



Documento de trabajo del BID # 574

Cuando el gasto en la educación importa:

Un análisis empírico de información internacional reciente

Emiliana Vegas
Chelsea Coffin

Febrero 2015

Banco Interamericano de Desarrollo
División de Educación

Cuando el gasto en la educación importa:

**Un análisis empírico de información internacional
reciente**

Emiliana Vegas
Chelsea Coffin



Banco Interamericano de Desarrollo

2015

Catalogación en la fuente proporcionada por la
Biblioteca Felipe Herrera del
Banco Interamericano de Desarrollo

Vegas, Emiliana.

Cuando el gasto en la educación importa: un análisis empírico de información internacional reciente /
Emiliana Vegas, Chelsea Coffin.

p. cm. — (Documento de trabajo del BID ; 574)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Education—Evaluation. 2. Expenditures, Public. I. Coffin, Chelsea. II. Banco Interamericano de
Desarrollo. División de Educación. III. Título. IV. Series.

IDB-WP-574

<http://www.iadb.org>

Copyright ©2015 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra está bajo una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada (CC-IGO BY-NC-ND 3.0 IGO) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando crédito al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI. El uso del nombre del BID para cualquier fin que no sea para la atribución y el uso del logotipo del BID, estará sujeto a un acuerdo de licencia por separado y no está autorizado como parte de esta licencia CC-IGO.

Después de un proceso de revisión por pares, y con el consentimiento previo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), una versión revisada de esta obra puede reproducirse en cualquier revista académica, incluyendo aquellas indizadas en EconLit de la Asociación Americana de Economía, siempre y cuando se reconozca la autoría del Banco y el autor o autores del documento no hayan percibido remuneración alguna derivada de la publicación. Por lo tanto, la restricción para recibir ingresos de dicha publicación sólo se extenderá al (a los) autor(es) de la publicación. Con respecto a dicha restricción, en caso de cualquier incompatibilidad entre la licencia Creative Commons IGO 3.0 Atribución-No comercial-SinObraDerivada y estas declaraciones, prevalecerán estas últimas.

Notar que el enlace URL incluye términos y condicionales adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



Cuando el gasto en la educación importa: Un análisis empírico de información internacional reciente

EMILIANA VEGAS y CHELSEA COFFIN

Nota: La versión original de este artículo, en inglés, será publicada en el *Comparative Education Review*, Vol. 59, No. 2, Mayo 2015.

Analizamos las decrecientes correlaciones entre el gasto en educación y los resultados del aprendizaje para abordar dos preguntas fundamentales: ¿Los sistemas educativos con diferentes niveles de gasto en la educación tienen diferentes niveles de rendimiento de los estudiantes? Si es así, ¿a qué cantidad de gasto en educación difiere la relación entre el aumento de los gastos y los logros de los estudiantes? Al utilizar información de un gran grupo de países de todo el mundo, encontramos que la asociación entre el gasto en educación y el desempeño de los estudiantes en matemáticas es estadísticamente significativa entre los sistemas que gastan por debajo de US\$8.000 por estudiante al año (en paridad del poder adquisitivo). Según el control de los ingresos medios (PIB) per cápita y la desigualdad de ingresos, nuestros cálculos sugieren que el gasto en educación está asociado con un aumento en el rendimiento de los estudiantes solamente entre los sistemas que pasan por debajo de este valor, con el rendimiento promedio de aproximadamente 14 puntos más altos en la escala PISA por cada US\$1.000 adicionales gastados.

Introducción

Los sistemas educativos deben proporcionar los recursos adecuados para garantizar que todos los estudiantes tengan la oportunidad de recibir una educación básica de alta calidad (Berne y Stiefel 1984; Underwood 1995). Aunque las normas de rendimiento de los estudiantes, así como los costos para llegar a esas normas pueden variar entre países, proponemos que puede haber una mínima cantidad de recursos necesarios para lograr los resultados de aprendizaje y proporcionar insumos esenciales tales como los maestros, escuelas y materiales de aprendizaje. Si este es el caso, sugerimos que las ganancias en los resultados del aprendizaje pueden estar asociados con un aumento en el gasto en educación para los países que gastan por debajo de esta cantidad mínima, mientras que las ganancias en los resultados del aprendizaje para esos países que gastan por encima de este límite pueden estar asociados en su lugar con un aumento de la eficiencia. La cantidad mínima precisa de recursos ha demostrado ser difícil de estimar, en gran parte debido a que no existe una relación causal directa entre el aumento del gasto y la mejora de los resultados del aprendizaje.

De hecho, en contra del razonamiento de que los recursos son necesarios para el aprendizaje, un análisis de la literatura financiera de la educación para los sistemas de alto gasto establece que, en muchos casos, el dinero no tiene importancia para los resultados de aprendizaje. El bien conocido análisis de Hanushek (1986) sobre los estudios relevantes tabuló la importancia y dirección de los coeficientes estimados de 147 funciones de producción de la educación en estudios publicados para establecer cuáles resultados son importantes para los resultados del aprendizaje. Al citar una preponderancia de los efectos insignificantes o dirección inconsistente de efectos, Hanushek encontró que no existe una “relación fuerte o sistemática entre los gastos de la escuela y el rendimiento de los estudiantes.” Esta declaración provocó refutaciones de parte de Hedges, Laine y Greenwald (1994) y Kremer (1995), quienes criticaron la metodología de conteo de votos de Hanushek y apoyaron una asociación más estrecha entre los recursos y los resultados. Sin embargo, ninguno de estos analistas recomienda un aumento incondicional en el gasto. Hanushek (1994) admitió que el dinero importa algunas veces, Hedges et al. admitió que “tirar el dinero” a las escuelas no es la mejor práctica, y Kremer aconseja que aumentar el gasto “suele mejorar modestamente el rendimiento del estudiante.”

Los estudios que examinan la relación entre el financiamiento y los resultados en los países en desarrollo, que a menudo gastan poco, sugieren que ciertos insumos (y por extensión, algún gasto en educación) tienen el potencial para un mayor impacto en estos entornos. Fuller y Clarke (1994) examinaron los insumos educativos específicos en su resumen de más de 100 estudios de la función de producción de la educación en los países en desarrollo, encontrando efectos consistentes para los libros de texto, cualidades de los maestros, el tiempo de instrucción, entre otros. Una investigación actualizada de esta literatura de Glewwe, Hanushek, Humpage y Ravina (2011) encuentra que los países en desarrollo, con pocos insumos básicos sí tienen efectos significativos, incluyendo la disponibilidad de mesas, conocimiento de los maestros sobre las materias que enseñan y la ausencia del maestro. Agregando a la discusión, una reciente revisión de lo que funciona en la educación en los países en desarrollo por Krishnaratne, White y Carpenter (2013) encuentra efectos positivos sobre los resultados de las pruebas para una mejor construcción de infraestructura, materiales educativos y recursos didácticos adicionales.

Incluso dentro de los Estados Unidos (un alto consumidor), algunos estudios sugieren que el dinero importa para los estados que gastan por debajo de la media nacional. Ferguson y Ladd (1996) analizaron los resultados de los estudiantes a nivel de estudiante y distrito en Alabama y encontraron efectos significativos en los resultados del aprendizaje no solo para determinados insumos (resultados de las pruebas de maestros, formación de los maestros y tamaño de la clase), sino también más generalmente para los niveles de gasto de instrucción. En coherencia con el mensaje de este estudio, explicaron que estos grandes efectos de gastos previstos no se esperarían en otros estados que eran históricamente

grandes consumidores, y que el gasto por sí solo no es suficiente para aumentar el aprendizaje del estudiante. En general, la literatura indica que el gasto puede ser eficaz en la mayoría de los ajustes si se gestiona de manera eficiente, y lo más importante para este estudio es que puede tener un mayor impacto en los países en desarrollo u otros que puedan ser bajos consumidores de educación.

Algunos estudios miran más allá de la relación del gasto de educación y los resultados de aprendizaje para investigar la importancia de los antecedentes familiares con respecto a los factores escolares. El estudio de Heyneman y Loxley (1983) sobre la encuesta de las cualidades de la escuela y maestros encontró que la calidad de la escuela y maestros son más influyentes en la predicción de los resultados de aprendizaje de las ciencias que los antecedentes familiares en países de bajos ingresos, que tienden a ser altos consumidores. Sin embargo, Riddell (1989) criticó la metodología e información del efecto Heyneman-Loxley. Luego, utilizando una nueva técnica de modelaje jerárquico lineal (HLM, por sus siglas en inglés) y datos actualizados de la década de 1990, Baker, Goeslin y LeTendre (2002) encontraron que el nivel de ingreso nacional no está relacionado negativamente con efectos escolares mayores. El análisis de datos de Hanushek y Luque (2003) de la evaluación TIMSS de 1995 confirmó la desaparición del efecto Heyneman-Loxley, encontrando que los resultados de aprendizaje no están más relacionados positivamente a las diferencias de recursos escolares en los países pobres. Sin embargo, el análisis HLM de Chudgar y Luschei (2009) sobre los resultados TIMSS 2003 para el 4to. grado (un punto escolar cuando una mayor representación de la población de niños permanecen en la escuela en los países en desarrollo), muestra que la importancia de las escuelas está negativamente relacionada con el ingreso nacional de un país, similar al efecto Heyneman-Loxley. Este estudio examinará además la importancia de los recursos escolares en los países que gastan menos en educación y tienden a ser pobres.

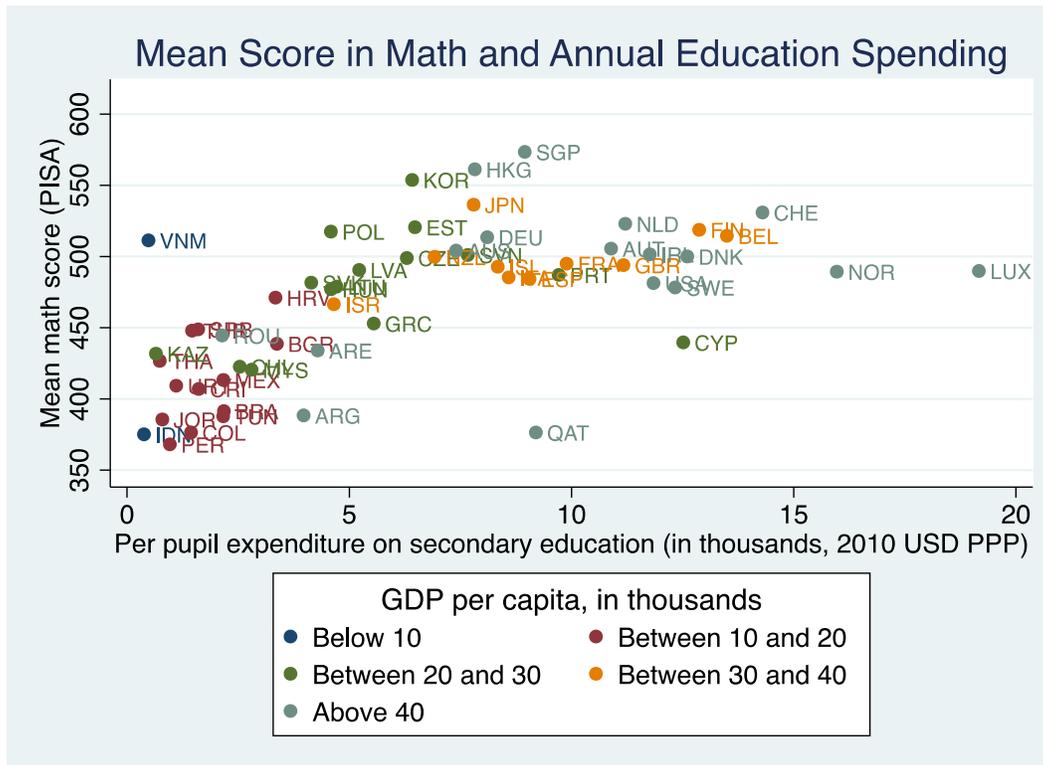
En este estudio, nos acercamos a la correlación entre los gastos y los resultados por la descomposición de la función de producción de la educación para los sistemas educativos de alto y bajo gasto. Nuestros resultados sugieren que el aumento del gasto se asocia con mejores resultados de aprendizaje en sistemas de bajo gasto hasta un punto de corte de los gastos, más allá del cual no existe una asociación clara ni estadísticamente significativa entre el gasto y los resultados en sistemas de alto gasto.

Un diagrama de dispersión del gasto y los resultados en matemáticas¹ para nuestra muestra² sugiere que la relación entre el gasto y los resultados sí difieren de hecho entre los países que gastan más y menos por estudiante (ver Figura 1).

¹ Las matemáticas ha sido elegido como el tema principal de la comparación.

² La muestra incluye todos los países con datos disponibles para las evaluaciones de PISA y el gasto en educación por alumno de la escuela secundaria (para el año 2010 o el año más cercano disponible).

Figura 1.



Fuente: Análisis del autor.

De hecho, la asociación es fuerte y estadísticamente significativa entre los países con bajos niveles de gasto educativo. La razón de esta diferencia en la asociación entre los niveles de logro de los estudiantes y los gastos por alumno en bajos y altos niveles de gasto podría ser rendimientos decrecientes: mientras el gasto en educación aumenta, los beneficios en el margen tienden a bajar, lo que sugiere una especificación logarítmica. Curiosamente, los niveles de ingreso no necesariamente predicen el rendimiento, según el reciente Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA, por sus siglas en inglés) en el resumen de Focus (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, OCDE 2012) que encontró que el PIB per cápita no está relacionado con las ganancias en las calificaciones de lectura para países con un PIB per cápita de más de US\$20.000. Como este análisis, el resumen de PISA ilustró que los gastos acumulados de educación³ no están asociados con los puntajes de lectura de PISA después de los US\$35.000 por estudiante. En la Figura 1, las grandes variaciones en las puntuaciones de las pruebas dentro de los países de alto ingreso refuerzan esta conclusión. Además, estas

³ El gasto acumulado en educación se calcula como la cantidad que un país gasta en educación para cada estudiante en edad de 6 a 15 años, convertido en la moneda internacional equivalente.

figuras muestran la superposición en los resultados de las pruebas entre los países con ingresos medio-bajos y medio-altos, lo que sugiere que los niveles de ingresos tampoco están directamente relacionados con los resultados de aprendizaje para estos países.

Un diagnóstico visual y los resultados de regresión en la Tabla 1 para las matemáticas sugieren una relación logarítmica entre el gasto y los resultados sobre toda la muestra. Sin embargo, con base en una revisión de la literatura, decidimos investigar dos grupos de consumidores para poder identificar el punto en el que el aumento del gasto no estará más asociado con los beneficios en los puntajes de las pruebas. La separación de la muestra en consumidores altos y bajos también nos permitirá describir mejor las dos relaciones distintas que se producen en la práctica, a partir de una pendiente pronunciada entre consumidores menores como Indonesia o Jordania, y luego disminuyendo la curva para los consumidores altos como Alemania o Japón. El umbral del gasto en la educación por alumno donde la asociación entre los niveles de logro de los estudiantes y los gastos por alumno se vuelve estadísticamente insignificante parece estar alrededor de los US\$8.000, sin embargo un análisis cuidadoso proporcionará evidencia para establecer esta ubicación.

Tabla 1. Principales calificaciones en matemáticas 2009 y Gasto del Log Educación

	(1) Matemáticas, sin controles	(2) Matemáticas, con controles
Log del gasto en educación	42.11*** (4.60)	44.04*** (8.47)
Log del PIB per capita		-31.59 (21.28)
Coefficiente Gini		-2.60*** (0.39)
Constante	111.95*** (38.80)	502.63*** (159.16)
Observaciones	55	50
R-cuadrado	0.576	0.792

Notas: Errores robustos estándar entre paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Fuente: Cálculos del autor.

No hay un nivel aceptado de gasto que determine un punto de corte cuando el gasto en educación importe para los resultados de aprendizaje estudiantil. Sin embargo, pocos podrían argumentar que el gasto en educación no contribuye al aprendizaje, o que el gasto en educación debe ser eliminado. Por lo tanto, si cero gasto no es razonable y si gastar mucho no mejora sistemáticamente los resultados, aumentar el gasto en la educación eficiente debe importar hasta que se alcance un cierto umbral en el que se proporcionan los recursos adecuados y más allá del cual los recursos adicionales dejen de importar. Para ser claros, este estudio no aboga por un aumento incondicional en el gasto. Estamos de acuerdo en que es más importante *cómo se gasta el dinero* que *la cantidad que se gasta*, hasta cierto grado. Pritchett y Filmer (1999) explican este doble enfoque: es posible para una escuela aumentar la eficiencia y producir mayores resultados con menos fondos, pero si dos escuelas tienen la misma eficiencia en la asignación, la escuela con el presupuesto más alto superará a la escuela con presupuesto más bajo, aunque con rendimientos decrecientes. La eficiencia del uso importa y varía para la mayoría de los insumos educativos que se cree que influyen en los resultados de los estudiantes, tales como el tamaño de la clase. El tamaño de la clase está a menudo en el centro de los debates del gasto en la educación (y por tanto un elemento clave a evaluar) porque el número de alumnos por aula a menudo está directamente relacionado con la asignación de recursos y porque los educadores y padres a menudo prefieren clases de un menor tamaño (Angrist y Lavy 1999). Los estudios realizados en Bangladesh y la India mostraron que las clases más pequeñas no influyeron positivamente en los resultados de aprendizaje (Asadullah 2005; Banerjee, et al 2007), pero los recientes esfuerzos para disminuir el tamaño de la clase mejoraron los resultados de las pruebas en otros lugares de bajo ingreso, incluyendo Sudáfrica (Case y Deaton 1999) y Bolivia (Urquiola 2006). El tamaño de la clase y otros recursos adicionales tienen el potencial de influenciar los resultados del aprendizaje en cierta medida si cambian la experiencia escolar del niño (Murnane y Willett 2011).

Si, según la investigación, los patrones observados de información, y el sentido común sugiere, cuando el aumento del gasto usado efectivamente está asociado con resultados de aprendizaje más altos entre los sistemas de bajo gasto, ¿podemos determinar dónde se da el punto de corte en el gasto de la educación asociado con las ganancias en el aprendizaje? Existen amplias variaciones dentro y a través del país tanto en los resultados de aprendizaje como en la educación por alumno, donde los consumidores bajos normalmente alcanzan niveles más bajos. Incluso dentro de un país, es difícil determinar si el aumento del gasto en la educación produce mejores resultados ya que el gasto no es la única característica que afecta el rendimiento en las pruebas de aprendizaje (Guryan 2001). El mismo argumento es aún más complicado en las comparaciones entre países con una mayor variación en las condiciones de fondo. El gasto en la educación podría estar correlacionado con otros factores que afectan los resultados del aprendizaje, creando un sesgo de variables omitidas. Este análisis intentará controlar la influencia de los ingresos y la

desigualdad, así como la información consistente entre países que lleva a otros factores que son limitados como tasas de pobreza infantil, la participación de los niños y niñas de hogares monoparentales, o las tasas de desnutrición.

Datos

Los datos que se usaron para nuestro análisis provienen de evaluaciones internacionales de aprendizaje estudiantil y de diversas bases de datos estadísticos internacionales. Para obtener un resumen de las estadísticas descriptivas, consulte la Tabla 2.

Tabla 2. Estadísticas descriptivas

	Muestra completa
Principales calificaciones en matemáticas	463.09 (51.76)
Gasto en educación por estudiante de secundaria, en miles	6.51 (4.75)
PIB Per capita, en miles	29.37 (20.12)
Coefficiente Gini	34.45 (9.21)
Observaciones	50

Notas: Las desviaciones estándar entre paréntesis. Las calificaciones medias se refieren a los resultados de los estudiantes en la evaluación internacional de matemáticas PISA en 2009. El gasto y el PIB per cápita están expresados en miles de dólares internacionales.

Fuente: Cálculos del autor.

Los resultados de aprendizaje se miden por puntaje promedio en matemáticas y lectura en PISA. Para el presente análisis se seleccionó PISA como la evaluación internacional, ya que tanto los resultados de matemáticas como de lectura están disponibles para un número sustantivo de países. El análisis examina resultados de todos los años disponibles (2006, 2009 y 2012) en un esfuerzo por buscar una tendencia consistente con el transcurrir del tiempo. Matemáticas se seleccionó como el tema principal de comparación porque se le reconoce como una de las habilidades cognitivas básicas que son esenciales para una plena participación en sociedad (OCDE 2004).

La variable explicativa de los resultados de aprendizaje es el gasto en educación secundaria por alumno de secundaria reportado en el Compendio de Educación Mundial del Instituto de Estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). Aunque lo

ideal sería utilizar el gasto acumulado en educación por alumno para el grado adecuado, dichos datos sólo están disponibles para 30 sistemas de interés. En su lugar, el gasto en educación por alumno de secundaria (expresado en dólares estadounidenses del 2010 y ajustado para paridad del poder adquisitivo) se utilizó para 51 sistemas, con los datos al 2010 o al año más cercano disponible en la administración de PISA. El gasto en educación secundaria por alumno es un punto de referencia razonable del gasto acumulado en educación: una correlación sencilla entre los dos es 0.92 y una regresión del gasto acumulativo del gasto en educación secundaria genera un R^2 de 0.85 con un coeficiente altamente significativo y grande en el gasto de secundaria.

Las variables de control incluyen el nivel promedio de ingreso del país y el grado de disparidad del ingreso. A pesar de que estas variables no representan todas las características no observables que pueden, sin embargo, afectar los resultados de aprendizaje, se espera que algunos factores importantes (tales como la desnutrición o el tamaño de la familia) estén representados por estos controles. El nivel de ingreso es indicado por el PIB per cápita (expresado en dólares estadounidenses del 2010 y ajustado por paridad de poder adquisitivo) para el año 2010 o el más cercano disponible a la fecha de la administración PISA. El coeficiente Gini indica el nivel nacional de disparidad del ingreso y proviene de diferentes fuentes de datos dependiendo del estatus del país en desarrollo (Indicadores de Desarrollo Mundial, Banco Mundial), OCDE (Extractos Estad. de OCDE, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), u otro (El World Factbook, Agencia Central de Inteligencia de los Estados Unidos de América).

Existen varios inconvenientes con estos datos, incluyendo sesgo hacia sistemas que participan en evaluaciones internacionales y reportan gasto en educación a la UNESCO, la posibilidad de que el gasto en educación pudiese requerir ajuste utilizando un índice de precios específico del sector (no simplemente paridad del poder adquisitivo) y la carencia de datos sobre algunas características no observadas que pueden afectar los resultados de aprendizaje. De forma más general, una pequeña muestra hará menos probable la detección de asociaciones estadísticamente significativas que una muestra más grande. Los hallazgos se deberán interpretar según el caso. A pesar de estas complicaciones, aprovechar los mejores datos disponibles es mejor que no hacer análisis alguno, y esperamos que este estudio inspire más investigación en materia del impacto del gasto de educación sobre los resultados de aprendizaje, particularmente en países en vías de desarrollo.

Metodología

En el mundo real—un factor que complica nuestro análisis – los sistemas educativos no han sido asignados a grupos de consumidores altos y bajos por ningún sistema de clasificación establecido, de

manera que debemos analizar los datos en sí para identificar el punto de corte en el rango de gastos, si de hecho existe alguno. Como no podemos aprovechar un experimento designado o natural, nuestros hallazgos se deberán interpretar con cautela como de asociación y no de causa. Para investigar si la relación entre el gasto y los resultados de aprendizaje es diferente en los sistemas que gastan de forma diferente en educación, primero debemos diferenciar los sistemas de gasto alto de los de gasto bajo con las variables del indicador:

$$(1) \quad \text{Restringido:} \quad S = \gamma_0 + \gamma_1 E_i + \gamma_2 I_i + \gamma_3 G_i + \eta$$

$$(2) \quad \text{Completo:} \quad S = \beta_0 + \beta_1 E_i + \beta_2 I_i + \beta_3 G_i + \beta_4 H_i + \beta_5 H_i * E_i + \beta_6 H_i * I_i + \beta_7 H_i * G_i + \varepsilon$$

En estas ecuaciones, S es el puntaje promedio estandarizado en una evaluación internacional de matemáticas; E es el gasto en educación secundaria por alumno; I es el nivel de renta representado por el PIB per cápita; G es la disparidad medida por el coeficiente Gini; H es una variable de indicador para clasificar sistemas como consumidores altos si su gasto en educación es mayor que el corte designado explicado abajo; y η y ε son términos de error. Un sistema está designado como de gasto alto si $E \geq H$, y de gasto bajo si $E < H$. γ_1 , β_1 y β_5 son los coeficientes de interés, y muestran la asociación entre el gasto por alumno y los resultados educativos.

Para determinar si los coeficientes estimados sobre el gasto son o no diferentes para sistemas de gasto alto y bajo, utilizamos la prueba de Chow, que detecta cambio estructural utilizando un análisis de covarianza para el modelo restringido (en donde todas las observaciones pertenecen a un grupo) y para el modelo completo (en donde las observaciones pertenecen a grupos diferentes). Normalmente, esta prueba se usa con datos de panel para ver si una relación se mantiene estable con el transcurrir del tiempo, pero nosotros la adaptamos para evaluar si la asociación entre los resultados de aprendizaje y el gasto por alumno se mantiene o no igual al monto de los aumentos en el gasto. Utilizamos y nos basamos en un método de variable cero (desarrollado primero por Dufour [1980]), que forma variables cero para el segundo período de tiempo (sistemas de gasto alto en este caso) y utiliza una prueba F para evaluar si sus coeficientes son o no igual a cero. Si los coeficientes son iguales a o no son estadísticamente diferentes a cero, entonces podemos asumir que no existe diferencia en resultados para consumidores de gasto alto y bajo debido a cualquiera de las variables dependientes. Establecimos variables de indicador y evaluamos la siguiente hipótesis:

$$(3) \quad H_0: \quad \beta_4, \beta_5, \beta_6, \text{ y } \beta_7 = 0$$

$$H_a: \quad \text{Al menos un coeficiente es diferente de 0}$$

...en donde β_4 es la variable cero para sistemas de gasto alto; β_5 es la interacción entre el gasto educativo y los sistemas de gasto alto, β_6 es la interacción entre el nivel de renta y los sistemas de gasto alto y β_7 es la interacción entre disparidad y sistemas de gasto alto.

Definimos una serie de grupos de gasto alto y bajo estableciendo arbitrariamente cortes en gastos de educación con incrementos de US\$1,000. Posteriormente verificamos en donde el gasto (β_5) es diferente de los consumidores de gasto alto y bajo.

Si hay diferentes resultados esperados para consumidores de gasto alto y bajo, ¿cómo podemos identificar el corte natural entre grupos de gasto? En vez de asumir simplemente en donde el punto de corte a través de una evaluación visual, hacemos pruebas para un punto de corte observando el nivel de gasto en el que hay una relación estadísticamente diferente para consumidores altos y bajos. Para el par de consumidores altos y bajos en cada incremento de US\$1,000, hicimos pruebas con el objeto de ver si el coeficiente β_5 del Modelo (2) es estadísticamente diferente a cero. Más concretamente, un sistema tiene las siguientes asociaciones estimadas con el gasto en educación:

- (4) Consumidores bajos: β_1
Consumidores altos: $\beta_1 + \beta_5$

β_1 indica la asociación para consumidores bajos, y β_5 indica si existe o no un impacto diferente para los consumidores altos. Cuando β_5 (el coeficiente del período de interacción para gasto de educación y consumidores altos) es positivo o negativo y estadísticamente significativo, existen dos relaciones distintas para consumidores altos y bajos. Observamos en que corte β_5 ya no es estadísticamente diferente de cero porque en ese punto ya no hay diferencia en la asociación entre el logro del estudiante y el gasto educativo entre sistemas de gasto alto y bajo. Si el coeficiente en el gasto educativo para sistemas de gasto bajo es significativo en este punto, esto implicaría que un aumento en el gasto educativo está asociado con un aumento en los resultados de aprendizaje a niveles menores de gasto y que un aumento similar no está asociado con cambios en los resultados de aprendizaje a niveles de gasto superiores.

Para hallar una tendencia consistente con el transcurrir del tiempo, se aplicó esta metodología a seis regresiones separadas con puntuaciones promedio de PISA en matemáticas y lectura en los años 2006, 2009 y 2012 como las variables dependientes. Finalmente se revisaron los resultados entre años y materias.

Resultados

De nuestro análisis, encontramos que la relación entre el gasto en educación y los resultados de aprendizaje sí cambia en un cierto punto de corte, lo cual indica que el gasto adicional en educación está asociado con mayores niveles de aprendizaje del estudiante entre consumidores de gasto bajo, hasta una cifra mínima. Como se describió anteriormente, adaptamos una serie de regresiones lineales para llegar a esta conclusión. Para esta discusión, se destacan los resultados de matemáticas de Pisa 2009, ya que son los más cercanos a los hallazgos promedio entre materias y años.

En primer lugar, adaptamos regresiones básicas de resultados de aprendizaje del gasto en educación con y sin variables de control, para ver si el coeficiente estimado del gasto en educación es estadísticamente significativo en un modelo que incluye todas las observaciones para consumidores de gasto alto y bajo con datos disponibles. Una regresión de modelo (1) con variables de control y sin diferenciación entre consumidores de gasto alto y bajo sugiere que la relación entre gasto de educación y puntajes promedio de pruebas es estadísticamente significativa (ver Tabla 3). Los resultados de una regresión de modelo (1) sin variables de control implican que el coeficiente estimado del gasto de educación es estadísticamente significativo para resultados de aprendizaje en matemáticas (ver Tabla 3). Posteriormente investigamos hasta qué punto la relación puede diferir entre sistemas de gasto alto y bajo.

Tabla 3. Principales calificaciones y gasto en educación (matemáticas, 2009)

VARIABLES	(1) Modelo completo (sin controles)	(2) Modelo completo	(3) 1000	(4) 2000	(5) 3000	(6) 4000	(7) 5000	(8) 6000	(9) 7000	(10) 8000	(11) 9000	(12) 10000	(13) 11000
Gasto en la educación	7.752*** (1.2)	8.733*** (1.113)	10.78 (38.30)	41.54*** (10.86)	8.563 (13.68)	10.11* (5.751)	16.03*** (4.137)	15.90*** (3.267)	15.77*** (2.503)	14.56*** (2.583)	13.04*** (2.772)	13.60*** (2.069)	12.77*** (1.946)
PIB per capita		-1.062*** (0.141)	2.496 (2.509)	2.629 (1.786)	1.478 (1.804)	1.487 (1.576)	0.723 (1.378)	0.288 (1.110)	0.306 (0.985)	0.374 (0.806)	0.176 (0.788)	-1.205*** (0.243)	-1.166*** (0.226)
Coefficiente Gini		-2.318*** (0.440)	-1.217 (1.102)	-1.886*** (0.483)	-1.312* (0.688)	-1.408*** (0.386)	-1.698*** (0.298)	-1.731*** (0.293)	-1.660*** (0.287)	-1.586*** (0.291)	-1.671*** (0.308)	-2.112*** (0.359)	-2.108*** (0.368)
Consumidor de gasto alto constante			156.7*** (48.71)	152.6*** (36.80)	105.9** (41.44)	109.1*** (36.14)	90.93** (41.46)	80.26* (41.98)	94.08** (45.49)	78.42 (53.52)	18.67 (54.19)	-37.12 (72.85)	-43.80 (110.4)
Gasto en educación * Consumidor de alto gasto			-4.519 (38.31)	-35.40*** (10.92)	-2.766 (13.72)	-5.085 (5.848)	-11.38** (4.385)	-11.71*** (3.597)	-11.61*** (3.046)	-9.007*** (3.224)	-5.268 (3.360)	-4.604 (6.304)	-3.362 (9.141)
PIB per capita * Consumidor de alto gasto			-3.469 (2.513)	-3.629** (1.791)	-2.634 (1.810)	-2.686* (1.583)	-1.948 (1.391)	-1.563 (1.132)	-1.527 (1.007)	-1.602* (0.823)	-1.495* (0.802)	-0.488 (0.916)	-0.580 (1.261)
Gini * Consumidor de alto gasto			-1.763 (1.172)	-0.981 (0.644)	-0.321 (0.953)	-0.0368 (0.755)	0.572 (0.971)	0.980 (1.110)	0.454 (1.150)	0.336 (1.270)	1.248 (1.231)	2.364* (1.374)	2.429 (1.775)
Constante	412.593*** (9.03)	517.3*** (20.54)	402.6*** (44.58)	405.6*** (31.56)	426.2** (35.96)	428.3*** (28.92)	442.7*** (25.30)	450.5*** (22.68)	447.6*** (20.90)	446.1*** (18.00)	456.1*** (18.57)	495.2*** (17.08)	496.8*** (17.48)
Observaciones	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
R-cuadrado	0.506	0.738	0.810	0.812	0.843	0.867	0.861	0.861	0.863	0.872	0.863	0.814	0.801

Errores robustos estándar entre paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

En segundo lugar para evaluar si existe un cambio estructural en la relación entre los resultados de aprendizaje del estudiante y el gasto por alumno entre sistemas de gasto alto y bajo, realizamos pruebas de Chow para una serie de regresiones con cortes simulados en incrementos de US\$1,000. A título de referencia, la Tabla 4 muestra que la diferencia entre las estimaciones de coeficiente del gasto educativo, el PIB per cápita y el coeficiente Gini para sistemas de gasto alto y aquellos para sistemas de gasto bajo son significativamente diferentes para todos los cortes para los que se hicieron pruebas. La suma residual de cuadrados es la más baja en US\$8,000, lo cual sugiere un mejor ajuste en ese rango, en donde está el más bajo monto de variación de la línea de mejor ajuste. Sin embargo, estamos más interesados en el punto en el que la estimación del coeficiente del gasto educativo en particular empieza a tener una asociación diferencial con los resultados de aprendizaje.

Tabla 4: Prueba de cambio estructural para el principal modelo de calificación, matemáticas

Punto de corte	Grado de libertad del numerador	Grado de libertad del denominador	Prueba F	Valor P	Suma de cuadrado residual
1000	4	42	9.0	0.000	24896.8
2000	4	42	8.0	0.000	24624.6
3000	4	42	7.2	0.000	20600.7
4000	4	42	12.7	0.000	17414.9
5000	4	42	11.0	0.000	18286.8
6000	4	42	11.1	0.000	18259.7
7000	4	42	12.7	0.000	18001.9
8000	4	42	15.8	0.000	16790.1
9000	4	42	10.1	0.000	17994.5
10000	4	42	6.4	0.000	24428.3
11000	4	42	5.7	0.001	26058.3

Fuente: Cálculos del autor

En tercer lugar, miramos más de cerca la interacción del gasto en educación y la variable simulada para los sistemas de gasto alto para ver cuando ya no es más significativo estadísticamente conforme el gasto aumenta. De la Figura 1, esperamos encontrar un intervalo en alguna parte después de los US\$8.000. En este punto, ya no habrá diferencia alguna entre las estimaciones de coeficiente para sistemas de gasto alto y bajo y la asociación del gasto de educación con los resultados de aprendizaje del estudiante no será diferente a cero entre los consumidores de gasto alto. Al ajustar una serie de regresiones con diferentes cortes en gasto de educación para sistemas de gasto alto y bajo (ver Tabla 3), encontramos que la estimación del coeficiente en el gasto de educación es estadísticamente significativa en el modelo completo (2) en algunos niveles de gasto tanto para sistemas de gasto alto como bajo. Ajustar las

regresiones en incrementos de US\$1,000 muestra que existe una asociación diferente, positiva y estadísticamente significativa para los sistemas de gasto alto en promedio entre materias y años de US\$7,333. Presentamos resultados para matemáticas 2009 como el modelo más cercano al hallazgo entre todos los modelos, con gasto de educación significativo hasta US\$8,000.

Las estimaciones para el modelo de matemáticas son las siguientes:

$$(6) S = 446.1 + 14.56 E + 0.374 I - 1.586 G + 78.42 H - 9.007 H * E - 1.602 H * I + 0.336 H * G$$

$$(18) \quad (2.583) \quad (0.806) \quad (0.291) \quad (53.52) \quad (3.224) \quad (0.823) \quad (1.27)$$

$$H = 1 \text{ if } E \geq 8$$

Estas son entonces las implicaciones para los consumidores de gasto alto y bajo:

$$(7) \quad \text{Alto: } S_{E \geq 8} = 524.5 + 5.552 E - 1.228 I - 1.251 G$$

$$(51.99) \quad (1.991) \quad (0.170) \quad (1.275)$$

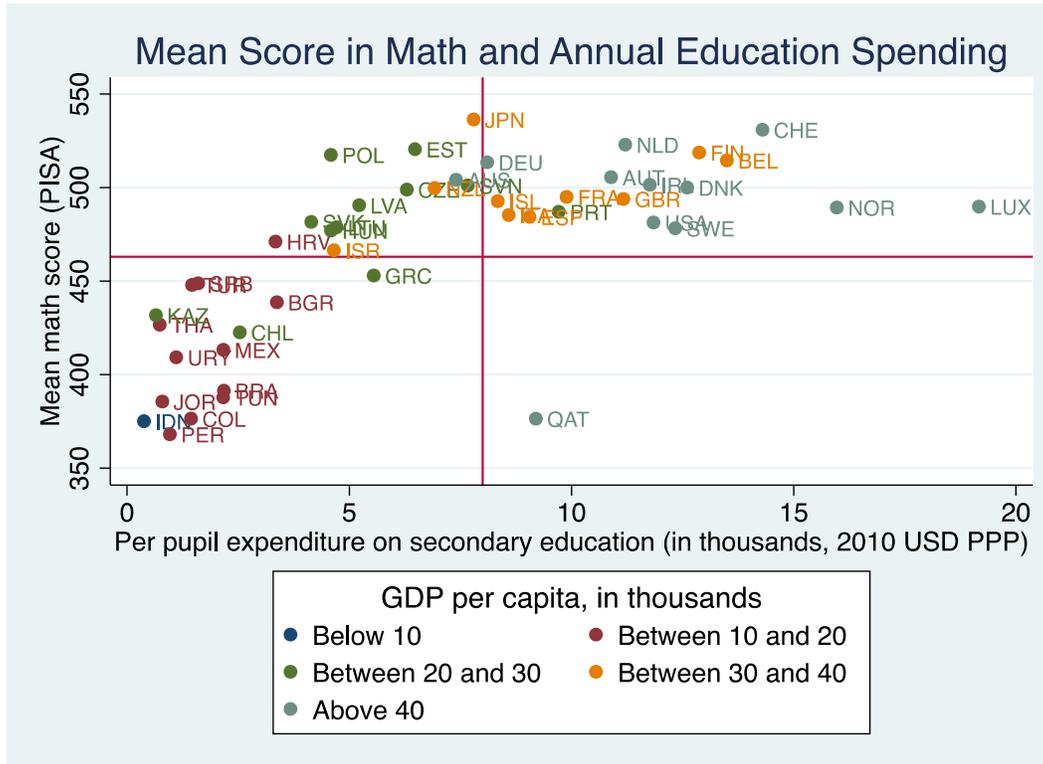
$$\text{Bajo: } S_{E < 8} = 446.1 + 14.56 E + 0.374 I - 1.586 G$$

$$(17.67) \quad (2.536) \quad (0.791) \quad (0.285)$$

En el modelo de matemáticas, la asociación estimada entre los resultados de aprendizaje del estudiante y el gasto educativo es positiva para los sistemas de gasto bajo (aquellos que consumen hasta US\$8.000 por estudiante), mientras que es negativa para los sistemas de gasto alto (aquellos que gastan US\$8.000 o más por estudiante). Controlar la renta promedio y su disparidad, cada US\$1.000 adicionales en gasto por alumno está asociado con una mejora en la puntuación promedio de 14,56 puntos para sistemas de gasto bajo hasta el corte de US\$8.000. Entre los sistemas de gasto bajo y los de gasto alto, la asociación entre la variable de control de disparidad de renta y los resultados de aprendizaje del estudiante es estadísticamente significativa y negativa, lo cual indica que la distribución dispar de la renta está vinculada al rendimiento.

Claramente, los asuntos de eficiencia y suficiencia están relacionados. Los sistemas educativos se pueden categorizar a grandes rasgos en una matriz 2x2 de (1) consumidor de gasto alto, resultados de aprendizaje altos; (2) consumidores de gasto alto, resultados de aprendizaje bajos; (3) consumidor de gasto bajo, resultados de aprendizaje bajos, y (4) consumidor de gasto bajo, resultados de aprendizaje altos (ver Figura 2).

Figura 2.



Fuente: Análisis del autor.

Con el uso de cortes del promedio de 463 en la puntuación promedio, solamente observamos un sistema de gasto alto que es un exponente bajo en puntuación promedio. Observamos un grupo de sistemas de gasto bajo que son exponentes bajos así como otro grupo de sistemas que son exponentes altos. Este posicionamiento aproximado respalda nuestros hallazgos de que un cierto monto del gasto parece impactar significativamente los resultados de aprendizaje adecuados. Futuros análisis podrían incluir un análisis más cercano de las características de los sistemas educativos para países que puntúan por encima de la media pero que gastan relativamente menos.

Conclusiones

Nuestras estimaciones de la asociación entre los gastos educativos y los resultados de aprendizaje del estudiante en matemáticas sugieren que cuando los sistemas educativos consumen más de US\$8.000 por estudiante, la asociación ya no es estadísticamente significativa. Por encima de este nivel de gasto por estudiante, el gasto adicional no tiene una asociación estimada significativa con los resultados del aprendizaje. Por lo tanto, encontramos un efecto de umbral una vez que se cumple con este nivel de recursos, lo cual indica una disminución de la relación entre recursos y logro a altos niveles de gasto (consistente con otra literatura reciente).

Una interpretación de nuestro análisis, consistente con estudios previos, es que la eficiencia en el uso de los recursos gastados en educación es más susceptible de ser asociada con niveles más altos de los resultados de aprendizaje entre sistemas que ya proporcionan los insumos básicos para una educación de calidad (tal y como está medido por su gasto promedio por alumno). Los consumidores de gasto alto también pueden gastar más en programas que compensan a estudiantes desfavorecidos, lo cual podría generar beneficios inconsistentes en los puntajes de prueba o en la capacidad, dependiendo del estudiante. Sin embargo, a niveles de gasto por debajo de los umbrales estimados, existe una asociación positiva, estadísticamente significativa entre el gasto educativo y los niveles de puntaje de las pruebas. Cuando los consumidores de gasto bajo aumentan el gasto, se le puede utilizar para establecer condiciones básicas o para aumentar la calidad a un estándar mínimo aunque el uso eficiente de estos recursos puede ser también una limitante para alcanzar niveles altos de aprendizaje para todos.

Pese a nuestro cuidadoso análisis, debemos hacer hincapié en que la asociación demostrada entre el gasto en educación y el gasto no se puede asumir como causal. Aunque hayamos controlado algunos observables que afectan los resultados de aprendizaje, el análisis está restringido en razón de la disponibilidad de datos, lo cual hace imposible explicar todas las influencias en educación. A medida que haya más datos disponibles, el análisis se podría desarrollar aún más con un modelo de efectos fijos, utilizando la diferencia en el gasto (idealmente gasto de educación acumulativo a la edad de la evaluación internacional) y la diferencia en los resultados de aprendizaje con el transcurrir del tiempo como variables explicativas y dependientes, respectivamente. En este caso, se controlarían otros factores específicos de país y se podría establecer una relación causal. Otra investigación futura podría examinar variaciones a nivel local en el gasto y los resultados de aprendizaje, ajustando necesidades del estudiante para un solo país con niveles de gasto bajo.⁴ Esto reduciría también asuntos relacionados con comparaciones entre países. Más factible, la metodología utilizada en el estudio podría evaluar los resultados de aprendizaje en evaluaciones regionales tales como el Laboratorio Latinoamericano para Evaluación de la Calidad de Educación (LLECE por sus siglas en inglés), el Consorcio de África Oriental y del Sur para Monitoreo de la Calidad de la Educación (SACMEQ por sus siglas en inglés) o el Programa sobre el Análisis de los Sistemas Educativos (PASEC por sus siglas en inglés). A medida que más países participen en la evaluación PISA y reporten sus datos de gastos a la UNESCO, el conjunto de datos existentes también mejorará. Esperamos que una investigación futura profundice nuestro entendimiento acerca de cómo el dinero puede importar para los resultados de aprendizaje en sistemas que gastan poco.

⁴ Consultar a Boser (2011) para obtener un ejemplo de este tipo de evaluación en un país con niveles de gasto elevado (los Estados Unidos).

Referencias

- Angrist, Joshua. D. and Victor Lavy. 1999. "Using Maimonides' Rule to Estimate the Effect of Class Size on Scholastic Achievement." *The Quarterly Journal of Economics* 114 (May): 533-75.
- Asadullah, Mohammad N. 2005. "The effect of class size on student achievement: Evidence from Bangladesh." *Applied Economics Letters* 12 (August): 217-21.
- Baker, David P., Brian Goesling, and Gerald LeTendre. 2002. "Socio-economic Status, School Quality, and National Economic Development: A Cross-National Analysis of the 'Heyneman-Loxley' Effect' on Mathematics and Science Achievement." *Comparative Education Review* 46 (August): 291-312.
- Banerjee, Abhijit V., Shawn Cole, Esther Duflo, and Leigh Linden. 2007. "Remedying education: Evidence from two randomized experiments in India." *Quarterly Journal of Economics* 122 (August): 1235-64.
- Berne, Robert and Leanna Stiefel. 1984. *The measurement of equity in school finance: Conceptual, methodological, and empirical dimensions*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Boser, Ulrich. 2011. "Return on Educational Investment: A district-by-district evaluation of U.S. educational productivity." Washington: Center for American Progress.
- Case, Anne, and Angus Deaton. 1999. "School Inputs and Educational Outcomes in South Africa." *Quarterly Journal of Economics* 114 (May): 1047-84.
- Chow, Gregory C. 1960. "Tests of Equality Between Sets of Coefficients in Two Linear Regressions." *Econometrica* 28 (July): 591-605.
- Chudgar, Amita and Thomas F. Luschei. "National Income, Income Inequality, and the Importance of Schools: A Hierarchical Cross-National Comparison." *American Educational Research Journal* 46 (September): 626-658.
- Dufour, Jean-Marie. 1980. "Dummy Variables and Predictive Tests for Structural Change." *Economic Letters* 6 (March): 241-7.
- Ferguson, Ronald F. and Helen F. Ladd. 1996. "How and Why Money Matters: An Analysis of Alabama Schools." In *Holding Schools Accountable: Performance-Based Reform in Education*, ed. H. F. Ladd. Washington: The Brookings Institution.
- Fuller, Bruce and Prema Clarke. 1994. "Raising School Effects while Ignoring Culture? Local Conditions and the Influence of Classroom Tools, Rules, and Pedagogy." *Review of Educational Research* 64 (Spring): 119-57.
- Glewwe, Paul W., Eric A. Hanushek, Sarah D. Humpage, and Renato Ravina. 2011. "School Resources and Educational Outcomes in Developing Countries: A Review of the Literature from 1990 to 2010." *NBER Working Paper 17554*. Cambridge: National Bureau of Economic Research (NBER).

- Guryan, Jonathan. 2001. "Does Money Matter? Regression-Discontinuity Estimates from Education Finance Reform in Massachusetts." *NBER Working Paper 8269*. Cambridge: National Bureau of Economic Research (NBER).
- Hanushek, Eric. A. 1986. "The Economics of Schooling: Production and Efficiency in Public Schools." *Journal of Economic Literature* 24 (September), 1141-77.
- . 1994. "An Exchange: Part II: Money Might Matter Somewhere: A Response to Hedges, Laine, and Greenwald." *Educational Researcher* 23 (May): 5-8.
- Hanushek, Eric A. and Javier A. Luque. 2003. "Efficiency and equity in schools around the world." *Economics of Education Review* 22: 481-502.
- Hanushek, Eric A., Paul E. Peterson, and Ludgar Woessmann. 2012. "Achievement Growth: International and U.S. State Trends in Student Performance." PEPG Report No. 12-03. Cambridge: Harvard Kennedy School.
- Hedges, Larry V., Richard D. Laine, and Robert Greenwald. 1994. "An Exchange: Part I: Does Money Matter? A Meta-Analysis of Studies of the Effects of Differential School Inputs on Student Outcomes." *Educational Researcher* 23 (April): 5-14.
- Heyneman, Stephen P. and William A. Loxley. 1983. "The Effect of Primary- School Quality on Academic Achievement Across Twenty-nine High- and Low-Income Countries." *The American Journal of Sociology* 88 (May): 1162-94.
- International Association for the Evaluation of Educational Achievement, IEA. 2008. *TIMSS 2007 International Mathematics Report*. Chestnut Hill: TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College.
- Kremer, Michael. R. 1995. "Research on Schooling: What We Know and What We Don't, A Comment on Hanushek." *The World Bank Research Observer* 10 (August), 247-54.
- Krishnaratne, Shari, Howard White, and Ella Carpenter. 2013. "Quality education for all children?" Working paper. New Delhi: International Initiative for Impact Evaluation.
- Murnane, Richard. J. and John B. Willet. 2011. *Methods Matter: Improving Causal Inference in Educational and Social Science*. New York: Oxford University Press.
- Organization for Economic Cooperation and Development, OECD. 2004. *Learning for Tomorrow's World: First Results from PISA 2003*. Paris: Organization for Economic Cooperation and Development.
- OECD. 2010. *PISA 2009 Results*. Paris: Organization for Economic Cooperation and Development.
- OECD. 2012. *PISA in Focus 13: Does money buy strong performance in PISA?* Paris: Organization for Economic Cooperation and Development.
- Pritchett, Lant and Deon Filmer. 1999. "What education production functions *really* show: a positive theory of education expenditures." *Economics of Education Review* 18 (April): 223-39.
- Riddell, Abby R. 1989. "An Alternative Approach to the Study of School Effectiveness in Third World Countries." *Comparative Education Review* 33 (November): 481-497.

Underwood, Julie K. 1995. "School Finance Adequacy as Vertical Equity." *University of Michigan Journal of Law Reform* 28 (Spring): 493-519.

Urquiola, Miguel. 2006. "Identifying class size effects in developing countries: Evidence from rural Bolivia." *Review of Economics and Statistics* 88 (February): 171-7.