

Relaciones entre los Factores Institucionales y los Resultados en Matemáticas

Pruebas Saber 11 – 2010 en Medellín - Colombiaⁱ

Alberto Jaramillo J.*
Sandra Milena Chica G.**
José David Garcés C.***
Isabel Cristina Montes G.****

Resumen

El principal objetivo del presente documento es dar respuesta a la pregunta ¿Cuáles son los factores institucionales que tienen relación con el rendimiento académico en matemáticas de los estudiantes en el examen de Estado de la educación media (prueba Saber 11)? Para ello se tomó un corte transversal de 1653 estudiantes que presentaron la prueba en el 2010 provenientes de 44 instituciones educativas de la ciudad de Medellín - Colombia. La estimación se hizo por medio de un Modelo Lineal Jerárquico (HLM) cuya variable dependiente fue el resultado en matemáticas, y las variables independientes se clasificaron en dos niveles: estudiante e institución. Con el fin de obtener más información de la institución, además de utilizar la suministrada por el ICFES, se aplicó una encuesta a los profesores de matemática y rectores de las instituciones educativas de la ciudad. Los principales resultados evidencian que alrededor de un 30% del rendimiento de los estudiantes de matemáticas es explicado por variables institucionales. Variables como el número de horas de matemáticas, el pertenecer a colegios privados y de un solo género, el uso del texto guía y el tamaño del colegio, se asocian positiva y significativamente con el puntaje de matemáticas de la prueba Saber 11.

Palabras clave: rendimiento académico, prueba Saber 11, factores institucionales, modelos lineales jerárquicos.

Clasificación JEL: I20; I21; I28

Abstract

The main purpose of this paper is to answer the question: What are the institutional factors which have relationship with academic achievement in mathematics in students who took Saber 11 test? To reach this purpose, was selected 1.653 who comes from 44 Medellín – Colombia's high schools and took this test in 2010. The econometric estimate was through Hierarchical Linear Model (HLM). Dependent variable was educational outcomes in mathematics and, independent variables were classified in two levels: student and institution. With the purpose of obtain more information, in addition to use ICFES' data base; we did a survey to mathematics teachers and principals of high schools. Our evidence support that around 30% of educational attainment in

mathematics is explained by institutional variables. Variables like math class hours, to have guide text book, and enrollment in private schools, big, and school separated by gender, are positively and significantly associated with student performance.

Key words: academic achievement, Saber 11 test, institutional factors, Hierarchical Linear Models.

JEL classification: I20; I21; I28

1. Introducción

El rendimiento académicoⁱⁱ, entendido como el resultado del proceso educativo que refleja las aptitudes cognoscitivas de los estudiantes, es un tema ampliamente explorado en el campo de estudio de Economía de la Educación en las últimas cuatro décadas. Sin embargo, todavía no existe un consenso sobre su relación con los factores institucionales o con características de colegios y profesores que podrían ser intervenidos por medio de políticas educativas.

Ante este panorama, la presente investigación aporta evidencia empírica a la discusión sobre los factores que impulsan u obstaculizan el desempeño académico. Concretamente, el objetivo propuesto fue determinar cuáles factores institucionales están relacionados con los resultados del área de matemáticas de los estudiantes que presentaron el examen de Estado de la educación media (prueba Saber 11) para el 2010 en la ciudad de Medellín. El área de matemáticas fue tomada como objetivo debido a la importancia que tiene esta como área transversal del conocimiento para otras áreas del saber, por ejemplo química, física y biología.

El objetivo de investigación fue abordado desde el enfoque económico, el cual entiende la educación como un producto equiparable al de una empresa. Este enfoque propone como marco de análisis del proceso educativo la función de producción que tiene en cuenta un conjunto de insumos o inputs que generan unos resultados u outputs (Lassibille y Navarro, 2004:182). Entre los insumos se encuentran las características de los estudiantes, profesores e instituciones educativas y entre los resultados las aptitudes cognoscitivas y no cognoscitivas que logra el estudiante en el proceso educativo.

El inicio de los estudios sobre la relación entre el rendimiento académico y los factores institucionales tiene como punto de partida el trabajo del sociólogo James Coleman et al. (1966)ⁱⁱⁱ también llamado informe Coleman. El hallazgo más controversial de este informe fue que los recursos escolares se relacionan débilmente con los resultados académicos cuando se controlan los antecedentes familiares. Es decir, entre sus conclusiones encontró que las diferencias en el desempeño de los estudiantes se explican en gran medida por la distinción en el origen social del alumno, y en menor grado por variables institucionales como: gasto por estudiante, tasa de profesores por estudiante, infraestructura y planes de estudios.

A partir del estudio de Coleman el debate sobre este tema ha tenido dos discusiones, una centrada en la relación del rendimiento académico con los factores institucionales, y otra en los aspectos metodológicos. La primera está compuesta por estudios clásicos que se centraron en encontrar si existía evidencia significativa en la relación entre rendimiento académico y factores institucionales.

Entre los estudios clásicos se resaltan Jencks (1972), Alexander y Simmons (1975), Hanushek, (1986, 1989, 1995), Heyneman y Loxley (1983) y Fuller y Heyneman (1989). Jencks (1972) encontró que lo más importante en la explicación del rendimiento escolar son las características del estudiante. Sin embargo, constató que en los grados altos de secundaria la variable años de educación de los maestros es estadísticamente significativa. Alexander y Simmons (1975) aunque llega a la misma conclusión de Coleman et al. (1966) evidenció algunas variables institucionales que favorecen el desempeño de los estudiantes, como la motivación del profesor medida por el tiempo para preparar la clase y la participación en reformas curriculares, entre otros; así mismo, la cantidad de actividades que tienen los estudiantes para el hogar.

Hanushek (1986, 1989, 1995) realizó varios compendios de un número significativo de estudios dedicados a buscar relaciones entre las variables institucionales y el rendimiento académico de los estudiantes, tanto en países desarrollados como en vía de desarrollo. En sus revisiones no encontró una relación consistente de las variables institucionales (tasa profesor-alumno, gasto por estudiante, suministros administrativos, infraestructura del colegio, educación, experiencia y salarios de los docentes) y el desempeño escolar para los países desarrollados, pero sí encontró evidencia en los países en vía de desarrollo en variables como: experiencia docente, nivel educativo de los docentes, instalaciones o dotaciones del colegio (textos guías o materiales

escritos). Heyneman y Loxley (1983), al igual que Hanushek, encontraron que en los países con menor desarrollo tienen mayor significancia los factores institucionales en las variaciones en el desempeño académico.

Para Fuller y Heyneman (1989), la relación de los factores institucionales tiende a ser más fuerte para el rendimiento académico en las áreas de ciencias y matemáticas, coincidiendo con Hanushek en que esta relación es más fuerte en los países en desarrollo, a pesar de los problemas fiscales que estos países presentaban para la época de la investigación y el bajo rendimiento de ellos en pruebas internacionales. En este sentido –y dados los resultados de su revisión bibliográfica- encuentran que aumentar la disponibilidad de libros de texto, el entrenamiento en pedagogía del profesor y su salario, las horas de clase y la frecuencia de las tareas tienen efectos positivos sobre el rendimiento de los estudiantes.

Los estudios anteriores ubicados en la primera vía de discusión han hallado evidencia en la relación de los factores institucionales y el rendimiento académico principalmente para los países en vía de desarrollo. Sin embargo, la mayoría de estudios fueron realizados con datos transversales y utilizando Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) como método de estimación, lo que dio pie a discusiones metodológicas centradas en encontrar resultados más precisos para abordar la relación de los factores institucionales con el rendimiento académico.

Riddell (1989) destacó algunas críticas a los estudios clásicos en el tema, entre ellas se destaca la falta de reconocimiento de la estructura jerárquica que tiene por naturaleza la educación y que cuando se usaban datos agregados, se eliminaba cualquier aporte a la varianza proveniente de niveles inferiores de información. Estos problemas implican la violación de los supuestos de varianza constante y covarianza nula de las estimaciones por MCO. Como respuesta a estas críticas éste, junto con otros autores como Lee y Bryk (1989), Fuller y Clarke (1994), Young y Reynolds (1996) promovieron y utilizaron los Modelos Jerárquicos Lineales (HLM) como una forma de reconocer la existencia de diferentes niveles de análisis dentro de la educación, y diferenciar el aporte que cada uno de ellos hace en el logro de los estudiantes.

Estudios empíricos recientes continúan utilizando esta metodología por ser una forma de comprender la naturaleza y complejidad del sistema educativo, al clasificar las variables en niveles como el aula de clase (características del personal docente, aspectos curriculares y

características como el número de horas de clase, tamaño de clase y efectos de pares) y la institución educativa (características de la institución educativa, de la gestión administrativa, de la infraestructura y del ambiente institucional) (Schreiber, 2002; Wang y Goldschmidt, 2003; Opendakker y Van Damme, 2006; Moreira, 2009; Doneschi, 2012, entre otros.).

Respecto *al nivel del aula*, cabe resaltar, en principio, las características del personal docente que pertenece a la institución educativa y otras generales asociadas al aula. Lassibille y Navarro (2004) destacan el tipo de formación inicial del profesorado, la experiencia en la tarea docente, las motivaciones para emprender su labor de enseñar, las aptitudes para expresarse, el tiempo que dedica a la preparación de las clases, entre otros.

Empíricamente, Fuller y Clarke (1994) mencionan que si bien el uso de un texto guía ayuda a explicar más los logros educativos a nivel de primaria -al igual que en Schiefelbein y Alexander, (1981), en secundaria las variables relevantes son el tiempo de instrucción y el tamaño de clase, coincidiendo con Schreiber (2002) el cual encontró efectos positivos sobre el rendimiento en matemáticas de una muestra de estudiantes de secundaria en Estados Unidos de estas variables, pero en contra de Angrist y Lavy (1999), para quienes el mayor tamaño de clase disminuye el rendimiento en matemática. Moreira (2009) en un estudio para Costa Rica encontró una relación positiva entre variables asociadas al docente como años de experiencia y la relación que establece con los estudiantes en el desempeño en matemáticas

En cuanto al género del profesorado Escardíbul y Mora (2010) encuentran que el género de los profesores incide sobre el rendimiento matemático de los alumnos en la prueba denominada Canguro en Cataluña. Así, tanto los alumnos como las alumnas se benefician de tener una profesora en lugar de un profesor; existe además una mayor probabilidad de que el alumnado se presente a estas pruebas si aprenden matemáticas con una profesora pero, en este caso, el efecto es mayor para los chicos.

Al *nivel de la institución*, Lassibille y Navarro (2004) resaltan las características de la infraestructura o medios de los cuales dispone el centro educativo en su dimensión cualitativa y cuantitativa como: equipamiento del centro, estado de conservación de sus instalaciones, aulas, laboratorios, bibliotecas, espacios deportivos, entre otros; igualmente, resaltan como variables relacionadas con la gestión administrativa las características del personal que tiene la

responsabilidad de gestionar y de administrar el proceso educativo. Adicional a lo anterior el ambiente institucional también es una característica importante, la cual se refiere al entorno de trabajo percibido por los diversos actores educativos y que puede tener influencia en su comportamiento y desempeño.

Entre los estudios relacionados con estas variables se destacan otras investigaciones donde el nivel socioeconómico del colegio está relacionado con el desempeño académico. Doneschi (2012) al desarrollar un modelo lineal jerárquico para estudiar el rendimiento, encuentra que en el caso de Uruguay la única que resultó ser significativa fue esta variable, además cuando realizan una comparación con otros países latinoamericanos como Colombia, Argentina y Chile, un asiático como Corea y un europeo como Finlandia, mostró que en todos los casos resultó ser significativa solamente el índice socioeconómico del colegio, y resulta tener una relación positiva muy importante en los resultados académicos en todos los países.

En Colombia existen diversos estudios orientados a investigar la relación de factores institucionales y socioeconómicos con el rendimiento académico, sin embargo son pocos los que han utilizado HLM como medio para encontrar el porcentaje de variabilidad del rendimiento académico que es explicado por la institución educativa (Algunos que no usan HLM: Gaviria y Barrientos, 2001; Tobón et al., 2008; Barrientos, 2008 y Castro et al., 2010. Entre los que los usan: Misión Social del DNP, 1997; Castaño, 1998; Sarmiento et al., 2000; Caro, 2000; Correa, 2004 y Restrepo y Alviar, 2005); en general, los estudios que usan esta metodología encontraron que entre un 25% y un 37% de las variaciones en el logro educativo están asociadas a las instituciones educativas.

Entre aquellos que se han interesado en las variables del aula de clase se encuentran el estudio de Tobón et al. (2008), los que, al analizar el capital humano de los docentes, hallan que aunque los profesores de las instituciones públicas tienen mejor escalafón, experiencia y nivel educativo, todo esto no influye en los resultados del estudiante; por su parte, Caro (2000) halló evidencia a favor de que el escalafón del docente, la escolaridad promedio de docentes de primaria se asocian positivamente con el resultado académico.

El uso de las tecnologías de la información dentro del aula también ha sido un tema de investigación en materia de calidad educativa. Frente a esto han sido poco los casos estudiados a

nivel nacional, pero se destaca el trabajo de Castro et al. (2010), en el cual basados en los resultados del Programa Para la Evaluación Internacional de Alumnos –PISA- encuentran que hubo influencia directa entre las TIC y el desempeño escolar colombiano en los años 2006 y 2009.

En las características generales de las instituciones educativas y su relación con el rendimiento académico en el país, entre las que se destacan investigaciones que han evidenciado resultados positivos relacionados con pertenecer a colegios de carácter privado frente a colegios de carácter oficial (Caro, 2000; Misión Social del DNP, 1997; Tobón et al., 2008, y Restrepo y Alviar, 2005). Además de lo anterior, en Gaviria y Barrientos (2001) y Barrientos (2008) se halló la existencia de una brecha entre planteles públicos y privados, a favor de los colegios privados, especialmente para quienes aprovechan sus recursos. Por su parte, Correa (2004) determinó que la jornada y el valor de la pensión están asociadas al rendimiento académico.

Existen ciertas similitudes entre los colegios privados que tienen impacto positivo en el rendimiento académico, como la jornada, la ubicación geográfica y el tipo de población que atienden, es decir si es mixto, femenino o masculino. Por ejemplo, Caro (2000), evidenció que pertenecer a colegios de género mixto se relaciona negativamente con el resultado académico, mientras que tener una jornada de mayor duración se relaciona con un mayor rendimiento; por su parte Restrepo y Alviar (2005) encontraron que la jornada completa aporta 7.7 puntos frente a las otras jornadas y que los colegios mixtos obtienen 20 puntos por debajo que los demás en las pruebas; Misión Social del DNP (1997) halló que pertenecer a colegios con jornada completa, urbanos y femeninos se relaciona con un mayor rendimiento en las pruebas, no obstante, Kim y Law (2012) encuentran que el efecto del género del colegio es relativo al entorno donde se encuentre este.

En el ambiente institucional, Tobón et al., (2008) encontró que variables relacionadas con la satisfacción docente con su trabajo, el ambiente entre profesores y estudiantes, el ambiente en el aula y entre estudiantes influyen en el logro académico de los estudiantes. En síntesis, 1) la función de producción como forma para analizar la educación desde la perspectiva económica, 2) los trabajos pioneros que han tejido el debate sobre si las variables institucionales contribuyen o no a la variabilidad del rendimiento académico, 3) la propuesta metodológica de HLM que reconoce la estructura jerárquica de los datos la cual permite analizar cada nivel (estudiante, aula,

institución) y 4) la interacción entre los niveles, hacen parte de los cimientos que posibilitaron en este trabajo analizar las relaciones entre los resultados en matemáticas en la prueba Saber 11 y aspectos institucionales como nivel académico de los profesores, régimen de contratación, infraestructura, género del colegio, recursos didácticos, entre otros.

Para el desarrollo del estudio se utilizó información suministrada por el ICFES de los estudiantes que presentaron la prueba Saber 11 en el 2010 en la ciudad de Medellín. Adicional a lo anterior, se aplicó una encuesta a una muestra representativa de 1653 estudiantes de 44 instituciones educativas de la ciudad de Medellín. El análisis final se realizó por medio de un HLM.

El presente estudio se realizó por medio de un HLM de dos niveles. Lo anterior se decidió una vez fue analizada la información de las instituciones educativas por medio del trabajo del campo, donde se encontró que el sistema escolar de Medellín para el grado 11 tiene una particularidad y es que las instituciones, en general, cuentan con un solo profesor de matemáticas para los diferentes grupos. Debido a esto no fue posible encontrar variables que diferenciaron efectos a nivel de grupo o aula de clase, ya que la información aportada para este nivel era la misma para todos los grupos en el mismo colegio.

Los principales aportes de este estudio se resumen en tres puntos: 1) encontrar, al menos de forma exploratoria, las características institucionales que están relacionadas con el puntaje en la prueba de matemáticas de los estudiantes de Medellín, entre ellas las capacitaciones laborales del docente, el uso de software educativo y la aplicación de políticas de capacitación de los estudiantes antes de presentar la prueba, estas variables hasta ahora no han sido analizadas; 2) utilizar HLM para analizar las relaciones entre los factores institucionales y el rendimiento académico en matemática, y 3) indagar por la existencia de relaciones de tipo transnivel entre las variables institucionales y las del estudiante, lo cual tampoco se encuentra en la literatura nacional. Los resultados podrán ser objeto de análisis en el diseño de políticas públicas dirigidas a mejorar la calidad de la educación.

El artículo se estructura de la siguiente manera: en esta primera sección se introduce el objeto de análisis y se desarrolla un estado del arte sobre éste, luego en la segunda se describe la metodología utilizada, presentando los datos y destacando las variables y el modelo estimado. La

tercera sección contiene los principales resultados y finalmente en la cuarta y última se discuten los resultados del estudio.

2. Metodología

Población, muestra y fuentes de información

La población estudiada en este trabajo fueron los estudiantes que presentaron la prueba Saber 11 en el año 2010 en la ciudad de Medellín (32.195). Para determinar los factores institucionales que están asociados a los resultados de matemáticas, se utilizaron dos fuentes de información: 1) la prueba Saber 11 y 2) los resultados de la aplicación de una encuesta a los profesores de Matemáticas del año 2010 y rectores de las instituciones educativas (IE) de la ciudad.

La base de datos de Saber 11 constituye la fuente principal de información, ya que en ésta se encuentra la variable a explicar en el estudio y otras variables de interés clasificadas en personales, familiares, socioeconómicas e institucionales; finalmente, con la aplicación de la encuesta se buscó recoger y ampliar la información concerniente al ámbito institucional. La encuesta se realizó con base en un muestreo en dos etapas (ver Anexo 1): primero se estratificó por nivel socioeconómico de los estudiantes de grado 11 de Medellín en el año 2010 y luego, se realizó un muestreo aleatorio simple al interior de cada estrato. La justificación para seleccionar el nivel socioeconómico se ha encontrado en la literatura empírica, la cual resalta que existe un comportamiento mono-clasista en el interior de las IE, es decir, en una institución de nivel socioeconómico alto, los estudiantes (en su gran mayoría) son de características socioeconómicas afines (Sarmiento et al, 2000:53), en otras palabras, el nivel socioeconómico diferencia los estudiantes de acuerdo al logro académico y por lo tanto a las IE. Esta muestra se calculó a través de un algoritmo evolutivo calculando el rango de muestra óptimo que minimizara la norma entre los parámetros poblacionales y estimados.

Así, la encuesta a rectores (ver Anexo 2) indagó por sus características personales (edad, nivel educativo, género...), de la institución educativa (jornada, carácter, estrato...), la cantidad, calidad y suficiencia de la infraestructura (cantidad de aulas y computadores; percepción de su calidad y suficiencia...), aspectos académicos (estrategias metodológicas, capacitación para presentar las pruebas de estado...), de gestión docente (estructura de incentivos y sanciones a los

docentes) y el ambiente institucional (respeto entre actores educativos, discriminación, orden...); la encuesta a docentes (ver Anexo 3) preguntó por aspectos generales del profesor (edad, nivel educativo, género...), aspectos curriculares y pedagógicos (frecuencia y tipo de tareas y exámenes, estímulos y apoyos a los estudiantes...) características de la clase (horas de matemática a la semana) y el ambiente institucional (respeto entre actores educativos, discriminación, orden...).

Para unir la información proveniente de las dos bases de datos, se identificaron todos los individuos que presentaron la prueba Saber 11 en ambos semestres del año a través del número de documento y nombre; luego, en la base producto de las encuestas, se emparejó a cada individuo con su profesor a través de la institución educativa a la cual ambos pertenecen. Una vez se unieron, se hizo necesario transformar algunas variables y crear indicadores, de forma tal que la información fuera interpretable (Ver Tabla 1).

Como producto de este proceso, se obtuvo una base de datos en donde se identifica a 1653 individuos como parte de 44 IE, lo que constituye, en palabras de Riddell (1989), una estructura anidada y con una jerarquía que depende del nivel de agregación social, en la cual no es posible asumir independencia entre los resultados de los individuos de un mismo conjunto debido a la interacción entre ellos y a su grado de homogeneidad, posiblemente por autoselección.

Dadas estas condiciones, los modelos de regresión que miden los resultados en un solo nivel no son apropiados para modelar datos provenientes de estructuras jerárquicas, en los que las similitudes de la población bajo estudio dan pie a auto-correlaciones que se deben tener en cuenta en el análisis. En este sentido, si se hacen estimaciones sin reconocer la anidación y jerarquía, se puede caer en la paradoja de Simpson (1951)^{iv}, resultando en conclusiones completamente equivocadas.

Análisis estadístico

Para este estudio, se utilizó un modelo jerárquico lineal de dos niveles: un primer nivel donde se encuentra la información concerniente al estudiante y un segundo en el que se encuentra la información relacionada con la IE. Así, el modelo general planteado es:

$$Y_{ij} = \beta_0 X_{ij} + \sum V. Individuales_{ij} + \sum V. Institución_j + u_{oj} + e_{oij}$$

$$[u_{oj}] \sim N [0, \sigma_{0u}^2] ; [e_{oij}] \sim N [0, \sigma_{0e}^2]$$

Donde Y_{ij} es el puntaje de matemáticas del estudiante “i” en la institución “j”. El puntaje promedio para todas las instituciones está representado por $\beta_0 X_{ij}$. $\sum V. Individuales_{ij}$ representa el conjunto de variables medidas a nivel-1, esto es, las características propias del estudiante. $\sum V. Institución_j$ representa el efecto del conjunto de variables relacionadas con la institución (nivel-2). Este modelo tiene dos términos aleatorios. En nivel-1, e_{oij} representa el residual de cada estudiante en el puntaje promedio en la prueba de matemática con respecto a la media del colegio, y en el nivel-2, u_{oj} representando el residual en el puntaje de matemáticas de las escuelas con respecto al promedio general. Ambos términos aleatorios se asumen con una distribución normal con varianzas σ_{0e}^2 y σ_{0u}^2 respectivamente (Goldstein, H. y Browne, W., 2002).

Este modelo de dos niveles permite estimar el índice de partición de varianza o coeficiente de correlación intraclase ICC, el cual se denomina ρ

$$\rho = \frac{\sigma_{0u}^2}{\sigma_{0e}^2 + \sigma_{0u}^2}$$

El cual, cuando $\rho = 0$ significa que los colegios analizados son homogéneos, no hay diferencia entre colegios y si $\rho = 1$ significa que no hay variabilidad al interior de los colegios, pero si son diferentes entre ellos.

Estrategia de análisis

Para identificar la relación entre cada una de las variables independientes con el puntaje de matemáticas se llevaron a cabo regresiones multinivel bivariadas (análisis crudo). Para el análisis ajustado se optó por seguir las recomendaciones de Bryk y Raudenbush (1992): primero, se estimó un modelo vacío el cual sólo incluye la constante y parte la varianza total entre los niveles de interés: nivel-1 estudiantes y nivel-2 colegios; luego, se incluyeron las variables independientes, comenzando con las variables del nivel de estudiantes y luego las variables del nivel de la institución educativa. Entre las ventajas de este procedimiento se destaca la

eliminación de variables que son irrelevantes para el modelo, lo cual mejora el desempeño del análisis y disminuye el riesgo de multicolinealidad entre las variables.

Seguidamente se exploró la posibilidad de que las variables del nivel-1 tuvieran variación significativa en el nivel-2 (efectos aleatorios), se exploraron interacciones transnivel, las cuales permitieron investigar efectos modificadores de las condiciones de la IE en relación con las variables del nivel-1. En este informe se muestran los resultados sólo de las interacciones transnivel significativas por lo menos al 5%.

Para seleccionar el mejor modelo se utilizó el indicador de Bondad de Ajuste Bayesiano DIC en donde el modelo con el menor valor indica que es el que mejor se ajusta a los datos. Con el modelo final ajustado, se realizaron pruebas de homocedasticidad, normalidad de los errores y colinealidad.

El modelo se calculó en Stata 11 a través del paquete “runmlwin” (Lekie y Charlton, 2011), que actúa utilizando como soporte el software Mlwin (Rabash et al., 2009). Todos los coeficientes se calcularon primero a través del método de Máxima Verosimilitud para 1) probar todos los regresores posibles y 2) obtener los valores iniciales que se utilizaron como punto de partida en la estimación de éstos a través de Cadenas de Markov con simulaciones Monte Carlo (MCMC). Este método de estimación parte de la construcción de una muestra de parámetros, de la cual se obtiene el valor final de los coeficientes (Cameron y Trivedi, 2005, pp. 450 – 454), los cuales se calcularon con el algoritmo de Gibbs (Browne, 2012). Esta técnica tiene la ventaja de proveer estimaciones más precisas aun para colegios con un pequeño número de estudiantes, para los cuales el modelo incorpora información de colegios cercanos (Browne, 2012).

Resultados

La muestra identifica a 1653 individuos como parte de 44 IE, y está conformada en un 48% por mujeres y en un 52% por hombres. La edad promedio de los estudiantes es 17 años, concentrándose en un 81% en edades de 17 años o menos, en un 18% en edades de 18 a 20 y en un 1% mayores de 20. Los docentes de los colegios son un 60% hombres y un 40% mujeres y su edad promedio es de 43 años. Como proxy del carácter del colegio se utiliza la pregunta relacionada con los regímenes del docente, debido a que aquellos que pertenecen a alguno de los

dos regímenes son docentes oficiales, y los demás se consideran de colegios privados. En este caso un 69% de los colegios pertenecen son oficiales y un 31 % son privados. El promedio de estudiantes por grupo es de 35 alumnos y el número de horas de clase promedio de matemáticas es de 4 horas semanales. Ver Tablas 2 y 3.

Análisis crudo

En este trabajo inicialmente se probaron las diferentes variables a través de un análisis crudo o bivariado (Ver Tabla 4). El análisis crudo realizado con las variables del nivel de estudiante mostró que las mujeres y los estudiantes mayores obtienen en promedio 3.20 y 0.648 puntos menos en la prueba de matemáticas que los hombres y los estudiantes con menos años, resultado que es estadísticamente significativo. Además que los estudiantes que tienen un mayor nivel socioeconómico medido por el INSE obtienen 4.475 puntos más por cada punto adicional en éste ($p < 0.05$).

El análisis crudo para las variables de nivel de colegio mostró que colegios con docentes que tengan capacitaciones en currículo de matemáticas, planeación y diseño curricular y capacitaciones en uso de TIC en la enseñanza de las matemáticas, obtienen mayores puntajes que los colegios que no los tengan, de 6.022, 5.330 y 7.348, respectivamente ($p < 0.05$). Así mismo, en colegios donde la enseñanza va de lo general a lo particular (método deductivo) y los que tengan como política el uso del texto guía de matemáticas obtienen mejores resultados. En colegios donde los docentes tienen una mayor percepción positiva en cuanto a la calidad y suficiencia de recursos disponibles para la clase, y en cuanto a la seguridad y respeto del ambiente institucional, además de tener una alta percepción sobre la exigencia académica del colegio, obtienen resultados positivos y mayores que los colegios que no, de 6.639, 32.638 y 7.425 puntos respectivamente ($p < 0.05$). También se encuentra una relación positiva entre mayor sea el número de computadores en el colegio y el resultado de matemáticas en la prueba, 0.075 puntos adicionales, así como el uso de texto guía se asocia con 5. 506 puntos adicionales.

Así mismo, las instituciones educativas no oficiales (privadas) obtienen en promedio puntajes mayores que las instituciones educativas oficiales 7.023 puntos, también colegios cuya población atendida es de un solo género tienen resultados positivos y significativos sobre el puntaje en

matemáticas, 10.422, igual ocurre en aquellos colegios donde la jornada, medida en horas dedicadas a la enseñanza de matemáticas, es mayor 3.503 puntos adicionales por cada hora de matemáticas adicional. Otras variables que resultaron significativas fueron el estrato socioeconómico del colegio y su jornada, en cuanto al estrato se encontró que tomando como referencia el estrato 1, los colegios que se ubican en estratos 4, 5 y 6 obtienen puntajes mayores de 6.733, 18.160 y 18.629 en el resultado de matemáticas, respectivamente ($p < 0.05$); las jornadas de la mañana y completa aportan resultados positivos y significativos frente a la jornada de la tarde.

Otras variables resultaron tener relaciones significativas pero negativas en el resultado en matemáticas a partir del análisis crudo son aquellos colegios que tengan capacitaciones Pre-Saber y colegios con una mayor relación estudiantes por grupo.

Modelo Nulo (Vacío)

Los resultados del modelo multinivel vacío reportados en la tercera columna de la Tabla 5, el cual no incluye ninguna variable dependiente indican que el puntaje promedio de matemáticas en todas las IE de la ciudad de Medellín fue de 48.012 puntos. Adicional a lo anterior, se observan diferencias significativas en los puntajes promedios entre los colegios ($\sigma_{0u}^2 = 78.545^{***}$) esto significa que en Medellín hay colegios que presentaron puntajes significativamente mayores que el promedio de la ciudad y otras cuyos promedios fueron significativamente más bajos. Lo anterior puede observarse en la Gráfica 1 en la cual los dos puntajes más altos se ubican los colegios Marymount y Compañía de María.

El coeficiente ICC mostró que el 46.64% de la varianza total es debida a características del colegio. Cálculos del rango de referencia mostraron que aunque el promedio del puntaje de matemáticas en toda la ciudad es de 48.007, en el 2.5% de los colegios con menor puntaje los estudiantes obtuvieron en promedio un puntaje de a lo sumo 30.64, mientras que en el 2.5 % de los mejores colegios los estudiantes obtuvieron un puntaje de 65.38 o más.

Modelo Ajustado

Una vez se ingresan solamente las variables del nivel de los estudiantes se observa que algunas continúan siendo estadísticamente significativas. En este sentido se encuentra que las mujeres y los estudiantes mayores obtienen menor puntaje que los hombres y que aquellos estudiantes más jóvenes (3.058 y 0.592 respectivamente). Por otra parte, aquellos estudiantes que tienen un nivel socioeconómico más alto en el INSE obtienen en promedio 3.923 puntos más en la prueba por cada valor adicional en el índice. Este efecto varía significativamente entre las escuelas (Varianza coeficiente aleatorio INSE = 10.761 (4.224)), indicando que en algunas de ellas el efecto del nivel socioeconómico de los estudiantes puede ser mayor o menor que en otras. Según el DIC, incluir este coeficiente aleatorio no representa un mejor ajuste en el modelo, por lo tanto se decide continuar con el modelo más simple (modelo con efectos fijos).

Se destaca que en este modelo, una vez se ingresaron las variables del nivel de estudiantes la variabilidad en los promedios de puntaje entre las IE se redujo a 39.8, lo que corresponde a una disminución de aproximadamente 50%, es decir la mitad de la varianza observada entre las escuelas era debida a las características de los estudiantes. Sin embargo, después de ajustar por las características individuales, la variabilidad en el puntaje de matemáticas entre los colegios continuó siendo estadísticamente significativa. El ICC estimado mostró que 31.4% de la varianza total era explicada por características de los colegios.

Finalmente se muestran los resultados de los efectos de las características de los colegios una vez se ha ajustado por las de los estudiantes. Según los resultados, colegios que utilizan como herramienta tener un texto guía para la clase de matemática tienen puntajes más altos que aquellos que no tienen esta práctica, aumentando en 4.812 puntos su resultado. Colegios no oficiales (privados) donde los docentes perciben que sus colegas tienen un alto nivel de exigencia académica, obtienen en promedio mayores puntajes que colegios oficiales en 5.560 puntos y 3.706 puntos más que en aquellos colegios donde se percibe una menor exigencia. Además una vez se controla por variables de colegio, se encuentra que aquellos cuyo rector es mujer obtienen menores puntajes que si el rector es hombre en 4.535 puntos, además la edad del rector es significativa indicando que por un año adicional en la edad de éste el puntaje promedio del colegio aumenta en 0.105 puntos.

En cuanto al tipo de población atendida por el colegio, el modelo muestra que colegios de un solo género obtienen en promedio 12.35 puntos adicionales en comparación a los colegios mixtos. Por otra parte, se observa que colegios que tienen capacitaciones previas a la prueba Saber 11 y colegios que usan herramientas WEB en la clase de matemáticas obtienen en promedio 6.465 y 7.559 puntos menos que los colegios que no tienen este tipo de prácticas.

En el modelo ajustado, controlando por variables individuales e institucionales pierden significancia estadística frente al análisis crudo variables como el tipo de capacitaciones de los docentes, la enseñanza a través del método deductivo, el número de estudiantes por grupo, el estrato socioeconómico del colegio, el número de salones por colegio y el índice de percepción de calidad y suficiencia de recursos.

El último análisis realizado fue probar y buscar algunas interacciones transnivel, las cuales se utilizan para encontrar cambios de las relaciones entre alguna de las variables de nivel de estudiante cuando varían condiciones de las variables del nivel de colegio. La Gráficas 2 y 3 muestran la interacciones transnivel que dieron significativas, según los resultados de la Gráfica 2 la diferencia significativa en los puntajes de matemáticas entre hombres y mujeres es más fuerte en aquellas escuelas donde la jornada o número de horas dedicadas a matemáticas es mayor; y en la Gráfica 3 se encuentra que la diferencia por edad en el puntaje de matemáticas es significativamente mayor en los colegios que dedican mayor número de horas de matemáticas.

Por otra parte se encuentra que en el modelo ajustado, una vez se ingresaron las variables del nivel de los colegios, la variabilidad entre los colegios no es significativa, es decir, una vez se han incluido estas variables la variabilidad de los resultados a nivel de las Instituciones Educativas ha sido completamente explicada. Este resultado fue obtenido una vez se eliminaron las variables que presentaban problemas de colinealidad, lo que fue luego corroborado con una prueba de razón de verosimilitud, la cual indicó que el modelo ajustado predice mejor que cualquier otro el comportamiento del puntaje en matemática de los estudiantes bajo observación. Igualmente, se realizaron pruebas de normalidad sobre los errores de los niveles de estudiantes y colegios respectivamente, lo que permitió asegurar que al menos a nivel de los alumnos se obtuvieran errores simétricos y unimodales, mientras que en el segundo nivel, dados los pocos colegios, no se alcanzó tal característica.

3. Conclusiones

Este estudio tuvo como finalidad determinar cuáles factores institucionales están relacionados con los resultados académicos de los estudiantes que presentaron las pruebas Saber 11 - 2010 en la ciudad de Medellín, interesándose en particular por los resultados de matemáticas dada su importancia como área transversal del conocimiento. Para lograr tal objetivo, se encontraron las características institucionales relacionadas con este fenómeno y se analizaron a través de un modelo jerárquico lineal, el cual reconoció además la existencia de interacciones entre las características de los individuos y las de las instituciones en que ellos se encontraban. En este sentido, este estudio indagó básicamente por las características institucionales asociadas al rendimiento escolar que hacen eficaz a una institución educativa (Murillo, en UNESCO, 2008) en su objetivo de obtener estudiantes cada vez mejor educados, y pudo encontrar que este trabajo el puntaje de matemáticas en Medellín depende tanto de efectos composicionales (individuales) como contextuales (colegios),

El primer resultado a observar es que en Medellín se cumple lo que diversos estudios han encontrado para Colombia, es decir, que luego de controlar por la información de los estudiantes el 31.4% de las variaciones en el logro están asociadas a las instituciones educativas, mientras que el país se encuentra entre 25% y 37%, lo que deja un margen de acción para llevar a cabo políticas educativas que busquen mejoras en el rendimiento.

Para explorar las variables institucionales, estas se dividieron por grupos de análisis: las propias del docente, las capacitaciones que éste ha recibido, sus estrategias de enseñanza y las percepciones que éste tiene sobre diferentes aspectos institucionales; la información propia del rector, la concerniente a la institución y a su infraestructura y recursos.

En lo relacionado con el docente, resaltan al menos tres resultados, el primero de ellos relacionado con la asociación positiva entre el resultado académico y el uso de texto guía, pues tal relación se ha encontrado más comúnmente a nivel de primaria (Schiefelbein y Alexander, 1981; Fuller y Clarke, 1994); el segundo, es la asociación negativa entre el uso de software matemático o sitios WEB de apoyo pedagógico y el rendimiento de los estudiantes en la prueba de matemáticas, pues hasta ahora por lo encontrado por Castro et al. (2010) la relación era positiva y se daba primordialmente si el uso de internet y sus herramientas se daba en el hogar,

no obstante, este resultado debe revisarse con cautela debido a que no se profundizó sobre el tipo de sitio que se utiliza, el tiempo o método de uso, por lo tanto no se puede relacionar directamente; finalmente, el tercer resultado de interés obtenido con la información de los docentes es aquel que indica que cuando éste percibe que sus colegas tienen una alta exigencia académica, se puede encontrar una asociación con puntajes mayores en 3.706 unidades en la prueba de matemáticas.

Igualmente, se quiso probar los planteamientos de Lassibille (2012), cuando dice que los profesores deberían ser entrenados para mejorar su desempeño en el trabajo, que la habilidad del maestro para manejar el proceso pedagógico no cambia necesariamente cuando aumenta su experiencia y que el liderazgo del rector es fundamental para asegurar la eficacia escolar. Así, se incluyó la edad del docente, estrategias de enseñanza y capacitaciones, las cuales no resultaron significativas, es decir, en el caso del área de matemáticas de secundaria no se encontró una asociación directa entre las capacitaciones docentes, sus técnicas pedagógicas y la experiencia del profesor. Respecto a la información del rector no se encontraron relaciones entre su capacidad de liderazgo académico y el rendimiento escolar, pero su género resultó significativo, lo cual no había sido explorado antes en el ámbito nacional.

La inclusión de la información institucional permitió observar otras características que pueden estar relacionadas con el fenómeno del rendimiento académico, corroborando resultados anteriores a nivel nacional. De esta manera, y al igual que en Misión Social del DNP (1997), Caro (2000), Restrepo y Alviar (2005) y Tobón et al. (2008), se encontró estudiar en colegios oficiales se relaciona con resultados más bajos que los de sus pares de colegios no oficiales; igualmente, se halló que los estudiantes de colegios de un solo género también obtienen mejores resultados que sus contrapartes de colegios mixtos (Caro, 2000 y Misión Social DNP, 1997), pero este es un resultado que debe ser mirado con cautela, pues este resultado es consecuencia de los puntajes de los únicos dos colegios femeninos dentro de la muestra.

Otras características menos exploradas son la de tener una política de capacitaciones para presentar las pruebas del estado. Si bien se obtuvo un resultado negativo respecto al rendimiento en estos exámenes, este se podría explicar por la autoselección de los individuos para estas capacitaciones, pues se espera que aquellos que presentan bajos rendimientos las utilicen y

aquellos que no las necesiten no se vean beneficiados por su participación en ellas; igualmente, se comparte con Castro et al. (2010) la conclusión de que tener más computadores dentro del colegio se asocia con mejores puntajes en las pruebas estandarizadas.

Por su parte, variables relacionadas con la cantidad y calidad de dotaciones del colegio, el tamaño de la institución, el nivel socioeconómico de la institución, la jornada y el número de estudiantes por grupo no resultaron significativas, lo que implica que no se pueden establecer asociaciones directas entre el comportamiento de estas variables y el resultado de los estudiantes en matemáticas, al menos en el contexto de la ciudad de Medellín, lo que de alguna forma va en contraposición de los resultados de Doneschi (2012) –sobre la condición socioeconómica del colegio–, Correa (2004), Caro (2000), Restrepo y Alviar (2005) y Misión Social DNP (1997) – en lo relacionado con la jornada–, Fuller y Clarke (1994), Angrist y Lavy (1999), Schreiber (2002) y Fuller y Heynemann (1989) –respecto a la cantidad de horas de clase y el tamaño del grupo–.

Ahora bien, algunas de estas variables de tipo institucional interactúan con las características de los alumnos que se encuentran bajo su influencia. Así, si bien las horas clase de matemáticas no tienen una asociación por sí mismas con el resultado de los alumnos, cuando se tiene en cuenta su relación con el género y la edad del estudiante se puede encontrar que aumentar las horas clase a los hombres es más beneficioso que a las mujeres; igualmente, aumentarlas a los estudiantes que están en una edad anormal para presentar la prueba incluso disminuye su rendimiento. Si se tiene en cuenta que se ha encontrado antes que las mujeres siempre tienen un rendimiento menor en matemáticas que los hombres (Misión Social DNP, 1997) y que los estudiantes mayores a 19 años puntúan por debajo del promedio general, confirmando lo encontrado en la etapa descriptiva.

En general, se observó entonces que una buena dotación en lo relacionado con texto guía y computadores se asocia con mayores resultados, no obstante, el uso de estos últimos debe ser estudiado a mayor profundidad, pues el uso de tales equipos podría explicar la relación negativa del puntaje en la prueba con el uso de software y herramientas WEB; igualmente, mantener un nivel alto de exigencia académica dentro de la institución es una política en pro de mejores resultados; de otra parte, es necesario explorar aún más el resultado de las capacitaciones para

presentar las pruebas de estado, de forma tal que se pueda identificar un efecto causal claro sobre su efecto en el puntaje.

Estos resultados siguen planteando la necesidad de pensar en cómo hacer cada vez más efectivas las instituciones oficiales, teniendo en cuenta el tipo de población que atienden –por lo general, con condiciones socioeconómicas desventajosas en comparación con sus pares de los no oficiales–, al igual que de entender más a fondo las estrategias pedagógicas de los docentes para identificar las más efectivas, sobre todo cuando el asunto del género no ha podido ser suficientemente explicado. Igualmente, para perfeccionar la medición de los efectos reales de estas variables institucionales, es necesario tener en cuenta el desempeño pasado de los estudiantes –lo que no se pudo tener en cuenta en este estudio–, de forma tal que al incluirla se pueda identificar cuál es el aporte real del colegio a sus capacidades intrínsecas y conocimiento en matemáticas.

Agradecimientos

Los autores expresan agradecimiento a la Dra. Sandra García por los comentarios y sugerencias realizados en el desarrollo de la investigación. Así mismo a la Dra. Beatriz Caicedo por los aportes en la modelación econométrica y al equipo encuestador por su apoyo en la recolección de la información.

Bibliografía

- Alexander, L., y Simmons, J. (1975). *The determinants of school achievement in developing countries: the educational production function*. Washington: Banco Mundial.
- Angrist, J., y Lavy, V. (1999). Using Maimonides' Rule to Estimate the Effect of Class Size on Scholastic Achievement. *The Quarterly Journal of Economics*, 114 (2), pp. 533-575.
- Barrientos, J. (2008). Calidad de la educación pública y logro académico en Medellín 2004-2006. Una aproximación por regresión intercuartil. *Lecturas de Economía*, 68, pp. 121-144.
- Browne, W.J. (2012). MCMC Estimation in MLwiN, v2.26. Centre for Multilevel Modelling, University of Bristol.

- Bryck, A., y Raudenbush, S. (1992). *Hierarchical Linear Models: Applications and Data Analysis Methods*. Newbury Park: Sage Publications, 265 p.
- Cameron, C. y Trivedi, P. (2005). *Microeconometrics, methods and applications*. New York, Cambridge University Press, 1058 p.
- Caro, B. (2000). Factores asociados al logro académico de los alumnos de 3° y 5° de primaria de Bogotá. *Coyuntura Social, Fedesarrollo*, 22, pp. 65-80.
- Castaño, E. (1998). El efecto del colegio sobre la variabilidad del rendimiento en matemáticas. *Lecturas de Economía*, 49, pp. 47-58
- Castro, G., et al. (2010). *Las Tecnologías de la Información y Comunicación como determinante en el rendimiento académico escolar, Colombia 2006-2009*. Paper presentado en XIX Jornadas Economía de la Educación Zaragoza, España.
- CICE – EAFIT. (2012). Implementación de un Sistema de Medición de la Calidad de las IE de la ciudad de Medellín (SIMCIE-Medellín), Informe Final a la Secretaría de Educación del Municipio de Medellín.
- Coleman, J., et al. (1966). *The concept of equality of educational opportunity*.
- Correa, J. (2004). Determinantes del rendimiento educativo de los estudiantes de secundaria en Cali: un análisis multinivel. *Revista sociedad y economía*, 6, pp. 81 - 105.
- Doneschi, A. (2012). *Desigualdad de aprendizajes en Uruguay: los resultados de PISA 2009*. Paper presentado en XXI Jornadas de la Asociación de Economía de la Educación Oporto, Portugal.
- Escardíbul, J., y Mora, T. (2010). Incidencia del género del profesorado en el rendimiento en matemáticas de los alumnos. Evidencia desde Cataluña In A. d. E. d. I. E. (AEDE) (Ed.), *Investigaciones de Economía de la Educación 5* (pp. 1259-1272). Zaragoza. Obtenido de <http://www.pagina-aede.org/zaragoza2010.pdf>.
- Fuller, B., y Clarke, P. (1994). Raising school effects while ignoring culture? Local conditions and the influence of classroom tools, rules and pedagogy. *Review and Educational Research*, 64(1), pp. 119-157.
- Fuller, B., y Heyneman, S. (1989). Third world school quality. Current collapse, future potential. *Educational Researcher*, 18(2), pp. 12-19.
- Gaviria, A., y Barrientos, J. (2001). Calidad de la educación y rendimiento académico en Bogotá. *Coyuntura Social*, 24, pp. 111-127.

- Goldstein, H. y Browne, W. (2002) Multilevel factor analysis modelling using Markov Chain Monte Carlo (MCMC) estimation. New Jersey, Lawrence Erlbaum.
- Hanushek, E. (1986). The economics of schooling: production and efficiency in public schools. *Journal of Economic Literature*, 24(3), pp. 1141-1177.
- Hanushek, E. (1989). The Impact of Differential Expenditures on School Performance. *Educational Researcher*, 18(4), pp. 45-51.
- Hanushek, E. (1995). Education Production Function. In M. Carnoy (Ed.), *International Encyclopedia of Economics of Education, Segunda edición* (pp. 277-282). Oxford: Pergamon.
- Heyneman, S., y Loxley, W. (1983). The Effect of Primary-School Quality on Academic Achievement Across Twenty-nine high- and Low-Income Countries. *American Journal of Sociology*, 88(6), pp. 1162-1194.
- Jencks, C. (1972). Inequality: a reassessment of the effect of family and schooling in America. New York: Basic Books, p. 399.
- Kim, D., y Law, H. (2012). Gender gap in maths test scores in South Korea and Hong Kong: Role of family background and single-sex schooling. *International Journal of Educational Development*, 32, pp. 92 - 103.
- Lassibille, G., y Navarro, M. (2004). *Manual de Economía de la Educación*. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Lassibille, G., (2012). *Is there a pilot in the classroom?*. Paper presentado en XXI Jornadas Economía de la Educación Oporto, Portugal.
- Leckie, G. y Charlton, C. (2011). runmlwin: Stata module for fitting multilevel models in the MLwiN software package. Centre for Multilevel Modelling, University of Bristol.
- Lee, V., y Bryk, A. (1989). A Multilevel Model of the Social Distribution of High School Achievement. *Sociology of Education*, 62(3), pp.172 – 192.
- Misión, S. D. (1997). La calidad de la educación y el logro en los planteles educativos. *Planeación & Desarrollo*, 28(1), pp. 25-62.
- Moreira, T. (2009). Factores endógenos y exógenos asociados al rendimiento en matemática: un análisis multinivel. *Educación*, 33(2), pp. 61-80.

- Murillo, J. (2008). Enfoque, situación y desafíos de la investigación sobre eficacia escolar en América Latina y el Caribe. En UNESCO, *Eficacia Escolar y Factores Asociados en América Latina y el Caribe* (pp. 17 – 48). Santiago de Chile: Salesianos Impresores.
- Opdenakker, M., y Van Damme, J. (2006). Differences between secondary schools: A study about school context, group composition, school practice, and school effects with special attention to public and Catholic schools and types of schools, School Effectiveness and School Improvement. *An International Journal of Research, Policy and Practice*, 17(1), pp. 87 – 117.
- Rasbash, J., Charlton, C., Browne, W.J., Healy, M. and Cameron, B. (2009) MLwiN Version 2.1. Centre for Multilevel Modelling, University of Bristol.
- Restrepo, P., y Alviar, M. (2005). El logro académico y el efecto colegio en las pruebas ICFES en Antioquia. *Lecturas de Economía*, 60, pp. 67-95.
- Riddell, R. (1989). An alternative approach to the study of school effectiveness in Third World *Comparative Education Review*, 33(4), pp. 481-497.
- Sarmiento, A., et al. (2000). “La incidencia del plantel en el logro educativo del alumno y su relación con el nivel socioeconómico”. *Coyuntura Social*, Fedesarrollo, No. 22, mayo, pp. 53-64.
- Schreiber, J. B. (2002). Institutional and Student Factors and Their Influence on Advanced Mathematics Achievement. *The Journal of Educational Research*, 95, pp. 274-286.
- Simpson, E. (1951). The Interpretation of Interaction in Contingency Tables. *Journal of the Royal Statistical Society*, 13 Serie B2, pp. 238-241.
- Schiefelbein, E., y Alexander, L. (1981). *Los determinantes del rendimiento escolar: reseña de la investigación para los países en desarrollo*. Ottawa: IDRC
- Tobón, D., et al. (2008). Organización jerárquica y logro escolar en Medellín: un análisis a partir de la función de producción educativa. *Lecturas de Economía*, 68, pp. 145-173.
- Wang, J., y Goldschmidt, P. (2003). Importance of Middle School Mathematics on High School Students' Mathematics Achievement. *The Journal of Educational Research* 97, pp. 3-19.
- Young, D., Reynolds, A., et al. (1996). Science Achievement and Educational Productivity: A Hierarchical Linear Model. *The Journal of Educational Research*, 89(5), pp. 272-278.

Listado de Tablas

Tabla 1. Principales variables utilizadas en el estudio

Características (nivel)	Variable (fuente)	Tipo
Variable dependiente	Puntaje en Matemáticas en la prueba Saber 11 – 2010 (Saber 11)	Variable continua en el intervalo 0 – 100. Se considera que un estudiante obtuvo un resultado bajo cuando su puntaje está entre 0 – 30, medio si está entre 31 – 70 y alto de 70 en adelante.
Propias del estudiante	Género (Saber 11)	Hombre = 0 / Mujer = 1.
	Índice Socioeconómico (Saber 11)	Primer factor obtenido a través de análisis Factorial Exploratorio. Incluye información sobre recursos y características de la vivienda, el nivel de SISBEN, estrato e ingreso familiar, además de información sobre la ocupación y educación de los padres.
	Edad (Saber 11)	Edad de los estudiantes (centrada en 17).
Propias del docente	Género (Docentes)	Hombre = 0 / Mujer = 1.
	Edad (Docentes)	Edad de los docentes (centrada en 43).
	Nivel educativo (Docentes)	Bachiller, normalista, técnico en educación, licenciado, profesional en otras áreas, postgrado.
	Participación en capacitaciones (Docentes)	Dicotómicas para capacitaciones en pedagogía de las matemáticas, currículo de matemáticas, planeación y diseño curricular, Uso de Tic en las matemáticas.
Estrategias de enseñanza y evaluación	Estrategias pedagógicas (Docentes)	Uso de analogías, uso de problemas aplicados; planteamiento desde lo general a lo particular, o de lo particular a lo general.
	Texto Guía (Docentes)	Uso de texto guía de matemáticas en el aula de clase. NO = 0 / SI = 1.
	Frecuencia de evaluación (Docentes)	Semanal =0, Quincenal=1 Más de un mes=2.
	Uso de estrategias WEB en matemáticas (Docentes)	No = 0 / Si = 1.
Percepciones institucionales del profesor	Percepción de liderazgo académico del rector (Docentes)	El docente percibe que el rector es un líder en el tema académico. Dicotómica Si= 1 No= 0.
	Percepción sobre alto nivel de exigencia académica (Docentes)	El docente percibe que en general en la IE los docentes de su institución tienen un alto nivel de exigencia académica con sus estudiantes. Si= 1 / No= 0.
Propias del rector	Género del rector (Rectores)	Género del rector Masculino = 0 / Femenino= 1.
	Edad del rector (Rectores)	Edad del rector, centralizada en 50 años.

Características (nivel)	Variable (fuente)	Tipo
Institucionales	Carácter de la institución (Rectores)	Oficial = 0 / No oficial= 1.
	Género del colegio	Mixto = 0 / Un solo género = 1.
	Estrato de la IE (Rectores)	Estratos de uno a seis, se toma como referencia de comparación el menor estrato, estrato 1.
	Jornada (Saber 11)	Dicotómicas para Completa, mañana, tarde, nocturna y sabatina, como referencia jornada de la tarde.
	Capacitaciones para presentar el examen de estado (Rectores)	No = 0 / Si = 1.
	Horas de Clase de Matemáticas a la semana (Docentes)	Centrada en cuatro horas.
	Seguridad y respeto en la IE (Docentes y Rectores)	Probabilidad entre 0 y 1. Indicador que analiza la percepción que los docentes y rectores tienen con relación a la seguridad física y emocional que ofrece la institución (CICE – EAFIT, 2012; 98 -112).
	Estudiantes por grupo	Promedio del número de estudiantes en cada grupo.
Infraestructura o recursos	Cantidad de computadores (Rectores)	Número de computadores por colegio. Centrada en 84.
	Percepción de la suficiencia y calidad de los recursos físicos de la IE (Docentes)	Valor entre 0 y 1. Analizar la percepción que tienen los docentes de las Instituciones Educativas sobre la suficiencia de los recursos físicos con que esta dispone.
	Número de salones del colegio (Rectores)	Centrada en 18
	Seguridad y respeto en la IE (Docentes y Rectores)	Valor entre 0 y 1. Analiza la percepción que los docentes y rectores tienen con relación a la seguridad física y emocional que ofrece la institución (CICE – EAFIT, 2012; 98 -112).

Tabla 2. Variables del análisis (continuas)

Variable	N	Media	Desviación	Mínimo	Máximo
Edad estudiante	1653	16.63037	1.554723	9	36
Edad profesor	1653	43.38475	9.831735	24	60
Edad rector	1653	49.91591	10.55939	28	77
INSE	1653	1.855443	0.8832419	0.4	3.7
Estudiantes por grupo	1653	35.29038	6.456533	22	56
Horas matemáticas (centrada en 4)	1653	-0.1566848	0.9523828	-3	4
Número de salones (centrado en 18)	1653	15.53116	34.77722	-10	147

Tabla 3. Género estudiantes y docentes

Estudiantes	Número	Porcentaje	Docentes	Número	Porcentaje
Hombres	864	53%	Hombres	992	60%
Mujeres	789	47%	Mujeres	661	40%
Total	1653	100%	Total	1653	100%

Tabla 4. Análisis Crudo (Bivariado)

Tipo	Variables	Número	Coefficiente
<i>Nivel del estudiante</i>			
Propias del estudiante	Género		
	<i>Masculino</i>	864	-
	<i>Femenino</i>	789	-3.200 (0.501) **
	Edad estudiante (centralizada 17 años)	1653	-0.648 (0.172) **
	Índice Socioeconómico (INSE)	1653	4.475 (0.628) **
<i>Nivel de la Institución Educativa</i>			
Propias del docente	Género docente		
	<i>Masculino</i>	992	-
	<i>Femenino</i>	661	0.830 (2.771)
	Edad del docente (centralizada en 43)	1653	0.189 (0.128)
	Nivel Educativo		
	<i>Técnico bachiller</i>	78	-
	<i>Licenciado</i>	638	1.110 (5.756)
Capacitaciones recibidas por el docente	<i>Profesional</i>	274	5.427 (5.435)
	<i>Postgrado</i>	663	6.815 (5.488)
	Capacitación en pedagogía en matemáticas		
	<i>No</i>	571	-
	<i>Sí</i>	1082	2.297 (2.256)
	Capacitación currículo matemáticas		
	<i>No</i>	721	
	<i>Sí</i>	932	6.022 (2.536) **
	Capacitación en planeación y diseño curricular		
	<i>No</i>	943	
<i>Si</i>	710	5.330 (2.592)**	
Estrategias de enseñanza y de evaluación	Capacitación uso de TIC en matemáticas		
	<i>No</i>	848	
	<i>Si</i>	805	7.348 (2.457)**
	Estrategia de enseñanza de general a lo particular		
	<i>No</i>	578	
	<i>Si</i>	1075	5.520 (2.703)**
	Estrategia de enseñanza de lo particular a general		
	<i>No</i>	509	-
	<i>Si</i>	1144	-0.203 (2.935)
	Estrategia de enseñanza uso de analogías		
	<i>No</i>	370	-
	<i>Si</i>	1283	2.338 (3.3157)
	Texto guía (uso de texto guía)		
	<i>No</i>	1038	
	<i>Si</i>	615	5.506 (2.613)**
Frecuencia evaluación			
<i>Semanal</i>	747	-	
<i>Quincenal</i>	600	-3.929 (2.944)	
<i>Más de un mes</i>	306	-3.699 (3.608)	
Uso de software matemático o sitios en la web			
<i>No</i>	435		
<i>Si</i>	1218	0.259 (2.937)	
Percepción es institución ales del	Percepción de liderazgo académico del rector		
	<i>No</i>	439	
	<i>Si</i>	1214	5.367 (3.310)
Percepción sobre alto nivel de exigencia académica			
	<i>No</i>	611	

Tipo	Variables	Número	Coefficiente
	<i>Si</i>	1042	7.425(2.733)**
Propias del rector	Género rector		
	<i>Femenino</i>	571	
	<i>Masculino</i>	1082	0.245 (2.701)
	Edad rector (centralizada en 50)	1653	-0.035 (0.150)
Institucionales, características propias de la institución	Carácter del colegio		
	<i>Oficial</i>	1136	-
	<i>No oficial</i>	517	7.023 (2.503)**
	Género del colegio		
	<i>Mixto</i>	1,480	-
	<i>Un solo género</i>	173	10.422 (3.886)**
	Estrato socioeconómico de la IE		
	<i>Estrato 1</i>	428	
	<i>Estrato 2</i>	293	0.436 (3.040)
	<i>Estrato 3</i>	379	2.224 (2.285)
	<i>Estrato 4</i>	180	6.733 (2.611)**
	<i>Estrato 5</i>	108	18.160 (3.492) **
	<i>Estrato 6</i>	265	18.629 (2.691)**
	Jornada del Colegio		
	<i>Tarde</i>	497	-
	<i>Mañana</i>	706	6.444 (3.082)**
	<i>Completa</i>	401	8.805 (3.095)**
	<i>Noche y sábado</i>	49	-2.833 (6.024)
	Capacitación Pre-Saber 11		
<i>No</i>	167		
<i>Sí</i>	1,486	-9.816 (3.898) **	
Horas de matemática a la semana (centrada en 4)	1653	3.503 (0.891) ***	
Indicador de Seguridad y Respeto	1653	32.638 (10.055) ***	
Institucionales, infraestructura o recursos	Estudiantes por grupo (centrada en 34 alumnos)	1653	-0.369 (0.184)**
	Computadores por colegio (centrada en 84)	1653	0.075 (0.026)**
	Número de salones del colegio (centrada en 18)	1653	0.179 (0.038) ***
	Percepción de calidad y suficiencia de recursos	1653	6.639 (1.544) **

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1; nivel de confianza = 95%; iteraciones = 40000; Uso de vectores ortogonales y centrado en tercer nivel para controlar correlación.

Tabla 5. Modelo Nulo y Modelo ajustado.

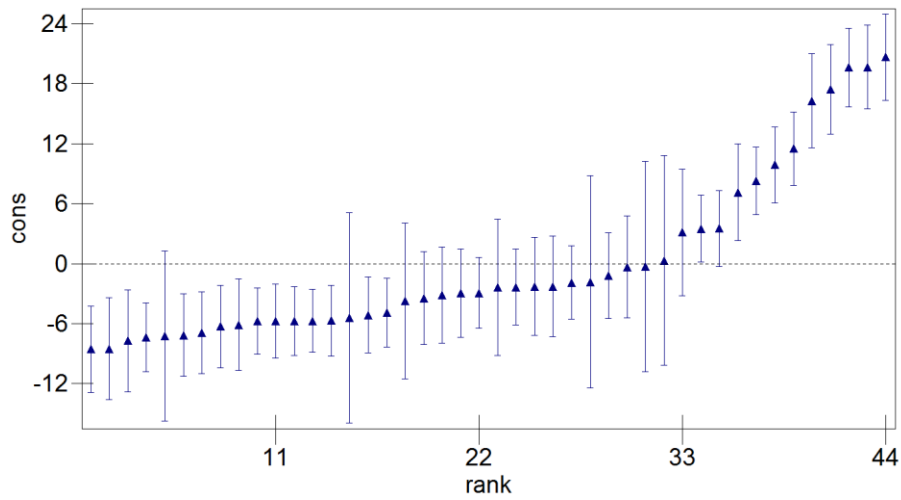
Tipo	Variables	Modelo Nulo	Estudiantes	Estudiantes y colegios
	Constante	48.012 (1.387) ***	41.65 (1.756)***	53.70 (6.490)***
<i>Nivel del estudiante</i>				
Propias del estudiante	Género (base = masculino)		-3.058 (0.499)***	-3.377 (0.508)***
	Edad estudiante (centrada 17 años)		-0.592 (0.170)***	-0.905 (0.210)***
	Índice Socioeconómico (INSE)		3.923 (0.719)***	1.865 (0.738)**
<i>Nivel de la Institución Educativa</i>				
Propias del docente	Género docente (base = masculino)			0.061 (2.378)
	Edad del docente (centrada en 43)			-0.071 (0.0758)
	Nivel Educativo (base = técnico bachiller)			
	<i>Licenciado</i>			-1.916 (2.586)
	<i>Profesional</i>			-4.509 (3.515)
Capacitaciones recibidas por el docente	Capacitación en pedagogía en matemáticas (base = no)			-0.525 (2.176)
	Capacitación currículo matemáticas (base = no)			1.671 (1.868)
	Capacitación uso de TIC en matemáticas (base = no)			0.383 (1.581)
Estrategias de enseñanza	Estrategia de enseñanza de general a lo particular (base = no)			1.038 (1.900)
	Estrategia de enseñanza de lo particular a general (base = no)			0.011 (2.165)
	Estrategia de enseñanza uso de analogías (base = no)			-2.697 (2.089)
	Uso de texto guía (base = no)			4.812 (1.553)***
	Uso software matemático o sitios web (base = no)			-7.559 (1.986)***
Percepciones institucionales del profesor	Percepción de liderazgo académico del rector (base = no)			-1.567 (2.858)
	Percepción sobre alto nivel de exigencia académica (base = no)			3.706 (1.987)*

Propias del rector	Género rector (base = masculino)			-4.535 (2.187)**
	Edad rector (centrada en 50)			0.105 (0.091)
Institucionales, características propias de la institución	Carácter del colegio (base = oficial)			-5.560 (1.698)***
	Género del colegio (base = mixto)			12.35 (2.815)***
	Estrato socioeconómico de la IE (base = estrato 1)			
	<i>Estrato 2</i>			0.717 (2.635)
	<i>Estrato 3</i>			-2.018 (2.161)
	<i>Estrato 4</i>			-4.517 (3.333)
	<i>Estrato 5</i>			1.892 (2.926)
	Jornada del Colegio (base = tarde)			
	<i>Mañana</i>			-1.802 (2.260)
	<i>Completa</i>			2.312 (3.198)
	<i>Noche y sábado</i>			-2.857 (4.554)
Capacitación Pre-Saber 11 (base = no)			-6.465 (2.307)***	
Horas de matemática a la semana (centrada en 4)			0.480 (1.085)	
Infraestructura o recursos IE	Estudiantes por grupo (centrada en 35)			0.0419 (0.154)
	Computadores por colegio (centrada en 84)			0.064 (0.028)**
	Número de salones del colegio (centrada en 18)			0.011 (0.036)
	Percepción de calidad y suficiencia de recursos			0.545 (1.944)
<i>Efectos aleatorios</i>				
Varianza Instituciones Educativas	78.545 (18.642)***	39.80 (11.16)***	6.561 (5.695)	
Varianza estudiantes	89.863 (3.157)***	86.93 (3.077)***	86.09 (3.030)***	
DIC	12167.65	12113.30	12099.19	
Coefficiente partición de varianza	46.64%	31.4%	7.01%	

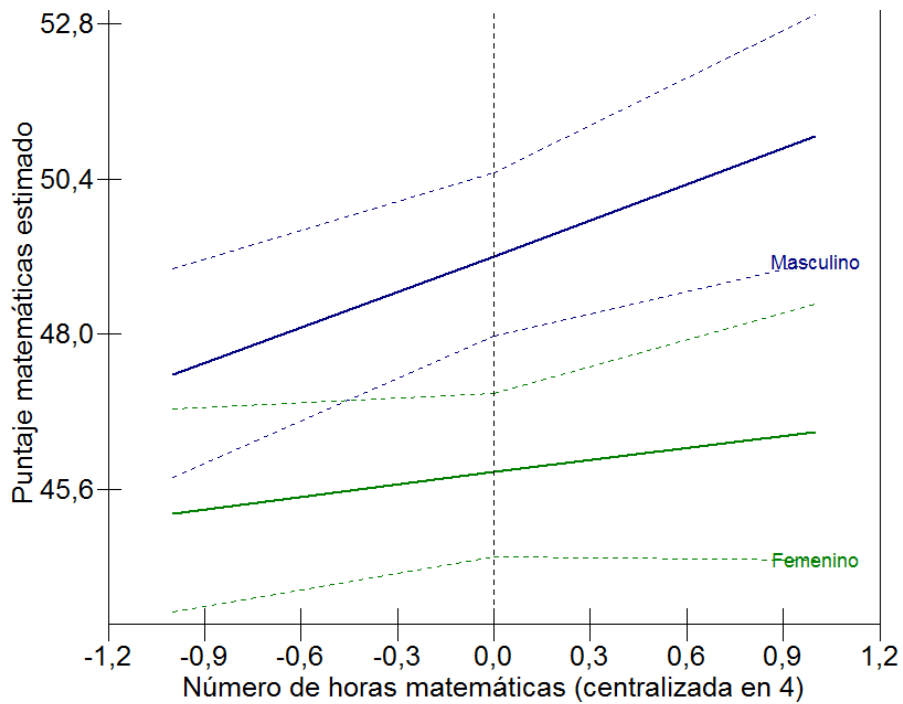
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1; nivel de confianza = 95%; iteraciones = 40000; Uso de vectores ortogonales y centrado en tercer nivel para controlar correlación.

LISTADO DE GRÁFICOS

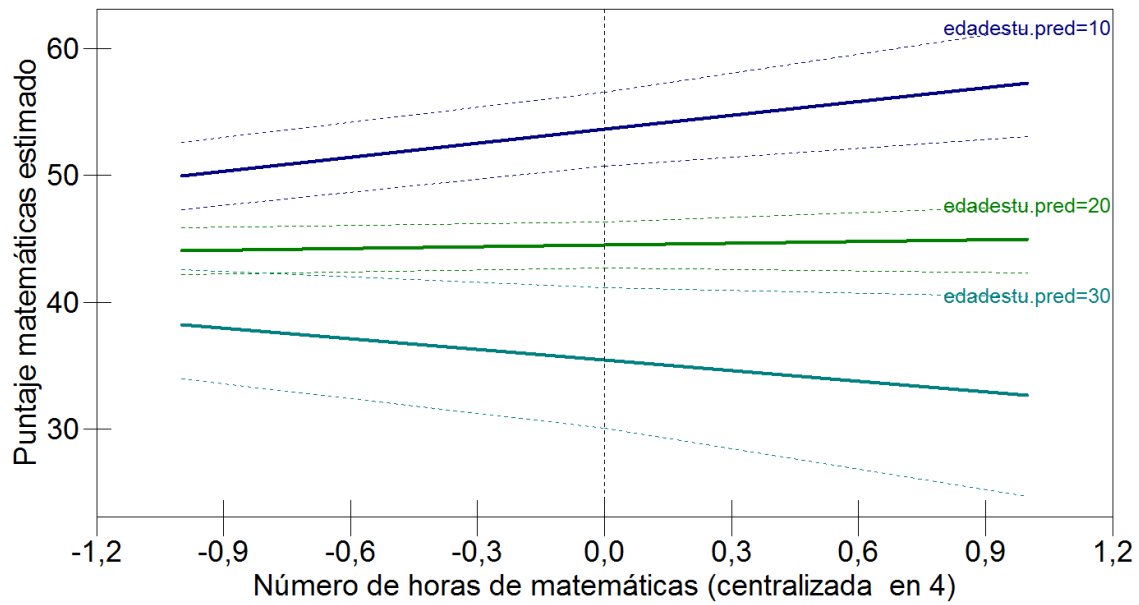
Gráfica 1. Distribución de los puntajes de los colegios alrededor de la media.



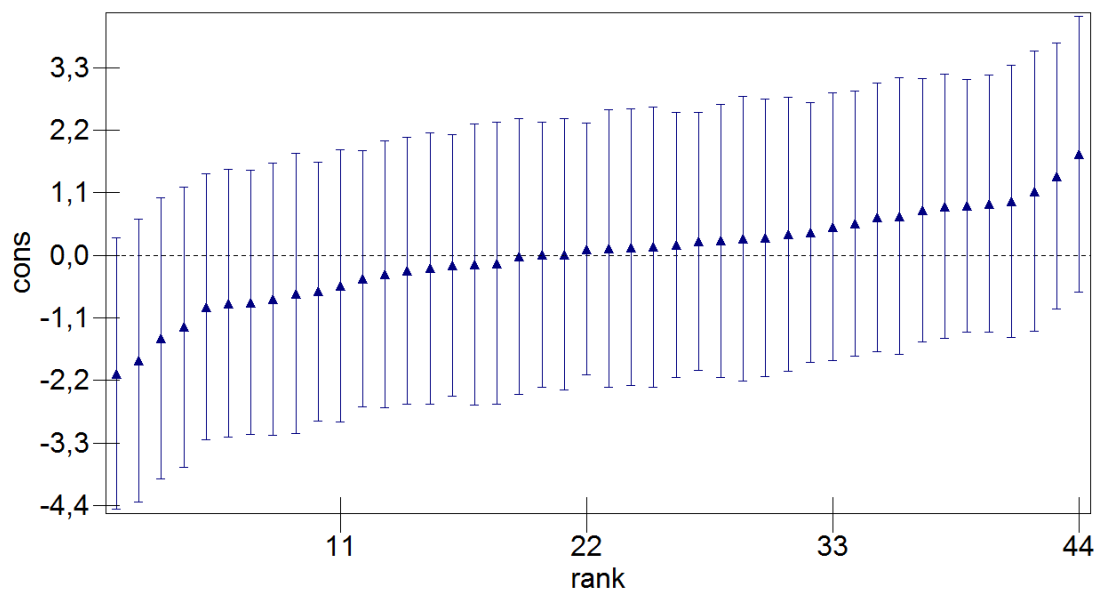
Gráfica 2. Interacción transnivel de género por número de horas de matemáticas en el colegio.



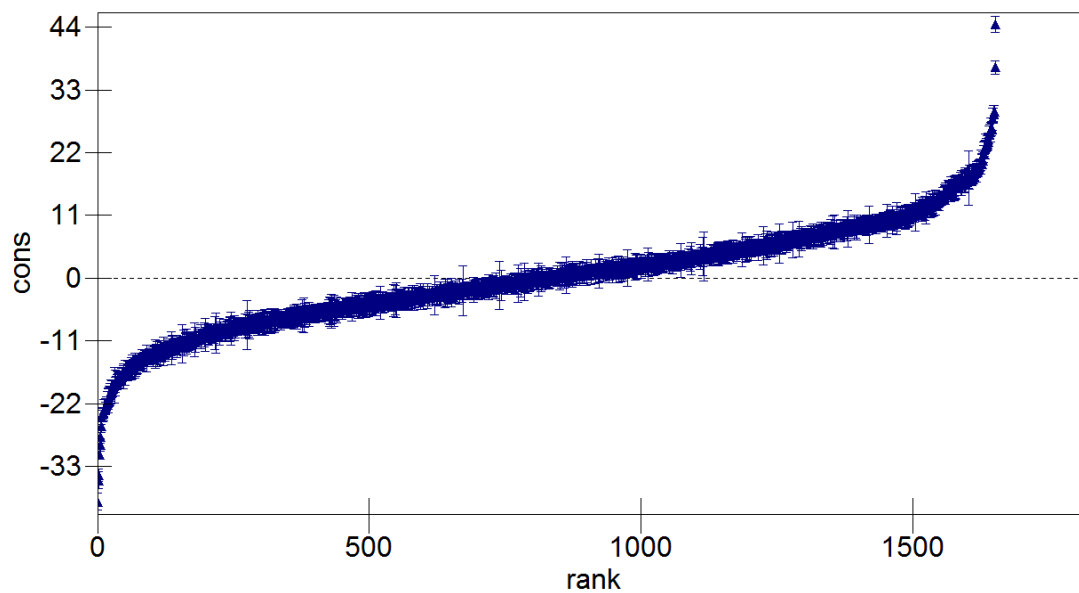
Gráfica 3. Interacción transnivel de edad por número de horas de matemáticas en el colegio.



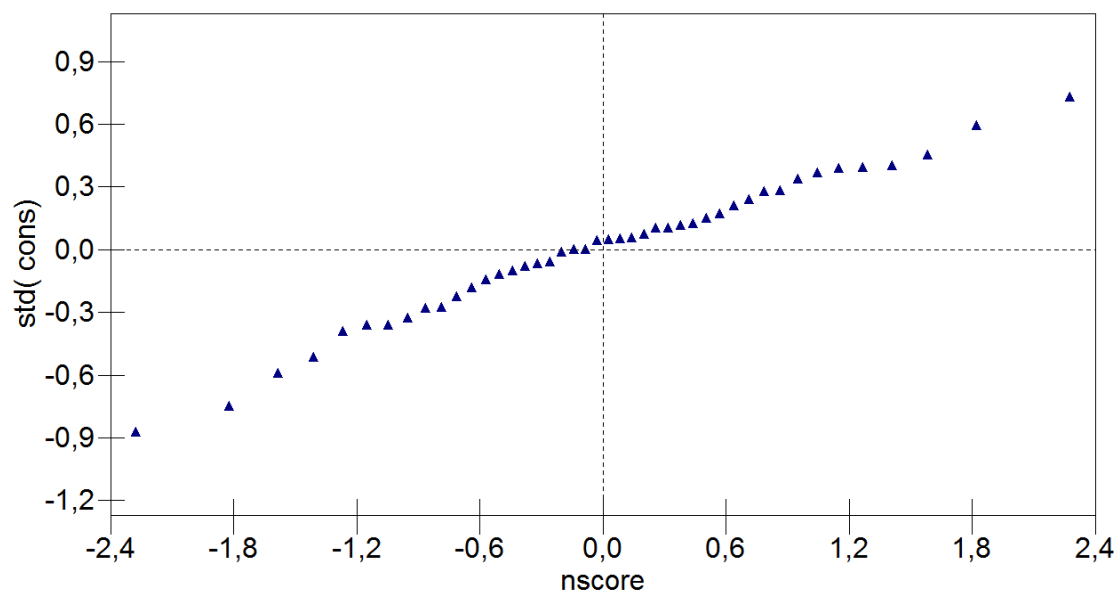
Gráfica 4. Residuales del modelo ajustado por variables del estudiante y del colegio



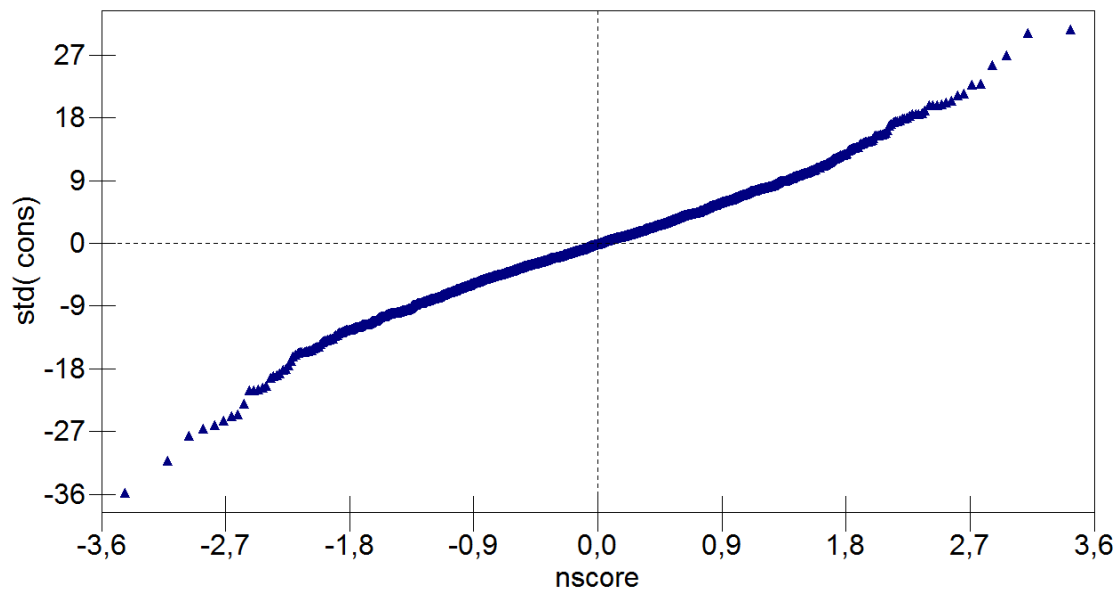
Gráfica 5. Residuales del nivel de estudiante.



Gráfica 6. Normalidad residuales nivel-escuelas



Gráfica 7. Normalidad residuales nivel-estudiante.



Anexos

Anexo 1.

Ficha técnica del muestreo

Tipo de muestreo: Muestreo en dos etapas: primero se estratificó por nivel socioeconómico de los estudiantes de grado 11 de Medellín en el año 2010; luego, se realizó un muestreo aleatorio simple al interior de cada estrato. Esta muestra se calculó a través de un algoritmo evolutivo que calculara el rango de muestra óptimo que minimizara la norma entre los parámetros poblacionales y estimados.

Grupo objetivo: Profesores de Matemáticas de grado once en 2010 y Rectores de las Instituciones educativas de la ciudad de Medellín.

Tamaño de la muestra: Se seleccionaron 55 estudiantes, representando 42 Instituciones Educativas.

Área/cubrimiento: Área urbana y rural del municipio de Medellín.

Población objetivo: 32.195 estudiantes que presentaron la prueba Saber 11 en el segundo período del 2010 y que pertenecen a alguna institución educativa ubicada en la ciudad de medellín.

Unidad de muestreo: Cada estudiante perteneciente a la población objetivo.

Elemento: Institución a la que pertenece el estudiante.

Marco muestral: Lista que contiene información básica de identificación de todos los estudiantes que pertenecen a la población objetivo y variables como: género del estudiante y del colegio, nivel socioeconómico, jornada del colegio, comuna, entre otras.

Variable de diseño: Puntaje en matemáticas en la prueba Saber 11 en el año 2010.

Margen de error: Se encontró un margen de error para cada uno de estratos de la muestra. Así se obtuvo que un porcentaje de error $\varepsilon_1 = 1.01$, $\varepsilon_2 = 20$, $\varepsilon_3 = 7$, $\varepsilon_4 = 3$, $\varepsilon_5 = 30$, $\varepsilon_6 = 4$. Se debe tener presente los valores elevados de los errores de los estratos dos y cinco, que esto es debido a la escala de los datos y no a una mala estimación

Descripción de la muestra: Las proporciones de la muestra asignadas por estrato fueron $p_1 = 0.2040723$, $p_2 = 0.1882401$, $p_3 = 0.1253862$, $p_4 = 0.2149852$, $p_5 = 0.06387813$, $p_6 = 0.2034381$.

Factor de expansión: los factores para cada estrato están dados por $fac_1 = \frac{1}{n_1/N_1} = 431$,
 $fac_2 = \frac{1}{n_2/N_2} = 1294$, $fac_3 = \frac{1}{n_3/N_3} = 1421$, $fac_4 = \frac{1}{n_4/N_4} = 194$, $fac_5 = \frac{1}{n_5/N_5} = 391$,
 $fac_6 = \frac{1}{n_6/N_6} = 50$.

Trabajo de campo

El trabajo de campo cumple con la labor de recopilación de la información que se utilizó en la investigación. Para esto se ha utilizado como instrumento de recolección dos encuestas, la primera que se aplicó a rectores de las instituciones educativas y la segunda que se aplicó al o los docentes de matemáticas que dieron clases al grado once durante el 2010.

Encuestas: Las encuestas estaban compuestas por diferentes módulos. Así, la encuesta a rectores tenía los módulos 1) Datos generales del rector, 2) Características de la Institución Educativa, 3) Características de la infraestructura, 4) Aspectos académicos, 5) Prácticas de gestión docente, 6) Evaluación del ambiente institucional, y 7) Información de identificación de la Institución Educativa; la encuesta a docentes tenía los módulos 1) Datos generales del docente de Matemáticas, 2) Currículo y pedagogía, 3) Característica de la clase, 4) Ambiente escolar para el docente, y 5) Información de identificación del docente.

Forma de aplicación de los cuestionarios: Encuesta estructurada con preguntas cerradas y abiertas en papel. El encuestador pregunta al encuestado y él mismo llena la encuesta. Luego, se alimenta el sistema de información SEVEN (Sistema de Evaluación y Encuestas de la Universidad EAFIT) con la información recolectada, y adicionalmente se pide la lista de estudiantes de grado once en 2010, el que se identifique el profesor de Matemáticas y el salón de clase en el que se encontraba.

Limitaciones del trabajo de campo: El trabajo de campo tuvo como criterio recopilar información completa, es decir, que los datos conseguidos fuesen efectivamente del docente que dio clases al grado once durante el 2010 y con la identificación de los alumnos de cada profesor,

con el objetivo de identificar los profesores de cada uno de los estudiantes del 2010 y evitar imputar datos de profesores a estudiantes que quizás no tuvieron ninguna relación con ellos.

Dado a que no todas las instituciones no tenían el docente que dictó clases a once durante 2010, algunos de los estudiantes de diferentes Instituciones Educativas seleccionadas de la muestra inicial se reemplazaron, para esto se utilizó un algoritmo de tal forma que los sujetos a remplazar se seleccionaran de manera aleatoria.

Anexo 2.

Encuesta a Rectores.

MÓDULO 1: DATOS GENERALES DEL RECTOR	
Fecha de nacimiento	
Género	1) Femenino, 2) masculino
Desde su residencia, cuánto tiempo se demora en llegar a la institución educativa es	1) Menos de 10 minutos, 2) Entre 10 minutos y 30 minutos 3) Entre 30 minutos y 1 hora, 4) Más de una hora
¿Cuánto es su tiempo de experiencia tiene ligado al sector de la educación (Rector, profesor u otro cargo)?	
Antes de ser Rector de esta Institución Educativa, ¿Cuánto tiempo se desempeñó como profesor en educación media	
Antes de ser Rector de esta Institución Educativa, ¿Cuánto es su tiempo de experiencia como Rector en otras Institución Educativa?	
¿Cuánto es su tiempo de experiencia como Rector en esta Institución Educativa?	
Su vinculación a este establecimiento educativo es	De planta – provisional, De planta – en propiedad, Término definido Término indefinido
¿A cuál régimen se encuentra vinculado?	Régimen 2277 de 1979, Régimen 1278 de 2002, Ninguno
Por favor indique los niveles aprobados de educación	
Qué nivel de posgrado tiene	
¿Actualmente se encuentra estudiando?	Si, No
Como rector cuál de las siguientes funciones realiza:	Liderar procesos académicos, pedagógicos y curriculares Coordinar el equipo docente y directivo Liderar la administración de los diferentes procesos Administrar los recursos físicos y financieros de la Institución.
Describa cual es la función de su trabajo que considera más importante	
MÓDULO 2: CARACTERÍSTICAS DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA	
¿Cuántos alumnos tuvo la Institución educativa en el 2010?	
¿Cuántos alumnos tuvo el Grado 11 en el 2010?	
¿Cuántos grupos de estudiantes tuvo el Grado 11 en el 2010?	
Número de Profesores de Matemáticas en 11 en el 2010	
Indique por favor la Jornada del colegio	
Indique por favor la duración de la jornada (número de horas)	
¿Cuántas horas a la semana estuvieron estipuladas para matemáticas en grado 11 en el 2010?	
Indique por favor el estrato socioeconómico del sector	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6

en donde el establecimiento educativo se encuentra localizado																																																	
Durante los años 2008 y 2010 el entorno que rodeaba a la institución educativa era un lugar	<i>Muy inseguro, Inseguro, Medianamente seguro, Seguro, Muy seguro</i>																																																
MÓDULO 3: CARACTERÍSTICAS DE LA INFRAESTRUCTURA																																																	
¿Con cuántos salones de clase cuenta la institución educativa?																																																	
¿Con cuántos laboratorios y talleres cuenta la institución educativa?																																																	
¿Con cuántos computadores cuenta la institución educativa?																																																	
¿La institución educativa cuenta con acceso a internet de banda ancha?	<i>Si, No</i>																																																
Califique de 1 a 4, siendo 4 la mayor calificación, la SUFICIENCIA de los recursos físicos para educación media (para grados 11)	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Recursos físicos</i></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>No aplica</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>Salones de clase</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Laboratorios y talleres</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Recursos didácticos</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Aulas de informática</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Espacios de práctica deportiva</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Espacios para realizar actividades artísticas/culturales</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Biblioteca (número de materiales, libros, revistas, espacios para estudiar otros)</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	<i>Recursos físicos</i>	1	2	3	4	No aplica	<i>Salones de clase</i>						<i>Laboratorios y talleres</i>						<i>Recursos didácticos</i>						<i>Aulas de informática</i>						<i>Espacios de práctica deportiva</i>						<i>Espacios para realizar actividades artísticas/culturales</i>						<i>Biblioteca (número de materiales, libros, revistas, espacios para estudiar otros)</i>					
	<i>Recursos físicos</i>	1	2	3	4	No aplica																																											
	<i>Salones de clase</i>																																																
	<i>Laboratorios y talleres</i>																																																
	<i>Recursos didácticos</i>																																																
	<i>Aulas de informática</i>																																																
	<i>Espacios de práctica deportiva</i>																																																
	<i>Espacios para realizar actividades artísticas/culturales</i>																																																
<i>Biblioteca (número de materiales, libros, revistas, espacios para estudiar otros)</i>																																																	
Califique de 1 a 4, siendo 4 la mayor calificación, la CALIDAD de los recursos físicos (para grados 11)	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Recursos físicos</i></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>No aplica</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>Salones de clase</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Laboratorios y talleres</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Recursos didácticos</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Aulas de informática</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Espacios práctica deportiva</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Espacios para realizar actividades artísticas/culturales</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Biblioteca</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	<i>Recursos físicos</i>	1	2	3	4	No aplica	<i>Salones de clase</i>						<i>Laboratorios y talleres</i>						<i>Recursos didácticos</i>						<i>Aulas de informática</i>						<i>Espacios práctica deportiva</i>						<i>Espacios para realizar actividades artísticas/culturales</i>						<i>Biblioteca</i>					
	<i>Recursos físicos</i>	1	2	3	4	No aplica																																											
	<i>Salones de clase</i>																																																
	<i>Laboratorios y talleres</i>																																																
	<i>Recursos didácticos</i>																																																
	<i>Aulas de informática</i>																																																
	<i>Espacios práctica deportiva</i>																																																
	<i>Espacios para realizar actividades artísticas/culturales</i>																																																
<i>Biblioteca</i>																																																	
Con qué otras organizaciones la institución mantiene relaciones de mutua colaboración	<i>Otras instituciones de educación media, Universidades, Bibliotecas públicas, Centros culturales, Centros deportivos, Empresas del sector privado, Fundaciones</i>																																																
MÓDULO 4: ASPECTOS ACADÉMICOS																																																	
Gestión académica																																																	
¿Con cuáles de los siguientes organismos cuenta la institución académica?	<i>Consejo directivo, Consejo académico, Rector o director, Comité de convivencia, Asamblea de padres de familia, Consejo de padres de familia, Asociación de padres de familia, Consejo estudiantil, Personero estudiantil, Comisiones de evaluación y promoción, Otras</i>																																																
Aspectos pedagógicos y estrategias metodológicas																																																	
¿Cuál es el modelo pedagógico de la institución educativa?																																																	
¿Existen programas institucionales para brindar apoyo y motivación a los estudiantes con dificultades académicas en matemáticas?	<i>Si, No</i>																																																
¿Qué tipo de programas?	<i>Cursos o jornada de nivelación, Asesorías y/o monitorias Cursos vacacionales, Actividades extra para el desarrollo en casa Material de apoyo para entregar a los estudiantes Otros</i>																																																
¿Existe una política institucional para la recuperación académica de los estudiantes?	<i>Si, No</i>																																																
¿El colegio mantiene una comunicación efectiva con los padres cuando hay problemas con su hijo(a)?	<i>Si, No</i>																																																
En la Institución educativa se tiene estipulado realizar	<i>Si, No</i>																																																

talleres antes de los exámenes				
¿Los estudiantes reciben capacitación especial para la presentación de la prueba de estado SABER 11?		<i>Si, No</i>		
Aspectos asociados al área de Matemáticas				
¿En esta Institución se utiliza texto guía o cartillas para la clase de matemáticas?		<i>Si, No</i>		
Cómo acceden los estudiantes al texto guía		<i>Cada estudiante lo debe conseguir, El colegio le provee a los estudiantes el texto</i>		
¿Existen servicios de tutorías o monitorias en matemáticas en la institución?		<i>Si, No</i>		
¿Se diferencia en grupos de distinto rendimiento a los estudiantes de matemáticas?		<i>Si, No</i>		
MÓDULO 5: PRÁCTICAS DE GESTIÓN DOCENTE				
¿A los docentes de la Institución Educativa se les realiza una evaluación de desempeño laboral?		<i>Si, No</i>		
¿Al docente se le hace retroalimentación de su evaluación de desempeño laboral?		<i>Si, No</i>		
Dados los resultados de la evaluación del docente ¿la Institución Educativa cuenta con incentivos para los profesores?		<i>Si, No</i>		
¿Cuáles de estos incentivos se brindan en la Institución?		<i>Reconocimientos económicos no constitutivos de salario</i> <i>Ascensos</i> <i>Promoción de actividades deportivas y culturales</i> <i>Reconocimientos públicos y condecoraciones</i> <i>Comisiones de estudio</i> <i>Cursos y capacitaciones</i> <i>Otros</i>		
¿La Institución Educativa cuenta con sanciones para los profesores?		<i>Si, No</i>		
¿Cuáles de estas sanciones se aplican en la Institución?		<i>Llamado de atención verbal</i> <i>Anotaciones en la hoja de vida</i> <i>Multas</i> <i>Suspensión del cargo</i> <i>Aplazamiento de un ascenso</i> <i>Suspensión y exclusión del escalafón</i> <i>Destitución del cargo</i> <i>Sanciones judiciales</i> <i>Otras</i>		
MÓDULO 6: EVALUACIÓN DEL AMBIENTE INSTITUCIONAL				
Afirmaciones	En completo desacuerdo (nunca)	En desacuerdo (algunas veces)	De acuerdo (La mayoría de las veces)	Completamente de acuerdo (Siempre)
Los profesores en la institución educativa son frecuentemente irrespetuosos con los estudiantes.				
Las relaciones entre los docentes son respetuosas y de confianza.				
Existe apoyo de directivos y docentes para orientar a un estudiante con problemas de comportamiento y disciplina.				
Existe un ambiente de seguridad en la institución educativa. (Libre y exento de todo peligro, daño o riesgo)				
Los estudiantes tratan con respeto a los docentes.				
Los padres de familia tratan con respeto a los docentes.				
Los estudiantes de la institución educativa son frecuentemente amenazados o intimidados por sus compañeros.				
En la institución educativa el consumo de				

alcohol y de drogas ilegales es un problema.				
Hay discriminación en la institución educativa basada en etnia, color de piel, género, discapacidad, orientación sexual.				
En la institución educativa hay una persona o programa encargado de ayudar a los estudiantes a resolver sus conflictos.				
La institución es ordenada y disciplinada				
Las instalaciones de la Institución Educativa se mantienen en buen estado				

Anexo 3.

Encuesta a docentes de Matemáticas

MÓDULO 1: DATOS GENERALES DEL DOCENTE DE MATEMÁTICAS	
Nombre y apellido	
Fecha de nacimiento	
Género	1) Femenino, 2) masculino
¿Fue profesor de Matemáticas en grado 11 en el 2010 en esta Institución Educativa?	Si, No
Dio clases a el grado 11 en otra institución educativa durante el 2010	Si, No
¿Cuál es el nombre del colegio en el que dio clases?	
Su vinculación a este establecimiento educativo es	De planta – provisional, De planta – en propiedad, Término definido Término indefinido
¿A cuál régimen se encuentra vinculado?	Régimen 2277 de 1979, Régimen 1278 de 2002, Ninguno
Por favor indique los niveles aprobados de educación	
Qué nivel de posgrado tiene	
¿Actualmente se encuentra estudiando?	Si, No
¿Quisiera o tiene planes de seguir estudiando a futuro?	Si, No
Selección de las capacitaciones en las que participó entre el 2008 y el 2010	Contenidos matemáticos, Pedagogía y enseñanza de las matemáticas, Contenidos curriculares del área de matemáticas, Planeación y diseño curricular, Uso de tecnologías de la información en la enseñanza de las matemáticas, Otros, Ninguno
Participa en:	Grupos de investigación Grupos de estudio Laboratorio de matemáticas / Aula-Taller Otras comunidades académicas relacionadas con matemáticas
¿Cuánto es su tiempo de experiencia como docente?	
¿Cuánto es su tiempo de experiencia como docente de Matemáticas en grado 11?	
¿Cuánto es su tiempo de experiencia en este establecimiento educativo?	
Cuál es su jornada laboral DIARIA (en horas)	
¿Cuántas horas SEMANALMENTE dedica a la preparación de clase de matemáticas para el grado once)	
¿A cuántos grupos de once les dicta clase	

de matemáticas?					
Usted tuvo la oportunidad de darle clase a los estudiantes de grado once del 2010 en años anteriores		<i>Si, No, No lo recuerda</i>			
Por qué decidió ser profesor de matemáticas	<i>Razones</i>	<i>No fue una razón</i>	<i>Fue una razón menor</i>	<i>Fue una razón importante</i>	<i>Fue la razón principal</i>
	<i>Me siento atraído por la disponibilidad de puestos docentes</i>				
	<i>Por el estatus de ser Docente</i>				
	<i>Amo las matemáticas</i>				
	<i>Creo que tengo talento para la enseñanza</i>				
	<i>Me gusta enseñar</i>				
	<i>Quiero tener influencia en las generaciones futuras</i>				
	<i>Veo la docencia como un trabajo retador</i>				
	<i>Por la estabilidad económica a largo plazo asociada con ser maestro</i>				
	<i>Era su proyecto de vida</i>				
<i>Soy muy bueno para las matemáticas</i>					
<i>Era la única opción</i>					
MÓDULO 2: CURRÍCULO Y PEDAGOGÍA					
De acuerdo a su estilo de enseñanza, ¿Cuál es su estrategia metodológica para enseñar? O ¿Cómo enseña? (esta pregunta es abierta y tiene como objetivo que el profesor converse un momento y el encuestador lo introduce a la siguiente pregunta)					
Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores enumere de 1 a 4 siendo 1 el más importante las siguientes estrategias.		<p><i>Plantear casos particulares para descubrir el principio que los rige, de lo particular a lo general</i> <i>Abordan un tema desde su visión general para luego tratarla en su visión particular</i> <i>Recurren a analogías o comparativos para establecer semejanzas o diferencias que permitan llegar a conclusiones</i> <i>Recurren a situaciones que demandan reflexión, búsqueda, investigación y donde hay que pensar en las soluciones y definir una estrategia de resolución.</i></p>			
De acuerdo a su estilo de enseñanza, ¿cómo organiza las actividades específicas en sus clases? (esta pregunta es abierta y tiene como objetivo que el profesor converse un momento y el encuestador lo introduce a la siguiente pregunta)					
Teniendo en cuenta su consideraciones anteriores (el encuestador hace un resumen) podríamos decir que usted que se identifica con:		<p><i>Presentar actividades organizadas secuencialmente partiendo de lo más simple hasta lo más complejo</i> <i>Prefiere desarrollar las actividades partiendo de las necesidades, intereses y experiencias de los estudiantes que estar sujeto al orden o secuencia lógica de los hechos y contenidos</i></p>			
De acuerdo a su estilo de enseñanza, ¿cómo participan los estudiantes en sus clases? (esta pregunta es abierta y tiene como objetivo que el profesor converse un momento y el encuestador lo introduce a la siguiente pregunta)					
Teniendo en cuenta su consideraciones anteriores (el encuestador hace un resumen) podríamos decir que usted que se las actividades desarrolladas en sus clases de matemáticas:		<p><i>Son lideradas por el profesor y el alumno es un receptor de los conocimientos impartidos por éste.</i> <i>Se apoyan en gran parte en el alumno. El alumno es el actor principal y el profesor es un orientador y motivador del proceso.</i></p>			
De acuerdo a su estilo de enseñanza, ¿cómo asigna actividades a los estudiantes durante sus clases de matemáticas? (esta pregunta es abierta y tiene como objetivo que el profesor converse un momento y el encuestador lo introduce a la siguiente pregunta)					

Teniendo en cuenta su consideraciones anteriores (el encuestador hace un resumen) podríamos decir que usted que se las actividades desarrolladas en sus clases de matemáticas:	<i>Consisten en tareas diferenciadas según las necesidades de cada estudiante. Están dirigidas al grupo como un todo. Se asignan tareas colectivas e individuales.</i>					
¿Usted utiliza texto guía en su clase de matemáticas?	<i>Si, No</i>					
Cómo acceden los estudiantes al texto guía	<i>Cada estudiante lo debe conseguir El colegio le provee a los estudiantes el texto</i>					
¿Qué otro tipo de recursos didácticos utiliza?	<i>Material concreto (fichas, figuras...) TIC o material audiovisual (tableros inteligentes...) Material gráfico (laminas, imágenes, carteles, mapas, tablas...) Material escrito (talleres, cuestionarios) Otro</i>					
¿Qué tan seguido deja trabajo para desarrollar en casa?	<i>Diariamente, Dos veces a la semana, Semanalmente, Quincenalmente, Mensualmente Nunca</i>					
¿Usted utiliza medios electrónicos como el acceso a sitios de internet con fines de promover el aprendizaje en matemáticas (e.g. geogebra, cabri, otro tipo de simuladores)?	<i>Si, No</i>					
Seleccione la actividad que asigna a los estudiantes con mayor frecuencia	<i>Desarrollo de operaciones y/o ejercicios Búsqueda y reporte de datos Investigar una o más aplicaciones del contenido Construcción de objetos geométricos</i>					
¿Usted le asigna talleres a los estudiantes antes de los exámenes o pruebas?	<i>Si, No</i>					
¿Cada cuánto realiza exámenes o pruebas?	<i>Dos veces a la semana, Semanal, Quincenal, Mensual, Bimensual, Trimestral, Semestral</i>					
¿Qué tanto usa los siguientes tipos de exámenes o pruebas?	Tipo de evaluación	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Casi nunca	Nunca
	<i>Preguntas que implican la resolución de problemas</i>					
	<i>Preguntas que implican la búsqueda de patrones y relaciones</i>					
	<i>Desarrollo de ejercicios</i>					
	<i>Preguntas que requieren explicación o justificación</i>					
	<i>Tipo pruebas estandarizadas (preguntas cerradas)</i>					
¿Quién define el contenido y forma de los exámenes o pruebas?	<i>Usted, Los profesores del área, El comité académico, Un ente externo</i>					
¿Usted realiza estímulos para motivar a sus estudiantes con buen desempeño académico y qué estímulos usa?	<i>Mejora o aumenta la calificación, Felicita en público, Lo exime de exámenes o pruebas, Le entrega notas o diplomas de felicitación, Lo nombra monitor o ayudante, Otro, No los estimula</i>					
Cuál estímulo es el que más utiliza						
¿Usted motiva los estudiantes con bajo rendimiento académico y qué estímulos usa?	<i>Le dedica tiempo individual, .Le asigna pequeñas tareas donde pueda tener éxito, Utiliza un lenguaje simple para facilitar la comprensión, Detecta vacíos y lo nivela, Entrega material para que refuerce en casa, Acuerda estrategias en conjunto con sus padres de familia, Le asigna un asesor o tutor entre sus compañeros, Otro, No los estimula</i>					
Cuál estímulo es el que más utiliza						
Con que frecuencia usted		<i>Nunca</i>	<i>Semestralmente (Al menos dos veces al año)</i>	<i>Mensualmente (Entre tres y doce veces)</i>	<i>Semanalmente (Más de doce veces)</i>	
	<i>Habla con sus estudiantes acerca de su progreso académico</i>					
	<i>Envía información a los padres sobre servicios como tutorías, programas extracurriculares o talleres donde los adultos pueden ayudar a sus hijos en el colegio.</i>					
	<i>Realiza actividades de refuerzo y recuperación</i>					
Su forma de enseñar hace énfasis en	<i>La importancia al resultado y no al proceso</i>					

	<i>La importancia al proceso y no al resultado</i> <i>Igual importancia tanto al resultado como al proceso</i>					
Su forma de enseñar hace mayor énfasis a	<i>Enfocarse hacia el aprendizaje del conocimiento teórico</i> <i>Enfocarse hacia el aprendizaje del conocimiento práctico</i> <i>Enfocarse hacia el aprendizaje del conocimiento tanto práctico como teórico</i>					
MÓDULO 3: CARACTERÍSTICAS DE LA CLASE						
¿Cuántos estudiantes de matemáticas tiene por grupo?						
Califique de 1 a 4, siendo 4 la mayor calificación, la SUFICIENCIA de los recursos físicos para educación media (para grados 11)	Recursos físicos	1	2	3	4	No aplica
	<i>Salones de clase</i>					
	<i>Laboratorios y talleres</i>					
	<i>Recursos didácticos</i>					
	<i>Aulas de informática</i>					
	<i>Espacios de práctica deportiva</i>					
	<i>Espacios para realizar actividades artísticas/culturales</i>					
Califique de 1 a 4, siendo 4 la mayor calificación, la CALIDAD de los recursos físicos (para grados 11)	Recursos físicos	1	2	3	4	No aplica
	<i>Salones de clase</i>					
	<i>Laboratorios y talleres</i>					
	<i>Recursos didácticos</i>					
	<i>Aulas de informática</i>					
	<i>Espacios práctica deportiva</i>					
	<i>Espacios para realizar actividades artísticas/culturales</i>					
	<i>Biblioteca</i>					
MÓDULO 4: AMBIENTE LABORAL PARA EL DOCENTE						
¿Qué tan motivado se siente usted en su labor como educador en esta Institución Educativa?	<i>Sin motivación, Poco motivado, Medianamente motivado, Muy motivado</i>					
De acuerdo con las siguientes afirmaciones ¿usted considera que?	Afirmación				Si	No
	<i>Existe liderazgo académico por parte del Rector en la institución educativa que permita una orientación clara y precisa de los procesos educativos</i>					
	<i>En esta Institución Educativa observa coherencia entre el contenido curricular, su enseñanza y la evaluación</i>					
	<i>La evaluación corresponde al grado de dificultad académica con el que se enseña</i>					
	<i>Los docentes de su institución tienen un alto nivel de exigencia académica con sus estudiantes</i>					
	<i>La institución cuenta con un Sistema Institucional de Evaluación que permite medir permanentemente el progreso académico del estudiante.</i>					
<i>En la institución educativa existe un entorno laboral de colaboración entre los directivos y docentes.</i>						
Afirmaciones	En completo desacuerdo (nunca)	En desacuerdo (algunas veces)	De acuerdo (La mayoría de las veces)	Completamente de acuerdo (Siempre)		
Las relaciones entre los docentes son respetuosas y de confianza.						
Existe apoyo de directivos y docentes para orientar a un estudiante con problemas de comportamiento y disciplina.						
Existe un ambiente de seguridad en la institución educativa. (Libre y exento de todo peligro, daño o riesgo)						

Los estudiantes tratan con respeto a los docentes.				
Los padres tratan con respeto a los docentes.				
Los estudiantes de la institución educativa son frecuentemente amenazados o intimidados por sus compañeros.				
En la institución educativa el consumo de alcohol y de drogas ilegales es un problema.				
Hay discriminación en la institución educativa basada en etnia, color de piel, género, discapacidad, orientación sexual.				
En la institución educativa hay una persona o programa encargado de ayudar a los estudiantes a resolver sus conflictos.				
La institución es ordenada y disciplinada				
Las instalaciones de la Institución Educativa se mantienen en buen estado				

ⁱ La presente investigación recibió apoyo del Instituto Colombiano Para la Evaluación de la Educación – ICFES. Las ideas, opiniones, tesis y argumentos expresados son de autoridad exclusiva del equipo investigador y no representan el punto de vista del Instituto.

* Economista Agrícola de la Universidad Nacional de Colombia. Especialista en Política Económica de la Universidad de Antioquia y Maestro en Desarrollo Económico de la ANTWERPEN de Bélgica. Director de la Oficina de Planeación de la Universidad EAFIT. Correo electrónico: ajarami@eafit.edu.co.

** Ingeniera Administradora de la Universidad Nacional. Magíster en Economía, Universidad EAFIT. Se desempeñó como coordinadora de Olimpiadas del Conocimiento – Secretaría de Educación Antioquia. Correo electrónico: smchica@gmail.com.

*** Economista de la Universidad EAFIT. Estudiante de la Maestría en Economía, Universidad EAFIT. Investigador del Grupo de Investigación en Economía y Empresa. Correo electrónico: jgarces3@eafit.edu.co.

**** Economista de la Universidad EAFIT. Magíster en Ciencias de la Administración, Universidad EAFIT. Asistente Dirección de Planeación, Universidad EAFIT, Investigadora del Grupo de Investigación en Economía y Empresa. Correo electrónico: imontesg@eafit.edu.co.

ⁱⁱ A lo largo del documento también se encontraran expresiones como desempeño académico y logro estudiantil como sinónimos de rendimiento académico.

ⁱⁱⁱ El estudio de Coleman fue diseñado para estudiar grado de desigualdad (por raza, religión u origen nacional) en las escuelas en Estados Unidos, analizando el rendimiento académico de los estudiantes como principal output (Hanushek, 1995: 277). Coleman midió la proporción de la varianza del rendimiento académico de un estudiante norteamericano que puede ser atribuida a los recursos de la institución educativa, los planes de estudio, las cualidades y actitudes de los docentes y las características de los estudiantes.

^{iv} Se refiere al cambio en una asociación de variables cuando estas se analizan en diferentes niveles de agregación o cuando se controla el efecto de otra variable que las afecta. En específico, puede presentarse una falacia ecológica.