

**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**EL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE LOS  
ESTUDIANTES DESDE UN ANÁLISIS MULTINIVEL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO EN CIENCIAS ECONÓMICAS Y  
FINANCIERAS**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**LEONARDO ISAAC ARGOTI RUBIO**  
leonardo.argoti@epn.edu.ec

**DIEGO JULIÁN GARZÓN POVEA**  
diego.garzon01@epn.edu.ec

**DIRECTORA: Ing. YASMÍN SALAZAR MÉNDEZ, Ph.D.**  
yasmin.salazar@epn.edu.ec

QUITO, JULIO 2020

# Declaración

Nosotros, Leonardo Isaac Argoti Rubio y Diego Julián Garzón Povea, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de esta declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de la Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

---

Leonardo Argoti Rubio

---

Diego Garzón Povea

# Certificación

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Leonardo Isaac Argoti Rubio y Diego Julián Garzón Povea, bajo mi supervisión.

---

Yasmín Salazar Méndez, PhD

Directora

# Agradecimientos

A Dios, por la vida, la salvación y las fuerzas para caminar junto a Él por donde Él quiera que vaya.

A la primera y mejor maestra que he tenido, Katy. Gracias por su diligente enseñanza, la que me ha permitido llegar hasta aquí; por su incansable esfuerzo e invaluable ejemplo.

A mi hermana Nathalie, mi alma gemela. Gracias por tu paciencia, tu buen ejemplo y por tanta sabiduría, que día a día me ayuda a reencontrar el camino correcto. Eres la persona que más admiro en el mundo.

A mis amados hermanos, César y Gaby. Gracias por el apoyo incondicional, y por estar conmigo en cada etapa de la vida. Gracias a Anahy y Nicolás por alegrar mi corazón cada día, e inspirarme con su dulzura y amor; les amo con todas mis fuerzas.

A mi gran amigo, Diego. Gracias por tu amistad sincera, por estar siempre cuando lo necesito y alegrar mis días desde que te conocí. Te quiero mucho, amigo.

Y a mi querida tutora, Yasmín. Gracias por la guía, por las enseñanzas, por la confianza y la paciencia. Yasmín: usted es sin duda un gran ejemplo a seguir, le quiero mucho.

*Leonardo*

# Agradecimientos

A Dios por haberme guiado por el camino del bien, tanto en mi vida académica, como profesional. A Él le agradezco el haberme dado una familia donde reina el amor sobre todas las cosas.

A mis padres, Mónica y Julián, quienes desde pequeño supieron formarme con valores y principios que me sirvan para enfrentar los retos que se me presenten en el camino. Gracias por tenerme paciencia, por quererme tanto y por estar pendientes de que nada me falte. Ante todo, gracias por levantarme de mis caídas, dándome ánimos para nunca renunciar hasta alcanzar mi objetivo.

A Emma, mi pequeña hermana, de quien he aprendido lo divertido de vivir. Gracias por levantarme el ánimo cuando más lo he necesitado.

A Leonardo, mi compañero de tesis, una de las pocas personas en quien pude encontrar una amistad sana y verdadera. Amigo mío, te agradezco por tus consejos de vida, por tu paciencia y también por las recetas de cocina que me enseñabas mientras hacíamos la tesis. Si hay algo que he aprendido más de ti, es el ímpetu que pones a las cosas que verdaderamente te apasionan.

A mis maestros sofistas y apasionados por la enseñanza, en especial a la Dra. Yasmín Salazar, quien ha sido un pilar fundamental durante la realización del presente trabajo.

*Diego*

# Dedicatoria

A Katy y Nathalie.

*Leonardo*

# Dedicatoria

A Mónica, Julián y Emma, quienes son mi fuente de inspiración para cada día salir adelante. Sé que siempre podré contar con ustedes, en las buenas y en las malas, y así mismo no los defraudaré cuando deba corresponderlos. Los amo mucho y este trabajo es dedicado a ustedes.

*Diego*

# Índice general

Índice de figuras	X
Índice de tablas	XI
Resumen	XII
Abstract	XIII
Preámbulo	1
<b>1. Introducción</b>	<b>2</b>
1.1. Planteamiento del problema . . . . .	2
1.2. Justificación . . . . .	3
1.3. Objetivo general . . . . .	5
1.4. Objetivos específicos . . . . .	5
<b>2. Marco Teórico</b>	<b>6</b>
2.1. Teoría económica . . . . .	6

2.1.1. El capital humano y el valor económico de la educación . . . . .	6
2.1.2. Función de Producción de la Educación . . . . .	7
2.2. Factores que afectan al rendimiento educativo . . . . .	10
<b>3. Datos y Metodología</b>	<b>15</b>
3.1. Datos . . . . .	15
3.2. Metodología . . . . .	17
3.3. Variables . . . . .	21
3.3.1. Variable dependiente - Nota . . . . .	21
3.3.2. Variables independientes . . . . .	22
Nivel 1: Estudiantes . . . . .	22
Nivel 2: Escuelas . . . . .	28
<b>4. Resultados</b>	<b>32</b>
<b>5. Conclusiones</b>	<b>44</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>55</b>
<b>Anexos</b>	<b>56</b>
1. Niveles de conocimiento en ciencias, según PISA 2015 . . . . .	56

# Índice de figuras

3.1. Rendimiento en ciencias por país . . . . .	22
3.2. Respuestas de la variable Motivación . . . . .	23
3.3. Educación máxima de padre y madre . . . . .	26
3.4. Composición de educación pública y privada por regiones . . . . .	28
4.1. Gráfico de dispersión entre NOTA e IOC, por región . . . . .	34
4.2. Porcentaje de alumnos resilientes sobre el total de alumnos desfavorecidos .	34
4.3. Interceptos aleatorios por región . . . . .	36
4.4. Diferencia en notas por género y región . . . . .	37
4.5. Diferencia de puntuación de ciencias entre las categorías sociales baja y alta	39

# Índice de tablas

3.1. Estadística descriptiva de la variable Nota . . . . .	21
3.2. Composición de la variable Autoeficacia en ciencias . . . . .	24
3.3. Parámetros de los ítems para construir la variable HOMEPOS . . . . .	25
3.4. Estadística descriptiva de las variables de primer nivel . . . . .	26
3.5. Matriz de correlación entre HOMEPOS e IOC . . . . .	27
3.6. Descripción de las variables del primer nivel . . . . .	27
3.7. Ítems y parámetros para la construcción del índice EDUSHORT . . . . .	29
3.8. Estadística descriptiva de las variables de segundo nivel . . . . .	30
3.9. Estadística descriptiva de las variables de segundo nivel . . . . .	30
3.10. Descripción de las variables del segundo nivel . . . . .	31
4.1. Resultados de la estimación del modelo nulo . . . . .	32
4.2. Ranking de escuelas con mejores y peores resultados en PISA . . . . .	33
4.3. Estimación del modelo completo ( <i>modelo 2</i> ) . . . . .	35
4.4. Diferencia en la nota de estudiantes en escuelas públicas y privadas . . . . .	41

# Resumen

Las diferencias de rendimiento académico entre sistemas educativos están determinadas no solamente por las características de los estudiantes, sino también por el entorno familiar y escolar en que se desempeñan. Por lo tanto, este estudio se enfoca en identificar los factores individuales y escolares que afectan al rendimiento académico en ciencias de los estudiantes, controlado por los factores escolares; y comparar dichos resultados entre sistemas educativos de diferentes regiones. Para determinar el efecto de dichos factores sobre el rendimiento, se emplea un modelo multinivel utilizando una estructura de datos jerárquica obtenidos de la evaluación PISA 2015, la cual contiene la información de 519344 estudiantes entre 15 y 16 años, y 17911 escuelas, de países de la OCDE y economías asociadas. Los resultados del modelo multinivel muestran, en general, que los factores individuales, como la riqueza familiar y educación de los padres juegan un rol importante en el rendimiento académico de los estudiantes. Por otro lado, la mayor parte de variación en el rendimiento académico es explicada por los factores escolares, como el tipo de institución (pública o privada) y la dotación de recursos de la escuela.

**Palabras clave:** Modelo multinivel; Rendimiento académico; PISA

# Abstract

The differences of academic achievement between educational systems are determined not only by the characteristics of students, but also by the family and school environment. Therefore, this study focuses on identifying individual and school factors that affect science academic achievement of students, controlled by school factors; and compare these results between educational systems from different regions. To determine the effect of these factors over achievement, a multilevel model is used using a hierarchical-structure data from PISA 2015, which contains information from 519344 students between 15 and 16 years old, and 17911 schools from OECD countries and associated economies. The results of the multilevel model suggest that individual factors, like family wealth and parents' education play an important role over student's academic achievement. On the other hand, most of the variation in academic achievement is attributed to school factors, such as the type of institution (public or private) and school's resources endowment.

**Keywords:** Multilvel model; Student achievement; PISA

# Preámbulo

Actualmente, la educación continúa transformando la vida de las personas, aumentando su bienestar, y generando cambios que van al ritmo del crecimiento económico y sus limitantes. La importancia de la educación es aún más significativa en regiones marcadas por la desigualdad, pobreza y retraso en el acceso al sistema educativo debido a la falta de justicia, ausencia de derechos fundamentales, entre otros factores (ACNUR, 2017). Cada sistema educativo tiene rendimientos distintos en función de las necesidades y características de sus agentes sociales, y del contexto regional, nacional o distrital en el que se desarrolla. Es por esto, que con el paso del tiempo, la economía de la educación ha buscado dar respuesta a diversas cuestiones, que permitan proponer mejoras en el sistema de aprendizaje, como: ¿Qué elementos influyen en el proceso de aprendizaje de un estudiante? ¿Cómo cuantificar los réditos de la educación en la sociedad? ¿Qué medidas de política económica y/o educativa se podrían implementar para que la educación de calidad sea un derecho inalienable?

La ciencia debe ofrecer métodos, así como permitir el diagnóstico del objeto que es necesario atender y transformar para mejorar el sistema educativo. En ese sentido, la evaluación del desempeño por resultados se ha convertido en una herramienta utilizada por varias instituciones internacionales para cuantificar el rendimiento de los estudiantes de distintos sistemas educativos alrededor del mundo. Este recurso de evaluación comparativa permite identificar las fortalezas y debilidades de cada sistema, dependiendo del contexto en el que se desarrollan. No obstante, además del desempeño individual, es importante considerar la influencia de agentes que, directa o indirectamente, están involucrados con la educación del estudiante, estos son: padres, maestros, escuela, Estado, entre otros (Bellat

y Suchaut, 2005). Por otro lado, el análisis del efecto que ejercen estos factores también son objeto de intervención, con el fin de generar estrategias de gestión educativa y política pública.

Luego, la búsqueda de un tratamiento estadístico apropiado para una estructura jerárquica de datos justifica el uso de modelos multinivel, que incorporan la información de los diferentes actores sociales en distintos niveles.

Por lo mencionado, el propósito del presente trabajo es identificar los factores individuales y escolares que afectan al rendimiento académico en ciencias de los estudiantes de países de la OCDE y economías asociadas. Para esto, se utilizará un modelo a dos niveles para el tratamiento jerárquico de los datos obtenidos de la evaluación PISA 2015.

Este trabajo se compone de cinco capítulos. El Capítulo 1 aborda la problemática del estudio así como su justificación teórica y práctica. Finalmente, se plantean los objetivos de la investigación.

En el Capítulo 2, se presenta una revisión de la literatura relacionada con la teoría económica de la educación, así como los hallazgos previos reportados por la literatura relacionada con los factores que inciden en el desempeño educativo.

En el Capítulo 3, se muestra la información sobre los datos y la metodología usados para la realización de este trabajo. Asimismo, se presentan las variables utilizadas para la construcción del modelo econométrico divididas en dos niveles, estudiantes y escuelas.

En el Capítulo 4, se muestra los resultados de las estimaciones del modelo multinivel así como las interpretaciones y comparaciones pertinentes con la literatura económica.

Finalmente, el Capítulo 5 contiene las principales conclusiones obtenidas a partir de la investigación.

# Capítulo 1

## Introducción

### 1.1. Planteamiento del problema

En el informe del Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA) del año 2015 se muestra que, en la mayoría de los países participantes, el rendimiento en ciencias de los estudiantes encuestados se ha mantenido casi inalterado desde el año 2006. Asimismo, se observa en los resultados del componente de lectura que, cerca del 20% de estudiantes de los países de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) no obtiene, en promedio, las competencias lectoras básicas (OCDE, 2016).

Por otra parte, el Banco Mundial (2015) menciona que, para el año 2015, el 86% de la población mundial sabía leer y escribir; esto como resultado del acceso a la educación otorgada a un mayor número de niños. No obstante, este progreso ha sido desigual, ya que, según estudios de la OCDE (2016), “los estudiantes más desfavorecidos socio económicamente tienen casi el tripe de probabilidades de no alcanzar el nivel de competencias básicas” (p.4).

En los últimos años, los economistas han destacado la importancia de la educación vista a nivel individual y agregado (Martínez et al., 2017). A nivel agregado, Hanushek y Woessmann (2010) consideran tres mecanismos por los que la educación promueve el crecimiento económico de una nación. En primer lugar, porque incrementa el capital

humano y esto, a su vez, aumenta la productividad del trabajador. Luego, porque la educación conlleva a la innovación del sistema económico, con base en la creación y el desarrollo de nuevos productos (Romer, 1990); y finalmente, porque la educación es un medio que facilita la transmisión de conocimiento sobre la implementación de nuevas tecnologías, lo que incentiva el crecimiento económico de un país (Nelson y Phelps, 1966).

En general, un país con elevado crecimiento económico contará con sistemas educativos de alto rendimiento (OCDE, 2016) y, en consecuencia, la participación de los individuos en un sistema educativo de alta calidad, que, en el largo plazo, puedan obtener una cualificación con la cual puedan percibir un mejor salario promedio y mejorar su bienestar individual (Becker, 1983). A partir de este análisis, se puede intuir la importancia de los factores de los actores sociales que intervienen directa e indirectamente en el proceso educativo, y que influyen sobre la educación del individuo (Coleman et al., 1966, Sun et al., 2012 y Summers y Wolfe, 1977).

En este trabajo, se analizarán los factores individuales y escolares que afectan al rendimiento académico de los estudiantes. Este estudio considerará las características de los estudiantes y su entorno familiar, como el sexo, motivación, riqueza familiar, ocupación de los padres, así como características de la escuela (pública o privada), la proporción de profesores con maestría, el índice de carencia de recursos educativos y el tamaño de la escuela. Para esto, se utilizarán los datos de 519344 estudiantes y 17911 escuelas de los 72 países de la OCDE y economías asociadas, que participaron en la evaluación PISA del año 2015. Dicho análisis se realizará a partir de un modelo multinivel: un primer nivel de características del estudiante y su entorno familiar; y un segundo nivel de características de las escuelas; de tal forma que sea posible diferenciar el efecto de dichas características sobre el rendimiento académico.

## 1.2. Justificación

Los cambios tecnológicos y la competencia mundial exigen que los trabajadores adquieran nuevas habilidades y aprendan nuevas destrezas. Asimismo, la competitividad de los trabajadores, así como su bienestar y el desarrollo económico del país “se ven obsta-

culizados por el desempeño deficiente de los sistemas de educación en la mayoría de los países en desarrollo” (Patrinos, 2016, p.3).

En ese sentido, la inversión en educación constituye un pilar fundamental para el desarrollo personal, en tanto que permite a los individuos el acceso al mercado laboral con un mejor salario; mejorando de esta forma su nivel de bienestar (Becker, 1983; Schultz, 1961). Por otro lado, la inversión en educación contribuye al crecimiento económico de las naciones debido a que individuos mejor cualificados son más productivos. Sin embargo, para que esto se lleve a cabo es necesario revisar y replantear la relación entre la educación y el sector productivo (Rajimon, 2010).

Por tal razón, el enfoque de la economía de la educación está en la formación de capital humano de alta calidad. Por un lado, Schultz (1961), consideraba que la inversión en la educación del individuo, aumenta el campo de posibilidades para mejorar su bienestar. Es decir, que la educación depende del ingreso del individuo. Por otro lado, Becker (1983), uno de los pioneros en la investigación sobre capital humano, considera que la formación de la persona dependerá tanto de profesores como padres, así como del tiempo y recursos que estos inviertan para la instrucción de sus educandos (Cardona et al., 2007).

El trabajo propuesto sigue la línea de estudios que analizan el carácter multinivel de los factores que inciden sobre el rendimiento escolar y consideran que las características del alumno (sexo y motivación) y su entorno familiar (nivel socioeconómico y recursos del hogar), así como los recursos de la escuela (tamaño de la escuela, recursos educativos, clima escolar), tienen un fuerte poder explicativo sobre el rendimiento académico de los estudiantes (Moreno, 2016; Sun et al., 2012; DelPrato, 1999; Herrera et al., 2005; Luque, 2003; Hanushek, 2004, 2007; Woessmann, 2003; Berdard y Dhuey, 2006; Battistich y Solomon, 2004; McCombs, 2008; Weissberg y Walberg, 2004; Osterman, 2000).

Por tales motivos, los hallazgos de este trabajo pondrán en evidencia, no solo los aspectos relacionados con las diferencias en el conocimiento y las competencias de los estudiantes (OCDE, 2016), sino que dichas habilidades permitirán comparar las regiones cuyos sistemas educativos presentan alto o bajo rendimiento académico.

### **1.3. Objetivo general**

Determinar los factores a nivel individual y escolar que afectan al rendimiento académico en ciencias de los estudiantes de la evaluación PISA 2015, utilizando modelización multinivel.

### **1.4. Objetivos específicos**

- Identificar los factores individuales que afectan al rendimiento en ciencias del estudiante.
- Identificar e interpretar el efecto de los factores escolares que afectan al rendimiento en ciencias del estudiante.
- Identificar las diferencias de los factores individuales y escolares entre los sistemas educativos de la muestra utilizada.

# Capítulo 2

## Marco Teórico

### 2.1. Teoría económica

#### 2.1.1. El capital humano y el valor económico de la educación

Los estudios sobre capital humano tienen sus raíces en la teoría económica neoclásica. Entre sus principales pioneros destacan Schultz (1961) y Becker (1964), siendo el último, uno de los autores que mayor aporte ha realizado a la teoría económica de la educación.

La teoría sobre el “Capital Humano” tuvo su inicio gracias a los aportes de Schultz, quien en la *American Economic Association*<sup>1</sup>, en 1960, utilizó por primera vez este término como sinónimo de educación y formación. Schultz, refiriéndose a los beneficios de la educación, consideraba que “la inversión que el individuo hace en sí mismo, aumenta su campo de posibilidades. Es un camino por el cual los hombres pueden aumentar su bienestar.” (en Cardona et al., 2007, p. 9). Así, para Schultz, las personas gastan en su formación, buscando no solamente beneficios presentes sino también futuros (Leyva et al., 2002).

Por otro lado, algunos aportes de Becker (1964), consideran a la educación como un gasto y un costo de oportunidad en los cuales incurren los individuos con el fin de obtener

---

<sup>1</sup>La Asociación Económica Americana (AEA) es una asociación académica sin fines de lucro, no partidista, establecida en 1885, y dedicada a la discusión y publicación de investigaciones económicas.

un salario más elevado en el futuro. Asimismo, este autor consideró al sistema educativo como el principal productor de capital humano, tomando en cuenta que, en el caso de los estudiantes menores de edad, el capital humano depende del tiempo y recursos que sus profesores y padres dediquen a la formación de los educandos (Cardona et al., 2007).

La importancia del capital humano ha sido también considerada por líderes mundiales dentro de los objetivos de desarrollo sostenible, buscando en primer lugar, *“una educación inclusiva y de calidad, y promover oportunidades de aprendizaje permanentes para todos”* incluyendo *“eliminar las disparidades de género en la educación”* (Meta 4.5), y que *“todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible”* (Meta 4.7) (Naciones Unidas, 2019).

Para McConnell y Brue (1996) varios son los efectos que tiene la educación respecto al desarrollo socioeconómico y la formación de futuros profesionales. De esta forma, los autores entrelazan a la educación junto a la definición más básica de la economía, es decir, el manejo y organización de los recursos escasos, y de ahí nace la importancia de profundizar el análisis entre ambas ramas de conocimiento.

Por otro lado, para Strumilin (1924) y Meier (1999), una buena política educativa tendrá potenciales efectos económicos frente a los objetivos de pleno empleo y de crecimiento sostenido de la productividad. El enfoque de los autores, hace énfasis en que la educación no solamente es una cuestión del abordaje de la política social, sino que esencialmente está relacionado con la política económica, ya que permite la fácil introducción y adopción de nuevas tecnologías, generando crecimiento económico.

### **2.1.2. Función de Producción de la Educación**

Los constantes cambios tecnológicos, políticos y sociales a los cuales están sujetas las naciones, han generado la necesidad de mejorar, de manera continua, sus sistemas educativos; por tal motivo, resulta primordial la preparación de recursos humanos de alta calidad (Cervini, 1994).

El reporte Coleman<sup>2</sup> concluye que el conjunto de características del estudiante, las de su familia y su escuela tienen mayor impacto sobre su rendimiento académico que únicamente las características individuales del alumno. Posteriormente, estudios teóricos introdujeron la estructura de ‘producción’ al considerar los resultados del proceso de aprendizaje de los estudiantes (Babalola, 2003).

Así, es posible establecer un símil entre las funciones de producción económicas, que permiten realizar un análisis entre insumos económicos y resultados productivos, y las funciones de producción de la educación (Rajimon, 2010).

De esta manera, la Función de Producción de la Educación (FPE) es un modelo conceptual similar a un modelo de producción clásico, y que toma como entradas una gran variedad de insumos a partir de un grupo de estudiantes por clase y un grupo de docentes por escuela, y tiene como salida principal la calidad de formación del capital humano. Con todo, no existe una función conocida, por lo que es necesario realizar inferencias a partir de estimaciones econométricas basadas en exámenes estandarizados realizados sobre cada estudiante. Por tanto, los modelos de FPE se realizan con base en datos de corte transversal y, en general, no consideran la capacidad de aprendizaje inicial, lo que lleva a interpretaciones que podrían diferir de la realidad. Asimismo, no existen registros progresivos sobre el desempeño de las actividades escolares, sino que se utilizan datos recolectados en el período de aplicación de las evaluaciones a los estudiantes, lo que podría afectar los resultados finales ya que podrían presentar márgenes de error; y finalmente, existen algunos factores que no son medibles y no podrían ser incluidos como por ejemplo, las habilidades innatas del estudiante (Rajimon, 2010).

Sentado esto, el diseño de una FPE según Carnoy (2006) debe considerar como componentes básicos, la variable dependiente de la función de producción, así como las características del estudiante, su familia y entorno escolar.

Así, el autor clasifica las entradas (variables independientes) de la FPE, en tres grupos, como se describe a continuación (Carnoy, 2006):

---

<sup>2</sup>El reporte Coleman es la más famosa evaluación del sistema escolar estadounidense, presentado el 2 de julio de 1966. Su motivación nace a partir de la sección 402 de la Ley de Derechos Civiles de 1964 en la que el Congreso de los Estados Unidos fijó dos años de plazo para que el Comisionado de Educación presente un informe sobre la falta de oportunidades educativas “por razón de raza, color, religión u origen nacional en las instituciones públicas de todos los niveles de los Estados Unidos”. El Educational Testing Service (ETS) aplicó pruebas a 570 000 alumnos, 60 000 profesores y 4 000 escuelas (Carabaña, 2016).

- *La escuela:* considera las dimensiones de la infraestructura escolar, la cantidad de recursos didácticos y tecnológicos disponibles para los estudiantes, la cantidad de alumnos por aula y el liderazgo y autoridad de los directivos.
- *La clase:* considera la cantidad y calidad de los docentes, cantidad de tiempo real de enseñanza y el material escolar disponible.
- *La familia:* considera las características del estudiante y su familia, el nivel socioeconómico familiar, y el nivel cultural en el hogar.
- *El alumno:* considera los conocimientos previos que posee, edad, género y etnia.
- *Contexto sociocultural:* incluye el entorno de la escuela.

Sobre estos factores, es necesario realizar algunas especificaciones importantes. Primero, la cantidad de entradas que serán utilizadas para formar la FPE dependerá de cada escuela. Asimismo, para el análisis económico, es de gran importancia considerar la cantidad y calidad de saberes previos de los estudiantes, debido a que existe mayor probabilidad de éxito para aquellos estudiantes cuyos conocimientos previos han sido asimilados de manera más sólida que aquellos que presentan carencia de los mismos. Por otro lado, habrá de considerarse que, en la mayoría de escuelas públicas, existe menos flexibilidad de selección a la hora de elegir quién entra, debido a la obligación estatal sobre la educación de los aspirantes (Rajimon, 2010).

Según Carnoy (2006), la selección de la variable dependiente deberá realizarse solamente después de considerar el objetivo de producción de la unidad educativa, y para esto, se deberá considerar la existencia de múltiples elementos y recursos de calidad variada que intervienen en el proceso de producción educativa, y que no siempre dependerán de las decisiones de los directivos. Debido a esto, la identificación de un objetivo de producción de la educación puede presentar ciertas complejidades. Dicha complejidad no se presenta para las empresas ya que estas deben establecer un objetivo de producción seleccionando entradas necesarias de capital humano, físico y financiero. Así, para facilitar la selección adecuada de un objetivo que permita establecer una variable dependiente para la FPE, el autor recomienda planificar diferentes FPE siguiendo, en primer lugar, la clasificación

de los datos que mejor ayudan a identificar el objetivo de producción y acto seguido, examinar cuáles son los datos disponibles que representan dicho objetivo.

La formulación de la FPE produce efectos indirectos en distintos niveles. Por un lado, presenta efectos indirectos sobre el desarrollo de una nación; y por otro, la FPE tiene un papel fundamental en el mercado laboral en el sentido de que los departamentos de Recursos Humanos tomarán decisiones con base en los análisis del perfil de cada aplicante. De esta manera, las unidades educativas podrán formular sus objetivos con base en las demandas del mercado laboral (Rajimon, 2010).

## 2.2. Factores que afectan al rendimiento educativo

El estudio del rendimiento educativo incluye una serie de trabajos cuyo punto de partida se centra en determinar cuáles son los componentes que explican los efectos de los factores asociados al alumno; así como del entorno en el que se desenvuelve (Moreno, 2016).

Algunos de los elementos que la mayoría de estudios considera para analizar el rendimiento de un estudiante son las variables de tipo familiar. Deller y Rudnicki (1993), Moreno (2016) y Delprato (1999) concuerdan en que la educación de los padres tiene un impacto significativo en el rendimiento del alumno. Delprato, por su parte, considera que, en promedio, la educación de la madre tiene mayor efecto que la del padre.

El ingreso familiar también es una variable que Deller y Rudnicki (1993), Berger y Toma (1994) y Moreno (2016) consideran que tiene un impacto positivo sobre el rendimiento educativo. Sin embargo, se podrían tomar en cuenta otros escenarios en los que el ingreso tiene un efecto negativo sobre el rendimiento académico cuando este interactúa con otras variables como la etnia (Summers y Wolfe, 1977).

Berger y Toma (1994) consideran que el tamaño de la familia no tiene efecto alguno sobre el rendimiento del estudiante. Asimismo, encuentran que la variable etnia (categoría base, individuos pertenecientes a grupos de estudiantes no blancos) tiene un impacto

negativo sobre el rendimiento educativo. Por su parte, Summers y Wolfe (1977) muestran que estudiantes afrodescendientes, así como de otras etnias, se beneficiarán más, cuando asisten a escuelas cuyo cuerpo estudiantil está conformado entre el 40 y 60 por ciento de estudiantes afrodescendientes.

En su estudio, Summers y Wolfe (1977), y Moreno (2016) incluyen también la variable sexo, obteniendo resultados divergentes el uno del otro. Por un lado, Summers y Wolfe encuentran que los hombres tienen menor rendimiento respecto a las mujeres. Por otro, Moreno encuentra que las alumnas tienen una desventaja *ceteris paribus* respecto a los alumnos (Moreno, 2016). Esta contraposición de resultados podría estar explicada, quizás, por la muestra utilizada para llevar a cabo sus estudios; mientras los primeros utilizan información de escuelas y colegios en el distrito escolar de Filadelfia, Moreno analiza los factores que influyen el rendimiento educativo en 8 países latinoamericanos cuya información se encuentra en el informe PISA<sup>3</sup> del año 2009.

Summers y Wolfe (1977) consideran además, la variable motivación del estudiante<sup>4</sup>, concluyendo que, en promedio, esta variable tiene un impacto positivo sobre su rendimiento.

En definitiva, los estudios de Summers y Wolfe (1977), Del Prato (1999), Herrera et al. (2005), Moreno (2016), Berger y Toma (1994), y Deller y Rudnicki (1993), confirman que las características individuales de los estudiantes, así como las de sus familias, son factores que afectan, en cierta medida, al rendimiento educativo del alumno. No obstante, el análisis de factores que inciden sobre el rendimiento de un estudiante no depende únicamente de características individuales o familiares, sino también de agentes externos relacionados con el entorno escolar en que se desarrolla el alumno.

Parte del mecanismo mediante el cual se podría resolver el paradigma sobre *efectividad escolar*, es obteniendo evidencia empírica de que, las características de la escuela, así co-

---

<sup>3</sup>La evaluación PISA (Programme for International Student Assessment), elaborado por la OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos); llevada a cabo cada tres años en países miembros de la OCDE, así como en algunos no miembros; mide la habilidad de estudiantes de 15 años en comprensión lectora, matemática y conocimiento de ciencias, así como sus habilidades para afrontar desafíos de la vida real.

<sup>4</sup>Se considera el número de ausencias y el número de retrasos sin justificar para construir la variable motivación. Así, un estudiante con menor número de ausencias y retrasos injustificados estará más “motivado” que otro con más faltas. Summers y Wolfe (1972).

mo del aula, tienen relevancia significativa sobre el rendimiento académico del estudiante (Cervini et al., 2013). De esta forma, el encontrar variables a nivel escolar que efectivamente influyan en el rendimiento del alumno se ha convertido en el tema central que los directores de escuelas y hacedores de política educativa buscan resolver para mejorar la calidad educativa en las instituciones.

Luque (2003) y Hanushek (2004), mencionan que un mejor rendimiento académico dependerá de los recursos de la escuela y de las interacciones entre la calidad de profesores, los alumnos, los recursos escolares y del hogar. Respecto a los últimos, Hanushek (2004) argumenta que los niños más favorecidos por el uso de recursos educativos en su hogar, presentan un mayor desempeño a diferencia de aquellos con oportunidades limitadas.

Otra línea importante de trabajos relacionados al ambiente escolar, utilizan resultados de las pruebas PISA o TIMSS<sup>5</sup>, que demuestran algunos factores con un impacto positivo y significativo sobre el promedio que los alumnos obtuvieron en la prueba asignada. Como, por ejemplo: el tipo de institución (si el centro educativo es público o privado), las decisiones sobre sueldos, la influencia de los profesores dependiendo de su pedagogía, entre otros (Woessmann, 2003; Bedard y Dhuey, 2006; Hanushek, 2007). Asimismo, existe literatura complementaria, que indica que el desempeño de los estudiantes también dependerá de factores institucionales, la política educativa y el contexto político y social de cada nación. De hecho, el estudio de Vegas y Petrow (2007) para América Latina y el Caribe, abarca el análisis del aprendizaje estudiantil y aseguramiento de la calidad de la educación, en función del efecto de la política pública aplicada por los gobiernos de turno.

Otros autores como Battistich y Solomon (2004), y McCombs (2008) señalan que el éxito académico será óptimo con ayuda de un ambiente de estudio sano y seguro. Efectivamente, Weissberg y Walberg (2004), reconocen la importancia de contar con un buen ambiente escolar para mejorar el rendimiento de los alumnos, más aún en niveles de educación primarios. A esto, los autores complementan que, una relación de empatía entre profesores y alumnos, que promueva mayor seguridad y asistencia, son factores que motivan a los estudiantes para obtener mejores calificaciones (Birch y Ladd, 1998;

---

<sup>5</sup>El Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias, TIMSS, por sus siglas en inglés, es un estudio de la Asociación Internacional para la Evaluación del Rendimiento Educativo (IEA). Este es llevado a cabo cada 4 años con una muestra de estudiantes entre cuarto y octavo grado de 50 diferentes países alrededor del mundo.

Osterman, 2000; McCombs, 2003).

Otro de los principales aspectos del ambiente escolar por el que algunos académicos han demostrado interés en sus estudios es el tamaño del aula, así como el de la escuela. Por un lado, Krueger (1999), analiza el rendimiento escolar considerando diferentes grupos de estudiantes en aulas de distinto tamaño. Los resultados de su estudio muestran que, en promedio, una clase pequeña afecta positivamente al desempeño estudiantil y que las características del cuerpo docente tienen poca influencia sobre el rendimiento académico. En segundo lugar, Moreno (2016) muestra que, en promedio, el tamaño de la escuela tiene un efecto positivo sobre el rendimiento escolar de los estudiantes latinoamericanos de 15 años. Por otro lado, Summers y Wolfe (1977) muestran que el tamaño del aula de clase no influye en el rendimiento académico del estudiante, y que, en promedio, los alumnos que asisten a escuelas más pequeñas presentan mejores resultados que los que asisten a escuelas grandes. Estos resultados coinciden con los estudios de Coleman (1966), quien considera que el tamaño del aula influye de forma marginal sobre el rendimiento, y, Deller y Rudnicki (1993), quienes muestran que el tamaño de la escuela tiene efecto negativo sobre el rendimiento académico. Estos últimos, así como Berger y Toma (1994), muestran que, el gasto administrativo, en detrimento del gasto en profesorado, influye de manera negativa sobre el rendimiento académico.

Con respecto a las características del cuerpo docente, mientras Berger y Toma (1994) consideran que un profesor con Master tiene influencia negativa sobre el rendimiento del alumno, Summers y Wolfe (1977), Coleman (1966) y Hanushek (1970) consideran que la posesión de un título de cuarto nivel, así como el salario percibido, no influyen sobre el rendimiento educativo del estudiante. Particularmente, el estudio de Summers y Wolfe muestra una relación negativa entre la nota en el Examen Nacional de Maestros en los Estados Unidos y el rendimiento de los alumnos, sin embargo, aclaran que los resultados de este examen no deberían ser usados como única medida del potencial del cuerpo docente.

El debate respecto a la educación pública o privada, distingue dos posturas. Por un lado, existen autores como Friedman (1955), Chubb y Moe (1990), Berger y Toma (1994), Coleman (1982) y Moreno (2016), quienes señalan que, en promedio, el rendimiento académico de las escuelas privadas es superior que el de las escuelas públicas y

escuelas *charter*<sup>6</sup>. Chubb y Moe (1990) específicamente, sostienen que, la educación privada requiere de menos burocracia y de la incidencia política que existe en las instituciones públicas, haciendo referencia, por ejemplo, a la adopción unificada de determinados textos escolares. Para los autores, estos y otros elementos pueden ralentizar el proceso eficaz de educación. En contraposición a esto, Lubienski (2005) argumenta que, aparentemente, las escuelas públicas están dotadas de mayores recursos económicos. Según el autor, esto implicaría, que este tipo de instituciones educativas inviertan más en infraestructura, y en la contratación de profesores con alto grado de cualificación. Si esto se cumpliera, se esperarían resultados favorables en términos de rendimiento académico, por parte de las escuelas del sector público.

Finalmente, Summers y Wolfe (1977) analizan también los efectos de la composición del aula, observando que, estudiar con una mayoría de alumnos cuyo rendimiento es bajo disminuye, en promedio, el rendimiento de todos los estudiantes. Asimismo, que los estudiantes de bajo rendimiento son más influenciados por la composición del aula en que se encuentran.

---

<sup>6</sup>Escuelas con autonomía que reciben subvención estatal.

# Capítulo 3

## Datos y Metodología

En este capítulo se detallan la fuente de datos utilizados para el estudio, así como la metodología escogida para la estimación del modelo econométrico. Finalmente, se presenta un análisis descriptivo de las variables para cada nivel del modelo.

### 3.1. Datos

En 1997, la OCDE inició el proyecto PISA con el fin de ofrecer información relacionada con el rendimiento educativo de estudiantes, con edades entre 15 y 16 años, de países de la OCDE y economías asociadas. La motivación para PISA radicó en la necesidad de completar los indicadores educativos que viene publicando la OCDE desde 1992. A la fecha, PISA representa, sobre todo, un compromiso de los gobiernos para analizar la evolución de los resultados de los sistemas educativos a través de los logros de sus alumnos (OCDE, 2009). Aunque PISA no pueda identificar relaciones causales entre las políticas y prácticas educativas y sus resultados, sí puede mostrar en qué se parecen y diferencian los sistemas educativos, y lo que eso supone para los estudiantes (OCDE, 2016).

Así, PISA evalúa “en qué medida los estudiantes que están a punto de concluir su educación obligatoria, han adquirido los conocimientos y habilidades fundamentales para una participación suficiente en las sociedades modernas” (OCDE, 2016, p.3). En ese sentido, la

evaluación se centra en las materias escolares básicas de ciencia, lectura y matemáticas. Según la OCDE (2016), la evaluación no determina únicamente si los estudiantes pueden reproducir lo que han aprendido, sino que también examina cómo pueden extrapolar lo aprendido, y aplicar ese conocimiento en circunstancias desconocidas.

En el presente trabajo se utilizó la información del estudio PISA 2015, el cual se centró en el dominio de ciencias, dejando la lectura y matemáticas como áreas secundarias de evaluación (OCDE, 2016). En total, se consideraron los datos de 519344 estudiantes, de los aproximadamente 540000 que realizaron las pruebas en 2015, en una muestra de aproximadamente 29 millones de jóvenes entre 15 y 16 años de las escuelas de 72 países y economías participantes<sup>1</sup>. Por otro lado, se aplicaron encuestas a los directivos de las 17911 escuelas involucradas en el estudio.

La evaluación a estudiantes tuvo una duración de dos horas y contenía tópicos de ciencia, lectura y matemáticas, y cada estudiante realizaba combinaciones diferentes de las unidades. Los estudiantes también respondieron a un cuestionario de 35 minutos en el que se les solicitaba información sobre ellos mismos, sus hogares, su escuela, y sus experiencias de aprendizaje. La encuesta a los directivos se enfocaba en el sistema escolar y el entorno de aprendizaje.

La muestra de PISA está estratificada a dos etapas. En primer lugar, una muestra de escuelas es elegida aleatoriamente en cada país, y luego, en la segunda etapa, se elige una muestra aleatoria de estudiantes de cada escuela. Para este estudio, se construyó una base de datos con estructura jerárquica, utilizando los datos de las evaluaciones a estudiantes y de las encuestas a los directivos.

---

<sup>1</sup>Los países y economías participantes en el estudio PISA 2015 fueron, los países miembros de la OCDE además de, Singapur, China (Taipei, Macao, Hong Kong, Pekín-Shangái-Jiangsú-Guandong), Rusia, Lituania, Croacia, Argentina, Malta, Bulgaria, Emiratos Árabes Unidos, Uruguay, Rumania, Chipre, Moldavia, Albania, Trinidad y Tobago, Tailandia, Costa Rica, Catar, Colombia, Montenegro, Georgia, Jordania, Indonesia, Brasil, Perú, Líbano, Túnez, ARYM, Kosovo, Argelia y República Dominicana (OCDE, 2016).

## 3.2. Metodología

En este trabajo se analizarán los efectos de los factores individuales y agregados que afectan al rendimiento académico de los estudiantes. Para ello, se utilizará un modelo de regresión a dos niveles. En un primer nivel se consideran las características del estudiante y su entorno familiar; y un segundo nivel considera las características de las escuelas. Sin embargo, la incorporación de información a nivel micro y macro, se ha convertido en un reto para algunos estadísticos, quienes han buscado realizar un análisis de regresión apropiado para estudiar la relación entre escuelas, alumnos, y su rendimiento académico (Leeuw y Meijer, 2008).

Una primera estrategia para resolver este problema consiste en agregar variables de nivel individual al nivel grupal, o a su vez, desagregando variables de nivel superior a nivel individual. Estos enfoques son conocidos como *análisis contextual* (Blalock, 1984) o *regresión ecológica* (Gelman et al., 2008), respectivamente. No obstante, su aplicación resulta en estimadores sesgados.

Respecto a los estudios sobre eficacia escolar, cuyo auge empezó en la década de los setenta, algunos investigadores como: Coleman et al. (1960) y Jencks et al. (1972), sugirieron que, al considerar los datos a nivel agregado, se podrían generar dependencias sobre las observaciones individuales. Para esto, en primera instancia, se diseñó un análisis de los componentes de la varianza y covarianza (ANOVA). Con esto, se puso énfasis en regresiones que consideran dos niveles (estudiantes y escuelas). No obstante, realizar este análisis para cada escuela por separado, resultó poco apropiado debido a que las muestras entre escuelas eran pequeñas y provocaban que los coeficientes de la regresión sean inestables (Leeuw y Meijer, 2008).

Por otro lado, asumir que los coeficientes de regresión de las escuelas eran iguales es, en general, muy restrictivo. Por ejemplo, para determinar los factores que inciden en el rendimiento, en algunas escuelas, el factor socioeconómico puede ser un predictor más confiable que las notas de los exámenes; este supuesto sobre los coeficientes de regresión de las escuelas se traduce en parámetros de regresión sesgados y sin información relevante (Leeuw y Meijer, 2008).

De esta manera, surgió la necesidad de encontrar una metodología intermedia de análisis, que no resulte en un simple conjunto de parámetros de regresión y, al mismo tiempo, que no calcule los coeficientes de regresión de las escuelas por separado (Leeuw y Meijer, 2008).

A principios de la década de los 80, Burstein y otros autores pensaron en la idea de usar los coeficientes de la regresión de primer nivel (estudiantes) como variables dependientes en una segunda etapa de regresión con predictores a nivel escolar. Sin embargo, el supuesto de independencia de las observaciones utilizado en modelos de regresión estándar, arrojó coeficientes de regresión ineficientes y sesgados (Burstein, 1980; Burstein et al., 1978; Longford, 1993). A partir de esto, algunos autores intentaron estimar la segunda etapa de regresión usando técnicas de mínimos cuadrados ponderados. No obstante, estos intentos resultaron no satisfactorios ya que al momento en que fueron usados, los aspectos estadísticos de los modelos de dos etapas eran aún desconcertantes (Leeuw y Meijer, 2008).

Para mediados de la década de los 80, algunos estadísticos ya se encontraban estudiando este tipo de modelos, que empezaron a ser conocidos como *modelos lineales mixtos*, o en un contexto Bayesiano, como *modelos lineales jerárquicos*. Finalmente, la constatación de que esta clase de modelos podía integrarse dentro del contexto de los modelos lineales clásicos, dio lugar a lo que ahora se conoce como *análisis multinivel*. Por lo tanto, el análisis multinivel se refiere a la integración del análisis contextual y la teoría tradicional del modelo estadístico mixto (Leeuw y Meijer, 2008).

En estudios de economía de la educación y de sociología, los investigadores han tratado de incorporar de manera simultánea en sus modelos, la información a nivel individual y de los grupos a los cuales pertenecen. Esto, debido a que los estudiantes pertenecen a escuelas, las escuelas a posibles distritos, y los distritos a ciudades, países, etcétera; produciendo así, una estructura jerárquica de datos. Si bien existen predictores de las variables de cada nivel, el reto es combinar a estos predictores en un análisis estadístico de regresión, apropiado para el caso de estudio (Leeuw y Meijer, 2008).

Raudenbush y Bryk (1986) mencionan que, la discusión sobre política educativa se basa, en general, en la interpretación de los resultados adyacentes a las variables inde-

pendientes que son medidas en el nivel de agregación más alto (escuelas). Por lo tanto, la incorporación de una herramienta estadística óptima para el tratamiento de datos anidados, justifica la búsqueda de una metodología apropiada para el caso de estudio.

En principio, algunos autores usaron los modelos de regresión lineal de un solo nivel, para estudiar los efectos de las escuelas sobre el rendimiento académico de los estudiantes (Coleman et al., 1982; Page y Keith, 1981; Alexander y Pallas, 1983). Sin embargo, la investigación escolar de un solo nivel tuvo fuertes críticas (Cronbach, 1976; Boyd y Iverson, 1979; Burnstein, 1980; Mao, 1981), puesto que su aplicación conllevaba a falsas interpretaciones de resultados y conclusiones poco acertadas. Para subsanar la problemática anterior, se incorporaron estrategias de carácter multinivel, que fueron de la mano con las herramientas provistas por la teoría estadística (Raudenbush y Bryk, 1986). Por tal razón, en el presente trabajo se presenta un modelo estadístico general, a dos niveles, con el objetivo de predecir el rendimiento académico en ciencias, como una función de las características de los estudiantes y las escuelas. Un primer modelo nulo (no contiene las características de estudiantes ni escuelas) es especificado como sigue:

$$Nota_{ij} = \beta_{0j} + \epsilon_{ij} \quad (3.1)$$

La variable resultante *Nota*, para el individuo *i* contenido en la escuela *j*, es igual al rendimiento promedio en la escuela *j*, más un error estándar a nivel individual  $\epsilon_{ij}$ . Debido a que podría existir un efecto que es común para todos los estudiantes en la misma escuela, es necesario añadir un término de error a nivel escolar. Esto se lleva cabo especificando una ecuación diferente para el intercepto de la ecuación 3.1:

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j} \quad (3.2)$$

donde  $\gamma_{00}$  es el rendimiento promedio global y  $u_{0j}$  es el efecto aleatorio asociado a la *j*-ésima escuela. Combinando las ecuaciones 3.1 y 3.2, se tiene:

$$Nota_{ij} = \gamma_{00} + u_{0j} + \epsilon_{ij} \quad (3.3)$$

Notando la varianza de  $u_{0j}$  como  $\tau_{00}$  y la varianza de  $\epsilon_{ij}$  como  $\sigma^2$ , el porcentaje de variación observada en la variable dependiente  $Nota$ , atribuible a las características de la escuelas se encuentra dividiendo  $\tau_{00}$  para la varianza total:

$$\rho = \frac{\tau_{00}}{\tau_{00} + \sigma^2} \quad (3.4)$$

donde  $\rho$  es el *coeficiente de correlación intraclase*. El porcentaje de variación atribuible a las características de los estudiantes se calcula como  $1 - \rho$ .

Luego, incorporando las variables de primer nivel a la ecuación 3.1, se obtiene:

$$Nota_{ij} = \beta_{0j} + \sum_{k=1}^{15} \beta_{kj} X_{kij} + \epsilon_{ij} \quad (3.5)$$

donde la matriz  $X_{kij}$  contiene la información sobre las características del estudiante y su familia como, *género, motivación, índice de riqueza familiar y educación de los padres*, para cada individuo  $i$  de la escuela  $j$ . La ecuación 3.5 corresponde a la ecuación del primer nivel (estudiantes).

Si la varianza del nivel escolar,  $\tau_{00}$ , es grande, es recomendable incorporar variables del macro nivel (escuelas) en el modelo. En ese sentido, el tipo de institución, el índice de carencia de recursos educativos, la titularidad de los profesores y el tamaño de la escuela, podrían tener impacto sobre el rendimiento académico de los estudiantes en ciencias. Este impacto puede ser modelado agregando estas variables a la ecuación 3.2:

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \sum_{l=1}^4 \gamma_{0l} Z_{lj} + u_{0j} \quad (3.6)$$

donde  $Z_{1j}$ : tipo de institución (1 si pública, 0 caso contrario),  $Z_{2j}$ : proporción de

profesores con maestría,  $Z_{3j}$ : índice de carencia de recursos educativos, y  $Z_{4j}$ : tamaño de la escuela. De esta manera, la ecuación 3.6 corresponde a la ecuación del segundo nivel (escuelas).

### 3.3. Variables

#### 3.3.1. Variable dependiente - Nota

En función de las calificaciones obtenidas por cada estudiante, estos son clasificados en diferentes niveles de acuerdo a su conocimiento en ciencias (*véase Anexo 1*). Cada nivel de la variable muestra el conocimiento máximo del estudiante en un tópico de la materia. A fin de realizar el análisis de factores que afectan al rendimiento en ciencias, es necesario contar con una medida de las habilidades del estudiante respecto a la materia. Para esto, se consideró el promedio de los diez *valores plausibles*<sup>2</sup> en ciencias de los estudiantes encuestados.

Como se observa en la tabla 3.1, la nota promedio de los estudiantes es de 469.51 puntos, con una variabilidad de 98.84 puntos.

Tabla 3.1: Estadística descriptiva de la variable Nota

	Observaciones	Media	Desv. Est.	Mínimo	Máximo
<b>Nota</b>	519,334	469.51	98.84	101.47	835.62

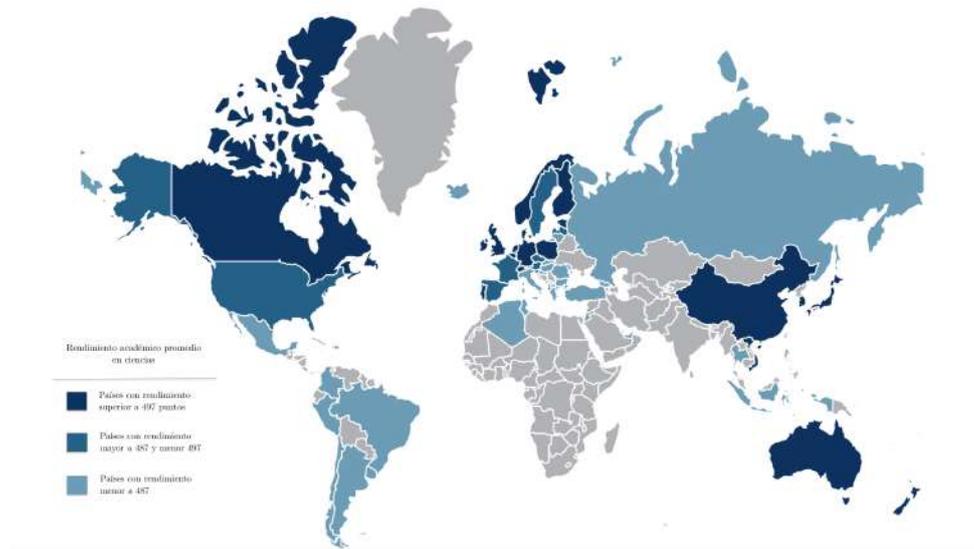
Fuente: PISA 2015. Elaboración: Los Autores

La figura 3.1 permite observar la variación en el promedio de rendimiento en ciencias en los 72 países y economías del estudio. A partir de la inspección gráfica, se observa que, de los 72 países y economías del estudio PISA 2015, los países nórdicos (excepto Suecia e Islandia), Portugal, Reino Unido, Singapur, China, Corea, Alemania, Holanda, Suiza, Bélgica, Polonia, Australia y Canadá presentan los mejores promedios de rendimiento en

<sup>2</sup>Los valores plausibles son el resultado de una estimación de máxima verosimilitud, obtenidos a partir de las respuestas al cuestionario personal del alumno, para obtener una distribución a posteriori que refleje la variabilidad de las posibles puntuaciones. Estos son comúnmente utilizados por la literatura para análisis económicos sobre educación (Moreno, 2016).

ciencias. España, Francia, Austria, República Checa, Suecia, Letonia y Estados Unidos tienen promedios de rendimiento entre 487 y 497 puntos; mientras el resto de países presentan un rendimiento promedio inferior a 487 puntos.

Figura 3.1: Rendimiento en ciencias por país



Fuente: PISA 2015. Elaboración: Los Autores

### 3.3.2. Variables independientes

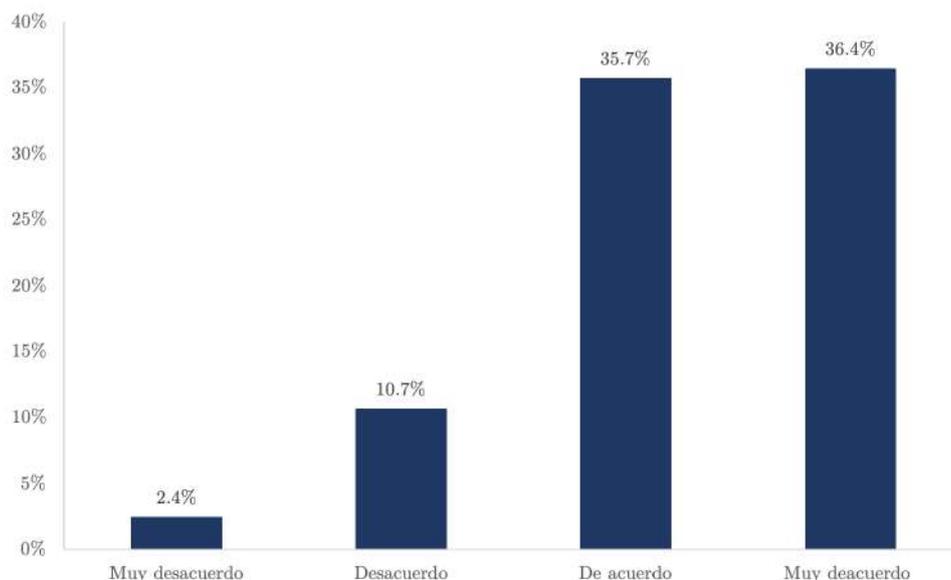
Debido a la existencia de una estructura jerárquica en los datos usados, se considerarán dos grupos de variables que se esperarían afecten significativamente al rendimiento académico en ciencias. Este grupo de variables corresponden tanto al nivel 1 (estudiantes), como al nivel 2 (escuelas). Si bien es cierto que la base permite añadir más niveles de análisis, para el presente trabajo solamente se consideran los dos niveles previamente descritos, tal como sugiere la literatura. Para aquellas variables que presentaban datos perdidos, se realizó una imputación utilizando el criterio de la media.

#### Nivel 1: Estudiantes

**Mujer:** Variable dicotómica que toma el valor de uno si el estudiante es mujer, y cero en caso contrario. Esta variable está compuesta por 50.11 % de estudiantes mujeres y 49.89 % de estudiantes varones.

**Motivación:** Esta variable ha sido construída considerando la respuesta a la pregunta *¿Quiero las mejores notas en todas o casi todas las materias?* (véase figura 3.3). El análisis de esta variable muestra que, aproximadamente el 73.9% de los estudiantes encuestados se sienten motivados a obtener buenas calificaciones en sus asignaturas.

Figura 3.2: Respuestas de la variable Motivación



Fuente: PISA 2015. Elaboración: Los Autores

**Autoeficacia de estudio en ciencias:** Esta es una pregunta que fue usada en primera instancia, en la evaluación PISA 2006, que también medía , principalmente, el rendimiento en ciencias. Los estudiantes respondieron a preguntas respecto a cómo sería su desempeño en varias actividades relacionadas a ciencias. La evaluación usó una escala de respuesta de cuatro categorías *“Podría hacer esto fácilmente”*, *“Podría hacer esto con un poco de esfuerzo”*, *“Lucharía por hacer esto por mi cuenta”* y *“No podría hacer esto”*. Como resultado, las respuestas tuvieron que ser codificadas inversamente para que los estimadores más altos y las opciones de mayor dificultad correspondieran a niveles más altos de autoeficacia en ciencias. La tabla 3.2 muestra las opciones y los porcentajes de respuesta para cada pregunta con los cuales se contruyó la variable.

Respecto a las características socioeconómicas del hogar se consideraron dos variables. A pesar de que PISA no incluye información respecto a los ingresos familiares o riqueza del hogar, para el estudio se considera una variable proxy de la riqueza familiar. Así, las *posesiones del hogar* como variable que mide la riqueza familiar, y el *índice socioeconómico*,

que mide el nivel socioeconómico de los padres a partir de la observación de su índice ocupacional más alto.

Tabla 3.2: Composición de la variable Autoeficacia en ciencias

Pregunta	¿Qué tan fácil crees que sería para ti realizar las siguientes tareas por tu cuenta?	Podría hacer esto fácilmente	Podría hacer esto con un poco de esfuerzo	Lucharía por hacer esto por mi cuenta	Podría hacer esto con un poco de esfuerzo
1	Reconocer la pregunta que subyace a la ciencia un informe periódico en un problema de salud.	20.76%	44.21%	19.24%	7.38%
2	Explicar por qué los terremotos ocurren con mayor frecuencia en algunas áreas que en otras.	28.41%	39.59%	17.23%	5.97%
3	Describir el papel de los antibióticos en el tratamiento de la enfermedad.	19.66%	37.22%	24.12%	9.83%
4	Identificar la pregunta científica asociada con la eliminación de basura.	17.20%	39.21%	24.61%	9.73%
5	Predecir cómo los cambios en un entorno afectarán la supervivencia de ciertas especies.	22.31%	39.05%	21.00%	8.21%
6	Interpretar la información científica proporcionada en el etiquetado de los alimentos.	19.13%	39.07%	23.50%	8.87%
7	Discutir cómo la nueva evidencia puede llevarlo a cambiar su comprensión sobre la posibilidad de vida en Marte.	15.94%	34.25%	26.05%	14.35%
8	Identificar el mejor de dos explicaciones para la formación de la lluvia ácida.	18.05%	34.62%	24.48%	13.48%

Fuente: OCDE(2017). Elaboración: Los Autores

**Posesiones del Hogar (HOMEPOS):** Esta variable es un índice que agrega todas las pertenencias de la familia del estudiante. Para la construcción de este índice, PISA considera los parámetros de las variables *Riqueza familiar* (WEALTH), *Posesiones culturales en casa* (CULTPOSS), *Recursos educativos en casa* (HEDRES), *Recursos TIC's* (ICTRES), así como la respuesta a la pregunta *¿Cuántos libros hay en tu casa?*, del cuestionario para estudiantes. La tabla 3.3 muestra los ítems considerados para la construcción de la variable HOMEPOS, y la correspondencia para cada variable a partir de la cual se construye el índice. Nótese que para la variable WEALTH, existen tres parámetros que representan indicadores de riqueza con base en el contexto de cada país.

Por otro lado, para analizar el efecto que tiene la desigualdad sobre el rendimiento educativo, se dividió a la variable HOMEPOS en categorías sociales. Específicamente, en este estudio se utilizó la información de las familias de condición social alta y baja, y como categoría base, la de las familias de condición social media.

Tabla 3.3: Parámetros de los ítems para construir la variable HOMEPOS

Descripción	Ítem usado para la construcción del índice				
	HOMEPOS	WEALTH	CULTPOSS	HEDRES	ICTRES
Un escritorio para estudiar	X			X	
Un dormitorio propio	X	X			
Un espacio tranquilo para estudiar	X			X	
Una computadora para trabajos escolares	X			X	
Software educacional	X			X	X
Conexión a internet	X	X			X
Literatura clásica (Ej. Shakespeare)	X		X		
Libros de poesía	X		X		
Obras de arte (Ej. Pinturas)	X		X		
Libros de apoyo para trabajos escolares	X			X	
Libros de referencia técnica	X			X	
Un diccionario	X			X	
Libros de arte, música o diseño	X		X		
<Ítem de riqueza específico para el país - 1>	X	X			
<Ítem de riqueza específico para el país - 2>	X	X			
<Ítem de riqueza específico para el país - 3>	X	X			
Televisiones	X	X			
Automóviles	X	X			
Habitaciones con bañera o ducha	X	X			
Celulares con acceso a internet	X	X			X
Computadoras (de escritorio, laptops, notebooks)	X	X			X
Tabletas inteligentes (Ej. iPad, PlayBook)	X	X			X
Lector de libros electrónico (Ej. Kindle, Kobo)	X	X			X
Instrumentos musicales	X		X		
¿Cuántos libros hay en tu casa?	X				

Fuente: OCDE(2017). Elaboración: Los Autores

**Índice Ocupacional (IOC):** El IOC representa el estatus ocupacional más alto entre ambos padres. Los datos respecto a la ocupación del padre y la madre del estudiante, se obtuvieron a partir de preguntas abiertas en el cuestionario de estudiantes. Luego, estas respuestas fueron codificadas de acuerdo a la Clasificación Internacional Estándar de Ocupaciones (ISCO) y luego transformadas en términos del índice socio económico internacional (ISEI) (OCDE, 2017). De esta manera, un índice socioeconómico alto indica un alto nivel de ocupación. Esta variable es utilizada por la literatura, y sugerida por PISA como la medida del estatus socioeconómico familiar del estudiante (Buchmann, 2002; Wong, 1998; OCDE, 2017).

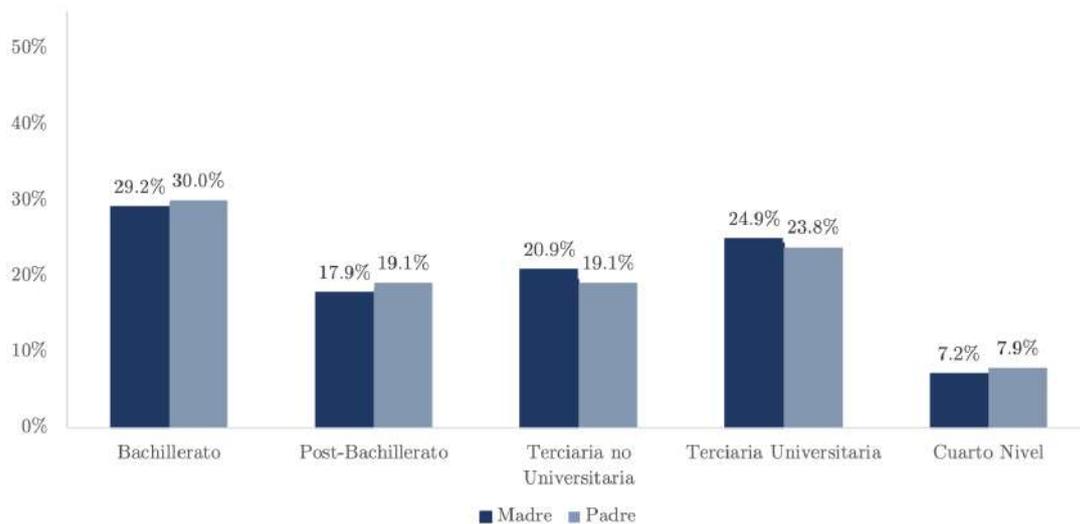
Respecto a la educación de los padres, la educación de la madre es, sin duda, es uno de los factores principales que inciden en el rendimiento de un estudiante y, por lo tanto, su inclusión es relevante para el presente análisis (Deller y Rudnicki, 1993; Moreno, 2016, Delprato, 1999)<sup>3</sup>.

<sup>3</sup>Delprato (1999), específicamente, considera que la educación de la madre tiene mayor influencia que la del padre (véase capítulo 2).

**Educación madre versus padre:** A partir de los datos de la encuesta PISA 2015, la construcción de esta variable se ha realizado de tal manera que sea posible identificar si es el padre o la madre quien tiene mayor instrucción educativa en el hogar. El 82.64 % de las familias reflejan a padres con mayor instrucción que las madres. A pesar de este hallazgo, se esperaría que el efecto de la educación materna sea superior a la del padre.

**EDUCM<sub>i</sub> — EDUCP<sub>i</sub>:** La instrucción de padre y madre se estudió también a nivel desagregado. Para ello, se consideraron los 5 niveles más altos de estudio que se identifican en la encuesta. Estos son: *i*: {1= Cuarto nivel, 2= Tercer nivel universitario, 3= Tercer nivel no universitario, 4= Post-secundaria, 5= Bachillerato} (véase figura 3.4).

Figura 3.3: Educación máxima de padre y madre



Fuente: PISA 2015. Elaboración: Los Autores

A continuación, la tabla 3.4 muestra la estadística descriptiva de las variables *Posesiones del hogar* e *Índice ocupacional*. Debido a la estandarización de dichas variables, estas presentan una media de cero y desviación estándar igual a uno.

Tabla 3.4: Estadística descriptiva de las variables de primer nivel

Variable	n	Media	Desv. Est.	Mínimo	Máximo
HOMEPOS	505,728	0	1	-7.56	5.24
IOC	519,334	0	1	-1.88	1.84

Fuente: PISA 2015. Elaboración: Los Autores

Luego, en la tabla 3.5 se observa la correlación entre las variables *Posesiones del hogar* e *Índice ocupacional*, cuyo valor (0.41) indica que existe una relación positiva entre dichas variables; es decir, que padres con mejor nivel ocupacional tendrían mayor capacidad adquisitiva que les permita obtener más posesiones para su hogar.

Tabla 3.5: Matriz de correlación entre HOMEPOS e IOC

Correlación	HOMEPOS	IOC
HOMEPOS	1	
IOC	0.41	1

Fuente: PISA 2015. Elaboración: Los Autores

Finalmente, en la tabla 3.6 se muestra el resumen, con los resultados esperados de las variables utilizadas para el primer nivel del modelo. En este se consideran las características del estudiante y de su entorno familiar.

Tabla 3.6: Descripción de las variables del primer nivel

Nombre de la Variable	Descripción	Signo esperado	Autores
Mujer	1 si el estudiante es mujer, 0 si el estudiante es varón	+/-	Moreno (2016)/Summers y Wolfe (1977)
Motivación	Respuesta a la pregunta "¿Quiero las mejores notas en la mayoría o todas mis materias?"	+	Summers y Wolfe (1977)
Eficacia de estudio en ciencias	Percepción personal del estudiante acerca de su rendimiento en diferentes tareas relacionadas a ciencias.	+	Sun et al. (2012)
Posesiones del hogar	Índice construido a partir de todas las posesiones en el hogar, como muebles, equipos electrónicos, libros, recursos para estudio y autos.	+	Moreno (2012)
Índice ocupacional	Máximo índice ocupacional parental a partir del índice ocupacional del padre y la madre.	+	Moreno (2012), Summers y Wolfe (1977), Deller y Rudnicki (1993), Berger y Toma (1994), Sun et al. (2012)
Educación madre versus padre	1 si la madre tiene mayor nivel educativo que el padre, 0 caso contrario.	+	Delprato (1999)
Educación de la madre	Variable de 5 niveles para cada nivel de educación completado por la madre, <i>Bachillerato, Pre-Bachillerato, Básica Superior y Primaria</i> . Se utiliza como variable base <i>Madre sin primaria</i> .	+	Deller y Rudnicki (1993), Moreno (2016), Delprato (1999)
Educación del padre	Ídem	+	Deller y Rudnicki (1993), Moreno (2016), Delprato (1999)

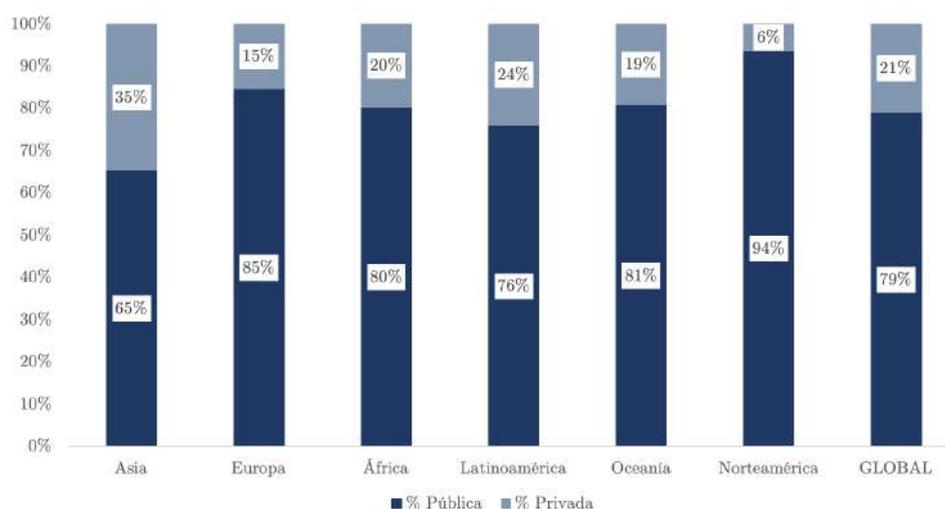
Elaboración: Los Autores

## Nivel 2: Escuelas

Para el segundo nivel, con base en la literatura presentada, se han considerado cuatro variables que recojan las posibles características de las escuelas que tendrían influencia sobre el rendimiento académico.

**Tipo de escuela:** Estudios como los de Friedman (1955), Chubb y Moe (1990), Berger y Toma (1994), Coleman (1982) y, Moreno (2016), han centrado su atención en estudiar en qué medida afecta el tipo de escuela al rendimiento académico. Para este trabajo, se utiliza la variable dicotómica PÚBLICA, que toma el valor de 1 cuando el estudiante pertenece a una institución de educación pública, y 0 en caso contrario. La figura 3.5 muestra la composición de la educación en cada región analizada.

Figura 3.4: Composición de educación pública y privada por regiones



Fuente: PISA 2015. Elaboración: Los Autores

Como se desprende del gráfico anterior, se puede observar que, en general, la educación está compuesta, en su mayoría, por instituciones educativas públicas. Específicamente, en Norteamérica el porcentaje de instituciones públicas del total de instituciones educativas es el más alto, esto probablemente debido al alto costo promedio asociado a la educación en instituciones privadas (Rim, 2019).

**Profesores con maestría:** Para medir el impacto de la calidad de los profesores sobre el rendimiento del estudiante, se consideró la variable Profesores con Maestría (PROFMAST), compuesta por la proporción de profesores con título de maestría en la

escuela. Este dato fue obtenido a partir de la ratio entre el número de profesores con maestría y el total de profesores en la escuela.

**Índice de carencia de recursos escolares:** La influencia de los recursos educativos de la escuela sobre el rendimiento fue obtenida a partir del índice EDUSHORT, que mide las percepciones de los directores sobre factores potenciales que obstaculizan la provisión de recursos en la escuela. PISA construye este índice usando cuatro ítems del cuestionario a los directivos de las escuelas. Cada ítem contenía cuatro posibles respuestas, “*en absoluto*”, “*muy poco*”, “*hasta cierto punto*” y “*mucho*”. La tabla 3.7 muestra una descripción clara de los ítems usados para la construcción de esta variable.

Tabla 3.7: Ítems y parámetros para la construcción del índice EDUSHORT

Pregunta	<i>¿La capacidad de su escuela para proporcionar instrucción se ve obstaculizada por alguno de los siguientes problemas?</i>	En absoluto	Muy poco	Hasta cierto punto	Mucho
1	Carencia de material educativo. (Ej. Libros de texto, material de laboratorio)	31.67%	28.97%	26.71%	10.13%
2	Material educativo de baja o inadecuada calidad. (Ej. Libros de texto, material de laboratorio)	32.70%	31.91%	24.84%	78.50%
3	Carencia de infraestructura física. (Ej. Edificio, patios, calefacción/enfriamiento, luminarias)	32.74%	25.73%	25.61%	13.48%
4	Infraestructura física de baja o inadecuada calidad. (Ej. Edificio, patios, calefacción/enfriamiento, luminarias)	32.52%	27.76%	25.16%	12.03%

Fuente: OCDE(2017). Elaboración: Los Autores

**Tamaño de la escuela:** La base de datos considera escuelas cuyo tamaño varía entre los 53 y 1411 estudiantes. Los resultados esperados respecto a esta variable son ambigüos. Por un lado, Moreno (2016), que trabaja con la base de datos PISA 2009 para Latinoamérica, considera que el tamaño de la escuela tiene un efecto positivo sobre el rendimiento académico, mientras que, Summers y Wolfe (1977), encuentran que el tamaño de la escuela tiene un impacto negativo sobre el rendimiento del estudiante.

A continuación se presenta la estadística descriptiva de las variables *Profesores con maestría*, *Índice de carencia de recursos educativos* y *Tamaño de la escuela*. En la tabla 3.8 se observa que, para la variable PROFMAST, en promedio, las escuelas tienen el 30.4% de profesores con título de maestría. Por otro lado, EDUSHORT presenta una media de 0.50 y desviación estándar de 0.16; finalmente, el tamaño de la escuela muestra un promedio de 655 alumnos y desviación estándar igual a 287.

Tabla 3.8: Estadística descriptiva de las variables de segundo nivel

<b>Variable</b>	<b>n</b>	<b>Media</b>	<b>Desv. Est.</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
PROFMAST	413,939	0.30	0.33	0	1
EDUSHORT	519,334	0.50	0.16	0	1
TMESC	519,334	655.39	287.21	53	1411

Fuente: PISA 2015. Elaboración: Los Autores

Se presenta también una matriz de correlaciones entre las variables *Profesores con maestría*, *Índice de carencia de recursos educativos* y *Tamaño de la escuela* (véase tabla 3.9). No existe correlación entre las dos primeras variables; sin embargo, se observa correlación positiva entre el índice de carencia de recursos y el tamaño de la escuela ya que, a mayor tamaño de la escuela, la demanda de recursos educativos crecería, y la carencia de los mismos resultaría más evidente.

Tabla 3.9: Estadística descriptiva de las variables de segundo nivel

Correlación	<b>PROFMAST</b>	<b>EDUSHORT</b>	<b>TMESC</b>
<b>PROFMAST</b>	1		
<b>EDUSHORT</b>	-0.03	1	
<b>TMESC</b>	-0.07	0.01	1

Fuente: PISA 2015. Elaboración: Los Autores

Finalmente, en la tabla 3.10 se detalla el resumen de las variables utilizadas para el segundo nivel del modelo econométrico. Asimismo, se muestra la correspondencia con la literatura y los resultados esperados para cada variable.

Tabla 3.10: Descripción de las variables del segundo nivel

Nombre de la Variable	Descripción	Signo esperado	Autores
Pública	1 si la escuela es pública, 0 caso contrario.	-	Friedman (1955), Chubb y Moe (1990), Berger y Toma (1994), Coleman (1982), Moreno (2016)
Profesores con maestría	Proporción de profesores con título de Máster	+	Summers y Wolfe (1977), Coleman (1966), Hanushek (1970)
Carencia de recursos educativos	Escasez y calidad de recursos educativos en la escuela: materiales y libros, e infraestructura física.	-	Luque (2003), Hanushek (2004), Sun et al. (2012)
Tamaño de la escuela	Cantidad de estudiantes inscritos en la institución.	+/-	Moreno (2016)/ Summers y Wolfe (1977)

Elaboración: Los Autores

# Capítulo 4

## Resultados

En este capítulo se presentan los resultados de la estimación de los modelos de rendimiento académico definidos en la sección 3.2. En primer lugar, se realizó la estimación del modelo nulo.

Con base en los resultados mostrados en la tabla 4.1, se observa que, el rendimiento académico promedio de los estudiantes en ciencias, entre todas las escuelas es de 463.92/1000 puntos. En otras palabras, el promedio estimado para la escuela  $j$  es  $463,92 + \hat{u}_{0j}$ , donde  $\hat{u}_{0j}$  es el residuo de la escuela  $j$ , que será estimado e interpretado posteriormente. Una escuela con  $\hat{u}_{0j} > 0$  tiene un rendimiento promedio superior a la media, mientras que si  $\hat{u}_{0j} < 0$ , el rendimiento promedio será inferior a la media.

Tabla 4.1: Resultados de la estimación del modelo nulo

<b>Rendimiento académico</b>	<b>Coeficiente</b>	<b>Err. Est.</b>
Intercepto	463.920	0.54
<i>Efectos aleatorios</i>		
Variabilidad entre-escuela	5037.45	56.23
Variabilidad intra-escuela	4921.26	9.82

Fuente: PISA 2015. Elaboración: Los Autores

Por otro lado, a partir de la ecuación 3.4, se obtiene el coeficiente de correlación intraclase,  $\rho = 0,506$ , el cual indica que, aproximadamente, el 50.6 % de la varianza del rendimiento académico en ciencias se atribuye a las diferencias existentes entre escuelas. Esto, además, justifica la aplicación de la metodología multinivel para estructuras de datos

aninados (Raudenbush et al., 1986).

Con el propósito de examinar los residuos del *efecto escuela* sobre el rendimiento académico, se ordenó a las escuelas en un ranking basado en los residuos ( $\hat{u}_{0j}$ ). La tabla 4.2 muestra el ranking de las escuelas (por país) que obtuvieron los mejores y peores puntajes en la evaluación PISA. De estos valores se observa que, por ejemplo, en Singapur, una escuela tiene un residuo estimado de 245,66 puntos por encima del rendimiento promedio, por lo que se encuentra en el primer puesto del ranking. En contraste, una escuela de República Dominicana presenta un residuo estimado de  $-201,36$  puntos; es decir, que para esta escuela se tiene un rendimiento promedio en ciencias de  $463,92 - 201,36 = 262,56/1000$  puntos.

Tabla 4.2: Ranking de escuelas con mejores y peores resultados en PISA

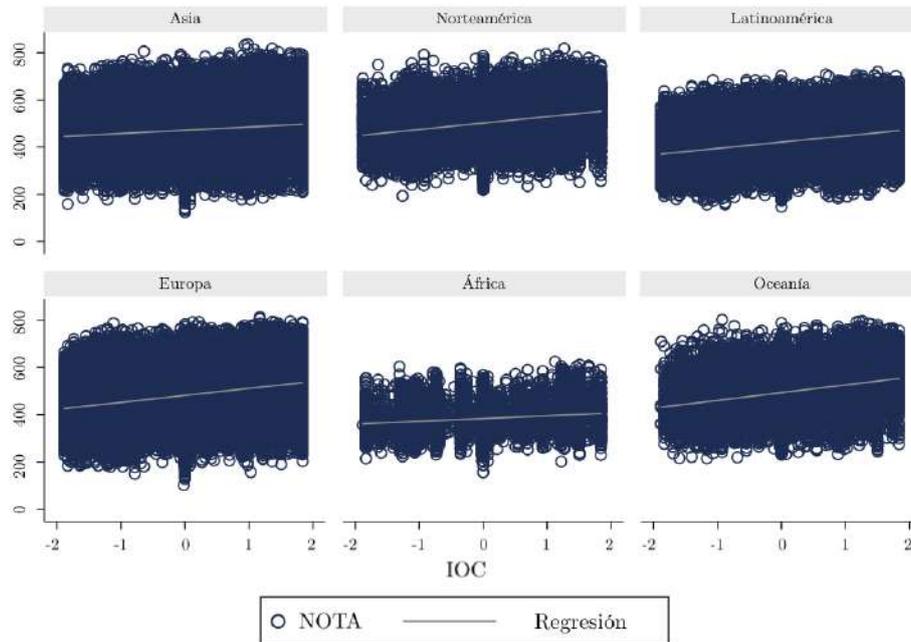
Mejores Puntajes			Peores Puntajes		
<b>País</b>	<b>Variación Promedio</b>	<b>Ranking</b>	<b>País</b>	<b>Variación Promedio</b>	<b>Ranking</b>
Singapur	245.66	1	Eslovaquia	-187.80	17902
Singapur	237.17	2	Rep. Dominicana	-188.77	17903
Singapur	231.57	3	Jordania	-191.08	17904
Australia	222.96	4	Rep. Dominicana	-192.91	17905
Taipéi	220.13	5	Rep. Dominicana	-200.14	17906
Taipéi	217.88	6	Rep. Dominicana	-200.17	17907
Vietnam	216.45	7	Rep. Dominicana	-201.25	17908
Vietnam	214.62	8	Rep. Dominicana	-201.36	17909
Singapur	213.95	9	Rep. Dominicana	-205.74	17910
Vietnam	213.78	10	Líbano	-210.10	17911

Fuente: PISA 2015. Elaboración: Los Autores

Previo a la incorporación de dichas variables, se realizó un análisis usando únicamente el índice ocupacional como variable relevante para este estudio.

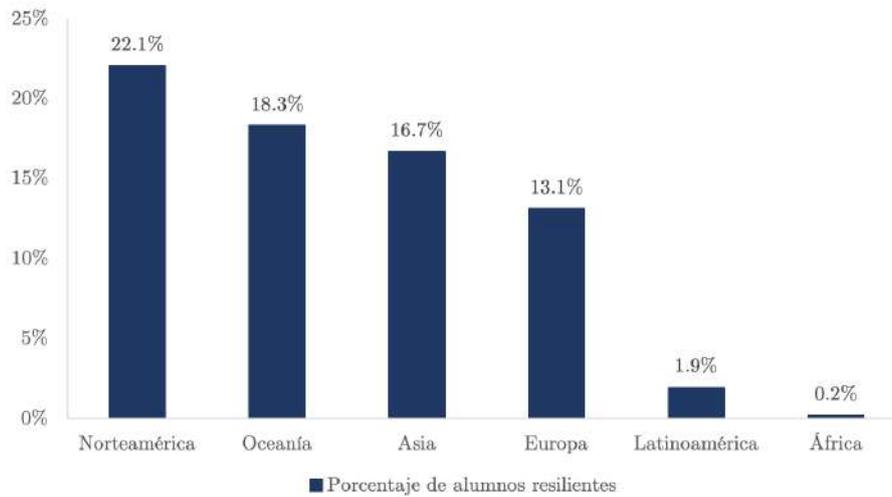
Se compararon las relaciones entre el rendimiento y el índice ocupacional para cada región. La figura 4.1 sugiere que, para todas las regiones, existe una relación positiva entre ambas variables. En este sentido, existen estudios donde se concluye que los estudiantes cuyos padres presentan bajos índices ocupacionales pueden sufrir de un ambiente desfavorable para desarrollar sus capacidades académicas; además de presentar baja autoestima en el aula de clase (Sirin, 2005; Zhao, 2011).

Figura 4.1: Gráfico de dispersión entre NOTA e IOC, por región



Fuente: PISA 2015. Elaboración: Los Autores

Figura 4.2: Porcentaje de alumnos resilientes sobre el total de alumnos desfavorecidos



Fuente: PISA 2015. Elaboración: Los Autores

Por otro lado, se analizó el caso de los alumnos resilientes. La figura 4.2 muestra el porcentaje de alumnos resilientes sobre el total de alumnos desfavorecidos para cada región. Se entiende por alumno resiliente aquel cuyos padres se sitúan en un índice ocupacional bajo ( $IOC < 0$ ) y aún así obtiene buenas calificaciones<sup>1</sup> respecto al promedio.

<sup>1</sup>Se considera una buena calificación  $NOTA > 558,73$  en base a la categorización de la OECD. Véase Anexo 1.

Pasando a las estimaciones del modelo, la tabla 4.3 muestra los resultados de la estimación del modelo completo, en el cual se han incluido variables del primer y segundo nivel (estudiantes y escuelas, respectivamente).

Tabla 4.3: Estimación del modelo completo (*modelo 2*)

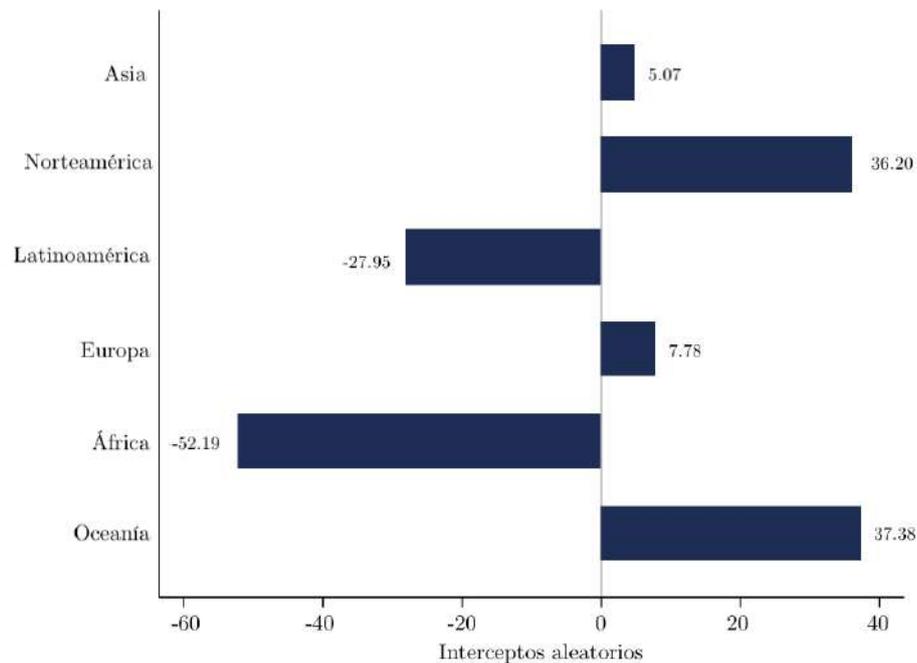
<b>Rendimiento Académico</b>	<b>Modelo 2</b>	
	Coefficiente	Err. Est.
Intercepto	420.82***	1.89
<b>Variables del estudiante</b>		
Mujer	-5.74***	0.24
Motivación	0.58***	0.12
Eficacia de estudio en Ciencias	9.61***	0.10
Categoría social baja	-14.06***	0.37
Categoría social alta	7.27***	0.34
Índice ocupacional	7.94***	0.14
Educación madre <i>versus</i> padre	0.84*	0.44
Madre con Cuarto Nivel	11.64***	0.84
Madre con Tercer nivel Universitario	6.38***	0.80
Madre con Tercer nivel no Universitario	-2.33***	0.73
Madre con Post-Secundaria	1.3	0.76
Padre con Cuarto Nivel	13.68***	0.80
Padre con Tercer nivel Universitario	10.72***	0.78
Padre con Tercer nivel no Universitario	3.46***	0.73
Padre con Post-Secundaria	4.24***	0.76
<b>Variables de la escuela</b>		
Pública	-21.79***	1.32
Profesores con Maestría	53.03***	1.58
Carencia de recursos educativos	-4.86*	0.07
Tamaño de la escuela	0.34***	0.00
Variabilidad entre-escuela	3416.23	
Variabilidad intra-escuela	4440.33	

\*  $p < 0.10$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.01$

Fuente: PISA 2015. Elaboración: Los Autores

Previo a esto, se realiza un análisis de los interceptos aleatorios  $\hat{u}_{0j}$  para cada región, manteniendo constantes las variables del primer y segundo nivel. La figura 4.3 revela que, el rendimiento académico en ciencias de los estudiantes es, en promedio, 36,20 y 37,38 puntos superior a la media, para Norteamérica y Oceanía, respectivamente. Estas son las regiones que presentan una mayor puntuación respecto a la media global. Por su lado, Asia (5,07) y Europa (7,78) también presentan variaciones positivas, aunque de menor

Figura 4.3: Interceptos aleatorios por región



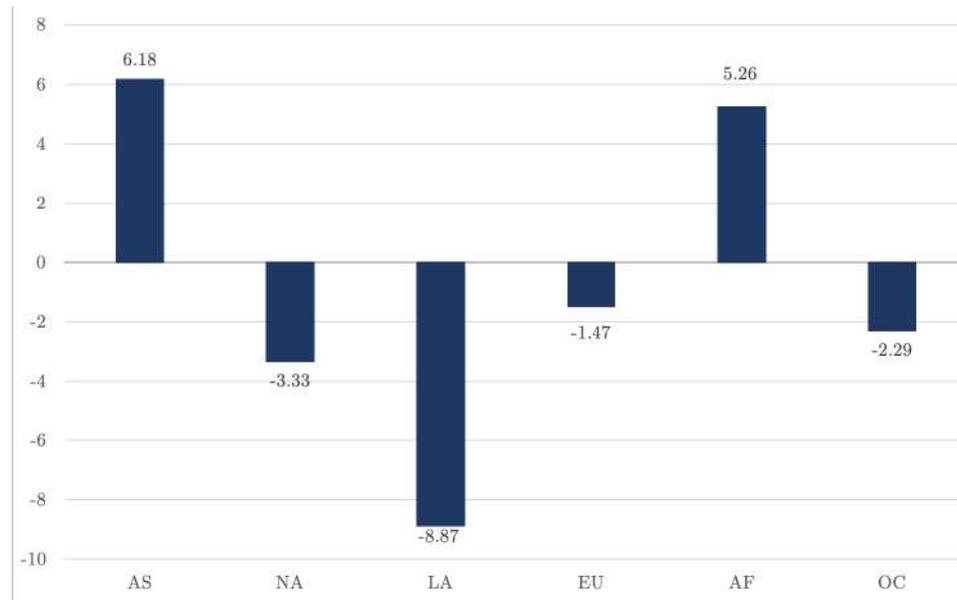
Fuente: PISA 2015. Elaboración: Los Autores

magnitud. Finalmente, las regiones con una variación negativa en la nota, respecto a la media, son Latinoamérica ( $-27,95$ ) y África ( $-52,19$ ). Esto sugeriría que, la calificación de un estudiante latinoamericano sería 27.95 puntos menor respecto a un estudiante del resto del mundo. Estudios para el caso de Latinoamérica (De la Cruz, 2008; Moreno, 2016; Jiménez et al., 2018) concluyen que todos los países de esta región se ubican con promedios por debajo de la media, no solamente en ciencias, sino también respecto a matemáticas y literatura, debido al alto índice de repeticiones que los estudiantes latinoamericanos presentan en cada curso (Iberoeconomía, 2018).

En cuanto a la variable *Mujer*, se evidencia que las mujeres tienen un rendimiento promedio en ciencias 5.74 puntos más bajo que el de los varones. La significancia estadística de la variable confirma la presencia de una diferencia negativa en los puntajes de las mujeres respecto al de los hombres. Estudios previos, como el de Castejón et al. (2011), Jiménez et al. (2018), consideran al género como un eje de desigualdad especialmente en el ámbito educativo. La figura 4.4 muestra la diferencia del promedio en ciencias entre hombres y mujeres para cada región. Los valores positivos indican una puntuación media respecto a los estudiantes de género femenino. A partir de esto, se observa que, en Nor-

teamérica, Latinoamérica, Europa y Oceanía, los hombres tienen un promedio superior a las mujeres. La mayor diferencia existe en la región latinoamericana, siendo esta de 8,87 puntos; mientras que en Europa, la diferencia es de apenas 1,47 puntos. Contrario a esto, en Asia y África las mujeres tienen una mayor calificación promedio respecto a los hombres.

Figura 4.4: Diferencia en notas por género y región



Fuente: PISA 2015. Elaboración: Los Autores

De la Rica et al. (2013) analizan los factores que afectan a las diferencias de género observadas en las puntuaciones de asignaturas tradicionalmente “masculinas”, específicamente, en las evaluaciones de matemática en PISA 2009. Para esto, consideran variables como el índice de emancipación de la mujer (GGI), el índice de participación política (Pol. Empowerment), indicador medio de la encuesta mundial de valores (Avg. WWS Ind.), la tasa de participación laboral femenina (FLFP 15+, FLFP 35-54) y el ratio de género del trabajo en el hogar (Housework Ratio)<sup>2</sup>. Los resultados mostraron una correlación positiva entre la brecha de género y cada una de las medidas de igualdad de género. Además, encontraron que, en países donde las mujeres tienen una mejor posición relativa (sociedades más igualitarias en términos de género), su desempeño en matemáticas es mejor que el de los hombres, reduciendo así la diferencia de puntajes entre hombres y mujeres.

<sup>2</sup>El modelo usado por De la Rica et al. (2013) para analizar la brecha de género es:  $Brecha_j = a + \beta M_j + \tau \log PIB_j + u_j$ ,  $j = 1, \dots, J$ , donde  $J$  es el número de países para los cuales se encuentra disponible la información,  $M = [GGI, Pol. Empowerment, Avg. WWS Ind., FLFP 15+, FLFP 35-54, Housework Ratio]$  y  $u_j$  es el término estocástico de error.

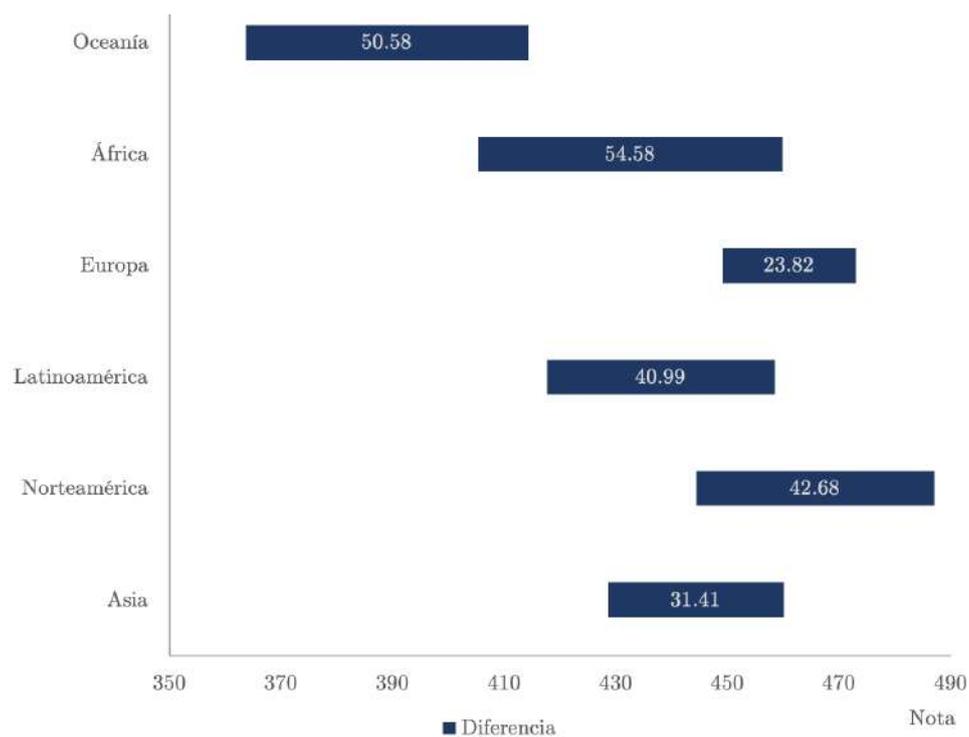
Similar a otros estudios, como el de Summers y Wolfe (1977), las variables *Motivación* y *Eficacia de estudio en ciencias*, muestran un efecto positivo sobre las notas en ciencias, y son, además, predictores confiables del rendimiento académico. Sin embargo, como mencionan Sun et al. (2012), el efecto de estas variables debe ser analizado con cuidado debido a que, estudios previos han mostrado que la diferencia en la eficacia de estudio favorece a los varones cuando hombres y mujeres tienen un mismo rendimiento, e incluso cuando las mujeres tienen mejores calificaciones. Esto, argumentan los autores, podría deberse a que los varones y las mujeres interpretan sus notas de diferente manera. Es decir, para los hombres, obtener el 80 % de la calificación puede resultar satisfactorio, mientras que, para las mujeres esa nota puede ser considerada como baja o insuficiente.

Por otro lado, los estimadores de la variable “Posesiones del Hogar” muestran que, el rendimiento en ciencias de los estudiantes está relacionado de manera positiva con la riqueza familiar. Específicamente, los resultados de la estimación indican que, aquellos estudiantes ubicados en la categoría social más baja tienen, en promedio, 21.33 puntos menos que los alumnos de la categoría más alta. En particular, algunos estudios que analizan desigualdades usando datos de PISA, incluyen como eje de estudio, a la desigualdad educativa, generada por las diferencias en las puntuaciones entre los alumnos de un mismo sistema educativo (Castejón et al, 2011).

Con fines comparativos, la figura 4.5 representa las diferencias en la nota promedio en ciencias entre los estudiantes cuyas familias se encuentran en las categorías sociales baja y alta. Como se desprende del gráfico, es posible identificar dos grupos cuyos coeficientes presentan diferencias en las notas entre el grupo más rico y más pobre de estudiantes. El primer grupo, conformado por Oceanía, África, Norteamérica y Latinoamérica, con diferencias alrededor de 45 puntos, en promedio. Por otro lado, Asia y Europa, pertenecen al segundo grupo, con diferencias de 23 y 31 puntos, respectivamente. Debido a la poca variabilidad de la nota promedio en los países asiáticos, el resultado de las calificaciones respecto a la riqueza familiar no causa mayor sorpresa, puesto que su sistema educativo es más homogéneo respecto a las otras regiones (Castejón et al, 2011).

Según la OCDE (2010), la mayor parte de países asiáticos implementa iniciativas

Figura 4.5: Diferencia de puntuación de ciencias entre las categorías sociales baja y alta



Fuente: PISA 2015. Elaboración: Los Autores

de benchmarking<sup>3</sup> para mejorar sus propios sistemas. Esto sugiere que, Asia y Europa tienen sistemas educativos de mejor rendimiento respecto a las otras regiones (Doyle, 2008; Fertiga et al. 2002; Schulz, 2005).

En cuanto al índice ocupacional, el análisis es similar al previsto para la riqueza, aunque, en realidad no miden lo mismo. Algunos estudios que trabajan con PISA, utilizan al estatus ocupacional, derivado del nivel educativo de los padres, como una medida estándar del nivel socioeconómico (Rutlowski, 2013; Figazzolo, 2006; Burhan et al, 2017).

El estudio del entorno socioeconómico de un estudiante es, en esencia, un determinante clave para entender las variaciones reflejadas en las notas de los estudiantes. De hecho, el 11.8 % de la variación en el rendimiento académico es atribuido al IOC. Al ser una variable estandarizada, la tabla 4.3 de resultados del Modelo 2, sugiere que, aquellos estudiantes situados en la cola superior de la distribución estándar, obtendrán aproximadamente 7.94

<sup>3</sup>El benchmarking es un proceso que se desarrolla de manera sistemática para la evaluación de mecanismos de trabajo, servicios y productos a través de comparaciones. Su finalidad es aportar datos de interés para la toma de decisiones, permitiendo que los países identifiquen cuáles son los casos de éxito y de este modo estén en condiciones de perfeccionar sus estrategias.

puntos más que los estudiantes más desfavorecidos (de la cola inferior de la distribución). Estos resultados concuerdan con los hallazgos de Deller y Rudnicki (1993), Berger y Toma (1994) y Moreno (2016).

Por su lado, la OCDE (2016), haciendo una revisión de los resultados PISA 2015, destaca a países como Canadá, Dinamarca y China por poseer altos niveles de rendimiento en ciencias. Sin embargo, desde el 2006 hasta el 2015, no ha existido algún país que, simultáneamente, haya mejorado el rendimiento en ciencias. En efecto, para los países de la OCDE, aquellos estudiantes con desventajas a nivel socioeconómico, son tres veces más propensos a obtener notas inferiores al rendimiento promedio en ciencias. A pesar de este hecho, el 29 % de los estudiantes más desaventajados, son resilientes.

Los resultados respecto a la educación de los padres van de la mano con la evidencia empírica. Shoukat et al. (2012) mencionan que, con un nivel educativo alto de los padres, el acceso a recursos académicos y tecnológicos podría ser más fácil. Dada la correlación positiva existente entre educación e ingreso esperado, señalada por Martins (2010), padres con mayores niveles de escolaridad, se preocuparían más por la formación académica de sus hijos, por lo cual les ayudan en sus tareas o buscan asistencia a través de tutores que refuercen lo aprendido en el aula. Respecto a este último punto, estudios como el de Kotte et al. (2005) para Alemania y Weiss (2013) para México, mencionan que, en general, los padres con mayores ingresos económicos tienen la capacidad de contratar profesores que complementen el conocimiento de sus hijos, lo que, en consecuencia aumentará positivamente el impacto sobre las calificaciones que estos obtengan en las evaluaciones.

Con los resultados del Modelo 2, también se analizó el impacto de las diferentes categorías de estudio que alcanzaron el padre y la madre, manteniendo constante el efecto de las demás variables explicativas. Como es de esperarse, el estudiante cuyo padre ha culminado estudios de cuarto nivel, tercer nivel universitario, tercer nivel no universitario, y post-secundaria, tendrá una nota mayor, en relación a un alumno cuyo padre apenas culminó el bachillerato. La magnitud de los coeficientes estimados muestra que, las diferencias de la nota promedio entre los niveles de estudios del padre, aumenta mientras el nivel alcanzado es superior. Este mismo análisis es válido al observar los resultados para los niveles de estudio alcanzados por la madre. No obstante, la literatura es amplia res-

pecto a la influencia que tiene el rol materno en la educación de los hijos. Esto se analiza a continuación.

Datar et al (2012), Morrison y Estes (2007), Stevenson y Baker (1987), Ghafoor (2015), mencionan que los estudiantes cuyas madres son más cualificadas, presentan menores tasas de absentismo, mayor motivación, y consecuentemente, tendrán mejor rendimiento académico. Analizar el rol materno dentro de la educación del estudiante es de interés dentro de la literatura, por cuanto el vínculo madre-hijo tiene impactos psicológicos en diferentes aspectos de la vida del estudiante, entre ellos, el educativo. Del resultado observado en la tabla 4.3, se deriva el impacto positivo que tiene la educación de la madre. Aunque el coeficiente estimado (0.58) no tiene una magnitud grande, existe evidencia estadística suficiente para mencionar que su impacto es significativo. Finalmente, de todo lo expuesto, los resultados reflejan que el efecto de la educación de los padres incide positivamente sobre el rendimiento académico de sus hijos. Particularmente, la educación de los padres es un mejor predictor del rendimiento académico de sus hijos, que la clase social a la que pertenecen (Erickson, 1996). Ante esto, Cameron y Heckman (2001) añaden que no son los ingresos, sino la educación de los padres la que mayor peso tiene en la formación del capital humano de los estudiantes.

Respecto a las variables del nivel escolar, se observó que, las regiones con un mayor porcentaje de estudiantes en escuelas públicas tienen, en promedio, menor rendimiento académico que aquellos de escuelas privadas (véase tabla 4.4).

Tabla 4.4: Diferencia en la nota de estudiantes en escuelas públicas y privadas

Continente	Brecha en Nota
Asia	-20.65
Europa	-20.46
África	-18.79
Latinoamérica	-15.85
Oceanía	-12.46
Norteamérica	-17.79
GLOBAL	-21.79

Fuente: PISA 2015. Elaboración: Los Autores

En general, el resultado global muestra que, un estudiante de escuela pública tiene, en promedio, 21.79 puntos menos que uno de escuela privada. Esto lo confirman los estudios

de Friedman (1955), Chubb y Moe (1990), Berger y Toma (1994), Coleman (1982) y Moreno (2016), quienes afirman que las instituciones privadas educan de manera más eficiente a los estudiantes.

Hasta hace algunos años, la falta de datos no permitía analizar el impacto de la educación de un maestro sobre el rendimiento de un estudiante. La disponibilidad reciente de este tipo de datos, ha permitido a la literatura llegar a conclusiones variadas respecto al tema. Mientras algunos estudios mostraron que la formación de los profesores no tiene influencia sobre el rendimiento académico de los estudiantes (Summers y Wolfe, 1977; Coleman, 1966; Hanushek, 1970, 1992), otros análisis hallaron a la educación de los profesores como un factor que afecta negativa (Berger y Toma, 1994; Kiesling, 1984) y positivamente (Ferguson y Ladd, 1996) al rendimiento académico del estudiante. Particularmente, los resultados de Ferguson y Ladd (1966) coinciden con los hallazgos en este estudio, en el cual, el rendimiento académico en ciencias de un estudiante es 53.03 puntos mejor cuando los profesores de dicho estudiante tiene título de maestría.

Por otra parte, el mejoramiento en el sistema de recolección de datos respecto a títulos de profesores, ha permitido concluir que la variedad de los resultados respecto a la influencia del título de los profesores sobre el rendimiento educativo son atribuibles, al menos en parte, al fracaso de dichos estudios para identificar si el título adicional del maestro está relacionado con el tema que enseña (Wayne y Youngs, 2003). Al respecto, el estudio de Goldhaber y Brewer (1997) muestra que, el rendimiento de estudiantes de décimo grado no presentó diferencias evidentes cuando los profesores tenían un título de maestría. Sin embargo, al incluir información respecto al tema de especialización del profesor con maestría, los resultados respecto al rendimiento académico fueron significativos. Específicamente, estudiantes de matemáticas cuyos profesores tienen títulos de maestría en el campo de las matemáticas, tienen mejor desempeño que aquellos con profesores cuya maestría no está relacionada al campo de las matemáticas. Además, estudiantes con profesores cuyo título de licenciatura está relacionado al campo de las matemáticas, obtuvieron mejores resultados que estudiantes con profesores cuya licenciatura no tiene que ver con el campo numérico (Goldhaber y Brewer, 1997).

Hanushek (2004) ha enfatizado que los recursos del hogar así como el de las escuelas,

juegan un rol importante en el desempeño académico de un estudiante. Respecto a los recursos de la escuela, se considera que, una dotación adecuada de insumos pedagógicos, así como la calidad de los profesores son cruciales para un mayor rendimiento académico. Específicamente, en este estudio se analizó el impacto de la carencia en recursos educativos sobre el rendimiento académico del estudiante en ciencias, mostrando que, en promedio, el rendimiento académico de los estudiantes disminuye, en promedio, 4,86 puntos ante la carencia de recursos educativos en la escuela (Luque, 2003; Hanushek, 2004; Sen et al., 2012).

Finalmente, los resultados respecto al tamaño de la escuela, a pesar de ser significativos, muestran un pequeño impacto positivo sobre el rendimiento académico en ciencias (0.34). Los hallazgos de este estudio coinciden con la literatura en el sentido de que, no existe una relación clara entre los resultados escolares y el tamaño de la escuela (Summers y Wolfe, 1977; Moreno, 2016; Smith y DeYoung, 1988; Jones y Ezeife, 2011; Roeder, 2002). Roeder (2002), por su parte, considera que, la pobreza es un factor clave en la relación entre rendimiento y tamaño de escuela, por lo que no se debe dejar de lado el análisis del aspecto socioeconómico de la familia y la escuela.

# Capítulo 5

## Conclusiones

En la presente investigación se analizan los factores que influyen en el rendimiento académico en ciencias de los estudiantes, utilizando un modelo multinivel, con variables explicativas a nivel individual y escolar. Para ello, se utilizó la información de la evaluación PISA del año 2015, que contiene información sobre los estudiantes y escuelas de 72 países de la OCDE y economías asociadas. Esta investigación hace contribuciones importantes a sistemas educativos cuyo rendimiento se sitúa por debajo de la media global, de tal forma que puedan identificar patrones que los sistemas de alto rendimiento presentan, y adaptarlos a la realidad de su entorno.

El rendimiento académico de un estudiante no depende únicamente de sus propias capacidades o de las características de su entorno familiar, sino además de un conjunto de factores relacionados al ambiente escolar. En efecto, los factores escolares explican el rendimiento académico en ciencias de los estudiantes, tanto como los factores individuales. Respecto a los factores a nivel individual, se observó que el índice ocupacional, la riqueza familiar y la educación de los padres están intercorrelacionadas, y tienen impacto positivo en el rendimiento académico de los estudiantes. A partir de esto, la relevancia de la educación de los padres en la formación de sus hijos puede ser analizada desde el punto de vista de la motivación que tiene el estudiante para superar de manera satisfactoria sus estudios. En este sentido, las escuelas podrían insistir en motivar a padres cuyo nivel educativo es bajo, de tal forma que puedan incentivar a sus hijos a trazar metas académicas.

Por otro lado, los sistemas educativos de Asia, Europa y Norteamérica tienen mejor rendimiento que los de Latinoamérica y África, cuyas calificaciones se sitúan por debajo de la media global; resultado que los hallazgos previos de la literatura explican debido a la existencia de altos índices de repetición y a la desigualdad de acceso al sistema educativo.

Las dotaciones de recursos educativos en instituciones públicas satisfacen las necesidades de estudiantes con menos recursos económicos; es por ello, que el Estado debe contar con una agenda de política pública que incorpore la asignación de insumos tecnológicos, infraestructura, y demás recursos escolares, y a su vez, evalúe periódicamente la calidad de la educación, destacando la importancia del docente en el sistema educativo.

En suma, este estudio permite reflexionar acerca de las falencias de los actores involucrados en la formación de un individuo, y sienta una base para el análisis de los factores que van más allá de las familias y escuelas del estudiante, como el distrito escolar y el Estado. Sin embargo, en Latinoamérica, no existe una vasta cantidad de estudios de educación que incorporen modelos multinivel; asimismo, la línea de estudio y metodología usados en este trabajo sirven para analizar el caso del sistema educativo ecuatoriano, que recién se incorporó al programa PISA en el año 2018, y para el cual no hay estudios que identifiquen los factores que afectan al rendimiento académico de los estudiantes del país.

# Bibliografía

1. Alexander, K., y Pallas, A. (1983). Private Schools and Public Policy: New Evidence and Cognitive Achievement in Public and Private Schools. *Sociology of Education*, 170- 182.
2. Arrow, K. (1973). Higher education as a filter. *Journal of Public Economics*, 193-216.
3. Babalola, J. (2003). Fundamentals of Economics of Education. *Basic Text in Educational Planning*, 127-191.
4. Barro, R. (2000). Inequality and Growth in a Panel of Countries. *Journal of Economic Growth volume 5*, 5-32.
5. Becker, G. (1983). *El capital humano*. Madrid: Alianza Editorial.
6. Bedard, K., y Dhuey, E. (2006). The Persistence of Early Childhood Maturity: International Evidence of Long-Run Age Effects. *Department of Economics University of California, Santa Barbara*.
7. Berger, M., y Toma, E. (1994). Variation in State Education Policies and Effects on Student Performance. *Journal of Policy Analysis and Management*, 13(3), 471-491.
8. Blacksher, E. (2002). On Being Poor and Feeling Poor: Low Socioeconomic Status and the Moral Self. *Theoretical Medicine and Bioethics 2*, 455-470.
9. Blalock. (1984). Contextual-effects models: theoretical and methodological issues. *Annual Review of Sociology*. Vol. 10, 353-372.
10. Boyd, L., y Iverson, G. (1979). Contextual Analysis: Concepts and Statistical Techniques .

11. Buchmann, C. (2002). Interpersonal influences and educational aspirations in 12 countries: The importance of institutional context. *Sociology of Education*, 99-122.
12. Burnstein, L., Linn, R., y Capell, F. (1978). Analyzing Multilevel Data in the Presence of Heterogeneous Within-Class Regressions. *Journal of Educational Statistics*, 347-383.
13. Burstein, L. (1980). The Analysis of Multi-level Data in Educational Research and Evaluation. *Review of Research in Education*, 158-233.
14. Burstein, L. (1980). The Analysis of Multilevel Data in Educational Research and Evaluation. *Review of Research in Education Vol. 8*, 158-233.
15. Cameron, S., y Heckman, J. (2001). The Dynamics of Educational Attainment for Black, Hispanic, and White Males. *Journal of Political Economy Vol. 109*, 455-499.
16. Carabaña, J. (2016). El Informe Coleman, 50 años después. *Revista de la Asociación de Sociología de la Educación*, 9(1), 9-21.
17. Cardona, M., Montes, I., Vásquez, J., Villegas, M., y Brito, T. (2007). Capital Humano: Una mirada desde la educación y la experiencia laboral. *Semillero de Investigación en Economía de EAFIT*.
18. Carnoy, M. (2006). *Economía de la Educación*. Barcelona: UOC.
19. Castejón, A., Zancajo, A., y Ferrer, F. (2011). DesigualDaDes eDucativas y éxito en los países asiáticos en pisa 2009. *Foro de Educación, No. 13*, 53-69.
20. CEPAL. (2016). *Panorama Social de América Latina 2016*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
21. CEPAL. (2018). *Panorama Social de América Latina*. Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas.
22. Cervini, R. (1994). *Los factores determinantes del rendimiento escolar*. Ministerio de Cultura y Educación, Dirección Nacional de Evaluación.
23. Cervini, R., Dari, N., y Quiroz, S. (2013). Factores Institucionales del Logro en Matemática en la Educación Media de Argentina, 1998-2007: una Actualización. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 119-148.

24. Chubb, J., y Moe, T. (1990). November 1988 American Political Science Review 82(04) DOI: 10.2307/1961750 John E. Chubb Terry Moe Terry Moe Research Interest 158.0 Citations Patrick J. Wolf Antoni Verger Ernesto Treviño . *American Political Science Review* 82, 1065-1087.
25. Coleman, J. (1982). Cognitive Outcomes in Public and Private Schools. *American Sociological Association*, 65-76.
26. Coleman, J., Campbell, E., Hobson, C., McPartland, J., Mood, A., Weinfeld, F., y York, R. (1966). *Equality of educational opportunity*. U.S. Department of Health, Education and Welfare, Office of Education.
27. Cronbach, L. (1976). *Research on Classrooms and Schools: Formulations of Questions, Design and Analysis* .
28. Datar, A., Sturm, R., y Magnabosco, J. (2012). Childhood Overweight and Academic Performance: National Study of Kindergartners and First-Graders. *Obesity Research Vol. 12*, 1-11.
29. De la Cruz, I. (2008). Una visión de la educación en América Latina. *Revista mexicana de investigación educativa*.
30. De la Rica, S. (2013). Gender Gaps in PISA Test Scores: The Impact of Social Norms and the Mother's Transmission of Role Attitudes. *IZA Discussion Paper No. 6338*, 1-29.
31. Deller, S., y Rudnicki, E. (1993). Production Efficiency in Elementary Education: The Case of Maine Public Schools. *Economics of Education Review*, 12(1), 45-57.
32. Delprato, M. (1999). *Determinantes del rendimiento educativo del nivel primario aplicando la Técnica de Análisis Multinivel*. IERA, Córdoba.
33. Doyle, T. (2008). *Active Teaching and Learning Methodologies: Some Considerations*. Stylus Publishing.
34. Erickson, C. (1996). Parent satisfaction and alienation from schools: examining ethnic differences. *California State University*, 1-15.

35. Fertig, M., y Schmidt, C. (2002). The Role of Background Factors for Reading Literacy: Straight National Scores in the PISA 2000 Study. *IZA Discussion Paper No. 545*.
36. Friedman, M. (1955). The Role of Government in Education. *Economics and the Public Interest*. Rutgers University Press.
37. Gamoran, A. (1996). Student Achievement in Public Magnet, Public Comprehensive, and Private City High Schools. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 18(1), 1-18.
38. Gelman, A., Jakulin, A., y Pittau, M. (2008). A Weakly Informative Default Prior Distribution For Logistic And Other Regression Models. *The Annals of Applied Statistics*, 1360-1383.
39. Ghafoor, A. (2015). Impact of Educated Mother on Academic Achievement of her Children: A Case Study of District Lodhran- Pakistan. *Journal of Literature, Languages and Linguistics*, 57-66.
40. Goldhaber, D., y Brewer, D. (1997). Why don't schools and teachers seem to matter? Assessing the impact of unobservables on educational productivity. *Journal of Human Resources*, 505-523.
41. Hanushek, E. (1970). The Production of Education, Teacher Quality, and Efficiency. *U.S. Office of Education*, 79-99.
42. Hanushek, E. (2004). Teacher Quality. En *Handbook of the Economics of Education* (págs. 1053-1070). Dallas: Stanford University.
43. Hanushek, E., y Luque, J. (2003). Efficiency and equity in schools around the world. *Economics of Education Review*, 482-498.
44. Hanushek, E., y Woessmann, L. (2007). The Role of Education Quality for Economic Growth. *Policy Research Working Paper-World Bank*.
45. Hanushek, E., y Wößmann, L. (2010). Education and Economic Growth. *International Encyclopedia of Education*, 245-252.

46. Herrera, M., Araoz, M., Granado, M., Lafuente, G. d., D'Jorge, M., Michel, A., y Paz, C. (2005). Técnicas para Datos Multinivel: Aplicación a los Determinantes del Rendimiento Educativo. *Research Gate*.
47. Hoffer, T., Greeley, A., y Coleman, J. (1982). Achievement Growth in Public and Catholic Schools. *American Sociological Association*, 74-97.
48. Jones, K., y Zeife, A. (2011). School Size as a Factor in the Academic Achievement of Elementary School Students. 859-868.
49. Kiesling, H. (1984). Assignment practices and the relationship of instructional time to the reading performance of elementary school children. *Economics of Education Review*, 341-350.
50. Kotte, D., Lietz, P., y Lopez, M. (2005). Factors influencing reading achievement in Germany and Spain: Evidence from PISA 2000. *International Education Journal*, 2005, 6, 113-124.
51. Krueger, A. (1999). Experimental Estimates of Education Production Functions. *The Quarterly Journal of Economics*.
52. Ladd, G., y Birch, S. (1998). Children's interpersonal behaviors and the teacher-child relationship. *Developmental Psychology*, 935-945.
53. Lamas, H. (2015). Sobre el rendimiento escolar. *Propósitos y Representaciones*, 313-386.
54. Leeuw, J., y Meijer, E. (2008). Introduction to Multilevel Analysis. En J. Leeuw, y E. Meijer, *Handbook of multilevel analysis* (págs. 1-3). New York: Springer .
55. Leyva, S., y Cárdenas, A. (2002). Economía de la educación: capital humano y rendimiento educativo. *Análisis Económico*, 79-106.
56. Longford, N. (1993). Random Coefficient Models. *Oxford Statistical Science Series*.
57. Looney, L., y Wentzel, K. (2006). Socialization in school settings. *Handbook of socialization: Theory and research*, 382-403.

58. Lubienski, C. (2005). Public Schools in Marketized Environments: Shifting Incentives and Unintended Consequences of Competition-Based Educational Reforms. *American Journal of Education Vol. 111, No. 4*, 464-484.
59. Mao, B. (1981). Analyzing of Multilevel Data. *Educational Evaluation Methodology, Berk Baltimore: Johns Hopkins University Press*.
60. Martínez, C., Ordóñez, A., y Zúñiga, P. (2017). Educación y crecimiento económico: análisis e implicancias. *Revista economía y administración*.
61. Martins, L. (2010). Economics of Education Review. *Economics of Education Review 29*, 1016-1033.
62. McCombs, B. (2004). *How Students Learn: Reforming Schools Through Learner-centered Education*. California: American Psychological Association.
63. McCombs, B. (2008). Children's and Teachers' Perceptions of Learner-Centered Practices, and Student Motivation: Implications for Early Schooling. *The University of Chicago Press*, 16-35.
64. McConnell, C., y Brue, S. (1996). *Economics: Principles, problems and policies*. New York : McGraw Hill.
65. Meier, K. (1999). Public Management and educational performance . *Public Administration Review, 63(6)*, 689-699.
66. Mincer, J. (1974). *Schooling, Experience and Earnings*. New York: National.
67. Moreno, J. (2016). Factores explicativos del rendimiento escolar en Latinoamérica con datos PISA 2009. *Revista de métodos cuantitativos para la economía y la empresa*, 216-229.
68. Morrison, J., y Estes, J. (2007). Using Scientists and Real-World Scenarios in Professional Development for Middle School Science Teachers. *Journal of Science Teacher Education volume 18*, 165-184.
69. Nelson, R., y Phelps, E. (1966). Investment in humans, technology diffusion and economic growth. *American Economic Review*, 69-75.

70. OCDE. (2009). *Highlights from Education at a Glance 2009*. Organisation For Economic Co-Operation And Development.
71. OCDE. (2010). *Education at a Glance 2010: OECD Indicators*. France: Organisation for Economic Co-operation and Development.
72. OCDE. (2016). *PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education*. Paris: OCDE Publishing.
73. OCDE. (2016). PISA 2015. *Resultados Clave*. OCDE Publishing.
74. OECD . (2017). PISA 2015 Technical Report. OECD. OECD.
75. Osterman, K. (2000). Students' Need for Belonging in the School Community. *Review of Educational Research*.
76. Page, E., y Keith, T. (1981). Effects of U.S. Private Schools: A technical Analysis of Two Recent Claims. *Educational Researcher*, 7-17.
77. Patrinos, H. (2016). Banco Mundial . Obtenido de Banco Mundial Blogs: <https://blogs.worldbank.org/es/que-la-educacion-es-importante-para-el-desarrollo-economico>
78. Pérez, A. (2007). Psicología en educación: una visión contemporánea. *Educere*, 11(39), 623-628.
79. Petrakis, P., y Stamatakis, D. (2002). Growth and Educational Levels: a Comparative Analysis. *Economics of Education Review* 21, 513-521.
80. Rajimon, J. (2010). La economía y la función de producción de la educación. *Revista Científica "Visión de Futuro"*, 13(1).
81. Ramirez, M., Devia, R., y Leon, R. (2011). Pobreza Y Rendimiento Escolar: Estudio De Caso De Jóvenes De Alto Rendimiento. Universidad de Los Andes.
82. Raudenbush, S., y Bryk, A. (1986). A Hierarchical Model for Studying School Effects. *Sociology of Education*, 59, 1-17.
83. Reimer, K., y Nnajifor, A. (2011). School Size as a Factor in the Academic Achievement of Elementary School Students. *Scientific Research*, 2(8), 859-868.

84. Rodríguez, L. (2004). La Teoría Del Aprendizaje Significativo. 1-9.
85. Roeder, P. (2002). Resisting the Urge To Merge: Does School Size Matter? 1-20.
86. Romer, P. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 71-102.
87. Schultz, T. (1961). Investment in Human Capital. *The American Economic Review*, 1-17.
88. Schulz, W. (2005). Measuring the Socio-Economic Background of Students and Its Effect on Achievement on PISA 2000 and PISA 2003. *Annual Meeting of the American Educational Research Association*, 7-24.
89. Shoukat, A., Ilyas, M., Azam, R., y Hussain, A. (2012). Impact of Parents' Education on Children's Academic Performance. *Secondary Education Journal N.2*, 53-59.
90. Sirin, S. (2005). Socioeconomic status and academic achievement: A meta-analytic review of research. *Review of Educational Research*, 417-453.
91. Smith, D., y DeYoung, A. (1988). Big School vs. Small School: Conceptual, Empirical, and Political Perspectives on the Re-emerging Debate. *Journal of Rural and Small Schools*, 2-11.
92. Solomon, D. (2004). A six-district study of educational change: Direct and mediated effects of the Child Development Project. *Social Psychology of Education*.
93. Spence, M. (1973). Job market signaling . *Quarterly Journal of Economics*, 355-374.
94. Stevenson , D., y Baker, D. (1987). The Family-School Relation and the Child's School Performance. *Child Development Vol. 58*, 1348-1357.
95. Strumilin, S. (1924). The economic significance of national education. En S. Strumilin, *Problems of the planned economy* (págs. 9-10). Moscou: Newman.
96. Summers, A., y Wolfe, B. (1977). Do schools make a difference? . *The American Economic Review*, 67(4), 639-652.

97. Sun, L., Bradley, K., y Akers, K. (2012). A Multilevel Modelling Approach to Investigating Factors Impacting Science Achievement for Secondary School Students: PISA Hong Kong Sample. *International Journal of Science Education*, 34(14), 2107-2125.
98. Vegas, E., y Petrow, J. (2007). Raising Student Learning in Latin America: *The Challenge for the 21st Century*. Washington DC: The International Bank for Reconstruction and Development.
99. Villacrés, O., y Salcines, V. (2008). El valor económico de la educación a través del pensamiento económico en el siglo XX. *Revista de la educación superior*, 37(147), 45-61.
100. Wayne, A., y Youngs, P. (2003). Teacher Characteristics and Student Achievement Gains: A Review. *Review of educational research*, 73-89.
101. Wayne, A., y Youngs, P. (2003). Teacher Characteristics and Student Achievement Gains: A Review. *Review of Educational Research* 73, 90-122.
102. Weiss, C., y Garcia , E. (2013). Student Engagement and Academic Performance in Mexico: Evidence and Puzzles from PISA. *Comparative and International Education Society vol 59*, 305-331.
103. Weissberg, R., y Herbert, W. (2007). The Scientific Base Linking Social and Emotional Learning to School Success. *Journal of Educational and Psychological Consultation*, 191-210.
104. Woessmann, L. (2003). Educational Production in East Asia: The Impact of Family Background and Schooling Policies on Student Performance. *German Economic Review* , 331-353.
105. Wong, S.-K. (1998). Multidimensional Influences of Family Environment in Education: The Case of Socialist Czechoslovakia. *Sociology of Education*, 1-22.
106. Zambrano, J. (2013). Un estudio multinivel del rendimiento escolar en matemáticas para tercer grado de educación básica primaria en América Latina. *Revista Sociedad y Economía*, 93-98.

107. Zhao, N. (2011). The quadratic relationship between socioeconomic status and learning performance in China by multilevel analysis: Implications for policies to foster education equity. *International Journal of Educational Development*, 412-422.

# Anexos

## 1. Niveles de conocimiento en ciencias, según PISA 2015

Nivel	Descripción	Rango de notas
1b	Capacidad de reconocer fenómenos científicos simples, patrones simples de datos, términos científicos básicos y seguir instrucciones explícitas para llevar a cabo un determinado procedimiento científico.	Menor a 334.94
1a	Capacidad de usar contenido cotidiano y conocimiento para identificar explicaciones del fenómeno científico, realizar investigaciones científicas con no más de dos variables, identificar relaciones causales, e interpretar datos gráficos que requieran bajo nivel de demanda cognitiva.	334.94 - 409.54
2	Capacidad de identificar una explicación científica, interpretar datos, identificar la pregunta que se aborda en un diseño experimental y dar una conclusión válida sobre esto.	409.54 - 484.14
3	Capacidad de recurrir a un contenido moderadamente complejo para realizar explicaciones de fenómenos científicos similares, distinguir entre cuestiones científicas y no científicas, e identificar la evidencia que respalda una afirmación científica.	484.14 - 558.73
4	Capacidad de usar un conocimiento más sofisticado para construir explicaciones de procesos más complejos y hechos familiares, realizar experimentos con dos o más variables independientes, interpretar datos extraídos de un conjunto de datos moderadamente complejos y dar conclusiones apropiadas.	558.73 - 633.33
5	Capacidad de usar ideas y conceptos científicos abstractos para explicar fenómenos, eventos desconocidos y más complejos; evaluar formas de explorar una pregunta dada, e identificar limitaciones en las interpretaciones de un conjunto de datos.	633.33 - 707.93
6	Capacidad de recurrir a una variedad de ideas y conceptos científicos, utilizar el conocimiento procedimental y epistémico para generar hipótesis explicativas de nuevos fenómenos científicos; distinguir entre argumentos basados en evidencia científica y teoría, y otros basados en otras consideraciones; evaluar diseños competitivos de experimentos complejos, justificando cada una de sus elecciones.	Mayor a 707.93

Fuente: OCDE (2017). Elaboración: Los Autores