

ENTORNO INSTITUCIONAL Y CALIDAD DE LA EDUCACIÓN: UN ANÁLISIS EXPLORATORIO DE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS ESTATALES PARA LOS COLEGIOS PÚBLICOS DE LA CIUDAD DE MEDELLÍN*

Recibido: 8 de octubre de 2014 • Aprobado 5 de junio 2015

Mauricio López** - Héctor Mauricio Posada***
Edwin Alexander Henao García****

RESUMEN

Los estudios sobre calidad de la educación han evolucionado para incorporar diversas variables y metodologías. Este artículo incluye, además de variables de los individuos y de las instituciones, el contexto social y político como determinante del logro académico de los estudiantes. Metodológicamente, el estudio considera un modelo de datos (multinivel) con el fin de medir con mayor precisión los factores que explican el aprovechamiento escolar. Así, el objetivo central de este trabajo es realizar una evaluación de los determinantes del rendimiento académico en el municipio de Medellín, Colombia. Los resultados dan cuenta de la importancia de factores como el estrato socioeconómico, el sexo, el carácter público o privado del colegio, el acceso a internet, la formación de los padres, las políticas instrumentadas por los actores públicos y algunas características del colegio, entre otras, para alcanzar mejores resultados.

PALABRAS CLAVE:

Análisis de la educación, Políticas públicas en educación, Administración local, Colombia.

CLASIFICACIÓN JEL:

I21, I28, H75

CONTENIDO

Introducción, 1. Marco teórico y metodológico; 2. Caracterización socioeconómica de la población estudiantil del grado 11 de colegios públicos en la ciudad de Medellín, 2009, 3. Relación entre las características individuales y del hogar con los resultados de las pruebas de Estado para los estudiantes de grado 11 en 2009, 4. Aspectos propios de los colegios que son relevantes en la determinación de los resultados de las pruebas ICFES en Medellín para 2009, 5. Diferencias en el logro académico, 6. Conclusiones, Bibliografía.

* Este artículo es un producto derivado de la Investigación: "Entorno institucional y calidad de la educación: un análisis exploratorio para el grado undécimo en educación pública secundaria en la ciudad de Medellín" financiado por el Comité para el Desarrollo de la Investigación –CODI; de la Universidad de Antioquia; en el marco de la Convocatoria Temática del año 2008. La investigación fue desarrollada por el Grupo de Macroeconomía Aplicada; Categoría C, en el período comprendido entre 2008-2010.

** Economista, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Magíster en Administración y Políticas Públicas, Centro de Investigación y Docencia Económicas CIDE, México. Estudiante de Doctorado en Gerencia de Empresas, Universidad de Valencia, España. Profesor de la Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Dirección: Calle 67 # 53-108 Bloque 13, oficina 106. Correo electrónico: mauricio.lopez@udea.edu.co.

*** Economista, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Magíster en Economía, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Estudiante de Doctorado en Economía, Universidad del Rosario, Colombia. Profesor de la Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Correo electrónico: hector.posada@udea.edu.co.

**** Administrador de Empresas, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Magíster en Gestión de Ciencia, Tecnología e Innovación, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Profesor de la Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Correo electrónico: edwin.henao@udea.edu.co.

INSTITUTIONAL FRAMEWORK AND EDUCATION QUALITY: AN EXPLORATORY ANALYSIS OF GOVERNMENT TESTS RESULTS FOR PUBLIC HIGH SCHOOLS IN MEDELLIN CITY

ABSTRACT

Studies on education quality have evolved in order to incorporate several variables and methodologies. This article also includes several variables of individuals and institutions, the social and political context as a determinant of students' scientific achievement. Methodologically, the study considers a data model (multilevel) with the purpose of, more precisely, measuring the factors which explain the academic progress. In this way, the main objective of this work is to carry out an evaluation of academic progress in Medellin municipality, Colombia. Results account for the importance of factors such as socioeconomic stratum, gender, kind of institution: public or private high school, access to internet, parents' education level, policies supported by public agents, and some characteristics of the institution, among others, how to reach better results.

KEYWORDS:

Education Analysis, Public policies on education, Local management, Colombia.

JEL CODES:

I21, I28, H75

CONTENT

Introduction, 2. Theoretical and methodological framework; 3. Socioeconomic characterization of students registered in 11th level of public high schools in Medellín high city, 2009, 4. Relation between individual and home characteristics with results of government tests, for students of 11th level in 2009, 5. Aspects of high school institutions which are relevant in the determination of ICFES tests results in Medellín for 2009, 6. Differences in academic achievement 7. Conclusions, Bibliographic references.

ENTORNO INSTITUCIONAL E QUALIDADE DA EDUCAÇÃO: UMA ANÁLISE EXPLORATÓRIA DOS RESULTADOS DAS PROVAS ESTADUAIS PARA OS COLÉGIOS PÚBLICOS DA CIDADE DE MEDELLÍN.

RESUMO

Os estudos sobre qualidade da educação evoluíram para incorporar diferentes variáveis e métodos. Este artigo inclui, além das variáveis dos indivíduos e das instituições, o contexto social e político como um determinante do desempenho acadêmico dos estudantes. Metodologicamente, o estudo considera um modelo de dados (a vários níveis) a fim de medir mais precisamente os fatores que explicam o desempenho escolar. Assim, o objetivo central deste trabalho é a realização de uma avaliação abrangente dos determinantes do desempenho escolar do município de Medellín, na Colômbia. Os resultados dão conta da importância de fatores tais como nível socioeconômico, sexo, natureza pública ou privada do colégio, o acesso à internet, a formação dos pais, as políticas implementadas por agentes públicos e algumas características do Colégio; entre outros, para alcançar melhores resultados.

PALAVRAS-CHAVE:

Análise da educação, políticas públicas, a administração local, Colombia.

CLASSIFICAÇÃO JEL:

I21, I28, H75

CONTEÚDO

Introdução, 1. Referencial teórico e metodológico; 2. Características socioeconômicas da população estudantil do 3º ano do 2º grau das escolas públicas da cidade de Medellín, 2009; 3. Relação entre as características individuais e domésticas com os resultados dos testes de saúde para os alunos do 3º ano do 2º grau em 2009; 4. Os aspectos específicos das escolas que são relevantes na determinação dos resultados das provas em Medellín para ICFES 2009; 5. As diferenças no desempenho escolar; 6. Conclusões, Referências bibliográficas.

INTRODUCCIÓN

La calidad de la educación se ha convertido en una de las preocupaciones principales de los hacedores de política. La creencia de que la cantidad de individuos que acceden a las escuelas es el factor más importante para la formación de capital humano ha cedido espacio a teorías que reconocen la importancia de garantizar una educación de altísima calidad para poder alcanzar crecimientos económicos sostenidos en el largo plazo. En este sentido, los estudios que pretenden comprender qué factores inciden sobre el rendimiento escolar de los estudiantes han tomado fuerza a partir de los primeros desarrollos teóricos de la década del sesenta, y han evolucionado desde los trabajos pioneros que atribuían a los aspectos socioeconómicos el desempeño escolar, hasta otros que hablan de la capacidad de las escuelas para marcar la diferencia en los resultados académicos de sus alumnos.

Además de incluir el contexto social y político como determinante de la calidad de la educación que es recibida por los estudiantes, las contribuciones más recientes han provenido del abordaje estadístico que se hace del problema. Según varios autores, es necesario que estos temas sean aproximados mediante modelos de análisis multinivel, es decir, modelos que, además de tener en cuenta las características de los individuos, los agrupan como parte de una clase o un curso que, a su vez, pertenece a una institución educativa. Este tipo de modelos, que consideran las jerarquías en que se agrupa la información, permiten hacer un análisis de las varianzas entre alumnos y entre colegios, lo que, a su vez, facilita la comprensión de los factores que determinan los resultados académicos de los estudiantes como indicador de calidad de la educación o del nivel de eficacia escolar.

En términos generales, las variables que se han asociado al rendimiento escolar se han agrupado en variables de origen de los estudiantes, de escuela y de contexto, y existe consenso en relación en que mejorar la calidad de la educación en el ámbito local requiere de implementar políticas de impacto que, además de mejorar la forma en la que se distribuye la renta y la atención a los grupos más vulnerables, se enfoquen en corregir las verdaderas falencias del sistema educativo en cualquiera de las variables que, se asume, afectan sus niveles de calidad. En este sentido, la necesidad de hacer un diagnóstico de la situación actual del rendimiento escolar y sus determinantes en el municipio de Medellín se ha convertido en la principal motivación de este trabajo, el cual intenta convertirse en una herramienta para la toma de decisiones de política en el nivel local.

A partir de lo anterior, el artículo se estructura en seis secciones adicionales a esta introducción. En primer lugar, se presenta el marco teórico y metodológico dentro del cual se desarrolla el trabajo, que incluye tanto los antecedentes teóricos

del tema de estudio como una aproximación a la metodología de los modelos jerárquicos que se utilizan para este trabajo. En segundo lugar, se hace una descripción de las condiciones socioeconómicas que caracterizan a los individuos incluidos dentro del estudio. Posteriormente, se relacionan las condiciones particulares de los individuos con el logro académico. En el cuarto apartado se esbozan los factores de los colegios que pueden asociarse a la calidad de la educación. El quinto capítulo presenta las principales diferencias en el logro académico. Finalmente, la última sección da cuenta de las principales conclusiones de la investigación.

1. MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO

Las variables asociadas al rendimiento que se pueden distinguir en las investigaciones de eficacia escolar pueden clasificarse en tres grandes grupos: el primero son las variables de origen de los estudiantes, que incluyen la pre-escolarización, los niveles de nutrición-desnutrición, el nivel educativo de los padres, y las condiciones socioeconómicas y de salud. En segundo lugar, se encuentran las variables de escuela, como la relación con el docente, la metodología de enseñanza, la valoración social del aprendizaje, la calidad curricular y la disponibilidad y pertinencia de materiales educativos. Por último, se encuentran las variables de contexto del tipo de efecto que el entorno político de cada región pueda tener sobre los individuos. El desarrollo teórico sobre eficacia escolar ha buscado dentro de todas estas variables la explicación a las diferencias que existen en el logro académico entre individuos con el fin de identificar la clave para mejorar los niveles de educación.

1.1 Antecedentes y marco teórico

A mediados de la década del sesenta surgió un modesto número de estudios cuya preocupación principal fue la de comprender qué factores incidían sobre el rendimiento escolar. Esta línea de investigación, que es conocida bajo el nombre de "estudios sobre eficacia escolar"¹, ha permitido a los investigadores y a los encargados de política alrededor del mundo determinar cuáles son los elementos más relevantes a la hora de explicar el desempeño de los estudiantes, para proponer luego intervenciones concretas de política. La evolución de las investigaciones en la materia está compuesta por cuatro etapas claramente definidas. El estudio pionero de Coleman y otros (1966) marcó el inicio de la primera etapa de investigación que

¹ Esta rama de estudios es considerablemente amplia y en general hay varias líneas de investigación que se desprenden de los estudios de Eficacia Escolar; por ejemplo, Scheerens (1999) define cinco: estudios de productividad escolar, estudios de evaluación de impacto de programas compensatorios, estudios de equidad educativa, estudios de escuelas prototípicas y estudios de eficacia docente.

estuvo caracterizada por el reconocimiento de que los factores socioeconómicos, más que los factores propios del sistema escolar, eran los que determinaban en mayor medida el desempeño de los estudiantes. A partir de estos descubrimientos, surgió una extensa literatura que incluyó varios trabajos empíricos que en unos casos refutaban la tesis y en otros la apoyaban.

Entre quienes refutaron la tesis de Coleman (1966) se encontraba George Weber (1971), quien publicó la investigación que dio origen a la segunda etapa de estudios sobre eficacia escolar. Para Weber existían alumnos que, pese a estar rodeados por ambientes personales poco favorables, lograban desempeños sobresalientes en las escuelas. Para explicar este fenómeno, el autor introdujo el concepto de escuelas con capacidad para marcar la diferencia en sus estudiantes (Murillo y otros 2007, p. 22). Este trabajo dio pie a los *estudios de las escuelas prototípicas*, según los cuales el rendimiento de los estudiantes era exclusivamente determinado por las características del plantel educativo. Para la tercera etapa, que comenzó a finales de los años setenta, se logró conciliar y sintetizar los dos primeros enfoques. Así, se consideró que el rendimiento académico era determinado tanto por factores individuales de los alumnos como por las características del centro educativo. Durante esta etapa, la producción de trabajos relacionada con la eficacia escolar mostró un incremento significativo dando lugar a que la toma de decisiones sobre políticas educativas se basara en los hallazgos de los diferentes estudios.

La cuarta, y más reciente etapa, se ha relacionado con una crítica al abordaje estadístico de este tipo de estudios, que generó una suerte de crisis en esta rama de investigación; actualmente, se recomienda que la eficacia escolar sea medida a partir de una metodología de *modelos de análisis multinivel* que es considerada claramente superior a los modelos de regresión múltiple utilizados antes. Además, a finales de los ochenta, algunos hallazgos demostraron la relevancia de incluir el contexto social y político en que los alumnos se desenvuelven como determinante adicional del rendimiento en las escuelas (Murillo, 2003). Este nuevo enfoque busca separar los posibles efectos que puedan tener los factores escolares de otros ínter-escolares.

A continuación se hace una breve descripción de algunos de los trabajos académicos, tanto internacionales como para Colombia, que han intentado revelar qué factores determinan el desempeño de los estudiantes. Estos trabajos pueden usarse con la intención de fomentar políticas que potencien los elementos que contribuyen favorablemente con el rendimiento escolar y que combatan las malas prácticas. Las investigaciones han hecho uso de diferentes metodologías y de diversas variables para dar solución al problema de investigación.

Tabla 1. Síntesis de trabajos académicos sobre calidad de la educación

Autor	Metodología	Variable Dependiente	Variables Independientes
Internacionales			
Green (1998)	Probit bivariado	Desempeño en las clases de economía de género y programas académicos de mujeres.	Reputación académica (-) Facultad de economía de tiempo completo (+) Porcentaje de mujeres dentro de la facultad (+) Universidad con afiliación religiosa (-)
Dynan y Rouse (1999)	Logit binomial	Probabilidad de que un estudiante se especialice en economía.	Género femenino (-) Nota de matemáticas en la prueba SAT (+) Completar al menos dos semestres de cálculo(+) Interpretar gráficas fácilmente (+) Nota y desempeño en introducción a la economía (+)
Chizmar (2000)	Mínimos cuadrados ordinarios	Notas obtenidas en principios económicos, diferenciando dos modelos con desempeño en los exámenes iniciando y terminando semestre.	Promedio (-) Examen ACT o SAT (+) Créditos aprobados previos (+) Raza negra (-) Temperamento (16 tipos)
Ashworth y Evans (2001)	Logia multinomial	Explicación de estudiar economía 1, ciencias 2, artes 3 y administración 4.	Nota en el examen de matemáticas e inglés GCSE (+) Docente mujer (+) Estudiante mujer (+)
Borg y Harriet (2002)	Regresión lineal	Notas obtenidas en economía	Mujeres (-) Raza asiática (NS) Raza negra (-) Traslado desde otras instituciones (-) Promedio de la educación secundaria (+)
Grimes (2002)	Probit y mínimos cuadrados ordinarios	Cuando la nota obtenida es menor a las expectativas del estudiante (sobreconfianza)	Género masculino (+) Raza negra (NS) Edad (-) Examen ACT (-) Promedio acumulado (-) Cursos previos relacionados con economía (+) Divergencia entre el mejor de la clase y el promedio (-) Número de horas dedicadas a los cursos (+) Porcentaje de fallas a los cursos (+)

Autor	Metodología	Variable Dependiente	Variables Independientes
Sewell (2004)	Logit binomial	Presentación de exámenes (Si presenta 1)	SAT (+) Materia donde se obtienen promedios bajos (+) Si el estudiante terminó macroeconomía (-) Actitud frente al riesgo (-) Actitud relajada (-) Junior 1, senior 0(+) Alumnos remitentes (+) Cursos de especialización en negocios (+) Cursos de especialización en ingeniería (+) Masculino (-)
Chee et al. (2005)	Regresión múltiple	Desempeño académico (PGA) en seis categorías	Raza blanca 1, negra 2 (-) Educación de los padres (-) SAT (+) Clasificación académica del estudiante junior 1, senior 2, mayor 3 (+) Horas trabajadas (-) Tiempo gastado en clubs o grupos (+) Horas gastadas en trabajo voluntario (+)
Jonson (2005)	Análisis de varianza (ANOVA) y de covarianza (ANCOVA), con efectos principales e interacciones	Desempeño académico de los estudiantes (PGA)	Estudiantes transferidos (NS) Residentes dentro del Estado (-) SAT (+)
Lane et al. (2005)	Efectos fijos de análisis de varianzas multivariadas (MANOVA), análisis de varianza (ANOVA)	Determinar las diferencias en el desempeño de los estudiantes	El 35 % de la varianza es explicada por factores que hacen referencia al comportamiento del estudiante
Zhang (2005)	Logia	Probabilidad de graduarse del programa	Género femenino (-) Nativos americanos, asiáticos, negros e hispanicos (+) Edad (-) Edad 2 (+) Ingreso familiar (+) Primera generación que se gradúa del College (-) Promedio de secundaria (+)

<i>Autor</i>	<i>Metodología</i>	<i>Variable Dependiente</i>	<i>Variables Independientes</i>
Colombia			
Barrientos Gaviria y (2001)	Mínimos cuadrados ordinarios	Logro académico en los colegios	Bachillerato académico (+) Colegio público (-) Evaluación de los docentes (+) Colegio con médico (+) Colegio con psicólogo (+) Laboratorios Física y Química (-) Laboratorio Sistemas (+)
Núñez et al. (2002)	Logit binomial	Probabilidad de asistir a un colegio privado	Masculino (-) Edad (+) No trabaja (+) Vivienda propia 0 (+) Deuda en vivienda 0 (+) Aportantes al ingreso familiar (-) Ingreso familiar (- creciente a los ingresos más altos) Nivel de educación del padre (+ con máximo en la tecnológica) Nivel de educación de la madre (+ con máximo en la tecnológica) Ocupación del padre (+) Ocupación de la madre (NS) Dependencia económica (+) Tipo de jornada (- respecto a completa) Carácter del bachillerato (- respecto a académico) Valor de la pensión del colegio (+) Porcentaje de repitentes (-) Material de apoyo (-) Relación Alumno-Docente (-) % Doctorados / % Docentes con Educación Superior (-) Recursos académicos y deportivos (+) Personal de apoyo (+)
Carvajal et al. (2004)	Componentes principales	Puntajes en el ICFES en el área de Matemáticas Física y Leguaje	Independencia entre el rendimiento en matemáticas I y II de los estudiantes de ingenierías de la UTP y los resultados que obtienen en las pruebas del ICFES en las áreas de ciencias, física y matemáticas

Autor	Metodología	Variable Dependiente	Variables Independientes
Mina (2004)	Panel sin efectos, efectos fijos y efectos aleatorios	Puntaje promedio de todas las categorías del ICFES	Características educativas Número de maestros por alumno (+/-) Situado fiscal para la nación en educación (+) Porcentaje de escuelas privadas (+) Características socio económicas NBI (-) Gini (-) Número de ataques insurgentes (-)
Vallejo (2004)	Estadísticos descriptivos	Evolución de las notas académicas de la Universidad de los Andes	Alumnos matriculados Notas promedio por facultad Notas otorgadas por docente Desviación estándar de las notas

Fuente: Silva y Sarmiento (2006)

Finalmente, Tobón *et al.* (2008) utilizan los resultados de una encuesta realizada a 105 rectores de colegios y a 732 profesores para estimar una función de producción a partir de un modelo jerárquico o multinivel. Dentro de los hallazgos más importantes se destaca que el estrato socioeconómico del colegio tiene un efecto considerable sobre el logro académico, ya que el peor desempeño en las pruebas ICFES es obtenido por los colegios públicos de los estratos 1, 2 y 3; por su parte, se encuentra que la mayor parte de los programas de la Alcaldía no tienen efectos considerables sobre el rendimiento de los estudiantes (de 11 programas solo 3 pueden contarse como de efectos positivos) y que existe una relación negativa entre las dotaciones de capital humano, en cuanto a docentes y directivas, y resultados académicos de los alumnos, ya que los colegios públicos cuentan con el personal mejor calificado al tiempo que presentan los peores resultados en las pruebas estandarizadas. El trabajo concluye, además, que la introducción de cambios institucionales mejora el desempeño académico de los estudiantes al lograr un mayor compromiso por parte de todos los actores implicados.

1.2 Metodología

Tradicionalmente, el análisis de los determinantes de la calidad de la educación ha incluido el empleo de diferentes herramientas econométricas dentro de las que se cuentan los denominados modelos jerárquicos. Esta investigación centra su análisis alrededor de esta metodología que considera los diferentes niveles en los que se agrupan los individuos. Dada una estructura de datos como la que se tiene en este caso (estudiantes que se agrupan en instituciones educativas), el problema podría abordarse a través de técnicas que incluyan, bien sea una desagregación de las variables de orden más alto hasta un nivel individual, o una agregación de las variables

individuales hasta un orden superior. Sin embargo, el primer caso viola el supuesto estadístico de independencia en las observaciones mientras que el segundo hace que se pierda gran parte de variabilidad en los datos.

De esta forma, en caso de querer seguir un esquema de modelo lineal dada la estructura particular de los datos, sería necesario adaptar las hipótesis básicas de homoscedasticidad e independencia. Si se tiene en cuenta que los individuos de un mismo grupo son más parecidos que individuos de distintos grupos, se puede hacer una formalización a partir de un modelo de componentes de varianza en el que los errores aleatorios tengan un componente de grupo y otro individual. Otra manera de formalizar este problema, podría ser considerando que cada grupo tiene un modelo de regresión diferente en el que los interceptos y las pendientes se convierten en una muestra aleatoria de la verdadera población de interceptos y pendientes; en estos modelos de regresión de coeficientes aleatorios la variabilidad de los coeficientes se trata de modelar con las variables de nivel superior.

Un modelo jerárquico general (simple) podría representarse como:

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}(X_{ij} - \bar{X}_{.j}) + r_{ij} \quad (1)$$

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}W_j + U_{0j} \quad (2)$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11}W_j + U_{1j} \quad (3)$$

En donde a la primera ecuación se le llama modelo de nivel 1 y a las dos ecuaciones siguientes se les llama modelo de nivel 2. Si estas ecuaciones se funden en un modelo combinado tendríamos que:

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{01}W_j + \gamma_{10}(X_{ij} - \bar{X}_{.j}) + \gamma_{11}W_j(X_{ij} - \bar{X}_{.j}) + U_{0j} + U_{1j}(X_{ij} - \bar{X}_{.j}) + r_{ij} \quad (4)$$

En donde los errores r_{ij} son los efectos aleatorios del nivel 1 y los errores U_{0j} y U_{1j} son los efectos aleatorios del nivel 2. La $Var(r_{ij})$ es la varianza del nivel 1 y $Var(U_{0j})$, $Var(U_{1j})$ y $cov(U_{0j}, U_{1j})$ son los componentes de varianza y covarianza del nivel 2. Este modelo jerárquico de dos niveles es el más simple al tener un predictor en el primer nivel y un predictor en el segundo nivel; sin embargo, no puede estimarse adecuadamente con mínimos cuadrados ordinarios, aunque los datos contienen la información necesaria para su estimación. Si se igualan a cero algunos términos de este modelo se obtienen algunos submodelos importantes dentro de los que se cuentan el *modelo de análisis de varianza de una vía con efectos aleatorios* que puede expresarse como:

$$y_{ij} = \beta_{0j} + r_{ij} \quad [5]$$

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j} \quad [6]$$

Donde r_{ij} sigue una distribución normal estándar ($N(0, \sigma^2)$) y U_{0j} sigue una distribución normal ($N(0, \sigma_{00})$). El modelo combinado puede escribirse como: $y_{ij} = \gamma_{00} + U_{0j} + r_{ij}$ que corresponde a un modelo ANOVA de una vía con gran media τ_{00} , efectos aleatorios de grupo (nivel 2) dados por U_{0j} y efectos aleatorios individuales (nivel 1) r_{ij} .

Además, la expresión $\text{VAR}(y_{ij}) = \text{VAR}(u_{0j} + r_{ij}) = \sigma^2 + \tau_{00}$ muestra cómo se descompone la variabilidad de la respuesta en términos de la variabilidad en el nivel 1 y en el nivel 2 gracias a la inclusión de un parámetro que es conocido con el nombre de coeficiente de correlación interclase. Este coeficiente mide la proporción de la variabilidad de la respuesta que es explicada por las variables del nivel 2 y es definido como: $\rho = \frac{\tau_{00}}{\sigma^2 + \tau_{00}}$

Por su parte, el modelo de regresión con coeficientes aleatorios se escribe como:

$$y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}(X_{ij} - \bar{X}_{.j}) + r_{ij} \quad (7)$$

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j} \quad (8)$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + u_{1j} \quad (9)$$

Donde γ_{00} es el intercepto promedio de las unidades del nivel 2, γ_{10} es la pendiente promedio de las unidades del nivel 2 y u_{0j} y u_{1j} son los efectos únicos en el intercepto y la pendiente respectivamente, asociados con la unidad j del grupo 2.

Por su parte, la matriz de varianzas del nivel 2 está dada por

$$\text{Var} \begin{bmatrix} u_{0j} \\ u_{1j} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tau_{00} & \tau_{01} \\ \tau_{01} & \tau_{11} \end{bmatrix} = T \quad (10)$$

Donde $\text{Var}(u_{0j})$ es la varianza no condicional del intercepto del nivel 2, $\text{Var}(u_{1j})$ es la varianza no condicional de la pendiente del nivel 2 y $\text{Cov}(u_{0j}, u_{1j})$ es la covarianza no condicional del intercepto y de la pendiente de nivel 2. El nivel 2 de este modelo es también llamado nivel no condicional y el modelo combinado queda como:

$$y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{10}(X_{ij} - \bar{X}_{.j}) + u_{0j} + u_{1j}(X_{ij} - \bar{X}_{.j}) + r_{ij} \quad (11)$$

Esto indica que y_{ij} es una función de la regresión promedio $\gamma_{00} + \gamma_{10}(X_{ij} - \bar{X}_{.j})$ más un error que tiene tres componentes: u_{0j} que es el efecto único de la j -ésima unidad del nivel 2 sobre la media, $u_{1j}(X_{ij} - \bar{X}_{.j})$, donde u_{1j} es el efecto único de la j -ésima unidad del nivel 2 sobre la pendiente y r_{ij} el error de nivel 1.

El modelo de coeficientes aleatorios permite estimar la variabilidad de los coeficientes de regresión a través de las unidades del nivel 2. El siguiente paso lógico es tratar de modelar esta variabilidad.

De otro lado, dado el modelo inicial en el que la variabilidad de los parámetros está en función de W_j y de u_{0j} y u_{1j} (variación "determinística" y variación aleatoria), puede derivarse un modelo de interceptos y pendientes como respuestas de regresión al incorporarse tanto variables predictoras en el primer nivel, como variables que ayuden a modelar los parámetros del nivel 2 (W_j). En este caso es importante identificar la localización de las X y las W ya que de ella dependerá una interpretación precisa de los parámetros a estimar, así:

Localización de las X : si todas las X están centradas respecto a la media del grupo, el intercepto en el modelo de primer nivel no es más que el valor promedio de la variable dependiente para el grupo j . Si las variables están centradas alrededor de sus respectivas grandes medias, el intercepto puede ser interpretado como una media ajustada para el grupo j . Las variables que son dicotómicas también se pueden centrar respecto a la gran media o respecto a la media del grupo con lo que se obtendrán las mismas interpretaciones en relación con el intercepto. Además, una localización adecuada de las variables de primer nivel asegura la estabilidad numérica del proceso de estimación.

Localización de las W : no es tan determinante como la localización de las X pero a veces puede convenir centrar estas variables respecto a las grandes medias. Antes se han supuesto errores homogéneos de nivel 1 y de nivel 2. Sin embargo, estos errores pueden tener formas más generales con estructuras de varianzas y covarianzas más complejas.

En los modelos jerárquicos se estiman tres tipos de parámetros: efectos fijos, coeficientes aleatorios de nivel 1 y componentes de varianza y covarianza. La estimación de los efectos fijos está basada en el principio de ponderación óptima mientras que las estimaciones de los componentes de varianza y covarianza se basan en procedimientos numéricos iterativos para obtener estimadores eficien-

tes. Generalmente esto se hace vía Máxima Verosimilitud. Sin embargo, todas las estimaciones dependen unas de otras.

2. CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA DE LA POBLACIÓN ESTUDIANTIL DEL GRADO 11 DE COLEGIOS PÚBLICOS EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN, 2009.

El análisis estadístico de los determinantes del logro académico alcanzado por los estudiantes de secundaria en Colombia, y medido a partir de los resultados en las pruebas ICFES 2009, se centra fundamentalmente en un manejo adecuado de la estructura jerárquica de los datos, en la cuantificación de variables cualitativas y en la creación de índices. Inicialmente, se hará una descripción de las características socioeconómicas de los individuos y de los factores relacionados con la familia de los estudiantes como determinantes del logro académico.

En general, la población estudiantil del grado 11, matriculada en los colegios públicos de la ciudad de Medellín, se distribuye de forma desigual en los diferentes estratos socioeconómicos. Los mayores porcentajes de estudiantes del grado undécimo pertenecen a los estratos más bajos de la población; de hecho los tres primeros estratos concentran cerca del 85 % de los estudiantes y, en el interior de estos, los estratos 2 y 3 concentran poco más del 73 %. Esta situación no sorprende pues se corresponde con la composición poblacional de la ciudad. Por su parte, de estos estudiantes el 66,8 % cursa estudios de bachillerato académico; el 22,1 %, bachillerato académico y técnico; el 10,3 %, bachillerato técnico, y el 0,8 %, bachillerato normalista.

De otro lado, cerca del 55 % de los estudiantes del grado undécimo son mujeres, situación que puede entenderse como un mejor resultado en materia de reducción de las disparidades entre géneros pero que debe leerse con cautela ya que esta dinámica se corresponde con la tendencia poblacional de la ciudad, aunque no en la misma medida. Sin embargo, el hecho de que un menor número de hombres esté accediendo al grado 11.º puede estar indicando que muchos de los jóvenes ocupan su tiempo en otras actividades (por ejemplo, trabajando o haciendo parte de pandillas). En relación con este último aspecto, las estadísticas indican que el porcentaje de estudiantes de grado 11.º que desarrollan algún tipo de actividad laboral corresponde al 10,5 %, cifra no despreciable si se tiene en cuenta que en muchos casos los estudiantes son menores de edad² y que deben ocupar media jornada con sus estudios.

² La edad promedio de los estudiantes es de 18 años.

De acuerdo con la información compilada por el ICFES, solo el 0,3 % manifiesta poseer algún tipo de discapacidad (invidente, sordo con intérprete, sordo sin intérprete y discapacidad motriz). Por su parte, el 2 % del total se clasifica como perteneciente a alguna minoría étnica: indígenas, en el 67 % de los casos, y negritudes, en el 33 % de los casos.

Un factor fundamental dentro del análisis de los determinantes del logro académico es el relacionado con el uso de nuevas tecnologías, principalmente telecomunicaciones e internet. Cuando se pregunta a los estudiantes de undécimo grado si al menos uno de los miembros de su hogar posee teléfono celular, en el 100 % de los casos la respuesta es afirmativa, mientras que al preguntar por la conectividad a internet, solo el 38 % manifiesta poseer conexión desde su hogar.

Finalmente, otras características que permiten describir las condiciones individuales de los estudiantes son las relacionadas con el número promedio de hermanos y con la educación de los padres. En relación con este último aspecto, en general, y como se observa en la tabla 2, la mayor parte de los padres de los encuestados obtuvieron como grado máximo la secundaria completa, seguido por la secundaria incompleta, la primaria completa y la primaria incompleta, en su orden. Solo el 2,5 % de los padres y el 2,0 % de las madres de los estudiantes de colegios públicos que presentaron en 2009 las pruebas de Estado obtuvieron como grado máximo un posgrado.

Tabla 2. Nivel de educación de los padres (%)

Nivel Educativo	Padre	Madre	Nivel Educativo	Padre	Madre
Ninguno	3.3 %	2.0 %	Técnico incompleto	1.0 %	1.8 %
Primaria incompleta	14.6 %	13.2 %	Técnico completo	4.7 %	6.2 %
Primaria completa	15.0 %	15.6 %	Profesional incompleto	1.7 %	2.1 %
Secundaria incompleta	16.6 %	19.2 %	Profesional completo	9.1 %	8.7 %
Secundaria completa	23.5 %	25.8 %	Posgrado	2.5 %	2.0 %
No sabe, no responde	8.0 %	3.3 %			

Fuente: ICFES, (2009)

3. RELACIÓN ENTRE LAS CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES Y DEL HOGAR CON LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE ESTADO PARA LOS ESTUDIANTES DE GRADO 11 EN 2009.

El logro académico puede ser determinado por múltiples factores que son de carácter social, cultural, económico e institucional, entre otros. En este apartado se evalúa algunos de estos elementos, tratando de descubrir su incidencia directa

sobre los resultados en las pruebas ICFES. La importancia de este ejercicio es que estos hallazgos pueden contribuir al diseño de políticas encaminadas a mejorar los resultados obtenidos, lo que tendrá un efecto directo sobre los niveles de calidad de la educación en el municipio. No obstante, es importante precisar que los resultados que son arrojados por las pruebas del ICFES son tan solo una aproximación a lo que se denomina calidad de la educación media³.

Como primer factor explicativo del logro académico se parte de la hipótesis de que los mejores resultados son alcanzados por estudiantes de estratos más altos, como variable proxy de la situación socioeconómica de los individuos. En este sentido, con un ejercicio estadístico simple se pretende evaluar si en la medida en que incrementa el estrato socioeconómico mejora el resultado en las pruebas de Estado. La evidencia indica que a mayor nivel socioeconómico de los estudiantes del grado undécimo, medido con su estrato, mejoran los resultados alcanzados en las diferentes disciplinas (ver tabla 3); así, el nivel económico parece ser una variable relevante para obtener mejores resultados académicos. Este resultado es bastante importante; sin embargo, no es influenciado a través de políticas públicas municipales, al menos en el corto y el mediano plazo.

Tabla 3. Resultados puntajes promedio obtenido en pruebas ICFES por estrato socioeconómico.

Prueba	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6
Lenguaje	43.9	45.0	46.7	49.2	51.0	52.2
Matemáticas	42.0	43.3	45.1	48.1	50.4	52.8
C. Sociales	43.3	44.2	46.3	49.5	51.6	53.6
Filosofía	40.4	40.7	41.7	43.2	44.2	44.9
Biología	43.3	44.2	45.9	48.6	50.6	52.4
Química	41.7	42.6	44.1	46.9	48.6	50.6
Física	41.8	42.7	43.8	45.2	47.0	48.6

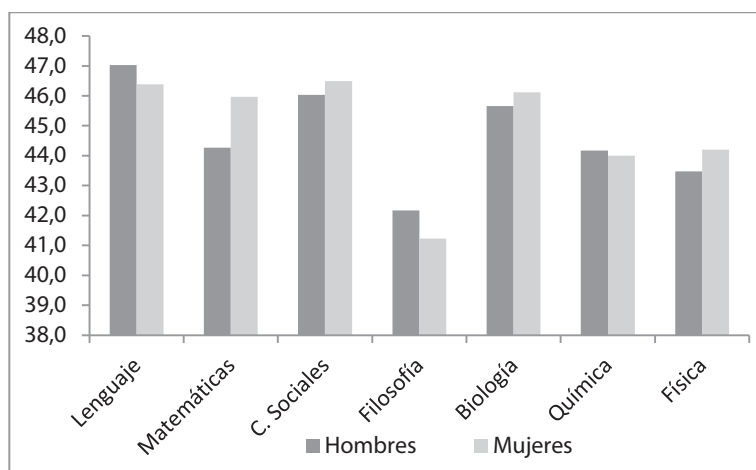
Fuente: ICFES (2009)

Por su parte, se había mencionado antes que el número de estudiantes de género femenino en grado undécimo de los colegios públicos de Medellín superaba al número de estudiantes de género masculino inscritos. En este apartado nos interesa evaluar si existen contrastes en cuanto a los resultados en las diferentes áreas o

³ No es objeto de esta investigación hacer parte de dicho debate, lo que sí resulta claro es que la calidad se logra con maestros más educados, mejores condiciones de los planteles educativos, entornos sociales y familiares adecuados para el aprendizaje, etc.

saberes según el sexo de los estudiantes. El gráfico 1 presenta los resultados promedio alcanzados por los estudiantes de ambos géneros para las diferentes áreas del saber. Aunque las diferencias no resultan ser estadísticamente significativas, parece existir cierta disposición de las mujeres del municipio de Medellín en torno a disciplinas "duras"⁴ como las matemáticas, en tanto que los hombres evaluados obtuvieron mejores resultados en disciplinas como la filosofía y el lenguaje.

Gráfico 1. Resultados promedio en las diferentes pruebas ICFES según área del conocimiento y género

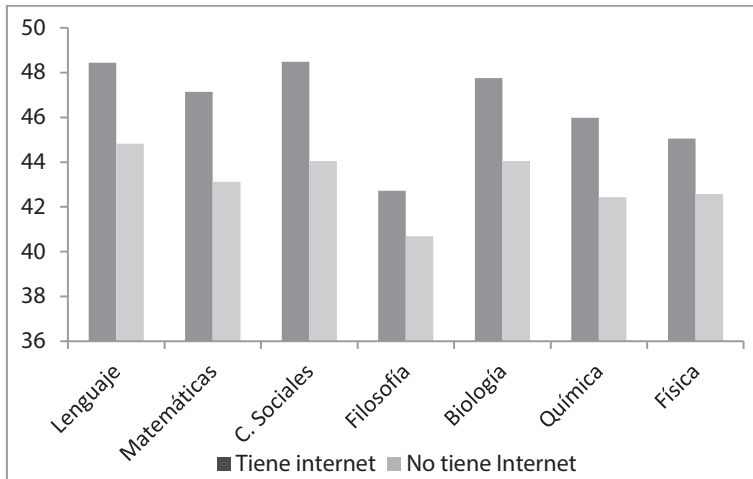


Fuente: ICFES (2009)

Un elemento de reciente, pero suma importancia, es el relacionado con el uso de nuevas tecnologías y con el empleo de herramientas que faciliten el aprendizaje y mejoren los resultados y logros de los estudiantes. No es un secreto que el hecho de tener acceso permanente a instrumentos como el internet puede convertirse en un complemento de la educación recibida en las aulas que facilita y contribuye al aprendizaje de los jóvenes. En este sentido, se evaluó si para los estudiantes que tomaron la prueba el hecho de contar con esta herramienta en su hogar era un factor determinante y los resultados fueron sorprendentes: pese a que se esperaba obtener una relación positiva entre ambas variables la magnitud de respuesta fue mucho mayor de lo previsto.

⁴ Específicamente, nos referimos a las áreas de matemáticas, ciencias sociales, biología y física.

Gráfico 2. Resultados promedio en las diferentes pruebas ICFES comparando el hecho de tener o no, internet.



Fuente: ICFES, (2009)

Como puede observarse en el gráfico 2, el hecho de tener acceso permanente a internet mejora los resultados en todas las pruebas. Cuando se analizan los resultados por estratos socioeconómicos, la tendencia permanece aún en los estratos más bajos: en el estrato 1, por ejemplo, los resultados son considerablemente mejores para los estudiantes con acceso a internet. Esta verificación empírica llama la atención sobre la necesidad de expandir este instrumento a todos los hogares del municipio.

De otro lado, el hecho de trabajar ofrece un resultado bastante interesante cuando se dividen los estudiantes que realizan algún tipo de labor diferente a la académica entre los que reciben una remuneración por su trabajo, bien sea en dinero o en especie, y los que no reciben ningún tipo de contraprestación, generalmente porque laboran en empresas familiares. Al evaluar los resultados en las diferentes áreas y compararlos con los resultados promedio de los demás estudiantes puede observarse que (tabla 4), como es de esperarse, los estudiantes que no realizan labores distintas a las académicas presentan mejores resultados en todas las pruebas probablemente porque disponen de más tiempo para atender a sus obligaciones. La verificación interesante se relaciona con los jóvenes que son empleados con o sin remuneración: los estudiantes que reciben una remuneración por su trabajo obtienen mejores resultados en áreas como matemáticas y lenguaje que aquellos que no reciben pago por sus actividades laborales.

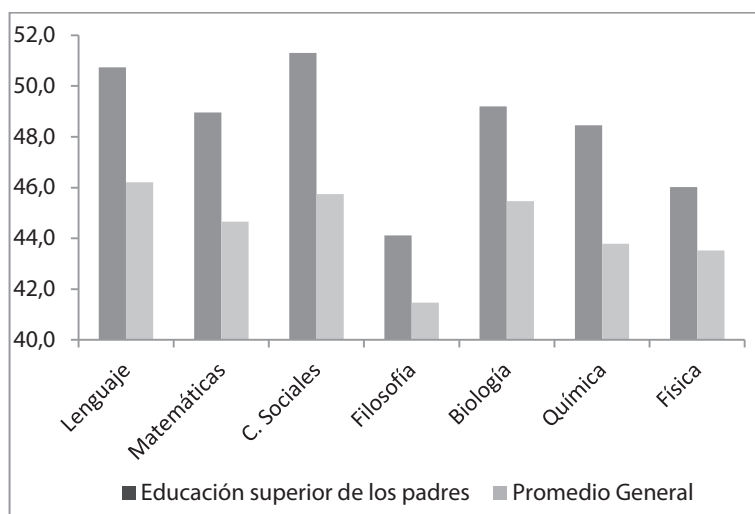
Tabla 4. Resultados por área de conocimiento relacionado con la condición laboral

Área de conocimiento	Trabaja con remuneración	Trabaja sin remuneración	No trabaja
Lenguaje	43.7	43.6	46.5
Matemáticas	42.8	42.7	44.9
C. Sociales	43.8	43.7	46.0
Filosofía	40.6	40.3	41.6
Biología	43.5	43.6	45.7
Química	41.3	42.3	44.0
Física	42.2	42.5	43.7

Fuente: ICFES (2009)

Finalmente, un elemento crucial en la evaluación realizada es el relacionado con la educación de los padres. Al momento de explicar los resultados de los estudiantes en las pruebas de Estado es de suponer que los hijos de padres con mayores niveles de educación obtendrán mayores logros en todas las áreas ya que muy seguramente contarán con un mejor sistema de apoyo por parte de sus progenitores para complementar su educación. El gráfico 3 confirma la hipótesis planteada: los resultados logrados por jóvenes cuyos padres alcanzaron como grado máximo la Educación Superior son siempre mejores al promedio general de los demás estudiantes.

Gráfico 3. Resultados promedio en las pruebas ICFES comparando el alcanzado por jóvenes con padres que poseen Educación Superior completa



Fuente: ICFES (2009)

4. ASPECTOS PROPIOS DE LOS COLEGIOS QUE SON RELEVANTES EN LA DETERMINACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS ICFES EN MEDELLÍN PARA 2009

Uno de los elementos más destacados se relaciona con las diferencias existentes en los resultados de las pruebas entre los colegios mixtos y los colegios femeninos (no se obtuvo información para ningún colegio masculino). De acuerdo con la información obtenida a partir de la encuesta aplicada en el municipio, los colegios femeninos presentan, en promedio, mejores resultados en todas las pruebas al compararlos con los colegios mixtos. Además, persisten las diferencias entre colegios públicos y privados en cuanto al logro académico medido con la calificación obtenida en las diferentes áreas evaluadas: en promedio, los resultados de los colegios privados son significativamente superiores a los resultados de los colegios públicos y estas diferencias son más notables en áreas estratégicas como las matemáticas y el lenguaje.

Un resultado paradójico se presenta cuando se consideran los niveles de formación de los rectores de los diferentes colegios: la evidencia indica que los colegios que son dirigidos por rectores con mayores niveles de formación académica (doctorados) obtienen resultados inferiores en todas las áreas de las pruebas de Estado en comparación con el promedio, e incluso se encuentran por debajo de los resultados de colegios cuyo rector tiene como máximo un grado universitario, que es el menor grado académico alcanzado por todos los rectores de la muestra. Por su parte, cuando se evalúa la incidencia de los años de experiencia de los rectores sobre los resultados académicos obtenidos por los estudiantes, se encuentra que el grupo de rectores con mayor número de años de experiencia lidera los colegios con mejores resultados en todas las áreas de conocimiento de las pruebas. Así, la experiencia laboral parece ser un elemento diferenciador del logro académico ya que es necesario reconocer los aprendizajes y las vivencias por las cuales ya han atravesado otros, mientras que parece suceder que, dado un mayor nivel de estudios alcanzado por parte de los rectores, se tendrá un menor grado de experiencia práctica y, por tanto, peores resultados comparados.

Otro elemento importante que ha sido referenciado en la literatura como determinante de la calidad de la educación es la razón estudiantes por profesor. Al evaluar dicho cociente y tomar un referente de 20 estudiantes por cada docente como máximo, se encuentran diferencias sustanciales: los colegios que manifestaron cumplir una relación estudiantes por docente igual o menor a 20 obtuvieron mejores resultados en todas las áreas evaluadas por las pruebas, lo que va en línea con la intuición según la cual un trabajo más personalizado en que los docentes puedan hacer un mejor seguimiento de sus estudiantes se ve reflejado en mejores resultados

académicos. Además, la edad promedio del profesorado resultó ser otro elemento clave en la obtención de buenos resultados académicos: en todas las áreas, el logro fue superior cuando la edad promedio de los profesores fue inferior a 40 años.

Un factor diferenciador adicional es el asociado con la capacidad administrativa de los colegios definida como la razón personal no docente por estudiantes. Esta relación hace referencia a las personas que no realizan labores académicas, pero se convierten en un apoyo administrativo a la labor de enseñanza. De acuerdo con los resultados arrojados por la encuesta, llama la atención encontrar que los colegios en los cuales el número de personal no docente por alumno es más alto presentan peores resultados en todas las áreas de conocimiento evaluadas por el ICFES. En lugar de evidenciar que el personal de apoyo, con funciones administrativas y logísticas, se encarga de generar las condiciones para mejorar la calidad académica de las instituciones, parece suceder que el fortalecimiento de este tipo de contrataciones no está contribuyendo con el logro de los objetivos académicos y el mejoramiento de la educación impartida.

Por su parte, los colegios no bilingües obtuvieron un mejor desempeño de sus alumnos en las áreas de matemáticas, ciencias sociales y filosofía que los colegios clasificados como bilingües. Pese a que no existen suficientes elementos para justificar este comportamiento, puede especularse que los colegios bilingües enfocan sus esfuerzos en las áreas de lenguaje, al tiempo que se descuida en parte la enseñanza de otras disciplinas. Finalmente, el último elemento evaluado se relaciona con el nivel de inteligencia, conocimiento o experiencia de los estudiantes, que puede ser potenciado por los colegios. Para hacerlo, se tomaron los resultados de las pruebas ICFES y se compararon con los resultados en las pruebas del SABER esperando corroborar que un buen resultado en las pruebas del SABER guardaría una relación positiva con los resultados en las pruebas del ICFES. En efecto, la hipótesis fue comprobada en tanto que los colegios con muy buenos resultados en las pruebas presentadas en 5o y 9o (SABER) obtuvieron, en promedio, los mejores resultados en las pruebas presentadas en 11o (ICFES).

5. DIFERENCIAS EN EL LOGRO ACADÉMICO

Para comenzar, se asume que el logro académico de un estudiante en Medellín depende de sus características individuales y de las características del colegio al cual pertenece, por lo que se analiza la información recolectada de 3013 individuos en 53 colegios para el año 2008. De esta manera se tiene una estructura de datos jerárquica, y en consecuencia se analizarán los determinantes del logro académico haciendo uso de los modelos multinivel.

El primer paso en la construcción de un modelo de estas características consiste en estimar un modelo vacío. La especificación de este modelo está dada por: $y_{ij} = \beta_{0j} + r_{ij}$ donde $\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$ y además $r_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$ y $u_{0j} \sim N(0, \tau_{00})$.

En este caso y_{ij} , el cual es el logro académico del individuo i que está en el colegio j , se predice con la media del logro del colegio j (β_{0j}), y a su vez, la media del colegio, se predice con la gran media de la población (γ_{00}). El modelo combinado toma la siguiente forma: $y_{ij} = \gamma_{00} + u_{0j} + r_{ij}$ donde se observa un efecto aleatorio de grupo (colegio o nivel 2) dado por u_{0j} y un efecto aleatorio individual (Nivel 1) dado por r_{ij} . En consecuencia se tiene que $Var(y_{ij}) = Var(\gamma_{00} + u_{0j}) = \tau_{00} + \sigma^2$, lo que muestra como se descompone la variabilidad del logro en términos de la variabilidad en el nivel 1 y en el nivel 2. Con el Coeficiente de Correlación intraclase (CCI) dado por $\rho = \frac{\tau_{00}}{\sigma^2 + \tau_{00}}$ se puede medir la proporción de la varianza de la respuesta debida a las unidades del nivel 2.

A partir de la especificación de un modelo vacío podemos obtener un estimador de la gran media del logro, y de la variabilidad tanto en el nivel colegio como en el nivel individual. El modelo vacío se estimará considerando que el logro académico de los individuos se puede medir a partir de los resultados en las pruebas ICFES en las áreas de lenguaje y matemáticas. A continuación se muestran los resultados obtenidos con el paquete STATA:

Tabla 5. Modelo vacío para el logro en lenguaje

lenguaje	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
_cons	46.29022	0.4554254	101.64	0.000	45.3976 47.18284
Random-effects Parameters					
colegio: Identity	Estimate	Std. Err.	Wald z	P> z	
var(_cons)	9.782564	2.144065	4.562624	0.0000	
var(Residual)	41.86248	1.088054	38.4746	0.0000	

Fuente: elaboración propia

Tabla 6. Modelo vacío para el logro en matemáticas

Matemáticas	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Inteval]
_cons	44.5247	0.4820218	92.37	0.000	43.57996 45.46945
Random-effects Parameters					
colegio: Identity	Estimate	Std. Err.	Wald z	P> z	
var(_cons)	10.74153	2.38614	4.6327	0.0000	
var(Residual)	55.11732	1.431717	38.4973	0.0000	

Fuente: elaboración propia

Los resultados nos muestran estimaciones de la gran media de 46.29022 para el logro en lenguaje y de 44.5247 para el logro en matemáticas, siendo ambas estadísticamente significativas. La varianza estimada de segundo nivel es de 9.782564 para el logro en lenguaje, y 10.74153 para el logro en matemáticas; ambas componentes son estadísticamente significativas. Esto nos muestra, según el coeficiente de correlación intraclase, que las diferencias entre colegios explican alrededor del 20 % de la variabilidad total en los logros en matemáticas (CCI=19 %) y en lenguaje (CCI=23 %).

A continuación se especificará un modelo de análisis de covarianza de una vía con efectos aleatorios, el cual permite explicar la variabilidad del primer nivel y al mismo tiempo probar si el logro promedio varía aleatoriamente entre grupos. La especificación más sencilla está dada por: $y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}(x_{ij} - \bar{X}_{..}) + r_{ij}$ donde $\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$, $\beta_{1j} = \gamma_{10}$ y $\bar{X}_{..}$ es la gran media de los datos.

Se tiene pues que $\beta_{0j} = \mu_y - \gamma_{10}(x_{ij} - \bar{X}_{..})$ lo que quiere decir que β_{0j} es la respuesta media del grupo j ajustada por las diferencias entre estas unidades en x_{ij} . En consecuencia, $\text{Var}(\beta_{0j}) = \tau_{00}$ es la varianza entre las medias ajustadas de las unidades del nivel 2.

La información recopilada para el primer nivel comprende las siguientes variables: estrato socioeconómico del hogar, clasificación del hogar en el Sistema de Identificación de Potenciales Beneficiarios de Programas Sociales (SISBEN), nivel de ingresos del hogar, nivel de educación del padre, nivel de educación de la madre, edad del estudiante, sexo del estudiante, acceso a tecnologías y participación en el mercado laboral. Con el fin de obtener un modelo parsimonioso se construyó el

índice socioeconómico del estudiante y el índice de capital humano de los padres; el primero, a partir del estrato, el nivel en el SISBEN y el nivel de ingresos, y el segundo, a partir del nivel de educación del padre y de la madre. Para esto se recurrió al procedimiento denominado análisis de componentes principales.

Las demás variables de primer nivel fueron centradas respecto a sus grandes medias, para poder seguir interpretando la constante como un logro promedio ajustado. En una estimación previa se muestra que las variables de acceso a tecnologías y la variable de participación en el mercado laboral son no significativas para ambos tipos de logros, por lo que se omiten de las regresiones definitivas. A continuación se muestran los resultados obtenidos con el paquete STATA:

Tabla 7. Modelos para el logro en lenguaje y matemáticas

Mixed-effects REML regression Number of obs = 3013				
Group variable: colegio Number of groups = 53				
Lenguaje				
	Coef.	Std. Err.	z	P> z
z _ sexo	-.2843694	.2707683	-1.05	0.294
z _ edad	-.1597787	.0452894	-3.53	0.000
educación _ ~s	.9200501	.1581254	5.82	0.000
indice _ soc~o	.7430234	.1949571	3.81	0.000
_ cons	46.29553	.3353317	138.06	0.000
Matemáticas				
z _ sexo	2.222074	.3081607	7.21	0.000
z _ edad	-.1927279	.0515812	-3.74	0.000
educación _ ~s	.374377	.1800731	2.08	0.038
indice _ soc~o	1.302604	.2210874	5.89	0.000
_ cons	44.52222	.3694518	120.51	0.000

Fuente: elaboración propia

Los resultados nos muestran que el índice socioeconómico y el capital humano de los padres tienen un efecto significativo y positivo sobre ambos tipos de logros. Por otro lado, el tener una mayor edad ejerce un efecto negativo y significativo. Con relación al sexo, para el logro en lenguaje el efecto de ser hombre es no significativo, mientras que para el logro en matemáticas el efecto es positivo y significativo.

Las estimaciones también nos muestran que la varianza entre las medias ajustadas es estadísticamente significativa para ambos tipos de logro, por lo que el siguiente paso lógico consiste en tratar de modelar esta variabilidad con variables

contextuales o de segundo nivel. Para hacer esto, se especificará un modelo *extendido* de análisis de covarianza de una vía con efectos aleatorios, el cual permite la introducción de covariables del nivel 2. La especificación más sencilla está dada por $y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}(x_{ij} - \bar{X}_{..}) + r_{ij}$ donde $\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$ y $\beta_{1j} = \gamma_{10}$. Al nivel colegio se consideran las siguientes variables:

Pruebas Saber, título del bachillerato (académico o no), escolaridad del rector, experiencia del rector, estrato del colegio, colegio público o privado, número de profesores por cada estudiante, número de profesores de ciencias por cada estudiante, índice de infraestructura, índice de equipamiento, conexión a Internet, realización de pre-ICFES, semanas de pre-ICFES, experiencia de los docentes.

En un primer ejercicio solo se consideran las variables: pruebas Saber, Pre-ICFES y semanas de Pre-ICFES. Esto se hace con el fin de comparar el proceso educativo con las acciones "coyunturales" en términos de sus efectos sobre el logro promedio del colegio. A continuación se muestran los resultados definitivos obtenidos con el paquete STATA:

Tabla 8. Modelos para el logro en lenguaje y matemáticas

Mixed-effects REML regression Number of obs = 3013				
Group variable: colegio Number of groups = 53				
Lenguaje				
	Coef.	Std. Err.	z	P> z
z _ sexo	-.2126908	.2704078	-0.79	0.432
z _ edad	-.1628554	.0451228	-3.61	0.000
educación _ ~s	.8513884	.1589305	5.36	0.000
indice _ soc~o	.5463948	.1997812	2.73	0.006
saber	1.500173	.3159057	4.75	0.000
semanas _ pr~s	.0002271	.0466031	0.00	0.996
Preicfes	-.6735553	.8884666	-0.76	0.448
_ cons	46.80411	.7285967	64.24	0.000
Matemáticas				
z _ sexo	2.409746	.3029655	7.95	0.000
z _ edad	-.19706	.0509294	-3.87	0.000
educación _ ~s	.2585722	.18027	1.43	0.151
indice _ soc~o	1.024374	.2198956	4.66	0.000
saber	2.302582	.2842438	8.10	0.000

Mixed-effects REML regression Number of obs = 3013				
Group variable: colegio Number of groups = 53				
Lenguaje				
	Coef.	Std. Err.	z	P> z
semanas _ pr~s	.0052534	.040257	0.13	0.896
preicfes	-.5919074	.7635703	-0.78	0.438
_ cons	44.90561	.6250988	71.84	0.000

Fuente: elaboración propia

La estimación nos muestra que la relación entre ambos tipos de logros y las variables de primer nivel no cambian sustancialmente, si se comparan con las estimaciones anteriores. Solo para el caso del logro en matemáticas el nivel de educación de los padres se vuelve no significativo. También se puede observar el efecto significativo y positivo que ejercen las pruebas Saber sobre el logro. Este efecto se da a través del logro promedio ajustado, de tal forma que aquellos colegios que muestran unas mejores pruebas Saber tendrán un logro (ICFES) promedio ajustado más alto. Por el contrario los Pre-ICFES y el número de semanas de los pre-ICFES parecen no ejercer ningún efecto sobre el logro.

Según estos resultados, unas buenas pruebas ICFES dependen más del proceso educativo que de acciones coyunturales tipo "Pre-ICFES".

Cuando se introduce el conjunto completo de variables de segundo nivel se observa que solo la variable de las pruebas saber resulta ser significativa. Nuestro modelo definitivo queda entonces de la siguiente manera:

Tabla 9. Modelos para el logro en lenguaje y matemáticas

Mixed-effects REML regression Number of obs = 3013				
Group variable: colegio Number of groups = 53				
Lenguaje				
	Coef.	Std. Err.	z	P> z
z _ sexo	-.2093277	.2701477	-0.77	0.438
z _ edad	-.1632777	.0451045	-3.62	0.000
educación _ ~s	.8567619	.1587941	5.40	0.000
indice _ soc~o	.5540614	.1994168	2.78	0.005
saber	1.453095	.3068713	4.74	0.000

Mixed-effects REML regression Number of obs = 3013				
Group variable: colegio Number of groups = 53				
Lenguaje				
	Coef.	Std. Err.	z	P> z
Matemáticas				
z _ sexo	2.421044	.3024401	8.01	0.000
z _ edad	-.1972839	.0508973	-3.88	0.000
educación _ ~s	.2651846	.1800416	1.47	0.141
indice _ soc~o	1.030795	.2194192	4.70	0.000
saber	2.266473	.2768499	8.19	0.000
_ cons	44.51579	.239322	186.01	0.000

Fuente: elaboración propia

Donde los resultados se interpretan de la misma forma que antes. Finalmente si se compara la variabilidad del modelo vacío con la de este último modelo, se puede decir que la prueba saber explica alrededor del 70 % (80 %) de la variabilidad del logro promedio ajustado en lenguaje (matemáticas), mientras que las variables de primer nivel solo explican cerca del 1.5 % (3 %) de la variabilidad individual en el logro en lenguaje (matemáticas).

6. CONCLUSIONES

Pese a que el estudio de la calidad de la educación y los determinantes del rendimiento académico son una área de gran complejidad, y por lo mismo, no siempre es posible comparar los diferentes periodos, los resultados anteriores permiten verificar que los esfuerzos realizados en el municipio de Medellín han logrado mejorar paulatinamente el logro alcanzado por los estudiantes de colegios públicos lo que se convierte en un indicio de que, si bien las políticas instrumentadas son de largo plazo, ya han comenzado a rendir sus frutos.

En principio, se asumió que el logro académico dependía de las características socioeconómicas de los individuos. Para verificar esta hipótesis, se comenzó caracterizando a la población estudiantil del grado 11o en colegios públicos de la ciudad según la información suministrada al momento de su inscripción a las pruebas ICFES. Del total de estudiantes, el 85 % se concentró en los estratos 1, 2 y 3 (73 % en los estratos 2 y 3) y el 55 % de los estudiantes eran mujeres. En promedio, la edad referenciada fueron 18 años al momento de la encuesta y el 2 % del total se auto-clasificó como minoría étnica. Sobre el número de hermanos se encontró que los estudiantes encuestados pertenecen a familias de 3 hijos en promedio, que el

66.8 % estudian en la modalidad de bachillerato académico y que el 38 % poseen una conexión a internet desde su hogar. La encuesta también incluyó resultados en relación con el nivel de educación de los padres; así, la información consignada permite concluir que la mayor parte de los estudiantes de colegios públicos de la ciudad de Medellín son hijos de padres y madres que como máximo culminaron sus estudios de secundaria.

Al evaluar relaciones condicionales entre variables individuales y logro académico medido a través del resultado en las pruebas ICFES se encontró que la situación económica, tomando como variable proxy el estrato socioeconómico de los encuestados, tiene una relación positiva con los resultados obtenidos en las pruebas, esto es, los mejores resultados son obtenidos por estudiantes de estratos más altos. Por su parte, al analizar las diferencias en los logros según el género la evidencia indica que no existen disposiciones previas de los géneros frente a disciplinas específicas: pese a que las mujeres obtienen mejores resultados en pruebas de matemáticas, biología, ciencias sociales y física, y los hombres alcanzan un mayor nivel de logro en pruebas de lenguaje y filosofía, las diferencias no son estadísticamente significativas.

De otro lado, el hecho de tener acceso a nuevas tecnologías, medido a través del acceso a Internet desde los hogares, mejora en todos los casos los resultados en las pruebas, aun cuando estos se diferencian por estrato, mientras que el compromiso de los estudiantes con actividades laborales reduce el logro alcanzado. Sin embargo, al diferenciar los estudiantes que realizan alguna actividad laboral según si son remunerados o no se encuentra que los estudiantes que reciben remuneración por su trabajo obtienen mejores resultados en matemáticas y en lenguaje que los que no lo hacen. La educación de los padres se convierte también en un punto que diferencia los resultados obtenidos por los estudiantes considerados dentro de la muestra: para todas las pruebas incluidas dentro del examen de Estado, los estudiantes obtienen mejores resultados si sus padres han completado niveles superiores de educación.

Por su parte, factores diferentes a los socioeconómicos son también importantes para explicar los resultados obtenidos en las evaluaciones. Para evaluarlos, se realizó una encuesta a un conjunto estratégico de colegios públicos y privados que fue seleccionado a partir de una muestra aleatoria por estratificación. A partir de los resultados se puede intuir que los colegios femeninos obtienen mejores calificaciones en las pruebas que los colegios mixtos, que los colegios privados superan en logro académico a los colegios públicos y, paradójicamente, que los colegios con rectores con mayores niveles de formación obtienen peores resultados en las pruebas. Además, los colegios que lideran los resultados en todas las áreas

son dirigidos por rectores con más años de experiencia y que una menor relación docentes/estudiantes y profesores con edad promedio inferior a 40 años afectan positivamente el logro académico medido a partir de las pruebas ICFES.

Además, una mayor cantidad de empleados administrativos frente al número de estudiantes tiene una correlación negativa con el rendimiento de los estudiantes en los exámenes de Estado, mientras que el hecho de no tener un esquema bilingüe permite un mejor desempeño en las pruebas de matemáticas, ciencias sociales y filosofía. Finalmente, pudo verificarse una relación positiva entre los resultados en las pruebas del Saber y los de las pruebas ICFES, lo que puede estar indicando la importancia de características particulares de los estudiantes relacionables con su inteligencia, más que con la asociación de factores externos.

Los factores de entorno institucional (entendido como el respaldo con que cuentan los colegios de parte de actores gubernamentales, como la Secretaría de Educación, y su capacidad de organización interna) también tienen un efecto destacable sobre los resultados de las pruebas. En primer lugar, se hizo evidente que los mejores puntajes fueron obtenidos por colegios de jornadas más largas (7 u 8 horas diarias), mientras que la percepción en relación con el acompañamiento de la Secretaría de Educación municipal mostró una correlación negativa con los resultados de los estudiantes en las pruebas. También, la existencia de estrategias orientadas a facilitar la admisión de sus alumnos a Instituciones de Educación Superior por parte de los planteles educativos tiene una relación positiva con los resultados en las pruebas estandarizadas, lo mismo que sucede en el caso de los colegios que preparan a sus estudiantes para presentar las pruebas (Pre-Icfes) y que dedican semanas de preparación para el examen. Finalmente, los colegios que realizan evaluaciones periódicas a sus estudiantes generalmente obtienen resultados superiores en las pruebas.

Finalmente, el análisis en el nivel municipal, por su parte, permitió observar que son los elementos de carácter socioeconómico los que han determinado en mayor medida la calidad de la educación en los municipios estudiados, al tiempo que el índice socioeconómico, el capital humano de los padres y el acceso a tecnología tienen un efecto significativo y positivo sobre el logro en matemáticas y lenguaje. Por el contrario, el hecho de trabajar y una mayor edad tienen un efecto negativo y significativo sobre los resultados en matemáticas y lenguaje.

BIBLIOGRAFÍA

- Alviar, Mauricio y Restrepo, Piedad (2005). El Logro Académico y el Efecto Colegio en las Pruebas ICFES en Antioquia. *Lecturas de Economía* (60), 69-95.
- Ashworth, J., & Evans, J. L. (2001). Modeling student subject choice at secondary and tertiary level: A cross-section study. *The Journal of Economic Education*, 32(4), 311-320.
- Barrientos, Jorge Hugo y Alejandro Gaviria (2008). Calidad de la educación pública y logro académico en Medellín 2004-2006. Una Aproximación por Regresión Intercuartil. *Lecturas de Economía* (68), 121-144.
- Barrientos, Jorge y Gaviria, Alejandro (2001). Características del plantel y calidad de la educación en Bogotá. En: *Coyuntura Social* No.25, p.77-98. [En Línea] Ideas Repec.
- Carvajal, et al. (2004). "Búsqueda de la relación entre áreas ICFES en matemáticas, física y lenguaje y rendimiento en matemáticas I y matemáticas II a través del análisis de componentes principales". En: *Scientia et técnica*, 10 (26): 33-138.
- Chee, K., et al. (2005). "Gender differences in the academic ethic and academic achievement". En: *College Student Journal*, 39 (3): 604-618
- Chizmar, J. F. (2000). A discrete-time hazard analysis of the role of gender in persistence in the economics major. *The Journal of Economic Education*, 31(2), 107-118.
- Coleman, J. S., Campbell, E. Q., Hobson, C. J., McPartland, J., Mood, A. M., Weinfeld, F. D. & York, R. L. (1966). *Equality of Educational Opportunity*. Washington: Government Printing Office.
- Dynan, K., & Rouse, C. (1999). The underrepresentation of women in economics: A study of undergraduate economics students. NBER working paper, 5299.
- Greene, W. (1998). *Análisis Econométrico*, Editora Prentice Hall. Madrid.
- Grimes, P. W. (2002). The overconfident principles of economics student: An examination of a metacognitive skill. *The Journal of Economic Education*, 33(1), 15-30.
- Hox, Joop (1995). Applied multilevel analysis. (TT-Publikaties, Ed.) [En línea] Universiteit utrecht.
- Johnson, G., & Stafford, F. (1973). "Social returns to quantity and quality of schooling". En: *The Journal of Human Resources*, 8 (2): 139-155
- Lane, K., et al. (2005). "Academic, social, and behavioral disorders educated in self-contained class rooms and self-contained schools: part I- are they more alike than different". En: *Behavioral Disorders*, 30 (4): 349-361.
- Mina, A. (2004). "Factores asociados al logro educativo municipal". En: *Documento CEDE*, 2004-15

- Murillo, Javier (2003). Una panorámica de la investigación iberoamericana sobre eficacia escolar. *Revista Electrónica iberoamericana sobre Calidad, Eficiencia y Cambio en Educación*, 1(1), University of Twente, and the World Bank.
- Murillo, Javier; Castañeda, Elsa; Cueto, Santiago; Donoso, José M.; Fabara, Eduardo; Hernández, María Lourdes; Herrera, Mariano; Murillo, Orlando; Román, Marcela y Torres, Paul (2007). Investigación iberoamericana sobre eficiencia escolar. Bogotá: Edición del convenio Andrés Bello, 376p.
- Núñez, J., et al. (2002). "¿Cuáles colegios ofrecen mejor educación en Colombia?". En: *Archivos de Economía*, 193.
- Restrepo, Piedad y Alviar, Mauricio. (2005). El logro académico y el efecto colegio en las pruebas ICFES en Antioquia. En: *Lecturas de Economía* No. 60, p. 69-95.
- Scheerens, J. (1999). *School Effectiveness in Developed and Developing Countries: A Review of the Research Evidence*. University of Twente, and the World Bank.
- Sewell, E. (2004). Grade dropping: An empirical analysis. *Journal of Economic Education*, 35(1), 24-34.
- Silva, Adriana; Sarmiento, Jaime (2006). ¿Qué determina el desempeño académico de los estudiantes de economía? El caso de los estudiantes de la Universidad Militar "Nueva Granada" –UMNG–. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, Vol. XIV, No. 2, p. 129-144.
- Tobón, David; Valencia, Germán; Ríos, Paul y Bedoya, Fredy. (2008). Organización jerárquica y logro escolar en Medellín. En: *Lecturas de Economía* Vol. 68, p.125-174.
- Vallejo, H. (2004). "Evolución reciente del sistema de notas de pregrado en la Universidad de los Andes y la facultad de economía, con una propuesta para el futuro". En: *Documento CEDE*, 2004-004
- Weber, G. (1971). *Inner-City Children Can Be Taught to Read: Four Successful Schools*. Washington, DC : Council for Basic Education.
- Zhang, L. (2005). "Advance to graduate education: The effect of college quality and undergraduate majors". En: *The Review of Higher Education*, 28 (3): 313-338