

**FACTORES QUE INCIDEN EN EL APRENDIZAJE DE LOS
ESTUDIANTES DE 15 AÑOS EN LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS.
ANÁLISIS PARA COLOMBIA DE ACUERDO A LAS PRUEBAS PISA 2015**

JAISURY RODAS RAMÍREZ

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y ECONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA
SANTIAGO DE CALI**

2019

**FACTORES QUE INCIDEN EN EL APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES DE
15 AÑOS EN LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS.
ANÁLISIS PARA COLOMBIA DE ACUERDO A LAS PRUEBAS PISA 2015**

JAISURY RODAS RAMÍREZ

0239040

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE ECONOMISTA

DIRECTOR:

JUAN BAYRON CORREA FONNEGRA

UNIVERSIDAD DEL VALLE

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y ECONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA

SANTIAGO DE CALI

2019

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	3
OBJETIVOS	5
1. REVISIÓN DE LITERATURA	6
2. MARCO TEÓRICO	16
3. METODOLOGÍA	20
4. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	23
5. ESTIMACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	29
6. CONCLUSIONES	34
BIBLIOGRAFÍA	36
ÍNDICE DE TABLAS	41
ÍNDICE DE FIGURAS	42
ANEXOS	43

RESUMEN

Este trabajo busca contribuir en la comprensión de cuáles son los factores del aprendizaje de los estudiantes al finalizar el ciclo educativo secundaria en Colombia en las competencias científicas a partir de la base de datos que genera la prueba internacional PISA en el año 2015. Inicialmente se revisan las variables determinantes en el contexto del aprendizaje de los estudiantes, sirviéndose de las distintas indagaciones sobre la calidad educativa y la eficiencia para demostrar que la influencia se da en las condiciones específicas del hogar, características del docente y del colegio. Luego se consideran las diferencias en el rendimiento para ciencias a través del modelo de regresión multinivel en tres etapas: un modelo son las características personales y socioeconómicas del estudiante, el siguiente son las variables asociadas con las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), y el último, es un estudio de factores de la escuela y características del docente. Los resultados más relevantes en el análisis de la variación en el desempeño de los estudiantes se dan en el nivel socioeconómico de los estudiantes y los colegios del sector privado, el uso de la tecnología en el hogar y la escuela, la evaluación estandarizada, además de la formación docente donde se presentan contrariedades en el aporte del desarrollo profesional y el estudio de un doctorado.

Palabras claves: rendimiento académico, eficacia escolar, calidad educativa, desempeño escolar, PISA 2015, modelo multinivel.

AGRADECIMIENTOS

Durante los años que desarrolle mis estudios conocí gente importante para mi vida amigos, docentes, compañeros, pero sobre todo viví el apoyo de mi familia, quienes sin importar lo que ocurra siempre han creído en mí.

Quiero darle Gracias a Dios, mi centro y todo, por darme la oportunidad de vivir, disfrutar y lograr mis metas.

A mis padres por insistirme en acabar lo que he iniciado en cada momento de la vida, quienes sin duda alguna sabían que si se podía terminar esta etapa, sus palabras y apoyo en todo nivel fueron fundamentales. A mi hermano por ser ejemplo de tenacidad y mostrarme que siempre es posible llegar a otros niveles, no importa donde estés.

A mi esposo por vivir junto a mí las ilusiones y desilusiones de estudiar, los momentos de esfuerzo mutuos para poder terminar. A mis hijos Joan Manuel y Joseph porque a pesar de ser los principales sacrificados en tiempo, siempre me han visto como su persona favorita y han esperado por mí sin importar el momento y lugar.

Al profesor Juan Byron Correa por darme el honor de ser su pupila, por ayudarme tanto y compartir conmigo su amor hacia la educación de éste país.

INTRODUCCIÓN

La economía de la educación es un campo de estudio que se ha desarrollado a partir de la cualificación del capital humano. Las demostraciones frente a que el crecimiento y desarrollo económico están relacionadas con una mejor educación se presentan desde los exponentes de la Teoría del Capital Humano Shultz (1961), Bowen (1963), Johnson (1964), Bowman (1966), Piore (1973), Blaug (1976,1985), Becker (1975), Klees (1989), entre otros, quienes plantearon que a través de la inversión educativa se da un incremento de la capacidad de los trabajadores para producir, ya que eleva sus habilidades y/o capacidades personales, las tasas de retorno social, la rentabilidad individual; generando una creciente demanda de educación, la necesidad de su financiación estatal para subsanar las desigualdades sociales y la existencia de políticas públicas claras que permitan tener una planificación y evaluación educativa que sean aprovechados al máximo por el mercado de trabajo.

Castellar y Uribe (2004) presentaron la hipótesis frente a que la gran virtud del enfoque del capital humano es la importancia que tiene la calidad de la educación, por tanto, una educación de mejor calidad se debe traducir en mayores ingresos y mayor producción. Son las competencias y aptitudes adquiridas en el proceso de educación las que aumentan la productividad. Entonces, ¿Qué es lo necesario para tener una educación de calidad que permita un jalonamiento económico y una mejora social?

La calidad educativa se convierte en una de las metas a cumplir para los diferentes gobiernos, estableciendo modelos, proyectos, políticas dentro de los países que demuestren un resultado positivo hacia el aprendizaje en cada una de las etapas o ciclos educativos con las mayores garantías en las que se generen condiciones igualitarias en la obtención y avance de éste derecho. Sin embargo, en países como Colombia aún existen grandes dificultades en las visiones gubernamentales frente al desarrollo de la política educativa, pues todavía no logran mitigar la desigualdad y los bajos rendimientos en los aprendizajes de los estudiantes.

Esta dificultad genera la necesidad de realizar aportes que ayuden a impulsar mejoras en los aprendizajes de los estudiantes. Una de las maneras de observar el aprendizaje es como el proceso en el que los estudiantes adquieren habilidades, conocimientos y competencias, dentro de un espacio definido como escuela o colegio por medio de una relación profesor-estudiante. En la búsqueda que el resultado del aprendizaje sea el óptimo, se encuentran diversos factores que tienen incidencia. La economía de la educación ha desarrollado el interés por estudiar las diferentes variables que influyen el desempeño escolar, realizando aportes hacia

la orientación al logro académico, desigualdad, eficiencia educativa y calidad de la educación; utilizando pruebas o evaluaciones estandarizadas a nivel internacional (regionales y mundiales) y nacional.

Este trabajo pretende ahondar en las distintas variables determinantes en el contexto del aprendizaje de los estudiantes, sirviéndose de las diferentes indagaciones sobre la calidad educativa y la eficiencia para demostrar que la influencia se da en las condiciones específicas del hogar, características del docente y del colegio, además de analizar las diferencias en el rendimiento para ciencias a través de modelos multinivel, en tres etapas: un modelo son las características personales y socioeconómicas del estudiante, el siguiente son las variables asociadas con las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), y el último, es un estudio amplio de factores de la escuela y características del docente. Lo que se proyecta es contribuir en la comprensión de cuáles son los factores del aprendizaje de los estudiantes al finalizar el ciclo educativo secundaria en Colombia en las competencias científicas a partir de la base de datos que genera la prueba internacional PISA en el año 2015.

La evaluación PISA pretende analizar las competencias de los estudiantes de 15 años en las asignaturas básicas de ciencias, lectura y matemáticas, para la participación plena en las sociedades modernas. En el presente estudio se escogió ciencias, área que tiene como objetivo de evaluación que el estudiante se defina como un ciudadano reflexivo frente a la capacidad de comprometerse con los temas relacionados con la ciencia y sus ideas, examinando qué tan bien los estudiantes pueden extrapolar lo que han aprendido y pueden aplicar ese conocimiento en entornos desconocidos, lo que refleja el enfoque de las economías modernas acerca de que las personas son recompensadas por lo que pueden hacer con lo que saben. (OCDE, 2016).

La estructura de éste trabajo tiene en la primera parte la revisión de la literatura donde el objetivo es aclarar qué es calidad educativa y eficacia escolar, para luego pasar a los diferentes estudios sobre las variables que inciden en el aprendizaje o rendimiento de los estudiantes. Segundo, el marco teórico se da a través de la función de producción educativa y la solución de los problemas de identificación y reflejo en el sentido de Manski (1993). Tercero, la elección del modelo multinivel para determinar la incidencia de las variables escogidas en el rendimiento. Cuarto, el estudio de la base de datos PISA 2015 para Colombia y el manejo de las variables descriptivas. Quinto, las estimaciones de los modelos, donde el análisis de los resultados aporta consideraciones sobre el sistema educativo colombiano. Sexto, conclusiones finales.

OBJETIVOS

Objetivo General

Analizar los factores que determinan el contexto del aprendizaje de los estudiantes de 15 años en Colombia para el área de ciencias de la prueba PISA 2015.

Objetivos específicos:

- Evaluar dentro de las discusiones de la calidad y eficiencia educativa las diferentes variables que inciden dentro del desempeño escolar, identificando los espacios de desarrollo del aprendizaje y lo que significa realmente hablar de calidad educativa.
- Determinar la incidencia de los factores del aprendizaje en el logro educativo en la prueba PISA 2015 en el área de ciencias, a través de un modelo de regresión lineal jerárquico (multinivel) que tiene variables que se encuentran en el hogar y más ampliamente en la escuela.
- Contribuir al debate sobre la calidad educativa frente al mejoramiento del aprendizaje de los estudiantes.

1. Revisión de la literatura.

La calidad de la educación resulta esencial para las políticas relacionadas con el mercado de trabajo y la libre circulación de los trabajadores, pues se considera que la posesión de un alto nivel de conocimientos, competencias y cualificaciones es una condición fundamental para ejercer la ciudadanía activa, para acceder al mercado de trabajo y para favorecer la cohesión social. (Comisión Europea, Informe Mayo de 2000, pág. 3).

La calidad educativa no es un concepto neutro; su valoración está determinada por factores ideológicos y políticos, los sentidos que se le asignan a la educación, las diferentes concepciones sobre el desarrollo humano y el aprendizaje, y por los valores predominantes en una determinada cultura. Estos factores son dinámicos y cambiantes por lo que la definición de una educación de calidad también varía en diferentes períodos, de una sociedad a otra y de unos grupos o individuos a otros (UNESCO/OREALC 2007).

En los países de América Latina, al igual que en otras partes del mundo, la calidad de la educación se encierra en los parámetros de la eficiencia y eficacia, valorando aspectos como la cobertura, los niveles de conclusión de estudios, la deserción, repetición y los resultados de aprendizaje de los estudiantes medidos a través de pruebas estandarizadas. Sin menospreciar la importancia de estas dimensiones desde un enfoque de derechos, estas son claramente insuficientes. La educación es un proyecto cultural que se sustenta en una serie de concepciones y valores respecto al tipo de sociedad que se quiere construir y del ideal de persona que se quiere desarrollar (Blanco, 2008, página 12), potencializando el Capital humano a través del desarrollo de habilidades y crecimiento de la tecnología por medio del conocimiento, el crecimiento y la competitividad en el mundo globalizado, al tiempo que puede ayudar a disminuir las desigualdades sociales.

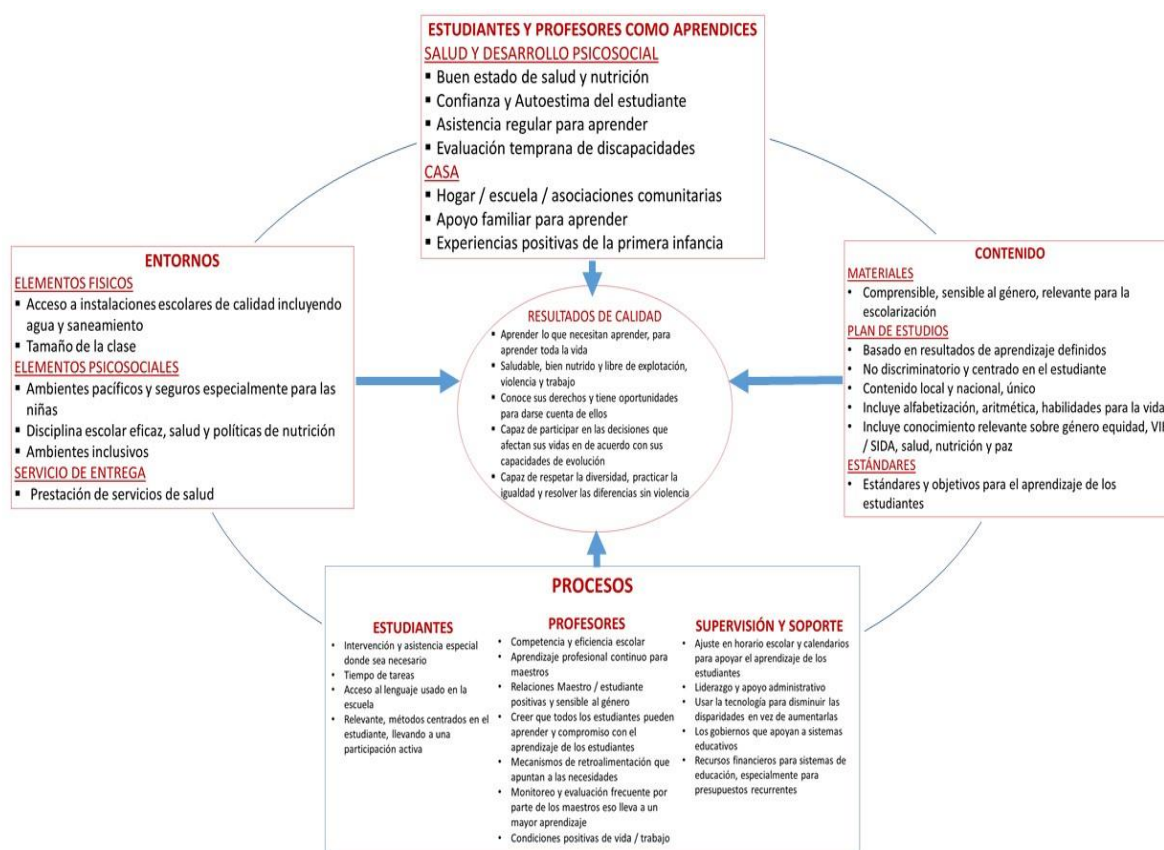
De acuerdo al documento de la UNICEF (2000) la educación de calidad incluye:

- Los estudiantes que están sanos, bien alimentados y listos para participar y aprender, y apoyado en el aprendizaje de sus familias y comunidades.
- Ambientes que son saludables, seguros, protectores y sensibles al género, y brindan recursos e instalaciones adecuados;
- Contenido que se refleja en los planes de estudio y materiales relevantes para la adquisición de habilidades básicas, especialmente en las áreas de alfabetización, aritmética y habilidades para la vida, y conocimiento en áreas tales como género, salud, nutrición, prevención del VIH / SIDA y paz.

- Procesos a través de los cuales los docentes capacitados utilizan enfoques de enseñanza centrados en el niño en aulas y escuelas bien administradas y evaluación hábil para facilitar el aprendizaje y reducir las disparidades.
- Resultados que abarcan conocimientos, habilidades y actitudes, y están vinculados a objetivos nacionales para la educación y la participación positiva en la sociedad.

Esta definición permite comprender la educación como un sistema complejo integrado en un contexto político, cultural y económico. Sin embargo, es importante tener en cuenta que en la naturaleza sistémica de la educación estas dimensiones son interdependientes, influyéndose unas a otras de manera a veces imprevisible. Las distintas dimensiones de análisis del sistema se dan en la siguiente Figura 1:

Figura 1. Dimensiones de la calidad del sistema Educativo



Nota: El texto se encuentra en idioma inglés, se realiza la traducción para mostrar las dimensiones y sus elementos.

Fuente: UNICEF (2000). Página 30.

La Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe ha establecido cinco dimensiones para definir una educación de calidad, desde la perspectiva de un enfoque de derechos. Estas dimensiones son relevancia, pertinencia, equidad, eficacia y eficiencia, y están estrechamente relacionadas, al punto que la ausencia de alguna de ellas determinaría una concepción equivocada de lo que cabría entender por una educación de calidad (UNESCO/OREALC 2007).

En la *relevancia*, es necesario seleccionar cuáles son los aprendizajes más relevantes que han de formar parte de la educación escolar. Los cuatro pilares del aprendizaje para el siglo XXI, del informe Delors, –aprender a conocer, a hacer, a ser y a vivir juntos– constituyen una referencia indispensable para establecer cuáles deben ser los aprendizajes básicos y más relevantes en la educación. *Pertinencia*, para que exista el currículo y los métodos de enseñanza tienen que ser flexibles para adaptarse a las necesidades y características de los estudiantes y de los diversos contextos sociales y culturales. *Equidad*, proporcionar a cada persona las ayudas y recursos que necesita para que esté en igualdad de condiciones de aprovechar las oportunidades educativas. *Eficacia*, implica analizar en qué medida se logran o no garantizan en términos de metas, los principios de equidad, relevancia y pertinencia de la educación. *Eficiencia*, se refiere a cómo la acción pública asigna a la educación los recursos necesarios y si los distribuye y utiliza de manera adecuada.

En el documento UNESCO (2005) se expresa la creación de un posible consenso y una dinámica nueva en torno a la calidad de la educación. La calidad de la enseñanza impartida a los alumnos y la cantidad de lo que aprenden pueden tener repercusiones fundamentales en la duración y el valor de su experiencia en las aulas. La calidad puede influir en la decisión de los padres de invertir en la educación de sus hijos. El conjunto de ventajas, tanto intrínsecas como sociales de la educación –desde una mejor protección contra la enfermedad hasta la obtención de ingresos personales más elevados– depende *mucho de la calidad del proceso de enseñanza y aprendizaje*.

Para conciliar los enfoques de la calidad, el informe adopta un marco que toma en consideración cinco factores importantes que influyen en la calidad: (1) los educandos, cuya diversidad es preciso tener en cuenta; (2) el contexto socioeconómico nacional; (3) los recursos materiales y humanos; (4) el proceso de enseñanza y aprendizaje; (5) los resultados y beneficios de la educación. Lo cual va de la mano con lo planteado en el documento de la UNICEF (2000).

Un elemento muy importante en la discusión frente a los sistemas educativos es la eficacia escolar, desarrollando a través de estudios y un movimiento internacional

el análisis de factores asociados al aprendizaje. De acuerdo a Cornejo y Redondo (2007) el aumento de la influencia del movimiento de la eficacia escolar a nivel mundial se ha dado de la mano del movimiento de “rendición de cuentas” y de búsqueda de la eficiencia de las inversiones educativas promovidos por las instituciones mundiales que han financiado gran parte de los procesos de Reforma Educativa en marcha en los países en desarrollo.

Se tiende a identificar el punto de partida de las investigaciones sobre eficacia escolar en el estudio “Igualdad de oportunidades educacionales” encargado por el gobierno norteamericano a una comisión de expertos con el objetivo de conocer la importancia de las variables escolares sobre los resultados de los alumnos. Este estudio conocido como “Informe Coleman” (el apellido del coordinador del equipo investigador) mostró, a partir de los datos de más de medio millón de alumnos, que las variables de la escuela no explicaban más allá del 10% de la varianza en los resultados de los alumnos, siendo estos determinados centralmente por el origen sociocultural de los estudiantes. (Cornejo y Redondo, 2007, página 3).

Coleman et. al (1966) han documentado por primera vez una relación significativa entre el rendimiento escolar en Estados Unidos con los antecedentes familiares de los estudiantes. Numerosos estudios han demostrado que este es el factor individual más importante en el rendimiento y han seguido examinando empíricamente esta correspondencia. También este autor postula que los logros educativos están relacionados con los antecedentes de sus compañeros de escuela.

Años después se impusieron los estudios centrados en la descripción de “escuelas prototípicas” o “inusualmente efectivas” y las investigaciones enmarcadas en lo que se conoció como modelo “proceso-producto” más cercanos al mundo de la economía de la educación y los estudios de productividad. El objetivo de estos estudios es relacionar los *inputs* o “entradas escolares” (tales como presupuesto educativo o recursos didácticos disponibles) con los *outputs* o “resultados escolares” (generalmente logros académicos de los alumnos) (Báez, 1994).

Regresando a Cornejo y Redondo (2007) en la década de los 90 del siglo XX vieron la luz los llamados estudios de “segunda generación” sobre eficacia escolar, caracterizados por la utilización de modelos estadísticos de análisis multinivel que permitirían separar fenómenos inter e intraescuelas y considerar el efecto de los factores escolares no sólo sobre el rendimiento escolar, sino también sobre las relaciones estructurales dentro de las escuelas y la búsqueda de modelos explicativos que fueran más allá de un listado plano de factores asociados al aprendizaje. Desde entonces y hasta la fecha el movimiento de la eficacia escolar se ha caracterizado por la coordinación con el llamado movimiento de la “mejora de

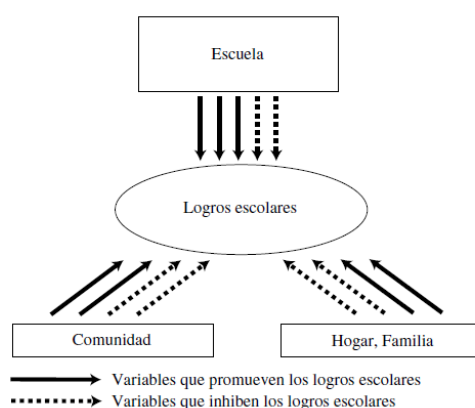
la escuela”, la generación de un movimiento científico internacional articulado en torno al Internacional Congress of School Effectiveness and Improvement (ICSEI), a distintas redes de coordinación e intercambio internacional y a la publicación del Journal del mismo nombre, lo que ha permitido avanzar en definiciones de parámetros compartidos sobre eficacia escolar y estándares de calidad mínimos para las investigaciones.

Hoy por hoy son dos los grandes temas que definen el objeto de estudio de las investigaciones sobre eficacia escolar. Por un lado está la cuestión de cuánto influye la escuela sobre el rendimiento de los alumnos; es decir, la estimación de la magnitud de los efectos escolares y el análisis de sus “propiedades científicas”. Por otro lado está la cuestión de identificar los factores de aula, escuela y contexto que generan las diferencias entre las escuelas y que las hacen más o menos eficaces.

Y una escuela eficaz es aquella que “consigue un desarrollo integral de todos y cada uno de sus alumnos mayor de lo que sería esperable teniendo en cuenta su rendimiento previo y la situación social, económica y cultural de las familias” (Murillo, 2005, página 25).

En el estudio de las variables que influyen en el aprendizaje, se tiene desde Cornejo y Redondo (2007) que la información disponible de variables está asociada a *rendimientos académicos cognitivos*, pues no existe suficiente información acumulada que nos permita extender este análisis a la comprensión de las variables implicadas en otro tipo de aprendizajes. Agrupándose de la siguiente manera:

Figura 2. **Variables que inciden en el aprendizaje de los estudiantes**



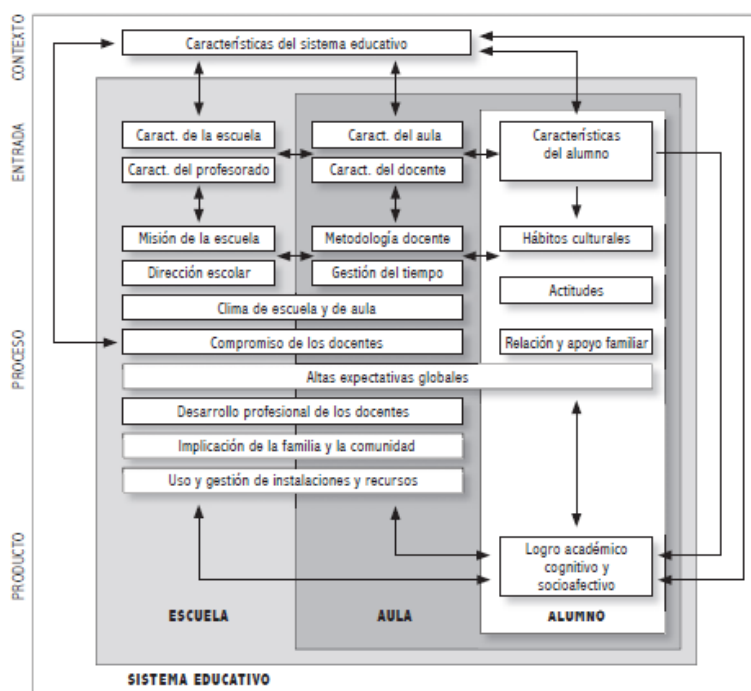
Fuente: Brunner y Elacqua 2004. (Tomado de Cornejo, R y Redondo, J.M.; 2007)

En la Figura 2 se muestra de acuerdo a Cornejo y Rendondo (2007) el consenso entre diferentes estudios de la eficacia escolar acerca de la naturaleza de las

variables asociadas al rendimiento escolar, las cuales han sido catalogadas como *variables de la escuela* y *variables de origen* de los estudiantes, las que se han clasificados a su vez en *variables de la comunidad de origen* y *variables del hogar de origen*. Desde estos tres campos de influencia sobre los logros escolares operan factores que pueden promover o inhibir el rendimiento escolar.

Murillo (2008a) es persistente en afirmar que una escuela eficaz es la que lo permite tener los mejores resultados en aprendizaje, donde de ninguna manera puede ser la suma de elementos aislados. Las escuelas que han conseguido ser eficaces tienen una forma especial de ser, de pensar y de actuar, una cultura que necesariamente está conformada por un compromiso de los docentes y de la comunidad escolar en su conjunto, un buen clima escolar y de aula que permite que se desarrolle un adecuado trabajo de los docentes y un entorno agradable para el aprendizaje. En definitiva, una cultura de eficacia. Sin embargo, para que se genere una carencia en eficacia es suficiente que uno de los elementos falle gravemente.

Figura 3. **Modelo Iberoamericano de Eficacia Escolar**



Fuente: Murillo, 2008a.

Así, una escuela eficaz se define por una serie de elementos y por una cultura especial, los factores que contribuyen a desarrollarla, según: [Cotton, 1995; Sammons, Hillman y Mortimore, 1995; Scheerens y Bosker, 1997; Murillo, 2005;

Townsend, 2007; Citado por Murillo (2008a)]. Siguiendo la Investigación Iberoamericana sobre Eficacia Escolar, los factores asociados al desarrollo de los estudiantes se encuentran en la Figura 3.

El espacio de desarrollo del estudiante se da en dos niveles: escuela y hogar. Sin embargo, dentro de la escuela se encuentra el espacio del aula, donde se dan relaciones específicas con los docentes y compañeros. Las variables a resaltar de éste estudio Iberoamericano son: a) Sentido de comunidad, compartir los objetivos educativos y tener participación de todos los miembros. (b) Clima escolar y de aula. (c) Dirección escolar. (d) Un currículo de calidad. (e) Gestión del tiempo. (f) Participación de la comunidad escolar. (g) Desarrollo profesional de los docentes. (h) Altas expectativas globales: Dirección, docentes y alumnos. (i) Instalaciones y recursos.

A continuación, de manera general se presentan las siguientes investigaciones que se desarrollan a través de los tres grupos de variables: familia, incidencia de docentes y recursos en la escuela.

Patrinos y Psacharopoulos (1995) realizaron su investigación en Paraguay encontrando que factores relacionados con el acceso de los estudiantes a la escolaridad, como la asistencia y el trabajo infantil, además del idioma primario que tiene el estudiante están asociados con los antecedentes y el nivel bajo socioeconómico de sus familiares, pues aquellos que sólo hablan guaraní manejan un nivel de desempeño muy bajo. Con esto es posible confirmar que los antecedentes familiares están asociados firmemente con el rendimiento, de esta manera los factores correlacionados con la pobreza tienen un impacto negativo sobre el rendimiento.

Lee y Barro (2001), usando las pruebas TIMSS (Tendencias en el Estudio Internacional de Matemáticas y Ciencias) para un amplio número de países, indica que las características familiares, es decir, los ingresos y la educación de los padres, tienen gran efecto sobre el desempeño escolar. Dentro de su estudio exponen que los recursos que se invierten en la escuela está relacionado con los resultados escolares, como por ejemplo pensar en un tamaño de clase más pequeña puede mejorar significativamente los logros educativos.

Abdul-Hamid (2003) investigó los factores que afectaron el desempeño de los estudiantes en el TIMSS de 1999 en Jordania, en él encuentra evidencia del impacto positivo del hogar, la familia y la estructura demográfica en la determinación del logro escolar. La educación de los padres, especialmente para los que finalizaron la universidad, tiene un papel significativo en el logro. Abdul-Hamid también encuentra

una relación directa entre el rendimiento y el hecho de que los padres pongan en el hogar material educativo a disposición de sus hijos.

Greenberg (2004) muestra que hay conexiones fuertes entre la participación paterna y el rendimiento en matemáticas en Estados Unidos usando los resultados de la Evaluación Nacional de Progreso de la Educación (NAEP 2000), por ello, más allá del nivel de ingresos y los factores asociados, algunos estudios de Estados Unidos y México han revelado la importancia de la participación de los padres para el logro de sus niños.

Otros hallazgos han demostrado que la influencia de las características de los profesores y la escuela pueden ser sustanciales, analizando los efectos de la calidad de los profesores, a través de sus características específicas, como son el nivel de educación y la experiencia laboral; también, las características de la escuela, como los recursos y el clima.

Heneveld y Craig (1996) encuentran que un programa de estudios con alcance y secuencia apropiados, con contenidos relacionados con la experiencia de los alumnos, con prácticas didácticas apropiadas como el aprendizaje escolar activo, con discusiones y trabajo en grupo, da insumos básicos en el desarrollo de escuelas eficaces para países en desarrollo, pues un estudio realizado sugiere que el programa de estudios y la pedagogía que los profesores emplean también son importantes para el logro escolar. Además, suficientes recursos constituyen insumos básicos necesarios para el desarrollo de escuelas eficaces. Entre los insumos específicos se encuentran los materiales de instrucción, como libros de texto, guías y materiales didácticos complementarios, los libros de la biblioteca y el tiempo para el aprendizaje, en cuanto al número y la duración de los días de clase se refiere.

Hanushek y Woessmann (2007) observan una importante evidencia de que la calidad de los profesores es el ingrediente fundamental para el rendimiento escolar. Entre sus estudios señalan que las diferencias observadas entre los profesores, en términos de los resultados de los estudiantes, no están estrechamente relacionadas con las características comunes de los profesores, como la formación docente. Pero si se encuentra que el ausentismo de los mismos tiene un efecto importante sobre el desempeño de los estudiantes, siendo negativo.

Estos autores, también consideran que las diferencias internacionales en el desempeño de los estudiantes se deben principalmente a las diferencias en las instituciones de enseñanza. Y no tanto a los recursos que maneje la escuela.

Tomando todos los países en consideración, se encuentra que los siguientes factores son correlatos del desempeño en ciencia y matemáticas:

- Influencia del profesor en los métodos de enseñanza.
- Autonomía escolar para la contratación de personal y decisiones salariales.
- Influencia limitada de los sindicatos en el alcance de los programas de estudio.
- Control centralizado de temas de los programas de estudio y el presupuesto.
- Exámenes centrales.
- Escrutinio del desempeño de estudiantes a través de exámenes, tareas y reuniones entre padres y profesores.
- Nivel intermedio de administración.
- Competencia de instituciones de enseñanza privadas.
- Estímulo a los padres para interesarse en temas de enseñanza.

Fertig y Schmidt (2002) encuentran que las condiciones de la escuela, incluyendo la escasez de docentes, representan una fracción considerable del éxito individual de los estudiantes, según lo estudiado en los resultados del PISA del 2000.

Otro punto importante para los distintos autores de la calidad de la educación es tomar la inversión que se realiza en la escuela, donde se tiene en cuenta sus recursos y su estructura institucional. Retomando a Lee y Barro (2001), en su estudio plantean que los recursos de la escuela están estrechamente relacionados con los resultados escolares, según las mediciones en las calificaciones de pruebas internacionalmente comparables, las tasas de repetición y las tasas de deserción. Por lo tanto, los resultados también indican que más recursos escolares (preferiblemente con clase más pequeñas) pueden obtener mejores logros educativos.

Para Colombia, Gaviria y Barrientos (2001), desde el tema de la calidad educativa toman una función de producción donde los factores que inciden en el desempeño académico de las personas son las características de la familia y también las características del plantel. Identificaron las características de los planteles educativos que se asocian con el rendimiento académico de los estudiantes y dentro de este grupo de características hallaron que los planteles de carácter privado están asociados a un desempeño académico mayor por parte de los estudiantes, en relación a las escuelas públicas. También encuentran otros factores de incidencia positiva como la jornada escolar, que los años de escolaridad de los docentes, el número de profesores por alumno y la educación de los padres.

Correa (2004) analiza las variaciones en el desempeño de los estudiantes de secundaria de Cali y lo que pretende con su investigación es conocer el peso relativo

que tienen los factores escolares e individuales en la determinación del rendimiento medido por la prueba del ICFES. Para medir el logro académico de los estudiantes se deben tener en cuenta los factores de la familia (socioeconómicos) y los del colegio (jornada, naturaleza, etc.). Entre las conclusiones más destacadas se encuentra la necesidad de que las políticas educativas apunten a una real calidad educativa, al igual que la asistencia de un alumno a un colegio cualquiera del sistema implica una determinada probabilidad de acceder a una mayor (o menor) calidad en la educación, y con ello, a un más alto (o bajo) rendimiento. Pero además, se estableció otra característica sobre la calidad educativa: la fuerza de la relación entre el logro escolar y las características individuales y familiares varía positiva y significativamente entre los establecimientos.

Vivas (2008) expone que la educación es una fuente esencial de capacidades mínimas y no solo como un ejercicio de inversión en capital humano. Muestra en su trabajo los factores y mecanismos en las explicaciones de la desigualdad de la provisión de los servicios educativos y las diferencias en los logros escolares de los estudiantes, los cuales son el entorno familiar (background familiar), la localización (efectos de vecindad), los perfiles de la oferta educativa (la calidad de las escuelas públicas o privadas), las interacciones de los compañeros de clase ("peer" effects), el talento, los hábitos de estudio y las capacidades individuales innatas, la esfera gubernamental central y local. Su investigación tiene como tesis que los entornos familiares y locales determinan en gran medida las posibilidades efectivas de inserción de los infantes y jóvenes al sistema educativo, a la vez que inciden en sus logros y realizaciones efectivas.

López (2010) Analiza los aspectos determinantes de la educación pública en la ciudad de Medellín, centrándose en el caso de los incentivos a los docentes. En su investigación rescata factores como el efecto colegio, la adopción de sistemas de evaluación y seguimiento de los colegios para la calidad educativa, el desempeño de los docentes incide en el aprendizaje de los alumnos, y la verificación de la creciente evidencia, que el esquema de incentivos es el factor clave en la calidad docente y por ende en la calidad de la educación.

Vivas, Correa y Domínguez (2011) aportan evidencias frente a que la calidad de los entornos locales ejerce efectos mayores sobre el potencial del logro educativo. Los aspectos que se tienen en cuenta y demuestran incidencia son los entornos locales, la vulnerabilidad de los hogares a los que pertenecen los individuos, el perfil de la composición étnica, además, la procedencia de los padres (urbano o rural), el género del jefe y el tamaño del hogar son indicadores adecuados del constructo background familiar.

Correa y Orejuela (2017) demuestran la importancia de los factores contextuales en el rendimiento académico con un efecto diferencial sobre los grupos de estudiantes que tienen bajo o alto desempeño, obteniendo que las variables que presentan mayor influencia sobre el desempeño son el entorno escolar por medio de los índices de efecto par (teniendo el mayor efecto en ambos grupos), el clima escolar (efecto en el grupo de desempeño bajo), efecto de los públicos (grupo de desempeño alto) y la educación preescolar (efecto sobre grupo de desempeño bajo); el entorno familiar medido por el índice socioeconómico (grupo de desempeño bajo) y la estructura del hogar (grupo de desempeño bajo).

Como resultado de ésta disertación se tiene, la profundización de los distintos conceptos que acompañan una política educativa como lo es calidad y eficacia, aclarando los elementos que la componen para pretender una clasificación de acuerdo al contexto de las diferentes variables o factores que intervienen en el aprendizaje de los estudiantes a través de diferentes investigaciones a nivel internacional y nacional.

2. Marco teórico

En las investigaciones con respecto a la economía de la educación, y principalmente en la parte de los análisis frente a la calidad educativa se toman los resultados de una evaluación externa como parte fundamental del proceso de aprendizaje, pues de alguna manera mide el aprovechamiento de los recursos empleados.

Delfino (1989) menciona como a partir del trabajo de Coleman et al. (1966) se realizaron numerosos estudios destinados a examinar los determinantes del rendimiento escolar y comenzaron a considerarse con bastante detalle los principales componentes del proceso de enseñanza sugeridos por la observación causal y la literatura educativa, generalmente agrupados por tres grandes categorías: las condiciones del alumno, la calidad del maestro y las características de la escuela.

Se debe tener en cuenta que, aunque no existe un modelo concreto que fundamente los factores determinantes del aprendizaje, a través de las funciones de producción educativas se realiza su representación agrupando generalmente las tres categorías anteriormente mencionadas. De acuerdo con Schiefelbein (1981) una función de producción en educación es intentar expresar estadísticamente los efectos de los diversos factores del proceso educacional, medidos especialmente con respecto a cambios de los rendimientos de pruebas estandarizadas de conocimientos, habilidad verbal o matemática, lectura y otros aspectos similares, por lo tanto, es la relación entre los factores del proceso y los resultados.

Para Carnoy (2006) Estas funciones lo que intentan es mostrar el volumen de bienes educativos, o salidas, que se pueden producir a partir de unas cantidades concretas de un conjunto de entradas determinadas. Así, los economistas tendrían que estimar una función de producción, la cual determinara la manera en que una entrada específica (podría ser tiempo de enseñanza diaria, libros de texto, formación del personal educativo) se combina con otras entradas para producir una salida específica (notas de la evaluación que se toma como desempeño de los estudiantes).

Una primera representación de la función de producción educativa con los factores relacionados hasta el momento es:

$$Y_{ij} = f(S_{ij}(e), M_{ij}(e), E_{ij}(e), \mu_{ij}) \quad (1)$$

Donde Y es el resultado obtenido en la prueba por el alumno i , que pertenece a la escuela j . S , M y E son vectores de variables representativas del entorno del estudiante en el hogar (S), las condiciones del maestro (M), las características de la escuela (E) y (μ) representa el término error aleatorio.

El modelo se completa estableciendo las funciones determinantes del aspecto personal y familiar, características del docente y los centros educativos. Por ejemplo, los inputs familiares serán una función, entre otros, de los recursos del hogar (X^S) (económicos, sociales y culturales, uso de las TIC), y los inputs escolares una función de los recursos del centro educativo (X^M) (formación docente, desarrollo profesional docente, etc.), (X^E) (tamaño de las clases, uso de las TIC, percepción de las TIC, tipo de colegio, etc.). Finalmente, la Función de Producción Educativa (FPE) en su forma reducida, expresada en términos de los recursos familiares y escolares, toma la siguiente forma:

$$Y_{ij} = f(X_{ij}^S(e), X_{ij}^M(e), X_{ij}^E(e), \mu_{ij}) \quad (2)$$

Al asumir una forma funcional lineal de (2) se lleva la FPE a la siguiente expresión:

$$Y_{ij} = \alpha + \beta X_{ij}^S + \gamma X_{ij}^M + \delta X_{ij}^E + \mu_{ij} \quad (3)$$

A partir de ésta ecuación lineal se tiene el vector de parámetros $(\alpha, \beta, \gamma, \delta)$ que miden el impacto de las variables que inciden en el desempeño. Sin embargo, es importante tener en cuenta que, al realizar estimaciones, existirán dificultades como la expuesta por Manski (1993) en la que un problema inferencial, llamado problema de reflejo, surge si se intenta interpretar la observación común de que los individuos que pertenecen al mismo grupo tienden a comportarse de manera similar; lo cual es lo que ocurre con los datos anidados en colegio, que a su vez lo están en el aula.

Otro problema es el de identificación, ya que en el desarrollo de las investigaciones se dan afirmaciones consistentes con la evidencia empírica, sin embargo, los datos por sí solos no pueden revelar si una afirmación u otra es correcta. Este comportamiento podría provenir de los efectos endógenos, correlacionados y contextuales.

Vivas (2008) siguiendo lo planteado por Manski (1993,1995), define los efectos endógenos como la influencia que ejercen sus pares o compañeros de clase y cuya intensidad no depende estrictamente del background familiar. Los efectos contextuales aluden a una influencia exógena en el desempeño del individuo que ejercen sus compañeros o el grupo; su canal de transmisión proviene de su vector de características socioeconómicas y demográficas. Y los efectos de correlación muestran que los individuos tienden a comportarse de manera similar debido a que provienen de entornos y características similares.

Correa y Orejuela (2017) han tomado la versión lineal a la manera de Manski de la ecuación fundamental de interacción social expuesta por Vivas (2008) para demostrar los factores del contexto en el desempeño de los estudiantes en matemática en la prueba Pisa 2012, donde el objetivo para todos los autores es superar los problemas anteriormente expuestos de identificación y reflexión, por lo tanto, se tomará la línea argumental y notación de ambos textos, Vivas (2008) y Correa & Orejuela (2017).

Sea R un escalar que representa el resultado en la prueba del estudiante i .

F y G son dos vectores de características personales y socioeconómicas asociadas al estudiante F y al grupo G , donde el primero es exógeno. u sea el término de perturbación, que se construye a partir de la habilidad no observada de los individuos.

La versión lineal definida en Vivas (2008) toma la siguiente forma:

$$R = \alpha + \beta E[R|G] + E[F|G]'\gamma + F'\lambda + u \quad (4)$$

E es el operador de la esperanza matemática. Dado que u es no observable, se define una expresión, tomando de (4) el valor esperado condicional sobre G y F , donde $E[u | G, F] = G'\delta$. Se obtiene:

$$E(R|G, F) = \alpha + \beta E[R|G] + E[F|G]'\gamma + E[F|G]'\lambda + G'\delta \quad (5)$$

La ecuación fundamental de la interacción social (5), representa el desempeño esperado dados los vectores (R, G, F) y la variable aleatoria u , donde $(\alpha, \beta, \gamma, \lambda, \delta)$ representa el vector de parámetros que mide los diferentes tipos de efectos que

inciden en el desempeño: β endógenos, γ contextuales, δ correlacionado y λ el efecto directo que genera el entorno familiar.

Al suponer que los vectores $E[R|G]$, $E[F|G]$, F y G son de tratamiento exógeno, los parámetros $(\beta, \gamma, \lambda, \delta)$ capturan los efectos directos sobre el desempeño, pero dado que $E[R|G]$ y $E[F|G]$ depende de G , se presenta un problema de identificación de acuerdo a lo planteado por Mansky (1993).

Entonces, se aplica la esperanza matemática respecto a F en la ecuación (5):

$$E(R|G) = \alpha + \beta E[R|G] + E[F|G]' \gamma + E[F|G]' \lambda + G' \delta \quad (6)$$

Y se presenta

$$E(R|G) = \frac{[\alpha + E(F|G)'(\gamma + \lambda) + G' \delta]}{(1 - \beta)} \quad (7)$$

Al existir colinealidad por la dependencia funcional de R frente a G , se sustituye la solución anterior en (5), teniendo como resultado:

$$E(R|G, F) = \frac{\alpha}{1 - \beta} + E[F|G]' \frac{\gamma + \lambda \beta}{1 - \beta} + G' \frac{\delta}{1 - \beta} + F' \lambda \quad (8)$$

En la ecuación (8) ya no hay problema de identificación, sin embargo, no es posible distinguir entre los efectos endógenos y contextuales por agruparse en el mismo término. Una solución es suponer que los efectos contextuales y correlacionados son nulos ($\gamma = \delta = 0$) obteniendo un modelo endógeno puro. Obteniéndose:

$$R_{ij} = \frac{\alpha}{(1 - \beta)} + \lambda F_{ij} + \phi Shc_j + \frac{\gamma + \lambda \beta}{(1 - \beta)} \bar{F}_{ij} + \varepsilon_j + V_{ij} \quad (9)$$

R_{ij} son los puntajes en la prueba del estudiante i que pertenece a la escuela j . F_{ij} es un vector de características individuales y del entorno familiar del alumno. $\bar{F}_{ij}$ representa el nivel socioeconómico medio de los compañeros de clase, excluyendo el individuo i . Shc_j define el vector de atributos asociados a la escuela j . ε_j son los errores aleatorios para escuela. Captura efectos correlacionados que concentran la influencia en común que reciben los estudiantes a nivel de escuela. V_{ij} son los efectos aleatorios del alumno. λ , ϕ y $\frac{\gamma + \lambda \beta}{1 - \beta}$ son los parámetros asociados al entorno familiar, al escolar y el efecto de lo que ocurre en el grupo.

Finalmente, también se elimina el problema de reflejo presentado en Manski (1993, 1995) y señalado en Vivas (2008). Este último autor continúa analizando las situaciones entre colegios y estudiantes desde la perspectiva de clasificación o

“sorting” que puede surgir por condiciones socioeconómicas, obteniendo la siguiente representación:

$$R_{ij} = \alpha_j^* + \lambda F_{ij} + \phi Shc_j + \rho \bar{F}_{(-i)j} + \varepsilon_j + V_{ij} \quad (10)$$

Donde $\alpha_j^* = \frac{\alpha}{(1-\beta)}$ captura los efectos específicos de cada escuela y $\rho = \frac{\gamma+\lambda\beta}{1-\beta}$ la incidencia que tiene el entorno familiar de los compañeros de clase. Como ε_j varía entre escuelas, entonces el intercepto compuesto es aleatorio.

3. Metodología.

Modelos Multinivel

En un modelo de estructura multinivel los estudiantes están anidados en las escuelas. Estos son la mejor forma de estudiar el rendimiento de los alumnos dado el agrupamiento de las unidades muestrales. Los estudiantes que participan de las pruebas son sujetos que están condicionados por sus características personales, sociales y familiares, al tiempo que se encuentran aglutinados en centros o escuelas con diversas particularidades y formas de gestión, y las escuelas se encuentran en un entorno local o país con sus idiosincrasias.

Los modelos multinivel según Murillo (2008b) son una ampliación del modelo de regresión lineal. Así, los modelos del primer nivel están relacionados con uno de segundo nivel en el que los coeficientes de regresión del nivel 1 se regresan en un segundo nivel de variables explicativas y así sucesivamente para los diferentes niveles. Duarte, Bos y Moreno (2009) plantean que esta forma de análisis ofrece dos ventajas: i.) permite distinguir la variabilidad del rendimiento atribuida a factores relacionados con los estudiantes de aquellos atribuibles a las características de las unidades de mayor jerarquía. ii.) permiten descomponer la variabilidad del rendimiento académico del estudiante puede ser atribuible a cada nivel de análisis, es decir, a las diferencias entre los alumnos dentro de cada escuela o las diferencias producto de la variabilidad entre las escuelas.

Murillo (2008b) expone tres conceptos fundamentales para desarrollar y entender los modelos multinivel. El primero es la *correlación intraclase o autocorrelación*, que es la medida del grado de dependencia de los individuos. Es decir, es una estimación de lo que comparten los alumnos por estudiar en una misma clase o centro. Una correlación baja o cercana a cero significará que los sujetos dentro del mismo grupo son tan diferentes entre sí como los que pertenecen a otros grupos. Al no tener en cuenta la correlación intraclase, los modelos resultantes son

innecesaria y falsamente complejos, dado que aparecen relaciones significativas inexistentes.

Otro concepto fundamental, que se asume como el gran aporte de los modelos multinivel, es el de *coeficientes fijos y aleatorio*. En una estructura multinivel los coeficientes del primer nivel (alumnos) son tratados como aleatorios en el segundo nivel (centros o aulas). En los modelos multinivel se permite a los grupos desviarse de la solución central o global, tanto en el intercepto como en la pendiente. O, lo que es lo mismo, los modelos multinivel están compuestos por dos partes, una general, común a todos los contextos, que es la llamada parte fija, y otra que representa lo específico de cada contexto, que varía y que se estima a través de la varianza en los distintos niveles.

Un tercer concepto es la *interacción internivel* o la interacción entre variables que están medidas en diferentes niveles de una estructura jerárquica de datos. Ello hace referencia a la interacción que puede haber entre variables de diferentes niveles.

Modelo de dos niveles

Los modelos de dos niveles permiten mostrar las diferencias existentes entre las variables individuales y las escolares. La conceptualización presente en Gaviria y Castro (2005) es que los modelos lineales diferentes para el nivel micro deben ajustarse a cada contexto (nivel macro). Todos los modelos de primer nivel están relacionados por un modelo de segundo nivel en el que los coeficientes de regresión del micro-nivel se regresan en un segundo nivel de variables explicativas.

Para desarrollar la definición formal se utilizará la notación de los autores Zambrano (2012) y Gaviria & Castro (2005).

El modelo está compuesto por dos submodelos, uno en el nivel 1 y el otro en el nivel 2. Adaptándolo al problema de investigación planteado en éste trabajo los datos de estudiantes están anidados dentro escuelas, el modelo del nivel 1 representaría las relaciones de las variables a nivel del estudiante y el modelo del nivel 2 capturaría la influencia de los factores escolares. Formalmente, hay $i = 1, 2, \dots, n$ unidades del nivel 1 (estudiantes) dentro $j = 1, 2, \dots, J$ unidades del nivel 2 (escuelas).

En el modelo del nivel 1 se representa la variable dependiente para el caso (estudiante) i dentro de la unidad j como,

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}X_{1ij} + \beta_{2j}X_{2ij} + \dots + \beta_{Qj}X_{Qij} + \varepsilon_{ij} \quad (11)$$

β_{qj} : ($q = 1, 2, \dots, Q$) son los coeficientes del nivel 1. X_{qij} es el predictor del nivel 1 para el caso i en la unidad j . ε_{ij} es el termino de error aleatorio con media cero y varianza σ^2 constante.

Los coeficientes definidos en el modelo del nivel 1, los β_{qj} , se convierten en variables dependientes del modelo del nivel 2.

$$\beta_{qj} = \gamma_{q0} + \gamma_{q1}W_{1j} + \gamma_{q2}W_{2j} + \cdots + \gamma_{qsq}W_{sqj} + \mu_{qj} \quad (13)$$

γ_{qs} ($q = 1, 2, \dots, S$) son los coeficientes del nivel 2. W_{sj} es el predictor del nivel 2, y μ_{qj} es el efecto aleatorio del nivel 2, $\mu_{qj} \sim N(0, \Sigma)$.

Los componentes de la varianza y covarianza se agrupan en una matriz de dispersión, Σ , cuya dimensión es $(Q + 1) \times (Q + 1)$. La dimensión de Σ depende del número de coeficientes del nivel 1 especificados como aleatorios.

Modelo Nulo

Para Gaviria y Castro (2005) el modelo nulo sirve de comparación con cualquier otro modelo alternativo. En este caso particular no existe ninguna variable predictora.

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \varepsilon_{ij} \quad (\text{Nivel micro}) \quad (15)$$

$$\beta_{0j} = \beta_0 + \mu_{0j} \quad (\text{Nivel macro}) \quad (16)$$

Reemplazando (16) en (15)

$$Y_{ij} = \beta_0 + \mu_{0j} + \varepsilon_{ij} \quad (17)$$

Donde

$$\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2) \quad \text{y} \quad \mu_{0j} \sim N(0, \sigma_{\mu_0}^2)$$

β_0 Es el rendimiento medio de todas las escuelas. μ_{0j} es lo que la media de la escuela j se aparta de la media general. ε_{ij} es lo que el rendimiento del alumno i de la escuela j se aparta de la media de su escuela. $\sigma_{\mu_0}^2$ es la varianza entre las medias de la escuela. σ_ε^2 es la varianza entre los alumnos dentro de la escuela.

Para Duarte, Bos y Moreno (2009) lo que se espera es estimar un modelo nulo que tenga como variable dependiente el puntaje obtenido en una prueba y sin ningún control. Ello cumple tres objetivos: estimar el valor promedio del puntaje (intercepto); establecer una línea de referencia sobre la cual realizar las comparaciones con modelos más complejos; y descomponer la variación del puntaje obtenido y qué parte de ella es atribuible al nivel del estudiante y cuánto a la escuela.

Cómo metodología para desarrollar el análisis de los factores que inciden en el aprendizaje de acuerdo a la prueba PISA 2015, se escoge el modelo de dos niveles, teniendo en cuenta que primero se realiza la selección de variables, partiendo de los diferentes hallazgos estudiados en la literatura de eficacia escolar, que luego son comparados con la información que ofrece los cuestionarios contextuales y la base de datos PISA 2015. Las variables de primer nivel son: género, índice de nivel

socioeconómico, índice de TIC en el hogar, percepción de los estudiantes en las competencias de las TIC, autopercepción de los estudiantes relacionada al uso de las TIC. Las de segundo nivel son: índice de TIC en la escuela, tamaño de la clase, colegio sector privado, desarrollo profesional de los docentes, evaluación de pruebas estandarizadas, profesores con título de doctorado en ciencias.

El modelo se construye estimando primero el modelo nulo y de ahí se pasa a incluir las variables escogidas en tres pasos hasta completar el modelo. En el primer paso se tiene un modelo de las características individuales y socioeconómicas de los estudiantes. El segundo paso, incluye las variables acerca de tecnología. El tercer paso es el modelo que introduce las variables de Escuela, concluyendo de esta manera el modelo y permitiendo analizar las diferencias que se generan a medida insertan las variables.

4. Descripción de la muestra

Las pruebas PISA aplicadas por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) a partir de la pregunta “¿Qué es importante que los ciudadanos sepan y puedan hacer?” y a la necesidad de realizar comparaciones a nivel internacional sobre el rendimiento de los estudiantes.

PISA (Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes) por sus siglas en inglés, evalúa hasta qué punto los estudiantes de 15 años han adquirido conocimientos y habilidades que son esenciales para la participación plena en las sociedades modernas. La evaluación no solo determina si los estudiantes pueden reproducir el conocimiento; también examina qué tan bien los estudiantes pueden extrapolar lo que han aprendido y pueden aplicar ese conocimiento en entornos desconocidos. (OCDE, 2016a)

En el 2015, el número de jóvenes de 15 años que presentaron la prueba fue aproximadamente de 540.000 estudiantes en 72 países. Colombia participó con 11.799 estudiantes de 15 años de edad pertenecientes a 372 colegios, que en su mayoría se encuentran cursando 9° y 10° grado, lo que significa que se evalúa la terminación del ciclo llamado básica secundaria.

PISA tuvo en el año 2015 su profundización en el área de ciencias donde se espera que una persona con conocimientos científicos está dispuesta a participar en un discurso razonado sobre ciencia y tecnología, requiriendo las competencias para explicar fenómenos, interpretar datos y evidencias científicamente; evaluar y diseñar investigaciones científicas.

Esta prueba aplicó cuestionarios a los estudiantes y realizó encuestas realizadas a los docentes, directivos y padres de familia. El procedimiento y contenido de la evaluación es el siguiente:

“Cada unidad de la prueba constaba tanto de secciones con respuesta múltiple como de preguntas que requerían que los estudiantes formularan sus propias respuestas. Las unidades estaban organizadas en grupos basados en escenarios que exponían una situación de la vida real. La prueba constaba de 810 minutos de unidades de ciencia, lectura, matemáticas y resolución de problemas, y cada estudiante realizaba combinaciones diferentes de las unidades. Los estudiantes también respondieron a un cuestionario contextual de 35 minutos.

En el cuestionario se les solicitaba información sobre ellos mismos, sus hogares, su escuela y sus experiencias de aprendizaje. Los directores de escuela respondieron a un cuestionario sobre el sistema escolar y el entorno de aprendizaje. Para obtener información adicional, algunos países/economías decidieron distribuir un cuestionario a los profesores.

En algunos países/ economías se distribuyeron cuestionarios opcionales para los padres, a quienes se les pidió que proporcionasen información sobre sus percepciones e implicación en la escuela de sus hijos, su apoyo al aprendizaje en el hogar y las expectativas sobre el futuro profesional del niño, concretamente en ciencias. Los países podían elegir otros dos cuestionarios para los estudiantes: en uno se preguntaba a los estudiantes sobre su familiaridad y uso de tecnologías de la información y de la comunicación, y en el segundo se solicitaba información sobre su educación hasta la fecha.” (OCDE, 2016c)

Tabla 1. Resultados Colombia y Latinoamérica 2006-2015

País	Lectura				Matemática				Ciencias			
	2006	2009	2012	2015	2006	2009	2012	2015	2006	2009	2012	2015
Chile	442	449	441	459	411	421	423	423	438	448	445	447
Uruguay	413	426	411	437	427	427	409	418	428	427	416	435
Argentina	374	398	396	-	381	388	388	-	391	401	406	-
Costa Rica	-	443	403	427	-	409	407	407	-	431	429	420
Colombia	385	413	403	425	370	381	376	390	388	402	399	416
México	410	425	424	423	406	419	413	408	410	416	415	416
Brasil	393	412	410	407	370	386	391	377	390	405	405	401
Perú	-	370	384	398	-	365	368	387	-	369	373	397
República Dominicana	-	-	-	358	-	-	-	328	-	-	-	332

Nota: Los años resaltados corresponden a la profundización de área. 2006 y 2015 ciencias, 2009 lectura y 2012 matemática.

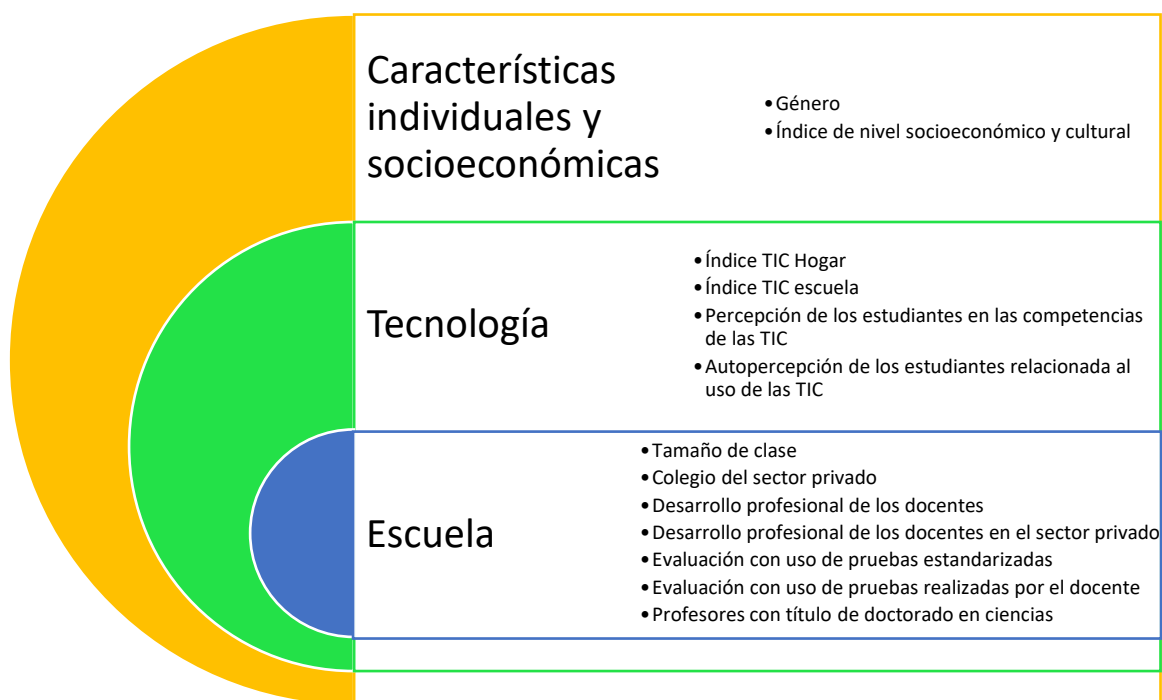
Fuente: ICFES (2016). Resumen ejecutivo Colombia en PISA 2015.

Es importante señalar que la muestra que se toma en cada país/economía es representativa y en algunos casos los cuestionarios del entorno o contexto no se aplican a todos los actores del sistema educativo (directores, profesores, padres de familia y estudiantes) por ser opcional.

Colombia en sus promedios generales de cada área y comparada a nivel regional, demuestra una mejora importante, para el área de ciencias ocupa el quinto lugar en Latinoamérica frente a los países participantes, aumentando su promedio en 17 puntos con respecto al año anterior y 28 puntos frente al 2006 que fue el año en el que se profundizó en ciencias.

Variables de estudio

Figura 4. **Variables a analizar**



Fuente: Elaboración propia.

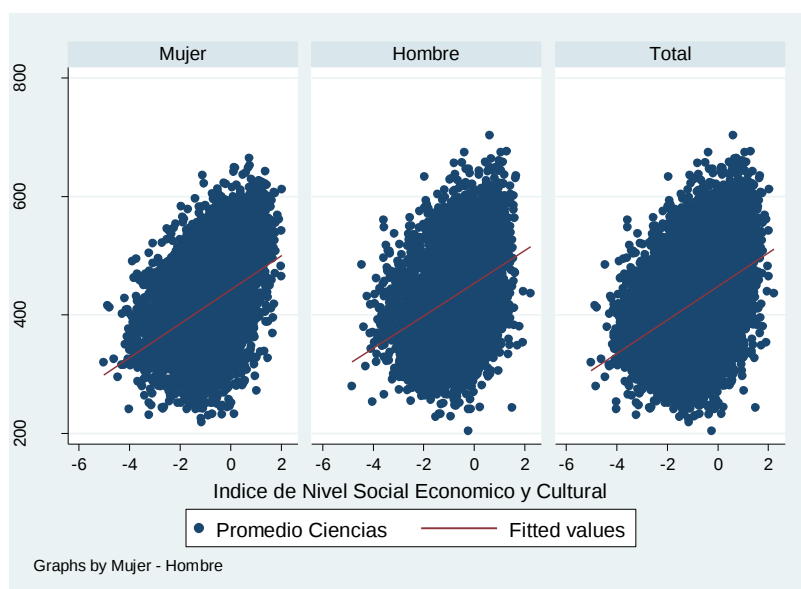
Análisis descriptivo

Después de reconocer los elementos de la Prueba PISA 2015, a continuación, se analiza el comportamiento de las variables, pretendiendo representar los dos espacios en los que el estudiante desarrolla su vida: el hogar y el colegio, siendo

más amplios los factores del colegio por ser el lugar que tiene por objetivo central adquirir el aprendizaje.

Para el hogar y las características personales se manejan dos variables: el género y el índice de nivel social, económico y cultural (INSE), el cual es construido en PISA a partir de tres variables relacionadas con el entorno familiar: educación parental más alta, ocupación parental más alta y posesiones de la casa, incluyendo libros en el hogar, siendo la última variable una medida proxy para la riqueza familiar. (OCDE, 2016b). Este índice es estandarizado, construido con media cero y desviación estándar cero.

Figura 5. Relación Rendimiento de los estudiantes en ciencias e INSE, por género



Fuente: PISA 2015. Cálculos propios.

El rendimiento de los estudiantes en ciencias para Colombia se encuentra con un puntaje mínimo de 204 y máximo de 702. En el caso del INSE se maneja un mínimo de -5,03 y un máximo de 2,23. De acuerdo a estos valores y la gráfica 4 es posible afirmar que existe una correlación positiva entre el desempeño de los estudiantes en ciencia y sus condiciones socioeconómicas en ambos sexos, los cuales tienen un comportamiento similar. Eso significa que los estudiantes con mejores condiciones socioeconómicas tienden a obtener mejores rendimientos en el área y los estudiantes con resultados bajos tienden a tener índices socioeconómicos y culturales bajos, confirmando lo que se expone en la literatura.

Tabla 2. Nivel de desempeño en ciencias

Nivel de desempeño	Rango de puntajes de acuerdo al nivel	Género				Total	
		Mujer		Hombre			
6	Más de 708	0%	0	0%	0	0%	0
5	633-707,99	0,1%	10	0,2%	27	0,3%	37
4	559-632,99	1,7%	203	2,4%	286	4,1%	489
3	484-558,99	8,2%	967	9,7%	1142	17,9%	2109
2	410-483,99	16,8%	1978	15,5%	1823	32,2%	3801
1A	335-409,99	18,7%	2206	15,1%	1779	33,8%	3985
1B	261-334,99	6,3%	747	4,8%	563	11,1%	1310
Bajo	Menos de 261	0,4%	48	0,2%	20	0,6%	68
Total		52,2%	6159	47,8%	5640	100%	11799

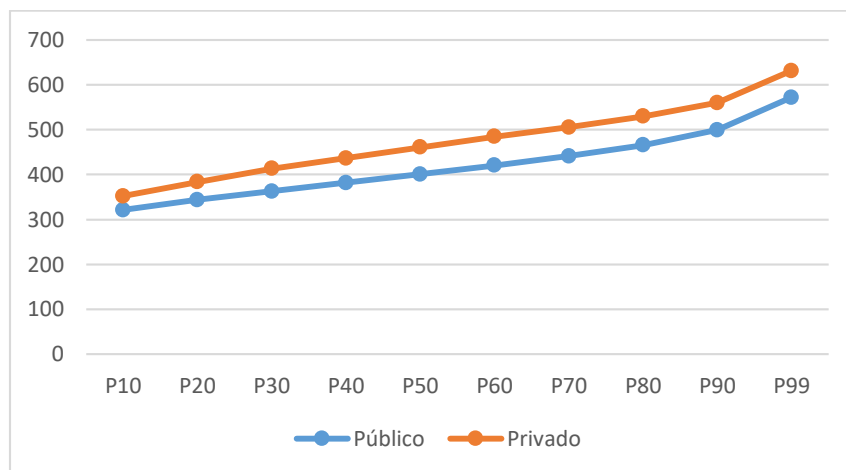
Fuente: PISA 2015. Elaboración propia.

La OCDE (2016a) tiene estipulado en PISA 2015 los puntajes para los diferentes niveles de desempeño en ciencias de acuerdo a la tabla 2, registrando calificaciones por debajo de los niveles básicos en un 0.6% y ningún estudiante en el nivel 6 que es el máximo. Aproximadamente el 80% de los estudiantes se encuentran por debajo de la media de la OCDE que es de 493 y sólo el 22,3% se ubican en los niveles de desempeño más altos. El nivel que ocupa el mayor número de estudiantes es el nivel 1A con el 33,8%.

Para el análisis de género se observa que el 52,2% son mujeres y el 47,8% son hombres, demostrando que es mayor el número de mujeres y son las que tienen el rendimiento más bajo en relación a los hombres, la representación en los niveles bajo, 1B, 1A y 2 es de 42,2%, los cuales son los que están debajo de la media de la OCDE. En el caso de los hombres el 35,5% se encuentran en estos mismos niveles. Comparando estos resultados con la evidencia de otros estudios es posible determinar su concordancia frente a que las mujeres en ésta área obtienen un menor resultado que los hombres, preocupante frente a la necesidad que exista en los estudiantes y en especial las mujeres la capacidad de entender la importancia de manejar estos temas en la cotidianidad, pues trata que todos deben desarrollar habilidades científicas y de comprensión del entorno.

Pasando ahora al análisis del colegio, se tomarán variables que permitan conocer lo que ocurre al interior del aula y otras comunes sobre el funcionamiento.

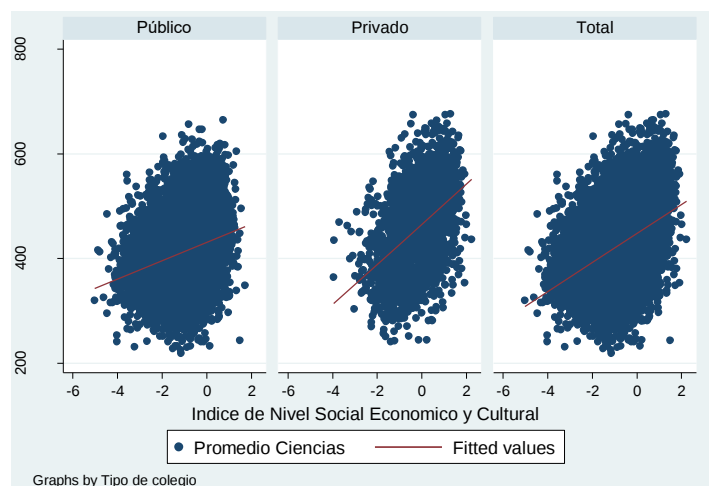
Figura 6. Rendimiento en ciencias por tipo de colegio en percentiles



Fuente: PISA 2015. Cálculos propios.

Se ha pretendido a través de la Figura 6 mostrar por percentiles el comportamiento de los tipos de colegio privado y público, pudiendo observar que el recorrido tiene una forma semejante, pero igual existe una brecha que es importante subsanar a través de las políticas educativas, presentando los privados un mejor rendimiento, pero es aún insuficiente pues el percentil 90 para el privado tiene un puntaje de 559,78, el cual es el rango de inicio del nivel 4 y en el percentil 99 llega a 630,95 no alcanzando a pasar al siguiente nivel.

Figura 7. Relación rendimiento de los estudiantes en ciencias vs. INSE del colegio



Fuente: PISA 2015. Cálculos propios.

A través de éste Figura 7 es posible demostrar el tipo de agrupación social que se da a partir nivel socioeconómico en éste caso de los colegios, pues los INSE más

altos se encuentran en los colegios privados, además de tener la pendiente de la línea de ajuste más elevada, demostrando que un aumento en el INSE incrementa el desempeño de los estudiantes en ciencias, así tener un mayor nivel cultural, social y económico va a influir positivamente sobre el rendimiento. Situación que es un poco más suave en el colegio público, ya que tiene la línea de ajuste más inclinada, pero igual sigue teniendo una relación positiva.

5. Estimación y análisis de resultados

El modelo ha sido estimado en tres partes, buscando analizar el efecto de las variables sobre el rendimiento en ciencias y explicar la variabilidad diferenciación que presentan las escuelas. La estimación inicia en el modelo nulo, permitiendo calcular la variación total en cada una de las partes estocásticas del modelo; luego se introducen los conjuntos de variables y se evalúa su efecto sobre el rendimiento en Ciencias, así como el aporte a la explicación de la variabilidad del término de error en cada nivel de jerarquía (Correa y Orejuela, 2017).

Se estiman cuatro modelos, los cuales van sumando variables a la estructura hasta completarlo (Tabla 3). Debe tenerse en cuenta que éstas variables se mueven en los niveles de alumno y escuela. La significancia de las variables aporta a la explicación del rendimiento del estudiante, sin embargo, también se trata de cuestionar en algunos casos el por qué no la tiene cuando es fundamental dentro del esquema educativo.

En la tabla 3 se presentan todos los modelos que fueron estimados. **El modelo 1** muestra que el promedio general para Colombia en ciencias es de 420,2 puntos, siendo el intercepto, con desviación estándar de 2,41; en un intervalo de confianza al 95% de 415,43 al 424,89, teniendo una gran concentración al interior del grupo. La correlación intraclase (ICC) muestra un 35% de la variación de los resultados que es atribuible a las diferencias entre colegios.

Modelo 2. Características individuales y socioeconómicas. La variable género está presente en el modelo, porque se considera una característica importante para el rendimiento por ser una condición del individuo, pues representa la manera de asumir el entorno y el yo, construir el sentido lógico ante una respuesta desde su perspectiva, la necesidad contextual que se diferencia al ser hombre o mujer, etc.; teniendo como resultado que el aporte es de 18.08 puntos, con una desviación estándar de 1,19, siendo significativa. Un elemento importante es el tener en cuenta las diferencias entre hombre y mujer, pues de acuerdo a estudios como los de Correa (2016) las mujeres son quienes presentan los niveles más bajos de autoconfianza en el desempeño de matemáticas y es reconocido que también en ciencias; lo preocupante es que la formación de creencias es un proceso dinámico

que aumenta o disminuye según el desempeño del estudiante y se puede autoafirmar a medida que pasa el tiempo generando desmotivación al aprendizaje de las áreas en dificultad, por lo tanto es necesario pensar en cerrar las brechas en el género.

Tabla 3. Modelos Multinivel

Variables	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
	Nulo	Socioeconómico	TIC	Colegio
Parámetros de efectos fijos				
Constante	420.2*** (2.413)	421.2*** (2.304)	458.3*** (3.498)	420.9*** (15.27)
Características individuales y socioeconómicas				
Género (Hombre-mujer)		18.08*** (1.194)	14.51*** (1.447)	13.57*** (1.800)
INSE (Índice de nivel socioeconómico)		10.95*** (0.685)	14.29*** (0.940)	13.63*** (1.189)
Tecnología				
Índice de TIC Hogar			-2.459*** (0.344)	-2.756*** (0.428)
Índice de TIC escuela			-1.288*** (0.320)	-1.253*** (0.406)
Percepción de los estudiantes en las competencias de las TIC			7.975*** (0.895)	8.475*** (1.131)
Autopercepción de los estudiantes relacionada al uso de las TIC			4.200*** (0.903)	3.428*** (1.131)
Escuela				
Tamaño de la clase				0.527** (0.214)
Colegio del sector privado				42.73*** (5.519)
Desarrollo profesional de los Docentes				-3.957* (2.341)
Desarrollo profesional de los docentes en el sector privado				-2.878 (4.463)
Evaluación con uso de pruebas Estandarizadas				12.55** (4.993)
Evaluación con uso de pruebas realizadas por el docente				-7.435 (7.778)
Profesores con título de doctorado en ciencias				7.218** (3.222)
Parámetros de efectos aleatorios				
Varianza de 2do. Nivel	2010,658 (159,782)***	1545,753 (129,288)***	1372,278 (125,294)***	904,171 (110,175)***
Varianza de 1er. Nivel	3742,352 (49,52)***	3628,722 (48,563)***	3454,178 (56,166)***	3471,575 (70,323)***
Estadísticos				
Log de verosimilitud	-65801,967	-64284,325	-44150,649	-28407,664
ICC	35%	30%	28,43%	20,66%
Estudiantes	11,799	11,565	7,967	5,132
Escuelas	372	371	360	220

Notas: Errores estándar en paréntesis

Valores p: *** Significativo al 1%, ** Significativo al 5%, * Significativo al 10%

Fuente: PISA 2015. Elaboración propia.

El índice de nivel socioeconómico y cultural, representa 10,95 puntos más, demostrando lo expuesto por Vivas (2008) los individuos se agrupan de acuerdo a su background familiar y el entorno local, recibiendo una influencia directa de sus condiciones socioeconómicas y culturales para obtener mejores resultados en el logro escolar.

El ICC de este modelo es de 30%, por lo tanto, ha logrado explicar en un 5% las diferencias en el desempeño de los estudiantes a nivel de colegio, número importante teniendo en cuenta todos los estudios que han servido de antecedente para demostrar la importancia de las condiciones sociales y económicas en un país como Colombia, donde la desigualdad está presente y se seguirá viendo a medida que se avanza en el objetivo propuesto.

Modelo 3. Tecnología y Comunicación. Se ha llamado de esta forma para tomar las variables relacionadas con las Tecnologías de la Información y Comunicación. El *índice de TIC en el hogar* tiene un aporte de negativo de -2,46, al igual que *el índice de TIC en la escuela* de -2,28, ambos son significativos, pero disminuyen en el rendimiento de los estudiantes. La pregunta es ¿qué ocurre en estos dos lugares con elementos que se constituyen de uso cotidiano para los jóvenes de 15 años?

Parte de la respuesta se encuentra en Botello y López (2014) quienes han hecho un estudio para Colombia sobre la influencia de las TIC en el rendimiento escolar en la prueba PIRLS 2011, encontrando en otras investigaciones que el uso del computador se da en un alto promedio por fuera de lo escolar, la proporción pc por estudiante es insuficiente, la capacitación al docente para su uso en la escuela es fundamental para desarrollar actividades enfocadas, hallando variables no significativas o negativas. Parte de la solución que los autores proponen es resaltar la pertinencia del uso de tecnologías de información y comunicación como una herramienta para lograr mayores puntajes promedios, tales como la capacitación del personal docente en cuanto al uso y los beneficios de esta en las instituciones educativas, así como que los padres sean conscientes de la práctica que se le dan a las tic y los fines para los que se usan en los hogares.

En la *percepción de los estudiantes en las competencias de las TIC*, el panorama es diferente, pues ellos comprenden la importancia de su manejo, que el entablar un uso real con la tecnología les permitirá explorar diferentes campos del conocimiento, ya que realmente reconocen los avances científicos y experimentales que pueden lograr a través de las TIC, teniendo una contribución de 7,95 puntos sobre el desempeño en ciencias.

La autopercepción de los estudiantes relacionado al uso de las TIC, tiene un aporte de 4,2 puntos, entendiendo que ellos se ven capaces de manejar los distintos elementos que trae las TIC, sin embargo, es bajo si se piensa que las generaciones actuales tienen una inclinación natural ante el manejo de estas herramientas. De

acuerdo a Correa y Orejuela (2017) las autopercepciones están representadas en habilidades cognitivas que afectan las características como la motivación, la autoestima y el desarrollo intelectual.

El ICC de éste modelo es de 28,43%, teniendo un diferencial de 1,27 con respecto al modelo anterior. Se esperaba tener un impacto mayor por tratarse de un factor que en la actualidad está presente en las dos esferas de estudio, casa y colegio, sin embargo, es importante revisar el manejo que se le da en estos dos lugares.

Modelo 4. Escuela. Es el modelo más extenso por tener la intención de trabajar variables de incidencia directa en el aula y algunas características de la escuela y los docentes.

El tamaño de la clase aumenta el desempeño en 0,527 puntos, siendo significativa al 5%. La importancia del tamaño se encuentra en generar un ambiente propicio para el aprendizaje en el que la relación con el otro es un dialogo abierto y no una amenaza por el espacio, dentro de ésta variable es implícito la proporción de número de estudiantes con respecto a un profesor y el ambiente o clima escolar, pues el trato entre pares puede influir en la medida que exista una comodidad en el espacio de trabajo académico.

Colegio del sector privado con respecto al colegio público tiene un aporte bastante significativo de 42,73 puntos en el rendimiento, pues afirma lo expuesto por Correa y Orejuela (2017) en el que el entorno escolar tiene mayor peso en los colegios privados por tener las condiciones para la inversión y los estudiantes poseen características socioeconómicas y culturales más favorables que un colegio público.

El desarrollo profesional de los docentes se refiere a cualquier actividad que equiepe a los maestros con las herramientas y los recursos necesarios para proporcionar una instrucción de calidad. Incluye programas escolares, así como redes, entrenamiento, seminarios u otros tipos de actividades de capacitación que fomentan el aprendizaje en el servicio y, por lo tanto, promueven la profesionalización de la enseñanza. (OCDE, 2016c). El efecto de esta variable dentro del modelo es de -3,96, lo cual es sorprendentemente negativo por esperar que tenga un impacto positivo, sin embargo, puede ocurrir lo expuesto en el documento de la OCDE (2016c) al referirse sobre la ineficacia de las capacitaciones comunes como "el problema no resuelto más serio para la política y la práctica educativa" (Sykes, 1996: 465), siguiendo a Buczynski y Hansen que describen los programas ineficaces como "demasiado convencionalmente enseñados, demasiado de arriba hacia abajo, y demasiado aislados de las realidades de la escuela y del aula para tener mucho impacto en la práctica" (Buczynski y Hansen, 2010: 600).

Una variable que se incluyó dentro del modelo a pesar de no ser significativa es *el desarrollo profesional de los docentes en el sector privado*, pretendiendo mostrar que, aunque se espera tenga un comportamiento positivo y aún más en el sector privado, donde se ha comprobado que existe un mayor rendimiento de los estudiantes en ciencias, posee un efecto contrario al esperado. Esta situación se convierte en un llamado de atención frente a la formación que reciben los maestros a nivel de Estado y colegio, quienes son los que normalmente se encargan de este tipo de capacitaciones, pues se cae en lo expuesto anteriormente por Sykes, Buczynski y Hansen.

La evaluación con uso de pruebas estandarizadas es una variable que normalmente no es utilizada por los investigadores del rendimiento educativo, pero es importante entender que el proceso que ayuda a analizar los avances en el aprendizaje es la evaluación, la cual tiene múltiples maneras de desarrollarse, en este caso son las pruebas estandarizadas. El aporte que genera es de 12,55 puntos sobre el desempeño de los estudiantes, lo que puede ser causado por las distintas presiones que se ejercen a nivel de estado y colegio por obtener los mejores resultados, por ser la manera en la que se pretende medir la calidad educativa.

La evaluación con uso de pruebas realizadas por el docente, es un factor que no tiene significancia y además es de incidencia negativa. Se ha dejado dentro del modelo para contrastar con las pruebas estandarizadas, pues es una demostración de las grandes dificultades que se viven dentro del sistema educativo, el valorar más lo que sucede por fuera del aula y el colegio, que el proceso de aprendizaje que se da guiado por el docente a través de sus propias maneras de evaluar con respecto a su contexto educativo.

Profesores con título de doctorado en ciencias es una variable con una incidencia positiva de 7,22 sobre el rendimiento de los estudiantes en ciencias, lo que quiere decir que la especialización y la alta formación en el área generan más conocimientos y mejores prácticas de aula para que los estudiantes comprendan los fenómenos y desarrollen las habilidades esperadas.

La correlación intraclase para el modelo “escuela” es de 20,66%, lo que demuestra que tiene una capacidad explicativa de 7,77 puntos de la diferencia entre las escuelas frente al modelo anterior, siendo además la más alta de los tres modelos presentados.

6. Conclusiones

Los resultados en el análisis de los factores explican el contexto del aprendizaje desde dos entornos: el hogar y la escuela, conociendo de antemano la importancia de los estudios de background familiar, los diferentes indicadores sociales, económicos y culturales. Se buscó una mayor incidencia en las variables de la escuela y quedó validado por el modelo así:

Los factores con mayor incidencia en el desempeño desde el análisis estadístico inicia desde el *colegio del sector privado*, donde la evidencia demuestra que una característica de este tipo de agrupación es la correlación positiva con el nivel socioeconómico, generando una mayor desigualdad social o segregación, ya que los individuos con similares características buscan aglomerarse en la instituciones privadas, las cuales representan una restricción presupuestal para aquellos que tienen un nivel socioeconómico bajo.

Al hacer referencia de las condiciones individuales como el género, desde la parte descriptiva quedó expuesto la existencia de una brecha entre hombres y mujeres en los resultados para ciencias, donde se pretende que los estudiantes logren empoderarse de los conocimientos y fenómenos que están en el entorno, actuando más allá de un rol impuesto socialmente y una auto incapacidad producto de no obtener buenos resultados constantemente.

La evaluación con uso de pruebas estandarizadas y su aporte al rendimiento es la muestra de la tendencia de lo que ocurre en las instituciones educativas, en un proceso de enseñanza-aprendizaje la evaluación es la acción que permite conocer los avances del aprendizaje utilizando múltiples herramientas, en éste caso la prueba estandarizada termina siendo la más usada por la obligatoriedad del sistema, desplazando la buena práctica educativa de manejar muchos tipos de evaluación de acuerdo al objetivo de aprendizaje. Encasillarse en una sola estructura lleva a una mecanización del individuo.

La formación de docentes presenta resultados contrarios desde las variables desarrollo profesional y profesores con el título de doctorado en ciencias. Aunque cada uno representa un grado diferente de cualificación, la intención es que a través de la capacitación se amplíen los conocimientos y mejoren las prácticas de aula haciendo que los aprendizajes de los estudiantes se optimicen. Cada intento de preparación en capital humano debe tener un resultado positivo, pero genera grandes interrogantes el hecho que se convierta en una incidencia negativa, pasando por quiénes, qué tipo de capacitaciones ofrecen y qué pasa después de recibirlas.

El modelo de las TIC presenta la necesidad de aplicar un buen uso de estas herramientas en el hogar y la escuela, pues a pesar que se cuenta con este recurso la utilización demuestra no ser la adecuada, por un lado, debido al desconocimiento de los padres y docentes, y por otro la funcionalidad que se ha aplicado por parte de los estudiantes, ya que es principalmente dedicado al entretenimiento.

Es importante tener en cuenta para la política educativa y de acuerdo a la literatura expuesta en este trabajo, que la calidad y la eficiencia son dos conceptos totalmente necesarios para el desarrollo de la educación, pero avanzar en ciertos parámetros de eficiencia no implican que existan la totalidad de la calidad educativa, por tratarse ésta última de una dimensión más amplia, así que a pesar de la existencia de las pruebas externas (Saber, PISA, TIMMS, etc.) y las encuestas de contexto como representación del rendimiento de los estudiantes, éstas no pueden ser el único proxy para hablar acerca de calidad educativa en los países y en especial para Colombia. Los gobiernos y las instituciones encargadas de la medición de la educación deben empezar a crear parámetros y bases de datos que permitan realmente entender los niveles en los que se encuentran las políticas educativas y el funcionamiento de las escuelas en el interior y en su contexto.

Muchas variables se pretendieron incluir dentro del modelo por ser consideradas de alta importancia para el contexto del aprendizaje en la escuela según lo expresa la literatura, como el liderazgo de los directivos, recursos en el aula, prácticas educativas concretas para las ciencias, currículo, entre otras, generando como resultado que no eran significativas, posiblemente por su nivel de representatividad frente a la muestra y la correlación que se presentaba con otras variables, por lo tanto no pudieron ser tomadas para este estudio. Sin embargo, se resalta que es necesario y urgente realizar varios análisis en Colombia para seguir buscando la variabilidad por explicar, por medio de otros factores que son importantes en el desarrollo del proceso educativo.

BIBLIOGRAFÍA

- Abdul-Hamid, H. (2003). What Jordan needs to do to prepare for the knowledge economy: lessons learned from TIMMS-R. USA: Universidad de Maryland.
- Báez, B.F. (1994). El movimiento de escuelas eficaces: implicaciones para la innovación educativa. *Revista Iberoamericana de Educación* No. 4, p. 93-116.
- Becker, G. (1975). Inversión en capital humano e ingresos, L. Toharia (ed.), *El Mercado de Trabajo: Teorías y aplicaciones*, Madrid, Alianza, p. 39.
- Blanco, R (2008). Eficacia escolar desde el enfoque de calidad de la educación. LLECE. Eficacia escolar y factores asociados en América Latina y el Caribe. Santiago, Chile: UNESCO.
- Blaug, M. (1985). ¿Dónde estamos actualmente en la economía de la educación?, E. Oroval (Ed.), *Economía de la educación*, Barcelona, Ariel, p. 39.
- Botello, H. y López, A. (2014). La influencia de las TIC en el desempeño académico: evidencia de la prueba PIRLS en Colombia 2011, *Revista academia y virtualidad*, No. 7 (2), pp.15-26.
- Bowen, W. (1963). Valoración de la contribución económica de la educación. M. Blaug (Ed.), *Economía de la educación*, Madrid, Tecnos, p. 63.
- Bowman, M. (1966). Revolución en el pensamiento económico a causa del concepto de inversión humana, M. Blaug (Ed.), *Economía de la educación*, Madrid, Tecnos, p. 92.
- Carnoy, M. (2006) *Economía de la educación*, Barcelona, Editorial UOC, p. 123.
- Castellar, C. y Uribe, J.I. (2004). Capital humano y señalización: evidencia para el área metropolitana de Cali, 1988-2000, *Revista Sociedad y Economía*, No. 6, Facultad de Ciencias Sociales y Económicas, Universidad del Valle, pp. 51-79, abril 2004.
- Coleman, J.; Campbell, E.; Hobson, C.; McPartland, J.; Mood, A.; Weinfeld, F. y York, R. (1966). *Equality of educational opportunity*. U.S. Department of Education. Washington, D.C.

- Comisión Europea. (2000) Informe europeo sobre la calidad de la educación escolar: dieciséis indicadores de calidad, *Desarrollo de las políticas educativas*, Análisis de informe del grupo indicadores de calidad, Comisión Europea- Dirección General de Educación y Cultura, mayo 2000.
- Cornejo, R. y Redondo, J (2007) Variables y factores asociados al aprendizaje escolar: una discusión desde la investigación actual. Vol.33, n.2, pp.155-175. Recuperada de <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052007000200009>.
- Correa, J. (2004). Determinantes del rendimiento educativo de los estudiantes de secundaria en Cali: un análisis multinivel, *Revista Sociedad y Economía*, No. 6, Facultad de Ciencias Sociales y Económicas, Universidad del Valle, pp. 81-105.
- Correa, J. (2016). Desempeño académico y diferencias de género en Colombia: un análisis con base en las pruebas TIMSS 2007. *Revista Sociedad y Economía*, No. 30, Facultad de Ciencias Sociales y Económicas, Universidad del Valle, pp. 15-42.
- Correa, J. y Orejuela, C. (2017). Incidencia de los factores del contexto en el desempeño en matemáticas de los estudiantes de básica secundaria en Colombia. Universidad de Medellín, Vol. 20, No. 44, pp. 159-188.
- Delfino, J. (1989) Los determinantes del aprendizaje. Petrei, A.H.(ed), *Ensayos sobre economía*, Buenos Aires, p. 287
- Duarte, J., Bos, M.S. y Moreno, M. (2009). Inequidad en los aprendizajes escolares en América Latina. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Recuperado de <https://mba.americaeconomia.com/sites/mba.americaeconomia.com/files/aprendizajes.pdf>
- Gaviria, A. y Barrientos, J. (2001). Determinantes de la calidad de la educación en Colombia, Archivos de Economía, Doc. 159, Departamento Nacional de Planeación, noviembre 2001.
- Gaviria, J. y Castro, M. (2005). Modelos Jerárquicos lineales, *Cuadernos de Estadística* 29. Madrid, Editorial La Muralla S.A., pp. 31-43

- Johnson, H.G. (1964) "Hacia un enfoque del desarrollo económico partiendo de un concepto generalizado de acumulación de capital", M. Blaug (Ed.), *Economía de la educación*, Madrid, Tecnos, p. 33.
- Hanushek E. A. y L. Woessmann. (2007). *Education quality and economic growth*. Banco Mundial, Washington D.C.
- Heneveld, W. y H. Craig. (1996) *Schools count*. Documento técnico del Banco Mundial No. 303, Africa Technical Department Series. Washington, D.C.
- Instituto Colombiano de Educación Superior - ICFES (2016) *Resumen ejecutivo Colombia en Pisa 2015*. Informes. ICFES. Bogotá.
- Klees, S. (1989). *La economía de la educación: una paronímica algo más que ligeramente desilusionada de dónde estamos actualmente*, E. Oroval (Ed.), *Economía de la educación*, Barcelona, Ariel, p. 51, 1996.
- Lee, J. W. y R. J. Barro. (2001) *Schooling quality in a cross-section of countries*. *Economical*. 68(272),pp. 465-488.
- López, S. (2010). Aspectos determinantes de la calidad de la educación pública en Medellín: un análisis de los incentivos docentes. *Ensayos de economía*, No. 37, Universidad de Antioquia, Junio/Diciembre 2010, p. 169
- Manski, C.F. (1993). Identification of Endogenous Social Effects: the Reflection Problem. *The Review of Economic Studies*. Vol 60, No. 3, pp. 531-542.
- Mullis, I. V. S. et al. (2008). *TIMSS 2007 International Mathematics Report. Findings from IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eighth Grades*. Boston College. Lynch School of Education.
- Murillo, F.J. (2005). *La investigación sobre eficacia escolar*. Barcelona: Octaedro.
- Murillo, F. J. (2008a). *Enfoque, situación y desafíos de la investigación sobre la eficacia escolar en Latinoamérica y el caribe*. LLECE. *Eficacia escolar y factores asociados en América latina y el caribe*. Santiago, Chile: UNESCO

- Murillo, F.J. (2008b). Los modelos multinivel como herramienta para la investigación educativa. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, No. 1, pp. 45-62.
- OECD (2016a), *PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education*, PISA, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264266490-en>.
- OECD (2016b), *PISA 2015 Results (Volume II): Policies and Practices for Successful Schools*, PISA, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264267510-en>
- OECD (2016c), *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*, PISA, OECD Publishing, Paris. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1787/9789264255425-en>
- OREALC/UNESCO (2007). Educación de calidad para todos: un asunto de derechos humanos. Documento de discusión sobre políticas educativas en el marco de la II Reunión Intergubernamental del Proyecto Regional de Educación para América Latina y el Caribe (EPT/PRELAC). Santiago de Chile: OREALC/UNESCO.
- Patrinós, H. y Psacharopoulos, G. (1995). Educational Performance and Child Labor in Paraguay. Recuperado de <http://lst-iiiep.iiiep-unesco.org/cgi-bin/wwwi32.exe/>
- Piore, M.J. (1973). La importancia de la Teoría de Capital Humano para la economía del trabajo; un punto disidente, L. Toharia (Ed.), *El Mercado de Trabajo: Teorías y aplicaciones*, Madrid, Alianza, p. 105.
- Shaffer, H.G. (1961). Una crítica al concepto de Capital Humano, M. Blaug (Ed.), *Economía de la educación*, Madrid, Tecnos, p. 43.
- Schiefelbein, E. (1981). Funciones de producción en educación: La experiencia de América Latina, Serie Monografías y Estudios de la Educación, No. 3, Washington, Secretaría General OEA, p. 1.
- Schultz, T.W. (1961). Inversión en Capital Humano, M. Blaug (Ed.), *Economía de la educación*, Madrid, Tecnos, p. 15.
- UNESCO (2005) Educación para todos, el imperativo de la calidad. Francia: UNESCO

UNICEF (2000). Defining Quality in Education. New York, NY: United Nations Children's Fund.

Valens, M. (2007). Calidad de la educación superior en Colombia: Un análisis multinivel con basa en el ECAES de economía 2004, Revista Sociedad y Economía, No. 13, Facultad de Ciencias Sociales y Económicas, Universidad del Valle, pp. 133, noviembre 2007.

Vivas, H. (2008). Educación, background familiar y calidad de los entornos locales en Colombia. (Departamento d'Economia Aplicada: Tesis doctoral). Universitat Autonoma de Barcelona (UAB), Barcelona.

Vivas, H., Correa, J. y Domínguez, J. (2011). Potencial de logro educativo, entorno socioeconómico y familiar: una aplicación empírica con variables latentes. Revista Sociedad y economía, N° 21, Facultad de Ciencias Sociales y Económicas, Universidad del Valle, p.p. 99-124.

Woessmann, L. (2004). The effect heterogeneity of central exams: evidence from TIMSS. Working Paper No. 1330. Center for Economic Studies and Ifo Institute of Economic Research. Munich.

Zambrano, J.C. (2012). Análisis multinivel del rendimiento escolar en matemáticas para grado cuarto en educación básica primaria en Colombia. (Tesis de grado/ Maestría en economía aplicada). Universidad del Valle, Cali.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultados Colombia y Latinoamérica 2006-2015	23
Tabla 2. Nivel de desempeño en ciencias	26
Tabla 3. Modelos multinivel	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Dimensiones de la calidad del sistema Educativo	6
Figura 2. Variables que inciden en el aprendizaje de los estudiantes	9
Figura 3. Modelo Iberoamericano de Eficacia Escolar	10
Figura 4. Variables a analizar	24
Figura 5. Relación Rendimiento de los estudiantes en ciencias e INSE, por género	25
Figura 6. Rendimiento en ciencias por tipo de colegio en percentiles	27
Figura 7. Relación rendimiento de los estudiantes en ciencias vs. INSE del colegio	27

ANEXOS

Anexo 1. Salidas del programa Stata.

Modelo 1 (Nulo)

Performing gradient-based optimization:

Iteration 0: log likelihood = -65801.967

Iteration 1: log likelihood = -65801.967

Computing standard errors:

Mixed-effects ML regression
Group variable: cntschid

Number of obs = 11,799
Number of groups = 372

Obs per group:

min = 2
avg = 31.7
max = 42

Log likelihood = -65801.967

Wald chi2(0) = .
Prob > chi2 = .

pvsclavg	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
-----+-----						
_cons	420.1612	2.413049	174.12	0.000	415.4317	424.8907
-----+-----						

Random-effects Parameters	Estimate	Std. Err.	[95% Conf. Interval]	
-----+-----				
cntschid: Identity				
var(_cons)	2010.658	159.7815	1720.662	2349.53
-----+-----				
var(Residual)	3742.352	49.51963	3646.543	3840.678
-----+-----				

LR test vs. linear model: chibar2(01) = 3867.41 Prob >= chibar2 = 0.0000

. estat icc

Intraclass correlation

Level	ICC	Std. Err.	[95% Conf. Interval]	
-----+-----				
cntschid	.3494967	.01836	.3144206	.3862811
-----+-----				

Modelo 2

Performing gradient-based optimization:

Iteration 0: log likelihood = -64284.325

Iteration 1: log likelihood = -64284.325

Computing standard errors:

Mixed-effects ML regression

Group variable: cntschid

Number of obs = 11,565

Number of groups = 371

Obs per group:

min = 2

avg = 31.2

max = 42

Wald chi2(2) = 521.27

Prob > chi2 = 0.0000

Log likelihood = -64284.325

pvsctieavg	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
bsex	18.07732	1.193698	15.14	0.000	15.73771	20.41692
INSE	10.95012	.6847544	15.99	0.000	9.608022	12.29221
_cons	421.1913	2.304117	182.80	0.000	416.6753	425.7073

Random-effects Parameters	Estimate	Std. Err.	[95% Conf. Interval]	
cntschid: Identity				
var(_cons)	1545.753	129.2881	1312.033	1821.106
var(Residual)	3628.722	48.5631	3534.777	3725.163

LR test vs. linear model: chibar2(01) = 2215.45 Prob >= chibar2 = 0.0000

. estat icc

Residual intraclass correlation

Level	ICC	Std. Err.	[95% Conf. Interval]	
cntschid	.2987265	.0178242	.2650018	.3347882

Modelo 4

Performing gradient-based optimization:

Iteration 0: log likelihood = -28407.664

Iteration 1: log likelihood = -28407.664

Computing standard errors:

Mixed-effects ML regression
Group variable: cntschid

Number of obs = 5,132
Number of groups = 220

Obs per group:

min = 1
avg = 23.3
max = 40

Log likelihood = -28407.664

Wald chi2(13) = 515.72
Prob > chi2 = 0.0000

	pvsclavg	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
bsex		13.56596	1.800068	7.54	0.000	10.03789 17.09402
INSE		13.62687	1.189348	11.46	0.000	11.29579 15.95795
ictsch		-1.252884	.4059146	-3.09	0.002	-2.048462 -.457306
icthome		-2.756142	.4275807	-6.45	0.000	-3.594185 -1.9181
compict		8.474896	1.13076	7.49	0.000	6.258648 10.69114
autict		3.428367	1.131463	3.03	0.002	1.210741 5.645994
clsize		.5272662	.214402	2.46	0.014	.1070461 .9474864
sector						
Privado		42.7252	5.519394	7.74	0.000	31.90739 53.54302
leadpd		-3.956575	2.341175	-1.69	0.091	-8.545193 .6320435
sector#c.leadpd						
Privado		-2.877632	4.463366	-0.64	0.519	-11.62567 5.870404
sc035q03ta		12.54679	4.993103	2.51	0.012	2.760489 22.33309
sc035q03tb		-7.435178	7.777759	-0.96	0.339	-22.6793 7.808949
sc018q07na01		7.217726	3.222154	2.24	0.025	.9024199 13.53303
_cons		420.9379	15.26736	27.57	0.000	391.0144 450.8613

Random-effects Parameters	Estimate	Std. Err.	[95% Conf. Interval]
cntschid: Identity			
var(_cons)	904.1711	110.1748	712.0825 1148.077
var(Residual)	3471.575	70.23265	3336.615 3611.994

LR test vs. linear model: chibar2(01) = 572.40 Prob >= chibar2 = 0.0000

Residual intraclass correlation

Level	ICC	Std. Err.	[95% Conf. Interval]
cntschid	.2066324	.0204372	.1694281 .2495518