *Multilevel Analysis for Applied Research, It’s Just Regression*, Guilford Press, New York.

Bryk, A.S. y S.W. Raudenbush (1988): “Toward a More Appropriate Conceptualization of Research on School Effects: A Three-Level Hierarchical Linear model”. *American Journal of Education*, 97 (1), 65-108.

Bryk, A.S. y S.W. Raudenbush (1992): *Hierarchical Linear Models: Applications and Data Analysis Methods*, Sage Publications, Newbury Park, Thousand Oaks, CA.

- Calero, J. y J. O. Escardíbul (2007): "Evaluación de servicios educativos: el rendimiento en los centros públicos y privados medido en PISA-2003". *Hacienda Pública Española*, nº 183 (4/2007), pp, 33-66.
- Calero, J., O. Escardíbul, S. Waisgrais y M. Mediavilla (2007): Desigualdades socioeconómicas en el sistema educativo español. Ministerio de Educación, Madrid.
- Calero, J., A. Choi, y S. Waisgrais (2009): "Determinantes del rendimiento educativo del alumnado de origen nacional e inmigrante". *Cuadernos Económicos del ICE*, 78, pp. 281-311.
- Calero, J., A. Choi, y S. Waisgrais (2010): "¿Qué determina el fracaso escolar en España? Un estudio a través de PISA 2006", ponencia presentada en el XVII Encuentro de Economía Pública, Murcia.
- Callan, S. J. y R. E. Santerre (1990): "The production characteristics of local public education: A multiple product and input analysis". *Southern Economics Journal*, 57 (2), pp. 468-480.
- Carabaña, J. (2007): "Avisos para no quedar en evidencia comentando PISA", artículo publicado en El país (03/12) (<http://www.iceta.org/jc031207.pdf>).
- Chakraborty, K., B. Biswas, y W.C. Lewis (2001): "Measurement of Technical Efficiency in Public Education: a Stochastic and Non-Stochastic Production Function Approach". *Southern Economic Journal*, 67 (4), pp, 889-905.
- Charnes, A., W. W. Cooper y E. Rhodes (1978): "Measuring the Efficiency of Decision Making Units". *European Journal of Operational Research*, vol. 2, nº 6, pp. 429-444.
- Charnes, A., W. W. Cooper, A. Y. Lewin y L. M. Seiford (1994): *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications*. Kluwer Academic Publishers, New York.
- Coleman, J., E. Q. Campbell, C. F. Hobson, J. McPartland y A. M. Mood (1966): *Equality of Educational Opportunity*, Washington, U.S, Office of Education.
- Cooper, W.W., L. M. Seiford y K. Tone (2000): *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*. Kluwer Academic Press.
- Cordero, J.M. (2006): *Evaluación de la eficiencia con factores exógenos mediante el Análisis Envoltante de Datos: Una aplicación a la educación secundaria en España*, Tesis Doctoral, Universidad de Extremadura.
- Cordero, J.M., E. Crespo y D. Santín (2010): "Factors Affecting Educational Attainment: Evidence from Spanish PISA 2006 Results". *Regional and Sectoral Economic Studies*, vol. 10-2, pp. 55-76.
- Cordero, J.M., E. Crespo, F. Pedraja y D. Santín (2011): "Exploring Educational Efficiency Divergences Across Spanish Regions in PISA 2006". *Revista de Economía Aplicada*, en prensa.

- Dronkers, J. and P. Robert (2008): "Differences in Scholastic Achievement of Public, Private Government-Dependent and Private Independent Schools". *Educational Policy*, 22 (4), pp. 541-577.
- Eide, E. y M.H. Showalter (1998). "The Effect of School Quality on Student Performance: A Quantile Regression Approach". *Economics Letters*, Nº 58, pp. 345-350.
- Escardíbul, O. (2008): "Los determinantes del rendimiento educativo en España. Un análisis a partir de la evaluación de PISA-2006". *Investigaciones de Economía de la Educación*, 3, pp. 153-162.
- Fertig, M., (2003): "Educational Production, Endogenous Peer Group Formation and Class Composition. Evidence from the PISA 2000 Study". IZA Discussion Paper, 714.
- Fuchs, T. y L. Woessmann (2007): "What Accounts for International Differences in Student Performance? A Re-Examination Using PISA Data". *Empirical Economics*, 32 (2), pp, 433-464.
- Fuentes, A. (2009): "Raising Education Outcomes in Spain". OECD Economics Department Working Papers, nº 666, OECD.
- González-Betancor, S. y A. López-Puig, (2006). "Resultado educativo en España: ¿éxito o fracaso?". *Investigaciones de Economía de la Educación*, nº1, pp. 173-187.
- González-Betancor, S. y A. López-Puig (2008): "Evolución del resultado educativo en España según PISA 2003 y 2006". *Investigaciones de Economía de la Educación*, nº 3, pp. 145-152.
- Hanushek, E. A. (1979): "Conceptual and empirical issues in the estimation of educational production functions". *Journal of Human Resources*, 14, pp. 351-388.
- Hanushek, E. A. (2003): "The failure of input based schooling policies". *The Economic Journal*, 113, pp. 64-98.
- Hoff, A. (2007): "Second Stage DEA: Comparison of Approaches for Modelling the DEA Score". *European Journal of Operational Research*, 181, pp, 425-435.
- Hox, J. (1995): *Applied Multilevel Analysis*. Amsterdam, TT-Publikaties.
- Jorge, J. y D. Santín (2010): "Los determinantes de la eficiencia educativa en la Unión Europea". *Hacienda Pública Española / Revista de Economía Pública*, 193 (2), pp. 131-156.
- Koenker, R. y G. Basset (1978): "Regression quantiles". *Econometrica*, 46 (1), pp. 33-50.
- Levin, H. M. (1974): "Measuring Efficiency in educational production". *Public Finance Quarterly*, 2, pp. 3-24.
- López, E., E. Navarro, X. Ordoñez y S. J. Romero (2009): "Estudio de variables determinantes de eficiencia a través de los modelos jerárquicos lineales en la evaluación PISA 2006: el caso de

España". *Archivos Analíticos de Políticas Educativas*, vol. 17, pp. 1-27.

Mancebón, M.J. (1996): La evaluación de la eficiencia de los centros educativos públicos, Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza.

Mancebón, M^a J., J. Calero, A. Choi, D. Pérez (2010): "Efficiency of public and publicly-subsidised high schools in Spain. Evidence from PISA 2006". Working Paper n° 21165, Munich Personal RePec Archive.

Marchesi, A. (2006): "El Informe PISA y la política educativa en España". *Revista de Educación*, número extraordinario, pp. 337-355.

McEwan, P.J. (2010): "Empirical Research Methods in the Economics of Education", in Brewer, D. y McEwan, P.J. (eds.): *Economics of Education*, Elsevier Academic Press, San Diego, pp. 9-14.

Ministerio de Educación (2010): PISA 2009 Informe español, Instituto de Evaluación, Madrid.

Muñiz, M. (2000): Eficiencia técnica e inputs no controlables. El caso de los institutos asturianos de educación secundaria. Tesis Doctoral, Universidad de Oviedo.

OECD (2001), Manual for the PISA 2000 Database, Organisation for Economic Development and Co-operation.

OECD (2005): PISA 2003 Data analysis manual. SPSS users. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.

OECD (2007): PISA 2006 Science Competencies for Tomorrow's World, Volumes 1 and 2, OECD, Paris.

OECD (2009): PISA 2006 Data analysis manual. SPSS users. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.

Perelman, S. y D. Santín (2011a): "Imposing monotonicity on outputs in parametric distance function estimations". *Applied Economics*, forthcoming.

Perelman, S. y D. Santín (2011b): "Measuring educational efficiency at student level with parametric stochastic distance functions: an application to Spanish PISA results". *Education Economics*, Vol. 19 (1), 29-49.

Rasch, G. (1960/1980): Probabilistic models for some intelligence and attainment tests, Copenhagen, Danish Institute for Educational Research, Expanded edition (1980), The University of Chicago Press.

Rendón, S. y E. Navarro (2007): "Estudio sobre el rendimiento en matemáticas en España a partir de los datos del informe pisa 2003. Un modelo jerárquico de dos niveles". *Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, vol. 5, (3), pp. 1-19.

- Ruiz de Miguel, C. (2009): "Las escuelas eficaces: un estudio multinivel de factores explicativos del rendimiento escolar en el área de matemáticas". *Revista de Educación*, 348, pp. 355-376.
- Seiford, L.M. y R. M. Thrall (1990): "Recent Developments in DEA: The Mathematical Programming Approach to Frontier Analysis". *Journal of Econometrics*, 46 (1/2), pp. 7-38.
- Simar, L. y P. W. Wilson (2007): "Estimation and Inference in Two-Stage, Semiparametric Models of Production Processes". *Journal of Econometrics*, 136, pp. 31-64.
- Snijders, T.A.B. (1999): *Multilevel Analysis: An Introduction to Basic and Advanced Multilevel Modeling*, Sage Publications, London.
- Thanassoulis, E. (1999): "Setting achievements targets for school children". *Education Economics*, 7(2), 101-119.
- Woessmann, L. (2004). "The effect of heterogeneity of central exams: Evidence from TIMMS, TIMMS-Repeat and PISA". CESIFO Working Paper, N° 1330.
- Worthington, A. C. (2001): "An Empirical Survey of Frontier Efficiency Measurement techniques in Education". *Education Economics*, vol, 9, n° 3.