



**Factores individuales e institucionales que influyen en la motivación de los profesores y en la motivación y el alfabetismo científico de los estudiantes.
Análisis multinivel con datos de PISA 2015.**

Ana María Suárez Mesa

Tesis doctoral presentada para optar al título de Doctora en Educación

Asesor

Ricardo León Gómez Yepes, Doctor (PhD) *en Educación internacional y comparada*

Universidad de Antioquia
Facultad de Educación
Doctorado en Educación
Medellín, Antioquia, Colombia
2023

Cita	(Suárez Mesa, 2023)
Referencia	Suárez Mesa, Ana María. (2023). Factores individuales e institucionales que influyen en la motivación de los profesores y en la motivación y el alfabetismo científico de los estudiantes. Análisis multinivel con datos de PISA 2015. [Tesis doctoral]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia
Estilo APA 7 (2020)	Medellín, Colombia



Doctorado en Educación, Cohorte **XVIXVI**.

Grupo de Investigación *DATUS: Grupo interdisciplinario de investigación, evaluación y análisis de políticas públicas educativas.*



Centro de Documentación Educación

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: Jhon Jairo Arboleda Céspedes.

Decano Facultad de Educación: Wilson Bolívar Buriticá.

Jefe departamento de Educación Avanzada: Mauricio Múnera Gómez

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Con mucho amor a Nora, Beto y Lennis

Agradecimientos

Muchas personas han influido directa o indirectamente en mi vida y sin sus valiosas contribuciones no podría estar en este punto de mi carrera. Mi familia, colegas, profesores, amigos y estudiantes han fortalecido en la cotidianidad mi desarrollo académico y personal. En primer lugar, quiero agradecer enormemente a mi supervisor, el Dr. Ricardo Gómez por todo su apoyo, generosidad, paciencia y genuino interés para que esta experiencia doctoral fuera enriquecedora y gratificante, por ayudarme a expandir mis ideas y a encontrar tantas posibilidades para aportar a la educación desde la investigación.

A la Dra. Kristina Reiss por la persona valiente que es, por todas sus recomendaciones para mejorar mi trabajo, para la vida y por contribuir significativamente para que mi estadía en Alemania fuera tan agradable y edificante; gracias a su acompañamiento en la Universidad Técnica de Múnich encontré personas maravillosas que me acogieron en su equipo de trabajo y me ayudaron a crecer, especialmente el Dr. Andreas Obersteiner y Marian Anguela González por todas sus asesorías, asistencia administrativa y espacios académicos que enriquecieron mi formación y facilitaron mi estancia doctoral en la universidad; y a Christian Schons y Alina Kadluba, por brindarme su amistad y sus consejos, soy muy afortunada por haber tenido el placer de trabajar con ustedes.

Al servicio alemán de intercambio académico- DAAD, por su programa de becas y el beneficio que me otorgaron para poder realizar mi pasantía doctoral en Múnich, tener asesoría especializada y aprender un nuevo idioma, de otro modo no habría sido posible para mi acceder a oportunidades de formación en el exterior durante el programa de formación. También agradezco al Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación-ICFES, por el apoyo financiero

recibida a través de la convocatoria para estudiantes de posgrado y la retroalimentación constante para mejorar los aspectos técnicos y conceptuales de mi trabajo.

A mis padres, mi hermana, mi sobrina, mis familiares y seres queridos por su ejemplo de trabajo incansable, su comprensión y respeto por el estilo de vida que elegí para mí y el apoyo constante a mis metas y ambiciones. A mis amigos de siempre: Jineth, Alexis, Camilo, Andrés, Lina, María, Laura, Pamela, Carlos y, a David, por siempre estar ahí, por su cariño, amor y su valiosa amistad, son seres que admiro profundamente y agradezco su compañía, su generosidad, sus risas y sus reflexiones profundas sobre el sentido de nuestra existencia.

A mis colegas y amigos profesores del grupo de cultura ambiental de EAFIT, por todas las ideas que hemos podido compartir sobre ecología, ciencia, educación y sobre la vida misma, sus aportes me han animado a ampliar los límites de mi pensamiento y me han devuelto la esperanza para hacer del mundo un lugar mejor.

Por último, me gustaría agradecer a mis estudiantes, la razón de este doctorado y de la carrera que escogí, sus experiencias, expectativas, necesidades, alegrías, genialidades, angustias e incertidumbres, enriquecen mi vida cada día, motivan mi trabajo y me enseñan siempre a buscar alternativas para que la escuela pública sea de verdad un lugar seguro, agradable y efectivo para la formación ciudadana y la transformación social.

Tabla de contenido

Resumen	15
Abstract	16
1 Introducción	17
1.1 Planteamiento del problema	17
1.2 Antecedentes	20
1.3 Justificación.....	26
1.4 Objetivos	30
1.4.1 Objetivo general.....	30
1.4.2 Objetivos específicos	30
1.5 Hipótesis.....	31
1.5.1 Hipótesis 1: Existe una relación entre los factores individuales de los profesores y su motivación para trabajar.	31
1.5.2 Hipótesis 2: Existe una relación entre los factores instituciones y la motivación de los profesores.	32
1.5.3 Hipótesis 3: Existe una relación significativa entre la motivación de los profesores y la motivación de los estudiantes.	33
1.5.4 Hipótesis 4: Existe una relación significativa entre la motivación de los profesores y el alfabetismo científico de los estudiantes.....	34
2 Marco teórico	35
2.1. Enfoque de la revisión de literatura.....	35
2.1.1. Etapa 1: Objetivos de la revisión	35
2.1.2 Etapa 2: Identificación de estudios	36
2.1.3 Etapa 3: Selección de estudios	39
2.1.4 Etapa 4: Extracción de información.....	39
2.2 Motivación	40

2.3 Motivación en contextos educativos	41
2.4 Teorías y constructos para el análisis de la motivación en contextos educativos	44
2.5 Motivación en la teoría de la Autodeterminación- SDT	49
2.6 La motivación como factor clave en el desempeño de los profesores y el aprendizaje de los estudiantes	53
2.6.1 Motivación y el aprendizaje de las ciencias naturales	57
2.7 Factores individuales e institucionales que afectan la motivación de los profesores y estudiantes.	60
2.8 Motivación en el estudio PISA.....	65
3 Metodología	67
3.1 Datos.....	68
3.1.1 Muestra de profesores	68
3.1.2 Muestra de Estudiantes	69
3.2 Modelo conceptual para el análisis de la motivación.....	70
3.3 Variables del estudio	73
3.3.1 Variables individuales e institucionales de los profesores.....	73
3.3.2 Variables individuales e institucionales de los estudiantes.....	76
3.3.3 Construcción de índices compuestos y Análisis de Componentes Principales.....	78
3.4 Técnica de análisis	82
3.5 Evaluación de los supuestos de los modelos del estudio	87
3.5.1 Supuesto de independencia de observaciones.....	88
3.5.2 Supuesto de linealidad	88
3.5.3 Supuesto de normalidad	88
3.5.4 Supuesto de homogeneidad de varianza	89
4 Resultados	92
4.1 Estadística descriptiva	92

4.1.1 Características de los profesores de ciencias naturales en PISA 2015	92
4.1.2 Características de los estudiantes en PISA 2015	101
4.1.3 Características de las instituciones educativas en PISA 2015	108
4.2 Resultados Análisis Multinivel	119
4.2.1 Evaluación de la bondad de ajuste en la construcción de los modelos	119
4.2.2 Resultados de análisis para la hipótesis 1: Relación entre los factores individuales de los profesores en su motivación para trabajar	120
4.2.3 Resultados de análisis para la hipótesis 2: Relación entre los factores institucionales y la motivación de los profesores.....	121
4.2.4 Resultados de análisis para la hipótesis 3: Influencia de la motivación de los profesores y otras variables institucionales en la motivación de los estudiantes	123
4.2.4.1 Incidencia de los factores individuales de los estudiantes en su motivación hacia el aprendizaje de las ciencias naturales.	125
4.2.5 Resultados de análisis para la hipótesis 4: Efecto de la motivación de los profesores y otras variables institucionales en el alfabetismo científico de los estudiantes.....	126
4.2.5.1 Influencia de factores individuales en el alfabetismo científico de los estudiantes.	128
5 Discusión	131
5.1 Factores individuales relacionados con la motivación de los profesores	131
5.2 Influencia de los factores institucionales en la motivación de los profesores.....	135
5.3 Factores individuales relacionados con el alfabetismo científico y la motivación de los estudiantes	138
5.4 Influencia de los profesores y factores institucionales en el alfabetismo científico de los estudiantes	145
5.5 Influencia de los profesores y factores institucionales la motivación intrínseca de los estudiantes	149
6 Alcances y limitaciones.....	151
7 Conclusiones y recomendaciones.....	153
9. Referencias	157

Lista de tablas

Tabla 1 Descripción de variables I-A-R para predecir la incidencia de los factores individuales e institucionales en la motivación de los profesores.....	74
Tabla 2 Descripción de variables I-A-R para predecir la relación entre la motivación de los profesores y los resultados de los estudiantes.	76
Tabla 3 Ítems utilizados en la construcción del índice de motivación del profesor	78
Tabla 4 Ítems utilizados en la construcción del índice de motivación intrínseca del estudiante ..	79
Tabla 5 Comparación del ajuste de los modelos.....	119
Tabla 6 Cambio en la razón de verosimilitud.	120
Tabla 7 Resumen estimación de parámetros para un modelo jerárquico lineal de dos niveles de motivación del profesor.....	122
Tabla 8 Resumen estimación de parámetros para un modelo jerárquico lineal de dos niveles de Motivación del estudiante	124
Tabla 9 Resumen estimación de parámetros para un modelo jerárquico lineal de dos niveles para el alfabetismo científico del estudiante.....	127

Lista de figuras

Figura 1 <i>Número de publicaciones sobre motivación intrínseca en la última década</i>	27
Figura 2 <i>Diagrama de flujo PRISMA para revisión de bibliografía</i>	39
Figura 3 <i>Conceptualizaciones comunes entre constructos para investigar la motivación de los profesores</i>	49
Figura 4 <i>Continuum de autodeterminación (SDT)</i>	51
Figura 5 <i>Origen de la motivación intrínseca</i>	52
Figura 6 <i>Modelo Insumos-Ambiente-Resultados</i>	71
Figura 7 <i>Relación IAR entre variables predictoras y variables respuesta: motivación del profesor, motivación del estudiante y su alfabetización científica</i>	73
Figura 8 <i>Variables individuales e institucionales que pueden estar relacionadas con la motivación de los profesores</i>	74
Figura 9 <i>Variables individuales e institucionales que pueden estar relacionadas con la alfabetización científica y la motivación de los estudiantes</i>	76
Figura 10 <i>Resultados inspección visual Modelo 1, Hipótesis 1 y 2</i>	90
Figura 11 <i>Resultados inspección visual Modelo 2, Hipótesis 3</i>	90
Figura 12 <i>Resultados inspección visual Modelo 3, Hipótesis 4</i>	91
Figura 13 <i>Edad registrada de los profesores de ciencias naturales en PISA 2015</i>	93
Figura 14 <i>Años de experiencia en la labor docente de los profesores de ciencias naturales en PISA 2015</i>	94
Figura 15 <i>Índice de autoeficacia percibida por los profesores para la enseñanza de la ciencia</i> .95	
Figura 16 <i>Autoeficacia percibida por los profesores de ciencias en los contenidos de su área</i> .96	
Figura 17 <i>Índice de colaboración entre colegas percibida por los profesores de ciencias naturales en PISA 2015</i>	97
Figura 18 <i>Índice de percepción de los profesores de ciencias sobre la escasez de personal en la institución educativa</i>	98

Figura 19 <i>Percepción de los profesores de ciencias sobre la escasez de material educativo en la institución.</i>	99
Figura 20 <i>Índice de satisfacción de los profesores de ciencias naturales con la profesión docente</i>	100
Figura 21 <i>Índices de satisfacción de los profesores de ciencias naturales con el lugar de trabajo y el ambiente laboral actual.</i>	101
Figura 22 <i>Nivel máximo de escolaridad alcanzado por los padres de los estudiantes colombianos en PISA 2015</i>	103
Figura 23 <i>Disponibilidad de recursos educativos en el hogar de los estudiantes colombianos.</i>	104
Figura 24 <i>Reporte de repitencia de los estudiantes colombianos en los ciclos de educación básica, primaria y media.</i>	105
Figura 25 <i>Reporte de los estudiantes sobre ocasiones en las que evitan clases.</i>	106
Figura 26 <i>Intensidad horaria semanal reportada por los estudiantes para las áreas de ciencias naturales, lenguaje y matemáticas</i>	107
Figura 27 <i>Tiempo de estudio dedicado por los estudiantes a diferentes áreas de manera independiente a la jornada escolar</i>	108
Figura 28 <i>Índice socioeconómico y cultural (ESE) de las instituciones educativas de 18 países participantes en PISA 2015.</i>	110
Figura 29 <i>Porcentaje de estudiantes de bajos recursos en las instituciones educativas de 18 países participantes en PISA 2015</i>	111
Figura 30 <i>Promedio de estudiantes matriculados en las instituciones educativas de 18 países participantes en PISA 2015.</i>	112
Figura 31 <i>Promedio de número de estudiantes por clase en las instituciones educativas de 18 países participantes de PISA 2015.</i>	113
Figura 32 <i>Índice de participación y autonomía docente reportada por las instituciones educativas de 18 países participantes en PISA 2015.</i>	115
Figura 33. <i>Índice de escasez de personal docente reportada por las instituciones educativas de 18 países participantes en PISA 2015.</i>	116
Figura 34 <i>Comportamientos de los profesores que afectan el clima escolar, reportados por las instituciones educativas de 18 países participantes en PISA 2015.</i>	117
Figura 35 <i>Comportamientos de los estudiantes que afectan el clima escolar, reportados por las instituciones educativas de 18 países participantes en PISA 2015.</i>	118

Figura 36 <i>Desempeño en ciencias naturales en PISA 2015, por grado del estudiante</i>	129
Figura 37 <i>Desempeño en ciencias naturales en PISA 2015, de acuerdo con el género del estudiante y el reporte de repitencia de un grado.....</i>	130
Figura 38. <i>Diferencias de género en el alfabetismo científico entre niños y niñas en América Latina</i>	140
Figura 39 <i>Prevalencia de repetición de grado entre estudiantes participantes en PISA 2015 ..</i>	141
Figura 40 <i>Índice de motivación intrínseca de los profesores y desempeño en ciencias en diferentes países participantes de PISA 2015</i>	149
Figura 41 <i>Variables relacionadas significativamente con la motivación de los profesores y con la motivación y alfabetismo científico de los estudiantes</i>	153

Siglas, acrónimos y abreviaturas

PISA	Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes
SDT	Self Determination Theory- Teoría de la autodeterminación
EBI	Enseñanza Basada en Indagación
ED	Enseñanza Dirigida
MJL	Modelación Jerárquica Lineal
ACP	Análisis de Componentes Principales
OCDE	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico
ICFES	Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
ISCED	International Standard Classification of Education – nivel de Clasificación internacional normalizada de la educación

Resumen

Este estudio tiene como propósito investigar la influencia de factores del contexto escolar en la motivación de los profesores y su relación con el alfabetismo científico y la motivación de los estudiantes en Colombia, desde la perspectiva de la teoría de la autodeterminación.

La principal técnica de análisis es la Modelación Jerárquica Lineal (MJL) y se utilizan los datos del ciclo 2015 del Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA). Los resultados muestran que la disponibilidad de personal y la colaboración entre colegas son los factores de la escuela más relacionados con la motivación de los profesores para la enseñanza de las ciencias naturales. Adicionalmente, aunque no se observó relación entre la motivación de los profesores y la motivación de los estudiantes por las ciencias naturales o su desempeño en la prueba de alfabetismo científico, otras variables de la competencia profesional de los profesores sí mostraron relaciones significativas: La enseñanza basada en la indagación (EBI) predijo un incremento en el índice de motivación del estudiante, mientras que la enseñanza dirigida (ED) predijo un incremento en el puntaje de la prueba de alfabetismo científico.

Estos resultados revelan la necesidad de fortalecer la investigación empírica sobre los posibles efectos y contribuciones de las variables institucionales al bienestar socioemocional de profesores y estudiantes, especialmente en países de economías emergentes y en desarrollo, donde los problemas relacionados con la motivación socavan gravemente las oportunidades de aprendizaje de millones de niños y jóvenes.

Palabras clave: motivación del profesor, motivación del estudiante, contexto educativo, alfabetismo científico, teoría de la Autodeterminación.

Abstract

The purpose of this study is to investigate the incidence of school context factors on teacher motivation and its relationship with scientific literacy and student motivation in Colombia, from the Self Determination Theory perspective.

The main analysis technique is Hierarchical Linear Modeling (HLM) and data from the 2015 cycle of the Program for International Student Assessment (PISA) are used. The results show that staff availability and collaboration among colleagues are the school factors most related to teachers' motivation for teaching natural science. Additionally, although no relationship was observed between teacher motivation and student motivation or academic performance, other professional competence variables did show significant relationships: inquiry-based teaching predicted an increase in the student motivation index, while directed teaching predicted an increase in science literacy test scores.

These results reveal the need to strengthen empirical research on the possible effects and contributions of institutional variables to the socioemotional well-being of teachers and students, especially in emerging and developing economies, where problems related to motivation seriously undermine the learning opportunities of millions of children and youth.

Keywords: teacher motivation, student motivation, scientific literacy, Self-determination Theory, educational context.

1 Introducción

1.1 Planteamiento del problema

El estudio de la motivación en el ámbito educativo se ha enfocado tradicionalmente en la motivación de los estudiantes y su relación con aspectos fundamentales para su aprendizaje de los estudiantes tales como: el interés, el compromiso, la curiosidad y el desempeño académico (Vallerand et al., 1992; Wigfield et al., 2019). Adicionalmente, en las últimas dos décadas aproximadamente, el análisis de la motivación de los profesores también ha venido tomando mayor relevancia puesto que se considera un elemento esencial de la competencia profesional en el proceso de enseñanza, que además de conocimientos sobre contenidos y estrategias pedagógicas, está influenciado por las características afectivas, emocionales y de autorregulación de los profesores (Guerriero, 2015). Estas características juegan un papel fundamental en la forma en que los estudiantes se involucran en las clases y adoptan la experiencia educativa (Bong & Skaalvik, 2003; Sheldrake et al., 2017).

Además de los efectos que la motivación de estudiantes y profesores puede tener en el aprendizaje, otra razón importante para relevancia que se le ha dado a este objeto de estudio radica en las implicaciones económicas y de política pública de la motivación en contextos escolares, particularmente en países emergentes y en desarrollo, donde se estima que alrededor del 25% del presupuesto asignado a la educación básica se pierde por el absentismo de los profesores y una de las razones más reportadas para este fenómeno es la falta de motivación (Lee et al., 2015; Msosa, 2020; Transparency International, 2013). A parte de ello, se estima que el 40% de los estudiantes

que abandonan el proceso escolar, lo hacen por aburrimiento y pérdida de interés en su educación (OECD, 2018a; Sanchez Zinny, 2013). Tal es el caso de las ciencias naturales, un área del conocimiento asociada con la curiosidad y el disfrute durante los primeros años escolares, pero por la cual los estudiantes pierden fácilmente el interés durante la secundaria, resultando en un aprendizaje poco efectivo y en menores posibilidades de seleccionar carreras STEM (Mellado et al., 2014; Oliveros et al., 2016).

Sin embargo, uno de los retos en el estudio de la motivación es que el concepto en sí mismo presenta múltiples definiciones y para el contexto escolar ha sido abordado desde diferentes teorías y constructos entre profesores y estudiantes (Dörnyei & Ushioda, 2011; Guerriero, 2015). Es común encontrar publicaciones que utilizan diferentes términos para describir fenómenos similares relacionados con la motivación (Neves de Jesus & Lens, 2005); de hecho el término motivación puede presentarse como un constructo definido de forma independiente en un estudio, o como parte de sinónimos que acompañan a otras emociones que a su vez pueden ser constructos bien definidos como pasión, disfrute, autoeficacia, entusiasmo o satisfacción (Honicke & Broadbent, 2016; Keller et al., 2016; Mahler et al., 2018; Ruiz-Alfonso & León, 2016). Sumado a esto, mientras que los estudios que se enfocan en la motivación de los estudiantes y su relación con el desempeño han tenido un desarrollo empírico amplio, la investigación sobre la motivación de los profesores, su impacto en el aprendizaje y los factores que la influyen ha sido principalmente descriptiva y anecdótica (Brookhart, 2012; Wen-ying & Xi, 2016); con incipientes investigaciones empíricas (Alamer, 2021). Esta complejidad conceptual dificulta establecer la magnitud de las contribuciones

que las variables emocionales juegan en el trabajo de los profesores y en consecuencia, en los resultados de los estudiantes (Keller et al., 2016; Slemp et al., 2020).

A pesar de lo anterior, la motivación de los profesores se reconoce como un factor importante para la calidad educativa y esto ha llevado a la implementación de intervenciones de política pública para mejorar la motivación y la competencia profesional de los profesores. En el contexto colombiano y latinoamericano estas intervenciones se han enfocado tradicionalmente en el ofrecimiento de incentivos para la formación profesional, premios por el mejoramiento en los indicadores de gestión y por experiencias significativas en el aula, o asesoría y acompañamiento en la incorporación de nuevas metodologías para mejorar los resultados de las pruebas de estado de los estudiantes (Cabeza et al., 2018; Duflo et al., 2012; Hennessey et al., 2015; Ministerio de Educación Nacional, 2020). En el caso de los estudiantes, las estrategias de enseñanza y el clima escolar, han sido probablemente los elementos más analizados e intervenidos para mejorar el logro académico, la disposición para el aprendizaje y la motivación (Comisión Europea, 2018a; Cueto, 2015; Stewart, 2007).

Por tal motivo, esta investigación realiza una contribución a la literatura sobre factores del contexto escolar asociados al desempeño desde la perspectiva de la teoría de la Autodeterminación (SDT, por sus siglas en inglés para *Self Determination Theory*) (Deci & Ryan, 1985), a partir del análisis de variables que, de acuerdo con la literatura disponible, pueden incidir en las habilidades profesionales y la motivación de los profesores para trabajar, así como en las consecuencias que sus actitudes y comportamientos pueden tener sobre los logros de los estudiantes, incluyendo su motivación en los procesos de aprendizaje (W. K. Hoy et al., 2006; Palmer, 2007; Treviño, 2010).

Las preguntas que guiaron el trabajo son: *¿Cuál es el efecto de los factores individuales y de la institución educativa en la motivación de los profesores?* y *¿Cuál es la relación entre la motivación de los profesores y el alfabetismo científico y la motivación de los estudiantes?*

Para responder estas preguntas, se utilizaron los datos para Colombia del ciclo 2015 del Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA), ya que incluye constructos motivacionales de los profesores y los estudiantes (OECD, 2016a), y representa una oportunidad valiosa para investigar sobre la incidencia de factores escolares e individuales en aspectos socioemocionales de estas poblaciones.

1.2 Antecedentes

Esta investigación está contextualizada en las prioridades del sistema educativo en Colombia, el estudio de la motivación como un factor asociado a los procesos de enseñanza y aprendizaje, y la importancia de los estudios educativos internacionales de gran escala para la toma de decisiones en política pública educativa (Nilsen et al., 2022).

Para lograr la meta central de acceso universal a un sistema de educación básica de calidad en Colombia, se han planteado cambios para mejorar las prácticas de enseñanza y aprendizaje, así como para mejorar las competencias de los profesores y su desarrollo profesional (Ministerio de Educación Nacional, 2017a) y contrarrestar de esta manera la deserción escolar particularmente alta en estudiantes de 15 a 19 años (OCDE, 2015; OECD, 2018a). De acuerdo con datos recientes del Ministerio de Educación Nacional (2022), las mayores tasas de deserción se presentan durante la secundaria y alcanzan entre el 7 y el 12% en departamentos como el Vaupés, Putumayo y Caquetá, mientras que la menor deserción alcanza el 4% en regiones como Boyacá, Nariño y

Córdoba. Así mismo, el informe y el de calidad de vida *Medellín cómo vamos* (2021), señala que este aumento en las tasas de deserción está relacionado con la crisis económica generada por la pandemia, lo cual pudo aumentar el trabajo infantil y reducir la demanda educativa, e indica que la deserción se presenta con mayor frecuencia para los estudiantes de menores ingresos, de sectores rurales y mujeres en contextos vulnerables.

A partir de la promulgación de la constitución de 1991, el gobierno de Colombia puso en marcha una ambiciosa reforma educativa que se preocupó, entre otras cosas, por mejorar la calidad de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales, considerada como uno de los sectores importantes para apalancar crecimiento económico. Como resultado, en 2006 se introdujeron los estándares nacionales de ciencias naturales, y se dio paso de un currículo basado en contenidos a uno basado en las competencias y los programas de formación de profesores sufrieron importantes reformas (UNESCO, 2013). Estos cambios han logrado modernizar de forma significativa la infraestructura educativa del país, mejorar las condiciones de trabajo de los profesores y aumentar la matrícula en la escuela primaria, pasando del 69% a finales de la década de 1990 al 98% en 2020 (World Bank, 2021). En la actualidad, Colombia invierte el 3.4% del PIB en educación pública no terciaria, un monto superior a la inversión media de los países de la OCDE en los niveles no terciarios de la educación (OECD, 2021).

A pesar de estos esfuerzos, el desarrollo en la alfabetización científica en el país ha sido lenta. Desde su primera participación en PISA en el año 2006, Colombia aumentó modestamente su puntaje de 388 a 416 en el año 2015 (ICFES, 2017). En PISA 2018, se ubicó en el puesto 62 entre 78 países con un puntaje de 413 mientras que el promedio de la OCDE fue de 489. Este bajo

ritmo en el progreso de la alfabetización científica ha hecho que los responsables de las políticas y los investigadores empiecen a enfocar su atención en los profesores, su preparación y su motivación para trabajar (García et al., 2014; Ministry of Education, 2013, 2021).

Desde el año 2002, Estatuto de Profesionalización Docente (Decreto 1278 de Junio 19, 2002) estableció el concurso de méritos para ajustarse a las políticas y mejores prácticas de la OCDE y la promoción de la calidad la educación se ha convertido en una de las prioridades en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) (OCDE, 2016). En este sentido, se ha fortalecido el programa de becas para atraer estudiantes de alto nivel hacia la profesión docente, teniendo en cuenta los reportes que indican que los sistemas educativos con alto desempeño reclutan a sus profesores entre los estudiantes de secundaria con mejores rendimientos (Delgado, 2014). Las recomendaciones para el sistema educativo colombiano incluyen procesos de admisión más selectiva de candidatos al ejercicio docente y más remuneraciones e incentivos para el desarrollo profesional (OCDE, 2016; OECD, 2018a). Algunos de estos incentivos en los últimos años han estado incluidos en programas como:

Ser pilo paga y Generación E, sistemas de becas o créditos condonables para fomentar el acceso a la educación superior de estudiantes con excelentes resultados académicos y bajos ingresos económicos (Ministerio de Educación Nacional, 2017b, 2018).

Programa de incentivos a la calidad docente, establecido en el PND 2014-2018 para otorgar estímulos económicos a instituciones educativas conforme al avance registrado en los indicadores de eficiencia (deserción y repitencia) y calidad (pruebas Saber) en el Índice Sintético de Calidad de la Educación (DNP, 2015)

Programa para la Excelencia Docente - Todos a Aprender (PTA), que priorizó instituciones educativas de bajo desempeño medido en pruebas estandarizadas, para apoyar el fortalecimiento y transformación de las prácticas pedagógicas y didácticas de los profesores de transición a quinto, e impactar positivamente el aprendizaje de sus estudiantes (Cabal Jaramillo et al., 2018)

Rectores, líderes transformadores, creado desde 2010 y enfocado en la gestión personal de los rectores, el trabajo en equipo, visión integral de liderazgo, buenas prácticas de alianzas entre sector público y privado, sistemas de seguimiento y evaluación, con el fin de obtener una mejor calidad educativa (Artunduaga Murillo, 2015; Fundación Empresarios por la Educación Colombia, 2002).

Premio compartir al maestro, creado desde 1999 como reconocimiento a profesores y rectores sobresalientes, con el objetivo de promover la valoración social de su labor, visibilizar sus prácticas pedagógicas y apoyar su profesionalización (Fundación Compartir, 2022).

Premios a la Calidad educativa-Ser mejor, programa de reconocimiento al mejoramiento educativo para la calidad en la ciudad de Medellín, creada desde 2005 para premiar experiencias significativas de profesores, directivos docentes e instituciones educativas. (Secretaría de Educación de Medellín, 2022)

Además, las secretarías de educación municipales y departamentales ha implementado mecanismos para otorgar comisiones de estudio a profesores de planta para realizar estudios de posgrado y se han creado, programas de créditos condonables por parte del ICETEX y de las entidades territoriales para la formación posgradual de profesores (ICETEX, 2022; Sapiencia, 2022).

Más allá de estos incentivos, en la mayoría de los programas e intervenciones realizados en el país no resulta completamente claro el análisis de la motivación como parte de la competencia profesional de los profesores y de la participación de los estudiantes en el proceso educativo. Sin embargo, en la literatura se observan algunos estudios que se enfocan en este componente motivacional para comprender dinámicas significativas en el reconocimiento de variables al interior de las instituciones educativas que puedan relacionarse con el mejoramiento de la calidad en la educación básica.

En este registro de antecedentes, resulta interesante que mientras la mayoría de los trabajos que abordan el análisis de la motivación en Colombia, lo hacen teniendo en cuenta la teoría de la autodeterminación (SDT) y vinculando el aprendizaje, el desempeño y el mayor logro cognitivo a la motivación intrínseca (interés, disfrute), los programas e incentivos previamente descritos que han sido implementados para mejorar la calidad educativa han estado enfocados, de acuerdo con esta teoría, en factores de motivación extrínseca (beneficios económicos, premios y reconocimientos).

Entre los estudios recientes orientados hacia la relación entre la motivación de los estudiantes y su desempeño académico durante la educación secundaria se encuentran caracterizaciones psicológicas de los estudiantes y sus hábitos de estudio, que muestran que la motivación por aprender y realizar actividades es más frecuente en estudiantes con alto rendimiento académico mientras que la motivación solo por obtener calificaciones altas, es decir, por motivación extrínseca, es más frecuente en estudiantes con bajo rendimiento (Erazo Santander, 2013); así mismo se encuentran intervenciones en instituciones educativas en las que las estrategias para aumentar la motivación escolar y la inteligencia emocional resultan claves para mejorar el

desarrollo de hábitos de estudio, organización del conocimiento y habilidades cognitivas (Erazo Santander, 2018; Villareal Campo, 2021).

A nivel de los profesores, los reportes de revisiones y estudios de caso destacan la importancia de los aspectos socioemocionales y la motivación en el proceso de enseñanza y aprendizaje, y la necesidad de entornos escolares con mayor atención en el afecto y las relaciones personales positivas (Godoy Zúñiga & Campoverde Rojas, 2016). Se evidencia cómo las percepciones que los profesores tienen sobre sí mismos y sobre su entorno repercuten significativamente en su motivación para trabajar y el desempeño académico de sus estudiantes: su liderazgo, la cooperación percibida entre colegas, la disponibilidad de recursos educativos, el clima escolar y la relación con las directivas (Lopera, 2014; López Franco, 2017). También, se reconoce que la vocación es el factor intrínseco más significativo en la motivación de los profesores, por encima del reconocimiento económico (Franco et al., 2018). Estos resultados reportados en los estudios de caso parecen congruentes con los del informe más reciente sobre satisfacción laboral y motivación de profesores en Colombia realizado a partir de la Encuesta Internacional de Enseñanza y Aprendizaje de 2018 (TALIS, por sus siglas en inglés para *Teaching and Learning International Survey*) (LEE, 2021), el cual indica que la posibilidad de influenciar el desarrollo de niños y jóvenes, beneficiar socialmente a los desfavorecidos y contribuir a la sociedad son los aspectos más importantes al momento de escoger la docencia como profesión. Así mismo, el informe llama la atención sobre las instituciones educativas puesto que la sobrecarga de trabajo y el clima escolar pueden representar altos niveles de estrés para los profesores, poniendo en riesgo su salud mental y su bienestar emocional.

Al observar los referentes de investigación sobre motivación en contextos educativos en Colombia, se observa que es un objeto de estudio relativamente reciente en el país y que priman los enfoques descriptivos (Erazo Santander, 2013; Franco López, 2021; González Valcárcel, 2019), los escritos reflexivos (Cabeza et al., 2018; Godoy Zúñiga & Campoverde Rojas, 2016) y los estudios de caso (Franco et al., 2018; López Franco, 2017; Torres-Quiroga, 2016; Villareal Campo, 2021), con apenas una oportunidad de análisis de una base datos a gran escala en la encuesta TALIS 2018. Al mismo tiempo, se observa en el panorama global un aumento de publicaciones sobre investigación en motivación en los últimos 15 años con incipientes investigaciones empíricas (Alamer, 2021; Brookhart, 2012; Wen-ying & Xi, 2016).

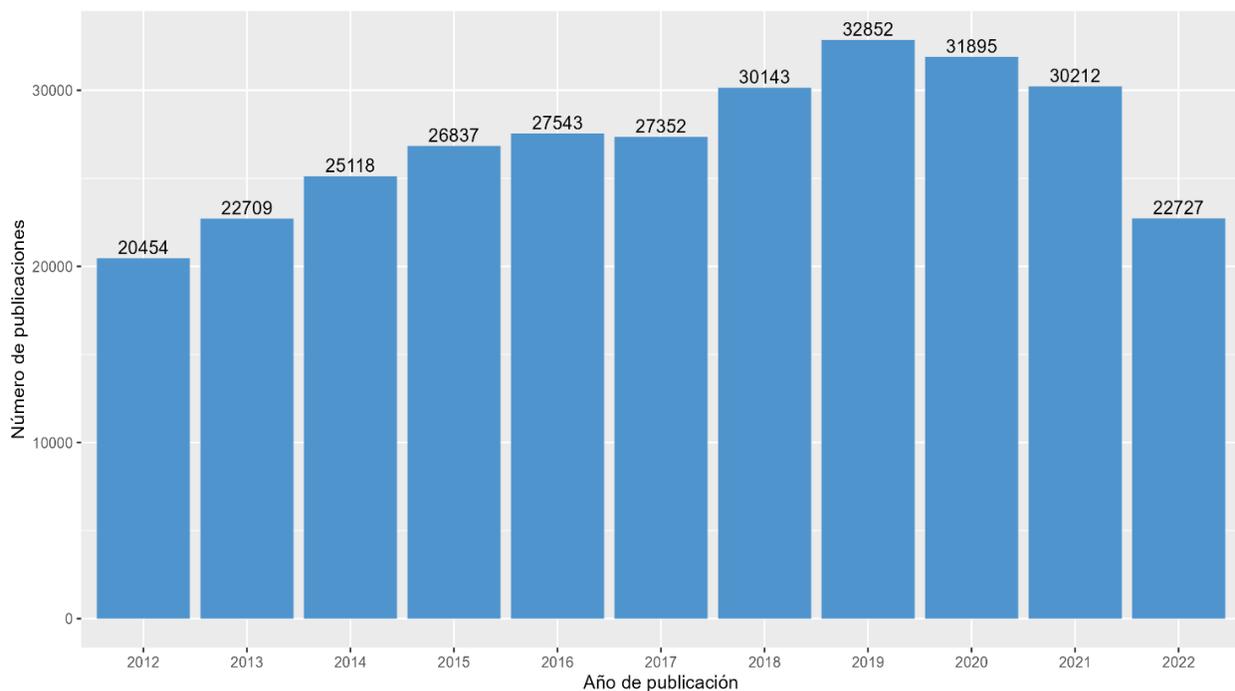
1.3 Justificación

La motivación y el bienestar socioemocional son aspectos del comportamiento humano ligados ampliamente a la productividad y los procesos de enseñanza y aprendizaje. Desde su reconocimiento como factor clave asociado al desempeño en contextos educativos, las investigaciones sobre motivación han crecido considerablemente y en diferentes dimensiones. En general han estado centradas en las poblaciones de estudiantes y en comprender la relación entre su motivación y su éxito académico (Palmer, 2007; Penk et al., 2014; Steinmayr et al., 2019; Taylor et al., 2014). Más recientemente, son más comunes las investigaciones enfocadas en los profesores, con base en observaciones de que su motivación para trabajar y enseñar tiene implicaciones en los resultados académicos de los estudiantes (Bieg et al., 2011; De Loof et al., 2019; Han & Yin, 2016; Nyam & T.O, 2014).

En la búsqueda por comprender la motivación en contextos educativos, se han desarrollado numerosos constructos y marcos conceptuales. Incluso, los programas internacionales de evaluación han introducido instrumentos para evaluar inicialmente estos aspectos emocionales en los estudiantes y más recientemente, han ampliado su enfoque para incluir a los profesores mediante la adaptación de instrumentos similares. (Guerriero, 2015).

El concepto de motivación intrínseca ha recibido una gran atención en la comunidad de investigación educativa. Solo en la última década (Figura 1), se han publicado alrededor de 297000 artículos, ponencias y libros sobre la motivación intrínseca y muestran una convicción general de que los profesores intrínsecamente motivados pueden ser un motor importante de, entre otros: el aprendizaje de los estudiantes, los niveles de autoestima y la motivación (Bishay, 1996; Metcalfe & Game, 2006; Sheldrake et al., 2017; Valerio, 2012).

Figura 1. *Número de publicaciones sobre motivación intrínseca en la última década*



Elaborado por la autora con datos de Semantic Scholar (a noviembre 2022). Datos para educación, psicología y negocios

Dadas las implicaciones sociales y económicas que puede tener la motivación o desmotivación en la escuela, especialmente en países con economías emergentes donde se presentan altas tasas de absentismo docente y deserción escolar, es frecuente encontrar en la literatura estudios e intervenciones que promueven la motivación para mejorar el desempeño académico (OECD, 2013; Penk et al., 2014) y mejorar los índices de permanencia y retención en las instituciones. Para fomentar la motivación de los estudiantes, se sugieren modificaciones en las prácticas pedagógicas como la implementación de metodologías activas (Aditomo & Klieme, 2020; Oliver et al., 2019) y actitudes entusiastas de los profesores para propiciar ambientes de aula en beneficio de las relaciones interpersonales y el ritmo de la clase (Metcalf & Game, 2006; Palmer, 2007). En este sentido, se encuentra una amplia documentación en investigaciones empíricas, estudios de caso y varios estudios a gran escala desde diferentes enfoques conceptuales (Broeck et al., 2010; Honicke & Broadbent, 2016; Mahler et al., 2018; Ozel et al., 2013; Ritter et al., 2020; Ruiz-Alfonso & León, 2016; Ryan & Deci, 2018).

En el caso de la motivación de los profesores, las intervenciones se han centrado en estímulos para la formación profesional, programas para mejorar los resultados de los estudiantes en las pruebas de estado, y algunos estudios sobre factores de riesgo psicosocial; mientras tanto, el estudio de la motivación docente han sido principalmente reflexivo y especulativo, analizado como un elemento importante del profesor más por su incidencia en el desempeño de los estudiantes, que como un aspecto central del comportamiento y de la vocación en la profesión docente. También se encuentra un menor porcentaje de estudios y con una aproximación empírica mucho más escasa que para los estudiantes (Guerriero, 2015).

Es en este contexto que esta investigación doctoral es oportuna. En primer lugar, genera un aporte al conocimiento basado en evidencias sobre la motivación de los profesores, no solo como un factor que puede estar asociado al desempeño de los estudiantes, sino también como un elemento fundamental de la competencia profesional y el bienestar socioemocional de los profesores mismos. En segundo lugar, el trabajo contribuye con la discusión académica sobre la comprensión de los diferentes marcos conceptuales utilizados para analizar la motivación en profesores y estudiantes y sobre la pertinencia de las intervenciones que a menudo se implementan al respecto para mejorar la calidad educativa.

En tercer lugar, teniendo en cuenta que recolectar información sobre profesores y estudiantes en países como Colombia tiene altos costos financieros, logísticos y administrativos, los resultados de este trabajo son valiosos para conocer las dinámicas de la población de profesores y estudiantes en aspectos socioemocionales. Precisamente, el presente trabajo llama la atención sobre la importancia de fortalecer la investigación en educación a través del uso de los resultados de estudios internacionales a gran escala como PISA, así como en la necesidad de apropiación de este enfoque de investigación empírica por parte de profesores, directivos docentes y operadores educativos. Dados los altos costos que usualmente implican las investigaciones sociales a gran escala en términos de tiempo, dinero y recursos humanos, sumado a los rigurosos protocolos éticos y administrativos requeridos para realizar investigaciones con estudiantes y profesores en las instituciones educativas, es apenas comprensible que la mayoría de los estudios en educación en el país deban limitarse a muestras poblacionales pequeñas y con alcances interpretativos igualmente muy específicos para cada caso particular. En este sentido, instituciones como el ICFES, la

UNESCO, la OCDE y el Ministerio de Educación, cuentan con bases de datos de estudios a gran escala que recogen información sobre el nivel de desarrollo de los estudiantes en áreas fundamentales del proceso educativo como el lenguaje, matemáticas, ciencias naturales, competencias ciudadanas y también sobre sus características de contexto familiar y socioeconómico, características de los profesores y de las instituciones educativas, lo que sin duda constituye un insumo valioso para el desarrollo de investigaciones sobre calidad de la educación que permiten generar conocimiento en aspectos relevantes para la agenda educativa y que pueden aportar al diseño de las políticas públicas en favor de las condiciones de trabajo de los profesores y al enriquecimiento de prácticas escolares efectivas al interior de las instituciones.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Determinar los factores individuales e institucionales que influyen en la motivación de los profesores y los estudiantes, así como evaluar empíricamente si existe una relación significativa entre la motivación de los profesores y el alfabetismo científico y la motivación de los estudiantes.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Determinar los factores individuales e institucionales que inciden en la motivación de los profesores de ciencias naturales.

2. Establecer los factores individuales e institucionales que inciden en el alfabetismo científico de los estudiantes.
3. Determinar factores individuales e institucionales que inciden en la motivación de los estudiantes para el aprendizaje de las ciencias naturales.
4. Evaluar el efecto de la motivación de los profesores en el alfabetismo científico de los estudiantes y su motivación.

1.5 Hipótesis

Para lograr los objetivos y responder a las preguntas que guían esta investigación, se formularon las siguientes hipótesis:

1.5.1 Hipótesis 1: Existe una relación entre los factores individuales de los profesores y su motivación para trabajar.

Justificación: La motivación de los profesores se puede conceptualizar como una orientación intrínseca, un comportamiento que hace parte de una actitud general frente al ejercicio docente y el proceso de enseñanza (Guerriero, 2015). De acuerdo con la SDT, el tipo de motivación que se corresponde con el comportamiento más autodeterminado y la mayor calidad del desempeño es la motivación intrínseca (Deci & Ryan, 1985), la cual surge del esfuerzo individual de satisfacción de las necesidades psicológicas de autonomía, competencia y relacionamiento (Broeck et al., 2010; Ryan & Deci, 2000b). En el caso de los profesores, estas necesidades pueden estar reflejadas en características individuales como la vocación docente, el compromiso, la pasión, el

entusiasmo, el interés, el sentido de autoeficacia y de autonomía, que se han relacionado con una mayor motivación para trabajar (Albulesco & Albulesco, 2015; Guerriero, 2015; Keller et al., 2016; Mahler et al., 2018; Mart, 2013; Stellmacher et al., 2020).

1.5.2 Hipótesis 2: Existe una relación entre los factores instituciones y la motivación de los profesores.

Justificación: Varios autores sostienen que la motivación de los profesores puede ser fomentada por factores al interior de las instituciones educativas como la colaboración entre colegas, las oportunidades desarrollo profesional, el sentido de pertenencia hacia la institución y los logros académicos de sus estudiantes (Dörnyei & Ushioda, 2011; Franco et al., 2018; Mostafa & Pál, 2018; Slemp et al., 2020). Del mismo modo, se encuentran reportes en los cuales la motivación de los profesores se ve afectada negativamente por falta de personal, organización administrativa deficiente o el bajo rendimiento académico de sus estudiantes (Chaplain, 2008; Marshik et al., 2016; Tschannen-Moran & Barr, 2004). De hecho, se reporta que estos factores a nivel de las instituciones educativas no solo disminuyen la disposición para trabajar, sino que aumentan la probabilidad de los profesores para cambiar de lugar de trabajo e incluso para abandonar la carrera docente (Ingersoll, 2001).

1.5.3 Hipótesis 3: Existe una relación significativa entre la motivación de los profesores y la motivación de los estudiantes.

Justificación: En la literatura, existen múltiples referencias que soportan el argumento de que profesores motivados pueden fomentar la motivación entre sus estudiantes porque sus actitudes y comportamientos determinan el ritmo de las clases y la relación de enseñanza-aprendizaje (Gagné et al., 2010; Mostafa & Pál, 2018; Sheldrake et al., 2017). Los profesores también representan un modelo a seguir, y por tanto, si se muestran comprometidos e interesados en su trabajo, sus estudiantes se motivarán por emulación de la actitud del profesor frente a la clase (Bong & Skaalvik, 2003). De hecho, desde la SDT, estudios como los de Lam et al. (2009) y Ryan & Deci (2000b) manifiestan evidencias sobre la relación que existe entre la motivación intrínseca de los profesores y la motivación intrínseca de los estudiantes por el aprendizaje.

También, en el caso de las ciencias naturales, se reporta que las actitudes y comportamientos de los profesores están vinculadas a las prácticas pedagógicas que seleccionan para su enseñanza y de este mismo modo pueden fomentar las actitudes positivas de los estudiantes frente a esta área del conocimiento (Metcalf & Game, 2006; Sheldrake et al., 2017). Por ejemplo, las metodologías activas como la Enseñanza Basada en la Indagación (EBI) son ampliamente recomendadas para dinamizar las clases de ciencias y lograr un mayor interés por parte de los estudiantes (Areepattamannil, 2012; Mayasari, 2017; Riffert et al., 2021).

1.5.4 Hipótesis 4: Existe una relación significativa entre la motivación de los profesores y el alfabetismo científico de los estudiantes.

Justificación: Del mismo modo en que se relaciona la motivación de los profesores con la motivación de sus estudiantes, algunos estudios en este campo también resaltan la importancia de este rasgo del comportamiento en el desempeño académico (Lam et al., 2009; Riffert et al., 2021). A través de las actitudes manifiestas y las prácticas educativas que seleccionan para las clases, los profesores intrínsecamente motivados pueden apoyar la satisfacción de las necesidades de autonomía, competencia y relacionamiento de sus estudiantes y facilitar en ellos un mayor logro cognitivo (Marshik et al., 2016); aunque existen también resultados que describen una alta complejidad de los factores que inciden en la relación profesor-estudiante como el contexto sociocultural o las asignaturas académicas específicas, que pueden determinar la significancia de la relación positiva que usualmente se asume entre la motivación de los profesores y los resultados académicos de los estudiantes (Bardach & Klassen, 2021).

2 Marco teórico

2.1. Enfoque de la revisión de literatura

El enfoque de esta revisión se conoce como revisión de alcance (scoping review) y su propósito es mapear la literatura existente en un campo determinado, evaluar su extensión, la calidad de su evidencia (Arksey & O'Malley, 2005; Aromataris & Munn, 2020; Munn et al., 2018) y aclarar conceptos o definiciones clave (S. Anderson et al., 2008; Munn et al., 2018). Además, este tipo de revisiones resultan útiles para detectar y analizar vacíos en un cuerpo de conocimiento y en la literatura existente; y por tanto, pueden contribuir a una revisión rápida de la evidencia en campos o temas emergentes (Munn et al., 2018).

Teniendo en cuenta las preguntas y objetivos de este trabajo, se siguió el protocolo para revisiones sistemáticas y meta-análisis para revisiones de alcance (PRISMA-ScR, por sus siglas en inglés para *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis for Scoping Reviews*) (Liberati et al., 2009). A continuación, se describen las etapas y actividades implementadas para realizar la revisión de literatura de acuerdo con este protocolo:

2.1.1. Etapa 1: *Objetivos de la revisión*

El propósito principal de esta revisión de alcance fue identificar, mapear y sintetizar la literatura empírica existente sobre los factores relacionados con la motivación intrínseca de los profesores y sobre el impacto de esta motivación en la alfabetización científica y la motivación de los estudiantes. También fue importante identificar estudios específicos sobre diversos factores

individuales y de las instituciones educativas que reportaran efectos significativos sobre la motivación y el desempeño tanto en profesores como en estudiantes.

2.1.2 Etapa 2: Identificación de estudios

- **Criterios de elegibilidad**

Se utilizó el marco Perspectiva, Intervención, Comparación, Evaluación (SPICE, por sus siglas en inglés para *Setting, Perspective, Intervention, Comparison, Evaluation* framework) (Stern et al., 2014) para desarrollar y delinear los criterios de inclusión y exclusión, y para enmarcar el propósito de la revisión. La búsqueda primaria se realizó en 15 bases de datos electrónicas interdisciplinarias que indexan la literatura en educación y ciencias sociales en general. Los artículos fueron incluidos en la revisión si cumplían con las siguientes características:

- a. Artículos empírico- analíticos publicados durante los últimos 15 años
- b. Artículos publicados en inglés o español
- c. Artículos que abordaron el fenómeno de la motivación intrínseca de los profesores
- d. Artículos que presentan resultados cuantitativos y proporcionan datos empíricos sobre cambios en el aprendizaje y el rendimiento de los estudiantes, así como los cambios en sus comportamientos, competencias o habilidades.

La búsqueda se enfocó en artículos de investigación originales, informes de evaluación, libros, capítulos de libros basados en investigaciones empíricas y ponencias en conferencias. Se excluyeron los documentos reflexivos, editoriales, comentarios, comunicaciones breves, actas de

reuniones, literatura corporativa y otros documentos similares. Adicionalmente, se incluyeron otros documentos por fuera del rango de publicación de 15 años por tratarse de artículos seminales, o porque se encontraron relevantes para la comprensión y contextualización del objeto de estudio.

- **Fuentes de información**

La búsqueda bibliográfica primaria se realizó en las siguientes bases de datos electrónicas accesibles a los autores a través de la biblioteca de la Universidad de Antioquia, y que son relevantes para el tema de la revisión: Bibliotechnia, Cambridge Journals Online, Dialnet, DOAJ, Ebsco, Emerald, Eric, Hapi, IEEE Xplore, JSTOR, OECD, SciELO, Science Direct, Scopus, Springer Link y Taylor & Francis. El Cuadro 1 muestra las palabras clave que se utilizaron en el proceso de búsqueda, la cual fue realizada en inglés y en español y los términos se combinaron en las cadenas de búsqueda utilizando los operadores booleanos "OR", "O", "AND" e "Y", para identificar las fuentes que informan sobre los factores relacionados con la motivación intrínseca de los profesores y los efectos de la motivación intrínseca de los profesores en el aprendizaje de los alumnos. Las cadenas de búsqueda se utilizaron para consultar los campos " TÍTULO/TITLE", " RESUMEN/ABSTRACT " y " TEMA/SUBJECT " de cada base de datos. Ejemplos de cadenas de búsqueda utilizando EBSCO Discovery Service™ son:

- TI "Teacher* intrinsic motivation/ Motivación intrínseca del profesor" AND TI "student* outcomes /resultados en los estudiantes"

- TI "Teacher* motivation /Motivación del profesor" OR TI "Teacher* autonomous motivation /Motivación autónoma del profesor" AND TI "academic achievement/ rendimiento académico" AND TI "student* motivation/ motivación del estudiante"

- TI " Teacher* intrinsic motivation/ Motivación intrínseca del profesor " AND TI " student* achievement /resultados del estudiante*" OR TI " academic achievement /rendimiento académico"

Cuadro 1. Términos clave para las cadenas de búsqueda

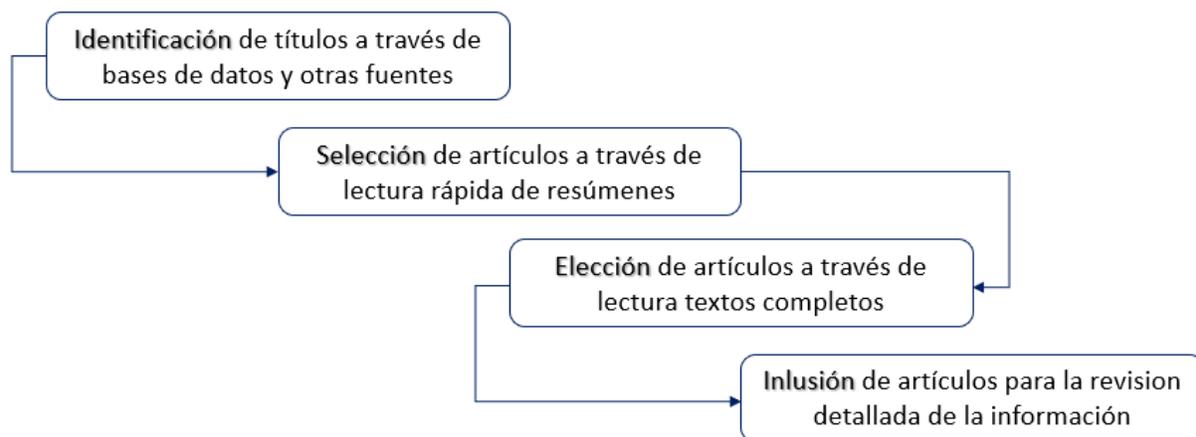
Relacionado con la intervención	Operadores Booleanos	Relacionados con los resultados
"Teacher* intrinsic motivation" "Motivación intrínseca del profesor" "Teacher* autonomous motivation" "Motivación autónoma del profesor" "Teacher* enjoyment" "Disfrute del profesor" "Teacher* self-determination" "Autodeterminación del profesor" "School context factors" "Factores del context escolar" "Individual factors" "Factores individuales"	AND OR	"Student* learning", "aprendizaje del estudiante" "Student* literacy", "alfabetización del estudiante" "Student* scientific literacy", "alfabetización científica del estudiante" "alfabetismo científico" "Student* outcomes", "Resultados en el estudiante" "Student* achievement", "Logros del estudiante" "Academic achievement", "logros académicos" "Academic performance, "rendimiento académico"

También se hicieron búsquedas manuales hacia adelante y hacia atrás a partir de las fuentes seleccionadas en la búsqueda primaria. Esto incluye una búsqueda manual hacia atrás y hacia delante de las referencias citadas tanto en revisiones sistemáticas anteriores como en los estudios seleccionados. Adicionalmente, se identificaron publicaciones de literatura gris que cumplieran con los criterios de inclusión descritos (McAuley et al., 2000) a través de ProQuest Dissertations and Thesis, Google, Google Scholar, OpenGrey y Semantic Scholar.

2.1.3 Etapa 3: Selección de estudios

Siguiendo el protocolo PRISMA (Figura 2) (Liberati et al., 2009), primero se examinaron los títulos para determinar si eran relevantes para la pregunta de la revisión, luego se leyeron los resúmenes y si estos se ajustaban a los objetivos de la revisión, se procedió a leer los artículos.

Figura 2 Diagrama de flujo PRISMA para revisión de bibliografía



2.1.4 Etapa 4: Extracción de información

A continuación, se presenta la revisión de literatura construida a partir de los estudios seleccionados siguiendo el protocolo PRISMA. La información se presenta en el siguiente numeral, abordando los conceptos generales sobre motivación en contextos educativos, los reportes de efectos de diferentes factores en la motivación de profesores y estudiantes y la evidencia existente de la relación entre la motivación de los profesores y el desempeño de los estudiantes en ciencias naturales. Específicamente, la información se organiza en el marco de la Teoría de la

Autodeterminación (SDT), que propone que la motivación intrínseca aumenta cuando las personas satisfacen las necesidades psicológicas de autonomía, competencia y relacionamiento (Ryan & Deci, 2000b).

2.2 Motivación

La motivación es el concepto en psicología que explica el comportamiento humano. La palabra motivación deriva del verbo latino *movere*, que significa "moverse" (Dörnyei & Ushioda, 2011) y se refiere a la energía o el impulso que mueve a las personas a hacer algo y a las razones que hay detrás de sus decisiones, acciones y esfuerzos. Sin embargo, no existe actualmente un consenso acerca de teorías, variables o interpretaciones para analizar la motivación; por el contrario, la abundancia de enfoques teóricos y definiciones aumentan la complejidad en este tema de investigación (Dörnyei & Ushioda, 2011).

Entre las múltiples definiciones relacionadas al concepto de motivación se encuentran:

- “Grado de esfuerzo e intensidad dirigido hacia una meta relacionada con el aprendizaje o el rendimiento” (Hoffman, 2015).
- “Proceso por el que se instiga y mantiene la actividad dirigida a una meta”(Schunk et al., 2008).
- “Razón por la que alguien hace algo o se comporta de una manera determinada” (Oxford Dictionary, s.f.).

- “Constructo para explicar el inicio, la dirección, la intensidad y la persistencia de la conducta, especialmente la dirigida a un objetivo” (Q. Huang, 2012).
- “Conjunto de razones por las que las personas se comportan de la manera que lo hacen” (Santrock, 2002).
- “Energía, dirección, persistencia y propósito de las conductas, incluyendo las intenciones implicadas y las acciones resultantes; se encuentra en el núcleo de la regulación biológica, cognitiva y social del individuo” (Deci & Ryan, 1985).

2.3 Motivación en contextos educativos

En el ámbito educativo, el estudio de la motivación tiene un lugar relevante por los efectos positivos que se le atribuyen en el fomento del compromiso de los estudiantes en el aula, en el desarrollo de sus talentos y en su deseo de permanecer en la escuela y no abandonar el proceso educativo (Reeve, 2009). Algunos autores afirman que los sistemas escolares ideales son los que consiguen promover en los alumnos un entusiasmo genuino por el aprendizaje y la participación voluntaria, lo que los conduce a una mayor flexibilidad en la resolución de problemas, la adquisición eficiente de conocimientos y un fuerte sentido del valor personal y responsabilidad social (Deci et al., 1991).

La escuela representa una experiencia socializadora que tiene enorme impacto en el curso de la vida de las personas y en la sociedad (Deci et al., 1991). Es así, como en contextos educativos, el estudio de la motivación se ha enfocado principalmente en los estudiantes, como un recurso

único que debe fomentarse en sí mismo y no solamente para aumentar el rendimiento escolar (Perry & Smart, 2007).

En el caso de los profesores, los estudios sobre motivación son más recientes y se han relacionado con actividades, tareas y resultados propios del ejercicio de enseñanza que los profesores se esfuerzan por alcanzar o evitar (Guerriero, 2015; Marshik et al., 2016). En general, sus aspectos emocionales se han reconocido como variables importantes que influyen en los procesos de enseñanza y los resultados de los estudiantes (Keller et al., 2016; Mostafa & Pál, 2018; Ruiz-Alfonso & León, 2016; Slemp et al., 2020). En la literatura se destaca el papel de la motivación de los profesores para ayudar a aumentar y desarrollar la motivación de sus estudiantes para obtener un rendimiento óptimo en el aula y mejorar la calidad educativa (Bong & Skaalvik, 2003; Camargo-Mayorga, 2017; Franco et al., 2018; Sheldrake et al., 2017).

Sin embargo, el estudio de la motivación de los profesores no solo es relevante por los efectos que puede tener en el desempeño de los estudiantes, también se considera un elemento central de la competencia profesional. La motivación resulta esencial para el ejercicio docente, porque en términos de habilidades y actitudes necesarias para el dominio de situaciones específicas, el proceso de instrucción no solo requiere del conocimiento pedagógico, también está influenciado por características afectivas, motivacionales y autorregulatorias que determinan una enseñanza competente (Kunter et al., 2013). Desde el punto de vista de la política pública educativa, la motivación de los profesores no es solo un medio para mejorar los resultados de los estudiantes, es un objetivo educativo valioso para el bienestar de los profesores, su intención de persistir en la enseñanza y su éxito profesional (Guerriero, 2015; OECD, 2013).

Este tema toma relevancia sobre todo en países de economías emergentes y en desarrollo, donde la desmotivación de los profesores se considera uno de los principales obstáculos para la mejora de la calidad de la educación (Khanal et al., 2021). Se estima que, alrededor del 25% del presupuesto educativo asignado a la educación primaria se pierde por el absentismo de los profesores ocasionado por su falta de motivación (Lee et al., 2015; Msosa, 2020; Transparency International, 2013). Un profesor desmotivado tiene más probabilidades de ausentarse del trabajo o de abandonar por completo la profesión docente, reduciendo así el tiempo de aprendizaje de los estudiantes, con graves consecuencias especialmente en las poblaciones más vulnerables o marginadas (Abadzi, 2007; Bugg Conradson, 2021). Esta situación ha llevado a algunos gobiernos a utilizar incentivos pecuniarios para contratar y retener a los profesores en las aulas y motivarlos a mejorar el aprendizaje de los estudiantes (Duflo et al., 2012; Muralidharan, 2012; UNESCO-IICBA, 2017). Sin embargo, evaluaciones realizadas en algunos de estos programas han demostrado que el uso de incentivos pecuniarios para conseguir un mejor desempeño de los profesores no es sostenible en el largo plazo y que su eliminación puede tener en realidad un impacto negativo en el aprendizaje y el rendimiento de los estudiantes (Jinnai, 2016; Visaria et al., 2016).

Por otro lado, la falta de motivación en los estudiantes también es una causa frecuente de absentismo escolar y baja efectividad en el aprendizaje. Se afirma que alrededor del 40% de los estudiantes que abandonan la escuela, lo hacen por aburrimiento o porque no sienten que lo que están estudiando sea útil; y aunque las presiones económicas afectan de forma desproporcionada a

los estudiantes de familias con menores ingresos, el abandono por falta de compromiso y motivación es común en todos los niveles socioeconómicos (Sanchez Zinny, 2013). La falta de motivación para el aprendizaje es relevante en áreas como las ciencias naturales, ya que genera una creciente reticencia de los estudiantes en el ciclo de educación básica (De Loof et al., 2019), entre muchas posibles causas, porque el proceso tradicional de enseñanza se asume como un ejercicio de transmisión de información, en el que los estudiantes tienen un rol pasivo, con pocas posibilidades de cuestionamientos y expresiones creativas (Garriz, 2010; Osborne, 2009). Este tipo de enseñanza de las ciencias centrada en el profesor ha venido reevaluándose con el foco de atención educativa que han recibido las áreas STEM para el desarrollo de habilidades del siglo 21 que incluyen el pensamiento crítico, la colaboración, la creatividad y la comunicación; y que se encuentran plenamente relacionadas con la motivación y las expectativas de los estudiantes, así como con el sentido de autoeficacia de sus profesores (Han et al., 2021).

2.4 Teorías y constructos para el análisis de la motivación en contextos educativos

Los estudios sobre la importancia de la motivación y otros aspectos emocionales en contextos educativos son abundantes y han sido abordados desde diferentes perspectivas teóricas, conceptuales y operacionales (Dörnyei & Ushioda, 2011; Guerriero, 2015). Entre los constructos sobre motivación más utilizados en contextos educativos se encuentran:

- *Autoeficacia*: Se refiere a la confianza en las capacidades propias para organizar y ejecutar las acciones necesarias para lograr resultados educativos (Bong & Skaalvik, 2003). La autoeficacia apela a que el juicio de las personas sobre sus

capacidades para llevar a cabo ciertas tareas específicas determina la elección de las actividades intentadas, junto con el nivel de aspiración, la cantidad de esfuerzo ejercido y la persistencia mostrada (Bandura, 1985). Para los profesores, la autoeficacia consiste en su efectividad en la instrucción y en su dominio del contenido. Varios estudios indican que la autoeficacia de los profesores está asociada con la motivación, el entusiasmo, el compromiso y la satisfacción laboral que pueden ser conducentes hacia un alto logro académico de sus estudiantes.

- *Expectativa-valor*: En este constructo, las elecciones relacionadas con el logro o el esfuerzo hacia una actividad dependen de la creencia del éxito esperado en ella y del valor subjetivo que se le asigne (Eccles & Wigfield, 1995). En este sentido se sugiere que las personas con fuertes creencias sobre sus competencias de éxito y eficacia tienden a rendir más y a trabajar en tareas más desafiantes (Eccles & Wigfield, 2002).
- *Metas de logro*: Sugiere que tanto el grado como la calidad del compromiso en una actividad para lograr algo, dependen de los tipos de objetivos que los individuos persiguen con estas actividades (Elliot, 2005).
- *Atribución*: Se refiere a las atribuciones o deducciones causales que hacen las personas sobre sus éxitos y fracasos del pasado. Estas atribuciones tienen consecuencias en los esfuerzos futuros por alcanzar logros (Weiner, 1982).

- *Autodeterminación*: De acuerdo con esta teoría, el grado y la calidad de la participación en diversas tareas y actividades depende de si la fuente de motivación para esta participación está dentro del individuo o es una consecuencia de fuerzas externas (Deci & Ryan, 1985).

Es posible que las diferencias en estos referentes radiquen en la explicación de las razones para decidir hacer algo y comenzar una acción, y el esfuerzo para sostener o persistir en la realización de esa acción (Han & Yin, 2016). Adicionalmente, se identifican en la literatura diferentes dimensiones de sentimientos o deseos asociados a las orientaciones intrínsecas (Guerriero, 2015), pero que en general describen la tendencia de los profesores a experimentar emociones positivas y significativas en su profesión (Metcalf & Game, 2006). Aquí algunas de las definiciones reportadas:

- *Pasión*: Es una fuerte inclinación o deseo hacia una actividad que se disfruta y en la que se está dispuesto a invertir tiempo y energía (Mart, 2013; Ruiz-Alfonso & León, 2016). Los autores relacionados con este concepto destacan que el compromiso continuo de los profesores con sus estudiantes es el factor más importante para el desarrollo de la pasión, de este modo adquieren características distintivas de dedicación e inspiran a sus estudiantes y cultivan en ellos la curiosidad y el interés por aprender.
- *Entusiasmo*: Se refiere a la ocurrencia conjunta de experiencias afectivas positivas por parte de los profesores, es decir, el disfrute relacionado con el proceso de enseñanza, así como con la expresión conductual de estas experiencias, es decir las

conductas no verbales que pueden ser juzgadas desde la perspectiva de los estudiantes (Keller et al., 2016). La literatura sobre el tema aduce que los profesores entusiastas no solo motivan e inspiran y entusiasman a los estudiantes, sino que también promueven el aprendizaje y el rendimiento académico.

- *Satisfacción*: Se refiere a la evaluación global que el profesor recibe de su trabajo y se deriva de la gratificación de las necesidades de orden superior, como las relaciones sociales, la estima y la actualización (A. et al., 2014; Bishay, 1996). Esta evaluación global se relaciona con las percepciones de los profesores sobre el prestigio laboral, la autoestima, la autonomía en el trabajo y el autodesarrollo profesional que conducen a altos niveles de motivación y productividad (A. et al., 2014). Así mismo, se plantea que la satisfacción tiene una relación significativa con el entorno laboral y el bienestar mental y en cambio puede afectarse negativamente por la intensificación y sobrecarga de trabajo en los profesores (Sahito & Vaisanen, 2020).

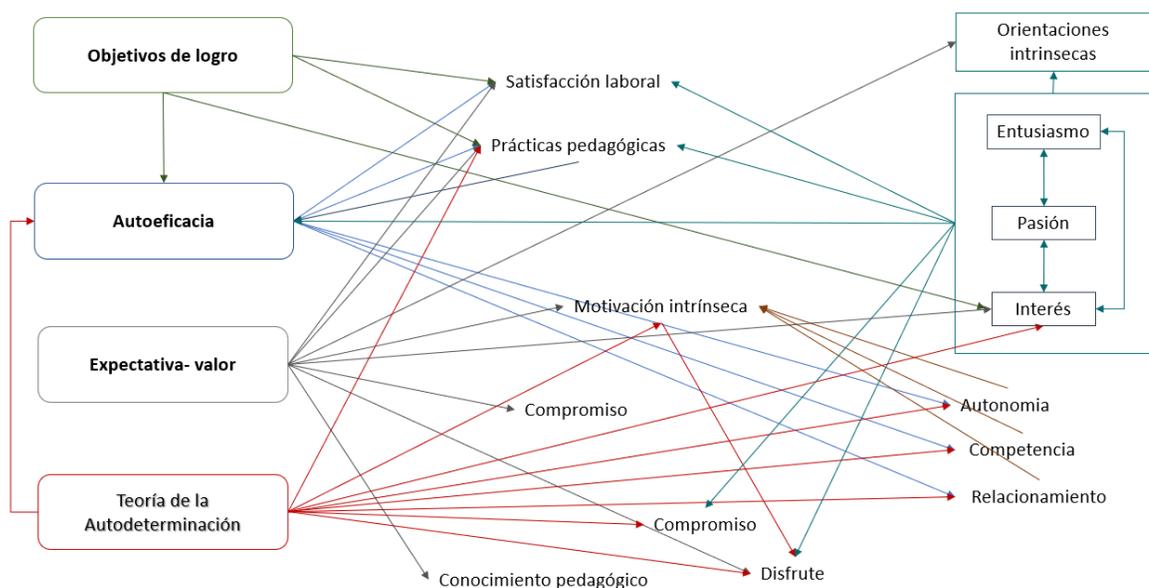
Si bien esta variedad de conceptos, marcos teóricos y definiciones, contribuyen a la actualización y validez del estudio de la motivación en contextos educativos, también revela la complejidad en las dimensiones asociadas a este concepto como rasgo del comportamiento humano (Neves de Jesus & Lens, 2005). En las definiciones arriba descritas se puede observar una yuxtaposición de conceptos entre los diferentes constructos que terminan decantándose en los mismos términos, así como también se observa diversidad en las definiciones utilizadas para

describir fenómenos similares. Esta complejidad conceptual representa uno de los más grandes retos para explicar y operacionalizar las variables asociadas al estudio de la motivación (Dörnyei & Ushioda, 2011; Han & Yin, 2016).

Un ejemplo de esta complejidad es presentada en revisiones sistemáticas como la de Guerriero (2015), en la que se observa una visión general de la investigación actual sobre la motivación de los profesores y los principales marcos teóricos y constructos utilizados. La operacionalización de cada constructo reportado en los diferentes estudios, así como de las variables respuesta utilizan conceptos comunes (Figura 3). En el análisis de la revisión, se pueden identificar estudios que usan el constructo de motivación por *metas de logro*, reportando correlación con variables como satisfacción laboral, mayor interés o mejores prácticas pedagógicas; pero también con el sentido de autoeficacia, que en sí mismo representa otro constructo para explicar la motivación. Al explorar los estudios sobre autoeficacia, la satisfacción laboral y el mejoramiento de prácticas pedagógicas resultan reportadas como variables respuesta; junto con otras como la autonomía, la competencia y el relacionamiento, consideradas también como necesidades psicológicas básicas para experimentar la motivación intrínseca, el concepto que permite explicar el tipo de motivación más genuina y de más alta calidad en la teoría de la autodeterminación (SDT). Otras variables reportadas como relacionadas con la SDT son la autoeficacia, el interés, el compromiso y el disfrute y estas mismas también son reportadas como variables respuesta en estudios que utilizan el constructo de expectativa-valor, junto con las prácticas pedagógicas, el conocimiento pedagógico y la satisfacción laboral, que en algunos otros estudios también es reportada como un constructo independiente para operacionalizar la

motivación. Los estudios de expectativa-valor también reportan correlaciones con el conjunto de conceptos conocido como orientaciones intrínsecas: el entusiasmo, la pasión y el interés; que a menudo resultan relacionados entre ellos en la literatura y que a su vez presentan efectos sobre la satisfacción laboral, el disfrute, el compromiso y las practicas pedagógicas.

Figura 3 *Conceptualizaciones comunes entre constructos para investigar la motivación de los profesores*



Visualización elaborada a partir de Guerriero (2015)

2.5 Motivación en la teoría de la Autodeterminación- SDT

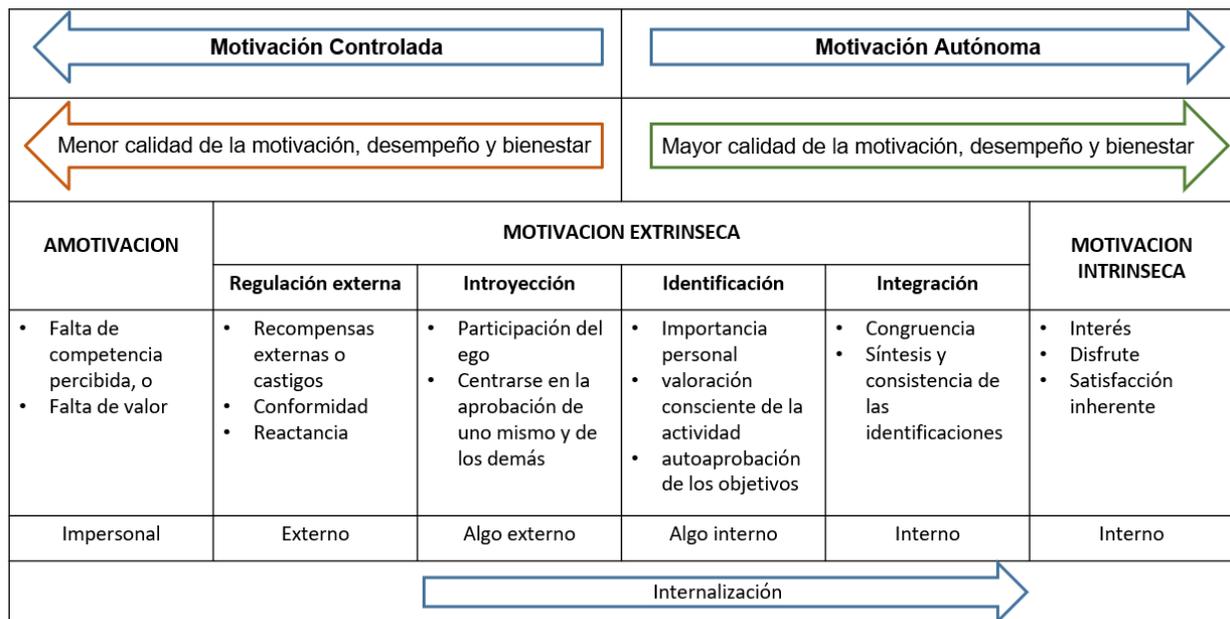
La teoría de la autodeterminación (SDT, por sus siglas en inglés para *Self Determination Theory*) es uno de los marcos teóricos más utilizado para estudiar cómo opera la motivación en los entornos educativos, sus principales impulsores psicológicos y los factores individuales o contextuales que la fomentan o dificultan (Deci & Ryan, 1985; Ryan & Deci, 2000b, 2018; Slemp et al., 2020). Esta teoría, sugiere que los factores del entorno educativo, como el estilo de enseñanza

y la motivación de los profesores, pueden influir en la motivación y el compromiso de los estudiantes (De Loof et al., 2019; Han & Yin, 2016); pero además tiene en cuenta la calidad, cantidad y los tipos de motivación, dentro de los cuales, la motivación intrínseca resulta muy importante para el aprendizaje y el crecimiento cognitivo (Ryan & Deci, 2000b; Wen-ying & Xi, 2016). Mientras la mayoría de las teorías mencionadas sobre la motivación se centran en los objetivos o resultados y en los mecanismos que conducen a estos resultados deseados, la SDT aborda además de la conducta, la energía y dinamización del comportamiento (Deci et al., 1991).

La SDT propone diferentes reguladores motivacionales que reflejan los niveles de autodeterminación en un continuum (Ryan & Deci, 2002) (Figura 4). Este continuum describe la motivación intrínseca como el tipo de comportamiento más autodeterminado, la mayor calidad motivacional y de desempeño; se define como «la propensión inherente a comprometerse con los propios intereses y a ejercitar las propias capacidades y, al hacerlo, buscar y dominar los retos óptimos» (Deci & Ryan, 1985, p. 45). Mientras que la motivación extrínseca se define como hacer una actividad por razones instrumentales, las cuales pueden diferir dependiendo del grado de internalización de la motivación. La internalización se refiere a la integración de una conducta que inicialmente estaba regulada por factores externos, como las recompensas o los castigos, de modo que se convierte en una regulación interna, refleja un proceso de crecimiento natural a través del cual una persona toma creencias, valores o regulaciones conductuales de fuentes externas y las transforma en propias (Ryan & Deci, 2018). El grado de internalización de una conducta da lugar a diferentes tipos de regulación de la motivación extrínseca en un orden ascendente de autodeterminación: regulación externa (realizar una actividad para recibir un incentivo o evitar un

castigo), regulación introyectada (realizar un actividad por ego y búsqueda de aprobación de los demás), regulación identificada (realizar una actividad porque acepta su valor), y regulación integrada (realizar una actividad porque es congruente con otros aspectos del estilo de vida) (Gagné et al., 2010; Ryan & Deci, 2002).

Figura 4 *Continuum de autodeterminación (SDT)*



Nota. Adaptado de Ryan & Deci (2000b).

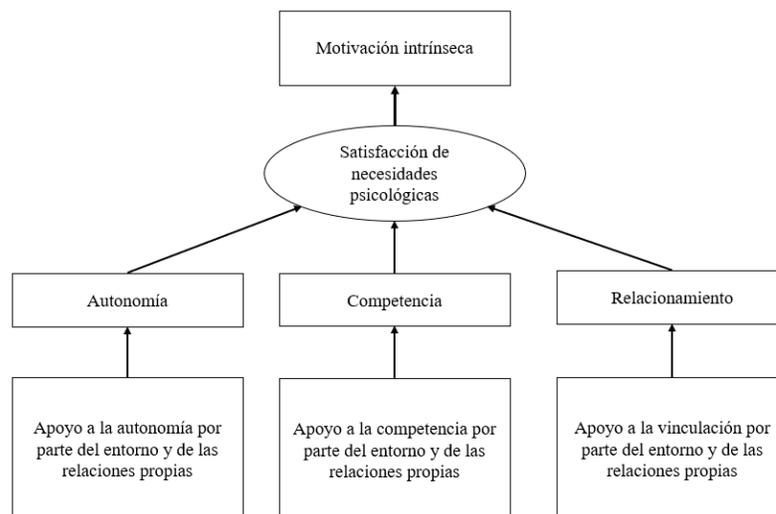
En este continuum, la motivación intrínseca surge espontáneamente de los esfuerzos innatos de crecimiento y de satisfacer tres necesidades psicológicas fundamentales que son inherentes a la vida humana (Figura 5):

- *Competencia:* Consiste en comprender cómo alcanzar diversos resultados internos y externos, el sentido de eficacia para realizar las acciones requeridas y oportunidad de ejercer y expresar las capacidades propias.

- *Autonomía*: se refiere a la autodirección y el respaldo personal en la iniciación y regulación de la propia conducta.
- *Relacionamiento*: implica el desarrollo de conexiones seguras y satisfactorias con el entorno social, el establecimiento de vínculos con la comunidad, con un sentido de cuidado y respeto.

De acuerdo con sus autores, la satisfacción de estas necesidades puede facilitar la motivación autónoma y se asocia con la salud psicológica y el rendimiento efectivo (Deci & Ryan, 2012; Hoffman, 2015, p. 201; Reeve, 2009; Ryan & Deci, 2000b). Es decir, que la motivación, el rendimiento y el desarrollo se maximizarán en contextos sociales que ofrezcan a las personas la oportunidad de satisfacer sus necesidades psicológicas básicas para que se autodeterminen en lugar de ser controladas (Deci et al., 1991; Wang et al., 2019) .

Figura 5 Origen de la motivación intrínseca



Nota. Tomado de Reeve (Reeve, 2009).

La teoría propone que cuando las personas están intrínsecamente motivadas actúan por interés, guiados por el gusto y por la sensación de desafío que les proporciona realizar la actividad en cuestión, y no por la posibilidad de recibir un premio o una recompensa (motivación extrínseca). Más aún, incentivos basados en la motivación extrínseca como el cubrimiento de necesidades básicas, estatus en la sociedad, seguridad social, salario y beneficios pueden disminuir la insatisfacción en el trabajo, pero en sí mismos no pueden aumentar la motivación intrínseca (Gagné et al., 2010; Mostafa & Pál, 2018).

2.6 La motivación como factor clave en el desempeño de los profesores y el aprendizaje de los estudiantes

Aunque existen muchas más investigaciones que documentan y analizan la motivación de los estudiantes que la de los profesores, es razonable suponer que los profesores tienen las mismas necesidades de apoyo de autonomía, competencia y relacionamiento que los estudiantes (Stirling, 2014). En el marco de la SDT, los entornos en los cuales se brinda apoyo a los profesores para procurar el bienestar y la cultura de trabajo parecen vitales para la salud del sistema educativo. Al igual que la autocracia en el aula puede minar la motivación intrínseca de los estudiantes, una administración autocrática puede minar la motivación y el rendimiento de los profesores (Cuevas, 2017; Lukashova & Zhumakayeva, 2023). Si bien es cierto que la autonomía, la competencia y el relacionamiento se visualizan como componentes separados, en la práctica están interrelacionados. Así, un entorno en el cual se apoya la autonomía de los profesores conduce a un aumento del apoyo

mutuo y el relacionamiento entre ellos. Como resultado, los profesores más experimentados y capacitados pueden encontrar formas no competitivas y no amenazantes de educar a sus colegas, apoyando la competencia y mejorando la cultura de trabajo y aprendizaje de la escuela (Stirling, 2014).

La literatura indica que los profesores intrínsecamente motivados pueden contribuir significativamente a mejorar el aprendizaje de los estudiantes, sus niveles de autoestima y su autonomía y motivación para el logro óptimo en el aula (Dörnyei & Ushioda, 2011; Franco et al., 2018; Govorova et al., 2020; Marshik et al., 2016; OECD, 2016a; Ryan & Deci, 2000b; Slemp et al., 2020; Valerio, 2012). Si los profesores están intrínsecamente motivados, es más probable que encuentren su trabajo agradable y satisfactorio y que tengan un mejor desempeño, porque no necesitan recompensas externas para realizar sus actividades (Ryan et al., 1984; Ryan & Deci, 2000b, 2018).

Del mismo modo, se reporta que los estudiantes altamente motivados están más interesados, entusiasmados e involucrados en las actividades de aprendizaje y son más propensos a persistir en las tareas difíciles, a enfrentar activamente los desafíos, a permanecer en la escuela por más tiempo y a lograr mayores desempeños (Marshik et al., 2016) que los estudiantes que no están motivados para aprender, los cuales se esfuerzan poco y suelen tener sentimientos de incompetencia, bajas expectativas sobre sus logros académicos, apatía y falta de interés en las actividades escolares (Ryan & Deci, 2000b).

Sin embargo, diversas investigaciones muestran la complejidad de los mecanismos operacionales de la motivación en el aula. Un estudio con datos de PISA 2006 en Turquía reveló una relación significativa entre el interés de los estudiantes por las ciencias naturales y su desempeño en la prueba, pero se encontró una relación negativa entre el autoconcepto de los estudiantes en ciencias (la creencia de cuan buenos son para el área) y su logro académico (Ozel et al., 2013); Así mismo, análisis exploratorios realizados por PISA en 2012 (OECD, 2014) demostraron la importancia de la motivación intrínseca de los estudiantes, entendida como el disfrute del aprendizaje para su logro académico en ciencias, mucho más que la motivación instrumental, es decir, la motivación para aprender ciencias por los beneficios que les puede representar para su carrera o estudios profesionales en el futuro (OECD, 2016a).

De hecho, otro estudio comparado realizado para Grecia, Islandia y Luxemburgo con datos de PISA 2015 (Karakolidis et al., 2019), encontró que aunque estos países implementaron programas para aumentar la motivación instrumental de los estudiantes en el aula, su desempeño disminuyó comparado con el desempeño promedio de los demás países de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico. Sin embargo, el rasgo de motivación intrínseca de los estudiantes, expresado como el mayor disfrute del estudio de las ciencias, sí predijo un mejor rendimiento en la prueba (Karakolidis et al., 2019).

Al interior de las instituciones educativas, se reconoce que los mecanismos motivacionales son muy importantes para el desempeño académico. De hecho, desde el marco conceptual del optimismo académico (W. K. Hoy et al., 2006) se proponen principios organizacionales basados

en la confianza en padres y estudiantes, el sentido de eficacia colectiva y la autoeficacia para enfocar líneas de acción en variables que sí pueden ser controladas al interior de las instituciones educativas y que pueden marcar diferencias en la adquisición de competencias de los estudiantes más allá de las brechas económicas y sociales (W. K. Hoy et al., 2006). De este modo, los profesores como profesionales cuya actividad principal en la escuela es la instrucción permanente de sus estudiantes (Mostafa & Pál, 2018) mediante el establecimiento de relaciones de aprendizaje y como un modelo a seguir (Bishay, 1996), son los llamados a establecer comportamientos de base que parten de juicios positivos o la manifestación de estados emocionales satisfactorios al evaluar su trabajo de enseñanza (Weiss, 2002), generando oportunidades y posibilidades centradas en los estudiantes y en sus comunidades (A. W. Hoy et al., 2008).

Los comportamientos de los profesores hacia los estudiantes que incluyen la propuesta de actividades, los criterios que establecen para el éxito de estas actividades, la evaluación y las recompensas basadas en eficacia y rendimiento, hacen parte de las prácticas de aula asociadas con los cambios en las creencias de los estudiantes relacionadas con su desempeño (Wigfield et al., 2019). Usualmente, las tareas novedosas, que implican un nivel de desafío o reto alcanzable y las que se diferencian en el tiempo para no redundar, son aquellas que resultan destacadas como propicias para fomentar en los estudiantes creencias más positivas sobre sus propios niveles de logro y éxito académico (Umarji et al., 2021). Estos comportamientos de los profesores reflejan sus creencias sobre la competencia de los estudiantes; a tener un locus de control interno y a tener la percepción de que los logros se deben al esfuerzo, la persistencia, la búsqueda de ayuda, y no son atribuibles únicamente a la capacidad o talento para realizar algo (Wigfield et al., 2019).

Estudios como el de Lam et al., (2009), muestran la relación directa e indirecta existente entre la motivación intrínseca de 126 profesores y la motivación intrínseca de sus 631 estudiantes de secundaria en un programa de aprendizaje basado en proyectos en Hong Kong; cuando los profesores informaron mayores índices de motivación durante el desarrollo del programa, sus estudiantes reportaron mayores percepciones de apoyo y mediación docente y mayor motivación para su aprendizaje.

2.6.1 Motivación y el aprendizaje de las ciencias naturales

En el aula tradicional, las ciencias naturales suelen presentarse como un conjunto rígido de hechos, teorías y reglas que hay que memorizar y practicar, en lugar de una forma de conocer los fenómenos naturales y el papel que han tenido los profesores en este enfoque tradicional se ha convertido gradualmente en un obstáculo de la educación científica actual. En todo el mundo se ha defendido una reforma de la enseñanza de las ciencias centrada en la alfabetización científica y la comprensión por parte de los estudiantes de la naturaleza de la ciencia, la indagación para que los estudiantes desarrollen activamente su comprensión de los conceptos científicos, junto con sus habilidades de razonamiento y pensamiento, y el diseño de estrategias de enseñanza que reflejen que la ciencia es un proceso activo, de modo que tanto las actividades «prácticas» como las «intelectuales» constituyan el núcleo del proceso educativo (van Driel et al., 2001). Esta visión de la enseñanza de las ciencias exige a los profesores el diseño de situaciones de interacción con los fenómenos y los conceptos en ciencias más que la transmisión rígida del conocimiento de un contenido, de modo que resulte atractivo para todos los estudiantes, tanto desde una perspectiva

cognitiva como afectiva, y no sólo para los estudiantes con altas capacidades o gran motivación por las ciencias (van Driel et al., 2001).

La importancia del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales en los estudiantes radica en su relación directa con la adquisición de competencias científicas. La formación de ciudadanos con conocimientos y habilidades que les permitan procesar y comprender información, tomar decisiones basadas en evidencias, explicar fenómenos naturales y desarrollar actitudes responsables hacia el medio ambiente (Garritz, 2006; Kazempour, 2013); se encuentran entre las implicaciones más significativas del desarrollo de esta área básica del conocimiento. De hecho, el marco evaluativo de PISA también centra el aprendizaje de las ciencias en el alfabetismo científico:

Alfabetismo científico se define como la habilidad de abordar asuntos e ideas científicas de manera informada, como un ciudadano reflexivo. Un alfabeto científico es capaz de participar en un discurso razonado sobre ciencia y tecnología, en el que se requieren competencias para:

- Explicar fenómenos científicamente- reconocer ofrecer y evaluar explicaciones para una serie de fenómenos naturales y tecnológicos.
- Evaluar y diseñar indagación científica- describir y valorar las investigaciones científicas y proponer formas de abordar las cuestiones desde el punto de vista científico.
- Interpretar datos y evidencias científicamente- analizar y evaluar datos, afirmaciones y argumentos en una variedad de representaciones y extraer conclusiones científicas

adecuadas. representaciones y extraer conclusiones científicas adecuadas (OECD, 2016b, p. 20).

Este aspecto también resulta relevante en el marco de la educación STEM (por sus siglas en inglés para *Science, Technology, Engineering and Mathematics*), ya que la sociedad actual exige una fuerza de trabajo competente en estas áreas. Para esto se recomienda a los profesores que incorporen estrategias de enseñanza en las que los estudiantes deban formular preguntas y definir problemas; desarrollar y utilizar modelos; planificar y llevar a cabo investigaciones; analizar e interpretar datos; utilizar las matemáticas y el pensamiento computacional; construir explicaciones y diseñar soluciones; participar en la argumentación a partir de pruebas; obtener, evaluar y comunicar información (Han et al., 2021).

Dado que la humanidad se enfrenta a grandes retos para proporcionar agua y alimentos suficientes, controlar las enfermedades, generar energías alternativas y adaptarse al cambio climático, los jóvenes requieren desarrollar conciencia científica que les permita comprender las implicaciones personales y sociales de las discusiones en ciencia y que los oriente a tomar las mejores decisiones sobre prácticas que afectan a su propia salud y suministro de alimentos, al uso adecuado de materiales y nuevas tecnologías, y a decisiones sobre el uso de la energía. (OECD, 2016a). Se requiere entonces un enfoque educativo con mayor conciencia sobre el futuro, la resolución de problemas y las habilidades del siglo 21, las cuales incluyen el pensamiento crítico, la colaboración, la creatividad, la comunicación, el optimismo y las consideraciones éticas (Han et al., 2021; Kelley et al., 2020; OECD, 2018b). Estas actitudes, creencias y motivaciones hacia la

ciencia también hacen parte del constructo de alfabetismo científico, y desarrollarlas en los estudiantes es uno de los objetivos de la enseñanza de las ciencias naturales (OECD, 2016b).

En este sentido, la motivación de los profesores para la enseñanza de las ciencias naturales parecen fundamentales, ya que pueden implementar experiencias de aprendizaje que les permitan ver a sus estudiantes que el conocimiento vale la pena y que se pueden empoderar de su propio aprendizaje al generar mejores ambientes de clase, experiencias atractivas y establecimiento de metas (Valerio, 2012). Los niveles de primaria y secundaria son los más importantes para desarrollar el interés por las ciencias y su utilidad percibida, a través de resaltar las aplicaciones y la relevancia de la ciencia para la vida cotidiana (Sheldrake et al., 2017), y este interés en el estudio de las ciencias naturales y en carreras STEM se puede fomentar gracias a profesores motivados y satisfechos con su trabajo que, a través de actitudes positivas, eliminan las causas del absentismo escolar como el aburrimiento, la falta de interés y la desconexión con las actividades de clase (Han et al., 2021; Mostafa & Pál, 2018; Zhao et al., 2022).

2.7 Factores individuales e institucionales que afectan la motivación de los profesores y estudiantes.

Si bien es cierto que la motivación intrínseca está descrita como un impulso innato del individuo, este puede fomentarse, mantenerse o interrumpirse por diversas condiciones personales o como resultado de su contexto social (Ryan & Deci, 2000b).

En los profesores, la motivación intrínseca se expresa a través de sus manifestaciones actitudinales y comportamentales que determinan el ritmo de las clases y la relación de aprendizaje

que desarrollan con sus estudiantes (Gagné et al., 2010; Mostafa & Pál, 2018; Sheldrake et al., 2017). Así, los factores personales y los recursos internos, como el sentido de la satisfacción, la pasión, el compromiso, la autoeficacia y la autodeterminación, pueden configurar estas actitudes y comportamientos.

La pasión por la enseñanza es una característica personal de los profesores que se reporta como indicador del compromiso continuo y de dedicación al proceso de aprendizaje, lo cual se puede ver reflejado en mayor interés y rendimiento de sus estudiantes. (Mart, 2013; Metcalfe & Game, 2006; Palmer, 2007).

La autoeficacia, es otra característica muy analizada en la motivación de los profesores y consiste en su creencia sobre el dominio de los contenidos y en la efectividad de la instrucción. Independientemente de que en algunos estudios se utilice como marco conceptual específico o no, la autoeficacia de los profesores se ha asociado consistentemente con una alta motivación, entusiasmo, compromiso y satisfacción laboral. (Bong & Skaalvik, 2003) .

Respecto a las características a nivel de las instituciones educativas, revisiones de literatura recientes señalan que, aunque no se conoce mucho sobre cómo específicamente afectan a los profesores, sí hay evidencias de que los profesores experimentan mayor entusiasmo y motivación cuando sienten la cooperación y apoyo de sus colegas y cuando sus estudiantes demuestran motivación en el aula de clase; lo cual repercute a su vez en actividades de enseñanza de mejor calidad (Keller et al., 2016; Richter et al., 2013). Algunos estudios resaltan factores que contribuyen a incrementar la motivación intrínseca en los profesores como la colaboración docente,

la disponibilidad de oportunidades de desarrollo profesional y los resultados cognitivos y no cognitivos que pueden observar en sus estudiantes, tales como: el logro académico, el disfrute del estudio, el sentido de pertenencia en el colegio y el establecimiento de metas (Mostafa & Pál, 2018; Szente, 2007). Por ejemplo, el estudio de Mahler et al., (2018), realizado con profesores de ciencias y sus estudiantes de diferentes escuelas en el norte de Alemania, resalta los efectos de retroalimentación positiva entre el entusiasmo de los profesores por la enseñanza de la biología y el desempeño académico de sus estudiantes. También hay análisis sobre cómo la eficacia colectiva o percepción colectiva de los profesores y el apoyo mutuo sobre sus competencias y capacidades en una comunidad educativa pueden hacer marcar diferencias importantes en favor del aprendizaje y el logro académico de sus estudiantes (Mostafa & Pál, 2018; Tschannen-Moran & Barr, 2004).

En Colombia, un estudio sobre el contexto escolar y social del aprendizaje (Lopera, 2014), muestra que las percepciones que los profesores tienen sobre su entorno como la cooperación de sus compañeros, recursos educativos, clima y ambiente escolar y relación con las directivas, repercuten significativamente en el desempeño académico de sus estudiantes. Y, otro estudio realizado con una muestra de 484 profesores de 51 instituciones educativas en Medellín, mostró que aunque la vocación es el factor intrínseco que tiene el impacto más significativo en la motivación de los profesores y que el reconocimiento económico tiene el menor efecto; las dificultades de socialización con sus colegas en la comunidad educativa pueden tener una incidencia importante en su motivación y proyecto de vida (Franco et al., 2018).

En el caso de los estudiantes, la incidencia de los factores socioeconómicos y demográficos sobre el aprendizaje de las ciencias y el desempeño académico en general es bien conocida

(Treviño, 2010) y se basa principalmente en que mayores ingresos económicos en las familias, mayor formación académica de los padres y mayores recursos educativos en las casas de los estudiantes, son predictores muy significativos de altos desempeños académicos. En términos de motivación, se ha documentado que el interés y el disfrute por un área del conocimiento, son características preponderantes para el aprendizaje y la permanencia en el proceso educativo.

Dado que las características individuales de los estudiantes se presentan constantemente como fuertes predictores de su desempeño, la información sobre los factores a nivel escolar que ayudan a mejorar las escuelas y, por tanto, a mejorar indirectamente el aprendizaje de los estudiantes, tiene una alta prioridad para encontrar aquellas características que puedan marcar diferencias en el desempeño, aún después de controlar los factores socioeconómicos (W. K. Hoy et al., 2006; OECD, 2016a). Así, tal como ya ha sido descrito antes, el rol de los profesores es probablemente el factor escolar más importante para los estudiantes: su motivación para trabajar, las expectativas que expresan sobre el logro académico, sus estrategias de enseñanza y su contribución al clima escolar entre los estudiantes, han sido factores muy analizados en relación con sus aportes sobre el logro académico, la disposición para el aprendizaje, la motivación y la adquisición de diferentes competencias en los estudiantes (Comisión Europea, 2018a; Cueto, 2015; Deci et al., 1991; Lam et al., 2009; Marshik et al., 2016; Ryan & Deci, 2000b; Stewart, 2007).

De igual manera, investigaciones sobre la eficacia escolar de los profesores demuestran la importancia del apoyo institucional para promover el desarrollo profesional, organización de los planes de estudios, provisión de espacios para laboratorios y uso de las TICs, el liderazgo y la gestión escolar, la participación de los padres y el clima escolar (OECD, 2016a). Adicionalmente,

un factor al interior de las instituciones educativas que merece especial atención sobre sus efectos en la motivación de los estudiantes es el sistema de evaluación y calificaciones en las instituciones educativas; debido a que existen múltiples investigaciones sobre los efectos negativos de las recompensas en la motivación intrínseca (Di Domenico & Ryan, 2017; Ryan et al., 1984; Visaria et al., 2016), y las calificaciones pueden considerarse un tipo particular de recompensa intangible. Estos estudios muestran que una vez que se introducen recompensas para estimular la participación en tareas intrínsecamente motivadoras, la motivación intrínseca tiende a desaparecer, para ser sustituida por la motivación extrínseca de la recompensa.

Cuando las personas trabajan para obtener recompensas como las calificaciones, tienden a elegir la forma más fácil de conseguir la recompensa, que no es necesariamente la forma más fácil de realizar la tarea condicionada a la calificación, más aún, la tarea (en este caso, la actividad de aprendizaje) puede pasar a ser secundaria con respecto a la recompensa y en este panorama, los estudiantes pueden elegir fácilmente la obtención de las respuestas a las tareas sin implicar ningún ejercicio cognitivo, únicamente por la obtención de una recompensa o calificación positiva. (Stirling, 2014). En la práctica, es muy probable que los sistemas de evaluación y calificación continúen implementándose de manera tradicional, por tanto, el apoyo a las necesidades psicológicas que facilitan la motivación intrínseca dependerá una vez más, de las estrategias conscientes de los profesores para proponer tareas interesantes, estimulantes, novedosas y personalmente significativas; y para modificar el enfoque de las calificaciones en el aula hacia sistemas que apoyen el aprendizaje y no como dispositivos de clasificación de estudiantes. (Pintrich, 2003; Stirling, 2014).

2.8 Motivación en el estudio PISA

El Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA) es un estudio realizado en 80 países, iniciado en el año 2000 bajo la coordinación de la OCDE. El estudio proporciona el conjunto de datos más amplio para la evaluación de las competencias de los estudiantes de 15 años, sus antecedentes personales, las características de sus escuelas y familias, sus hábitos de aprendizaje, sus actitudes hacia el estudio y su compromiso y motivación. PISA evalúa los conocimientos y habilidades de los estudiantes en tres ámbitos diferentes: lectura, matemáticas y ciencias. El objetivo de PISA es ayudar a mejorar los resultados educativos mediante comparaciones internacionales basadas en pruebas empíricas (Villar & Zoido, 2016).

En PISA, los factores socioemocionales relacionadas con la motivación han ganado relevancia para el contexto escolar y muchos de los constructos que han sido enfocados en principio a los estudiantes, han comenzado a ser adaptados para la población de profesores (Guerriero, 2015). En el caso de los estudiantes, el programa utiliza evaluaciones específicas para analizar la motivación por el aprendizaje desde la SDT y el constructo de motivación intrínseca tales como: el disfrute, el interés y la motivación por el logro, los cuales se utilizan en esta investigación para analizar esta característica comportamental de los estudiantes, que puede ser moldeada por las prácticas de aula (OECD, 2016a; Ryan & Deci, 2000a).

En el caso de los profesores, PISA 2015 utiliza algunas variables motivacionales que hacen parte de la cualificación de los profesores y el desarrollo profesional, tomando como base el constructo de satisfacción laboral (Klingebiel & Klieme, 2016; J. [Hrsg] Mang et al., 2019; OECD,

2016a), el cual se define como el juicio positivo que las personas hacen sobre actividades laborales (Weiss, 2002) o como un estado emocional positivo resultante de la valoración del propio trabajo.

En el caso de los profesores, la satisfacción laboral se define como una sensación de satisfacción y gratificación resultante de ser profesor y desempeñarse como tal en un lugar de trabajo (Mostafa & Pál, 2018).

La inclusión de estos constructos en PISA ofrece la oportunidad de analizar la motivación de los profesores, su rol y el de las instituciones educativas en los estudiantes, teniendo en cuenta que cada uno de los ciclos de aplicación de la prueba tiene un énfasis en un área específica de conocimiento (ciencias naturales fue el área específica evaluada en 2015). En esta investigación, el constructo de motivación intrínseca de los estudiantes se mide a través de un índice compuesto con los indicadores utilizados por PISA para medir el disfrute y la motivación por el logro (OECD, 2017b, pp. 207, 214), y para los profesores, el índice de motivación se construye con las mediciones de satisfacción con la profesión docente y de satisfacción laboral (OECD, 2017b, p. 247), en consonancia con otros estudios que utilizan mediciones de satisfacción laboral como proxy de motivación intrínseca (Corduneanu, 2020; Hayati & Caniago, 2012; Paais & Pattiruhu, 2020).

3 Metodología

Este es un estudio transversal realizado con los datos del Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes (PISA) del año 2015. Estos datos, incluyen, entre otros, características individuales de profesores y estudiantes, características de las instituciones educativas, medidas del desempeño de los estudiantes e información de prácticas docentes. Teniendo en cuenta que, en 2015 el área de enfoque del programa fue ciencias naturales, es posible contar con información específica sobre aspectos motivacionales de los profesores de esta área y de la motivación de los estudiantes por el estudio de las ciencias naturales. El método de análisis utilizado es modelación jerárquica lineal (MJL) (Raudenbush & Bryk, 2002), el cual se utiliza para estudiar relaciones entre variables cuando los datos se agrupan en diferentes niveles jerárquicos. Este es el caso de los datos de PISA, que se organizan a nivel de estudiante, institución educativa, departamento y país.

En todos los países (excepto en la Federación Rusa), se utilizó un muestreo estratificado en dos etapas. Las unidades de muestreo de la primera etapa consistieron en escuelas individuales que tenían estudiantes de 15 años, o la posibilidad de tener tales estudiantes en el momento de la evaluación. Las escuelas se seleccionaron sistemáticamente a partir de una lista nacional completa de todas las elegibles para el PISA, con probabilidades que eran proporcionales a una medida de tamaño, es decir, una función del número estimado de estudiantes de 15 años elegibles para PISA matriculados en la escuela. Las unidades de muestreo de segunda etapa fueron los estudiantes y los profesores dentro de las escuelas seleccionadas (OECD, 2017a).

3.1 Datos

En esta investigación se utilizaron los datos de los cuestionarios PISA en su versión 2015, los cuales incluyeron 11.102 estudiantes y 1.314 profesores de ciencias naturales para la muestra en Colombia. Los datos fueron obtenidos de la página web del programa (OECD, 2016a).

3.1.1 Muestra de profesores

La versión 2015 de PISA contó por primera vez con un cuestionario opcional para profesores, con el que se obtuvo información de contexto de aquellos que usualmente enseñan a estudiantes de 15 años de edad, sin ningún interés de vincular a un profesor encuestado con un estudiante evaluado (Mostafa & Pál, 2018). De cada institución educativa, se tomaron datos de 10 profesores de ciencias y 15 de otras áreas. En total, 18 países participantes aportaron información de 27.061 profesores de ciencias y 62.765 de otras áreas. La muestra para Colombia incluyó la aplicación de 5.672 encuestas, de las cuales 986 no fueron contestadas, 3.372 correspondieron a profesores de otras áreas, y 1.314 fueron profesores de ciencias.

El cuestionario para profesores fue desarrollado para obtener información detallada sobre variables demográficas, instrucción, estrategias de enseñanza, bienestar docente y contexto escolar (ver Tabla 1) y cubrió las siguientes áreas:

Cualificación docente y conocimiento profesional: cubre información sobre género, edad, cualificación, años de experiencia, entrenamiento, desarrollo profesional, situación laboral, autoeficacia y satisfacción con el trabajo y la profesión.

Prácticas de enseñanza de las ciencias y ambientes de aprendizaje: Están centradas en tres componentes: la estructura y la gestión del aula, el apoyo del profesor y el reto cognitivo. El cuestionario incluye preguntas acerca de estrategias de aprendizaje dirigidas por el profesor, aprendizaje basado en la indagación, aprendizaje colaborativo, evaluación, retroalimentación y calificaciones.

Tiempo de aprendizaje y currículo: Preguntas sobre la existencia o no de un currículo formal en ciencias, objetivos de educación y si los padres estaban informados.

Recursos escolares: preguntas sobre recursos humanos y físicos disponibles y si estos afectan el ejercicio de enseñanza.

Algunas de estas dimensiones también fueron abordadas en el cuestionario de la escuela y el de los estudiantes y, permite realizar algunas comparaciones entre profesores y estudiantes y puede reflejar variaciones entre lo que los profesores implementan y lo que los estudiantes perciben de esta implementación. (OECD, 2016a).

3.1.2 Muestra de Estudiantes

Los datos de los estudiantes y los resultados en los componentes de la prueba contienen 519.334 registros de 70 países participantes. La población objetivo de PISA en cada país consistió en estudiantes de 15 años de grado séptimo y superiores. Los países debían incluir estudiantes de 15 años matriculados a tiempo completo o parcialmente en las diferentes instituciones educativas, provenientes de programas de formación profesional o escuelas extranjeras. De la lista completa

de cada institución, fueron seleccionados aproximadamente 42 estudiantes para la prueba. Los estudiantes escolarizados en casa o fuera del país, no fueron tenidos en cuenta como población muestral (OECD, 2017a).

En Colombia, la muestra corresponde a 11.795 estudiantes de instituciones educativas ubicadas en Bogotá, Cali, Medellín y Manizales, que además de participar en la prueba, respondieron preguntas sobre sus características demográficas, su entorno familiar, condiciones socioeconómicas, nivel de educación de sus padres y recursos educativos, que permiten construir un índice compuesto de la situación económica, social y cultural de los alumnos (ESCS). Los estudiantes también respondieron preguntas específicas sobre su motivación por el aprendizaje de las ciencias naturales (ver Tabla 2) (OECD, 2016a)

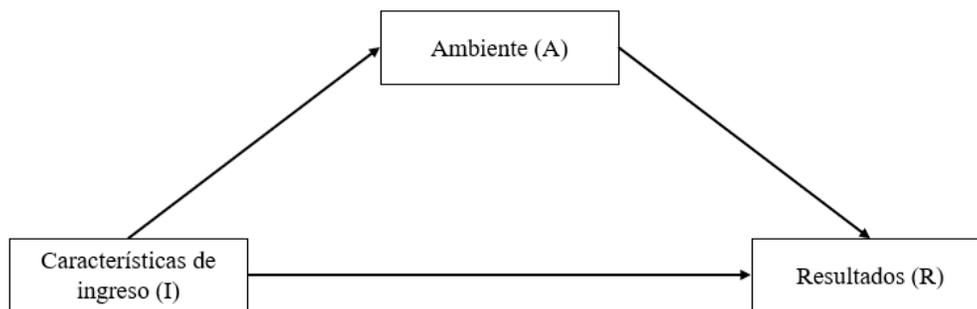
3.2 Modelo conceptual para el análisis de la motivación

Los análisis de las dos preguntas planteadas en esta investigación están guiados por el modelo de Insumos-Ambiente-Resultados: IAR (o I-E-O por sus siglas en inglés: *Input-Environment- Outcomes*) (Astin & Lising, 2012) para la evaluación de resultados educativos. Este modelo es adecuado para estudios que involucran datos de varias instituciones educativas y facilitan las estimaciones empíricas de (1) los efectos comparativos de diferentes instituciones y (2) los efectos de las características institucionales en las poblaciones de estudio, en este caso, profesores y estudiantes. Estas características suelen incluir medidas como el tamaño y tipo de currículo, los recursos educativos, la selectividad, etcétera, pero dependiendo de los datos

disponibles para al momento de la investigación, también pueden incluir diferentes atributos al interior de los grupos de individuos y de las instituciones educativas.

La premisa fundamental de este modelo es que los resultados del proceso educativo (R), son el producto de las características individuales y sociodemográficas de las personas (I), así como del ambiente educativo (A) (Astin & Denson, 2009; Astin & Lising, 2012). Así mismo, el modelo plantea que es necesario aislar y controlar las características individuales (I) de una población sujeto de estudio, para determinar con mayor precisión el verdadero efecto de las variables ambientales (A) en los resultados (R) de esa población. (Figura 6)

Figura 6 *Modelo Insumos-Ambiente-Resultados*



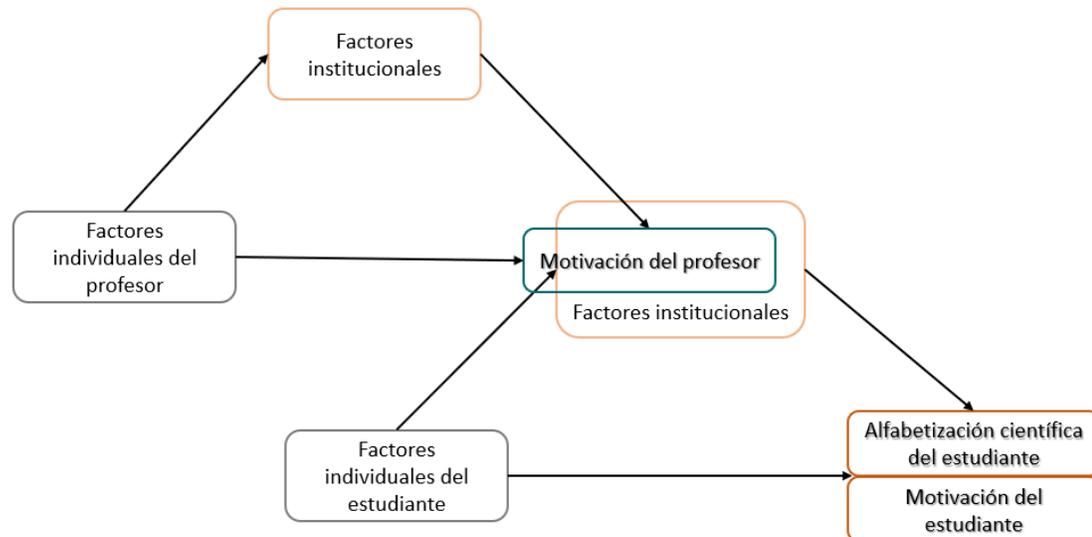
Nota. Adaptado de (Astin & Lising, 2012)

El modelo define las variables de entrada (I) como las características individuales que un profesor o un estudiante trae consigo a la institución educativa; el ambiente (A), se define como aquellas variables relacionadas con las instituciones educativas; y los resultados (R) se identifican como los cambios cognitivos o afectivos en los individuos, después de haber estado expuestos al ambiente educativo (Astin & Lising, 2012). Los resultados afectivos se refieren a cambios

socioemocionales, (C. S. Anderson, 1982; Haynes et al., 1997) actitudinales y conductuales (Welsh, 2000); mientras que, los resultados cognitivos se refieren a cambios en los conocimientos, competencias, o habilidades de un individuo (Griffith, 1995). En los datos del estudio PISA 2015, se encuentran disponibles diversas variables de resultado, incluyendo: el desempeño de los estudiantes en ciencias naturales, índices de satisfacción de los profesores (utilizados para construir la variable de motivación de los profesores), e índices de la motivación, interés y disfrute de los estudiantes por su proceso de aprendizaje de las ciencias.

Utilizando la técnica de modelación jerárquica lineal para este estudio, primero se investigó en qué medida las características personales (insumos) y escolares (ambiente), predicen la motivación intrínseca de los profesores (ver Tabla 1) y luego se evaluó la medida en que las características individuales de los estudiantes y las variables de las instituciones educativas, incluyendo los niveles de motivación de los profesores, predicen el alfabetismo científico y la motivación por el aprendizaje (ver Tabla 2). La Figura 7 muestra el modelo IAR ajustado a las preguntas que guían este trabajo y permite visualizar las posibles relaciones entre las variables predictoras y las variables respuesta.

Figura 7. Relación IAR entre variables predictoras y variables respuesta: motivación del profesor, motivación del estudiante y su alfabetización científica

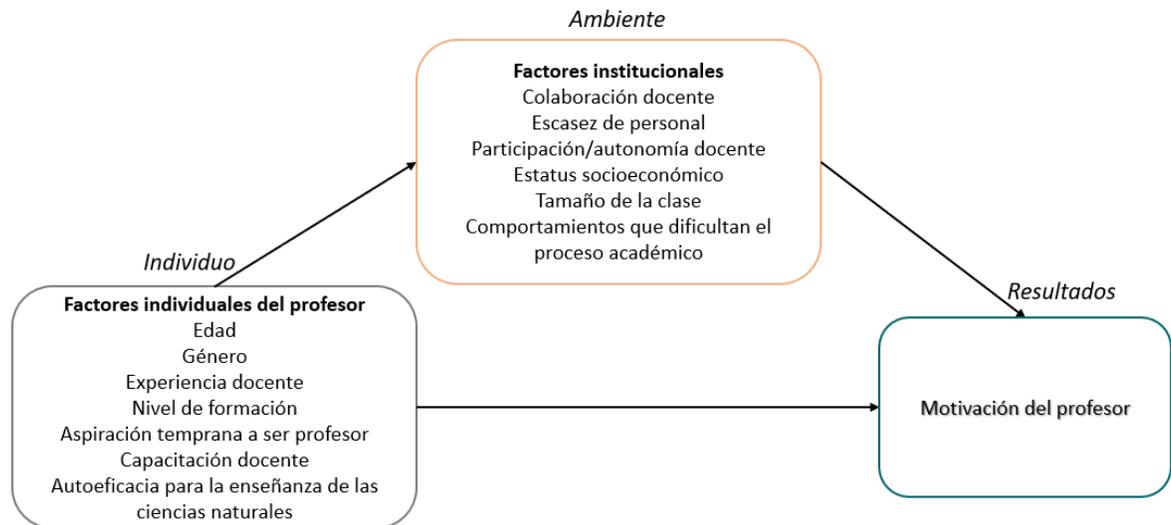


3.3 Variables del estudio

Siguiendo la lógica del modelo I-A-R, a continuación, se describen las variables del estudio PISA 2015 que fueron utilizadas para esta investigación. La descripción detallada de los ítems con los cuales se calcularon las variables se encuentra en la sección de anexos de este trabajo y en el documento del Marco Evaluativo y Conceptual de PISA (OECD, 2016a, 2017b)

83.3.1 Variables individuales e institucionales de los profesores

Las siguientes variables fueron utilizadas para dar respuesta a la primera pregunta: *¿Cuál es el efecto de los factores individuales y de la institución educativa en la motivación de los profesores?*

Figura 8. Variables individuales e institucionales que pueden estar relacionadas con la motivación de los profesores**Tabla 1** Descripción de variables I-A-R para predecir la incidencia de los factores individuales e institucionales en la motivación de los profesores¹.

Fuente	Variable dependiente (R): Motivación del profesor
Cuestionario de los profesores	<p>Esta variable continua corresponde a un índice compuesto construido con ítems relacionados con la satisfacción laboral de los profesores. (Tabla 3).</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pregunta TC026: Q01, Q02, Q04 y Q06. Conjunto de ítems que miden la satisfacción de los profesores con su profesión. (índice SATTEACH en el estudio PISA) ▪ Pregunta TC026: Q05, Q07, Q09, Q10. Conjuntos de ítems relacionados con la satisfacción laboral con el ambiente actual de trabajo (índice SATJOB en el estudio PISA)
	Variables individuales (I)
Cuestionario de los profesores	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Género del profesor: (TC001). Variable categórica. ▪ Edad del profesor (TC002). Variable continua. ▪ Máximo nivel de educación formal alcanzada por el profesor (TC012). Variable ordinal. ▪ Años de experiencia trabajando como profesor (TC007). Variable continua. ▪ Tras completar la educación secundaria, el objetivo del profesor era seguir una carrera en la profesión docente (TC013). Variable categórica.

¹ La descripción detallada de las variables se encuentra en la sección de Anexos de este trabajo y corresponden al Marco Evaluativo y Conceptual de PISA (OECD, 2016a, 2017b).

3.3.2 Variables individuales e institucionales de los estudiantes

Las siguientes variables fueron seleccionadas para dar respuesta a la segunda pregunta: *¿Cuál es la relación entre la motivación de los profesores y el alfabetismo científico y la motivación de los estudiantes?*

Figura 9. Variables individuales e institucionales que pueden estar relacionadas con la alfabetización científica y la motivación de los estudiantes

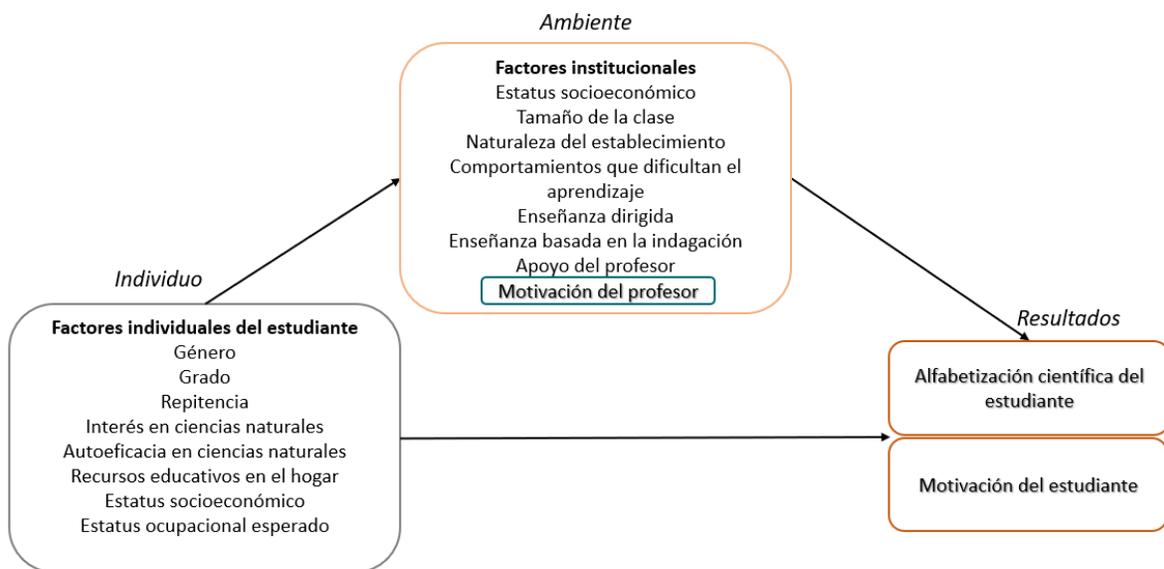


Tabla 2 Descripción de variables I-A-R para predecir la relación entre la motivación de los profesores y los resultados de los estudiantes.

Fuente	Variables dependientes (R)
Cuestionario de los estudiantes	<p>Alfabetismo científico. Variable continua</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Es la medición del desempeño obtenido por los estudiantes de 15 años, en la prueba de alfabetismo científico evaluado en PISA. Esta prueba mide las competencias para explicar fenómenos científicamente, evaluar y diseñar indagación e interpretar datos y evidencias. Estas competencias se encuentran establecidas en unidades de evaluación que consideran un contexto (personal, local y global), un conocimiento central (de contenido, procedimental y epistémico) y una demanda cognitiva específica (baja, media, alta) (OECD, 2016a).

	<p>Para obtener esta variable de desempeño, se realiza un análisis independiente para cada uno de los diez valores plausibles y se agregan los resultados para obtener los estimativos estadísticos finales.</p> <p>Motivación del estudiante.</p> <p>Esta variable continua corresponde a un índice compuesto construido con preguntas del cuestionario de los estudiantes relacionados con el disfrute en el aprendizaje de las ciencias naturales y la motivación por el logro académico (Tabla 4).</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pregunta ST094: Q02, Q03, Q04, Q05. Ítems relacionados con el disfrute por el aprendizaje de las ciencias naturales. ▪ Pregunta ST119: Q01, Q02, Q03, Q04, Q05. Ítems relacionados con la motivación por el logro académico.
	<p>Variables individuales (I)</p>
<p>Cuestionario de los estudiantes</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grado que cursa el estudiante al momento de presentar la prueba, comparado con el grado modal en el país (GRADE). Variable ordinal. ▪ Recursos educativos disponibles en el hogar. HEDRES (ST011: Q01, Q02, Q03, Q04, Q05, Q10, Q11, Q12). Variable continua. ▪ Disponibilidad de recursos TICs. ICTRES (ST011: Q05, Q06) (ST012: Q05, Q06, Q07, Q08). Variable continua. ▪ Índice de estatus económico, social y cultural del estudiante. ESCS. Variable continua. Esta es una medida compuesta (mediante ACP) por las siguientes variables: el índice de ocupación más alta de los padres (HISEI), el índice de nivel educativo más alto alcanzado por los padres (PARED) y el Índice de posesiones en el hogar (HOMEPOS). La justificación para utilizar estos tres componentes fue que el estatus socioeconómico se ha considerado normalmente basado en la educación, el estatus ocupacional y los ingresos. Dado que no se ha dispuesto de una medida directa de los ingresos a partir de los datos de PISA, se ha utilizado la existencia de artículos domésticos como variable sustitutiva de la riqueza familiar (OECD, 2017b). Los valores en la escala ESCS son estandarizados para que tengan una media de cero u una desviación estándar de uno. ▪ Interés general por tópicos en ciencias naturales INTBRSCI (ST095: Q04, Q07, Q08, Q13, Q15). Variable continua ▪ Estatus ocupacional esperado del estudiante. BSMJ (ST114). Variable continua. ▪ Repitencia de grado. REPEAT (ST127: Q01, Q02, Q03). Variable categórica. ▪ Autoeficacia en ciencias naturales. SCIEEFF (ST129: Q01, Q02, Q03, Q04, Q05, Q06, Q07). Variable continua. ▪ Género del estudiante (ST004). Se incluye como variable categórica ficticia en el modelo y se selecciona la categoría masculina como referencia, con base en consideraciones convencionales y prácticas. Una consideración importante es que históricamente, en el campo de las ciencias, se ha tendido a privilegiar a los hombres en comparación con las mujeres y otros grupos. Por lo tanto, al seleccionar la categoría masculina como referencia, se pueden evaluar las diferencias o disparidades con respecto a este grupo

	privilegiado (Burr, 2002).
	Variables institucionales (A)
Cuestionario de los profesores	Variables asociadas a competencias profesionales y prácticas de los profesores
Cuestionario de los estudiantes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Motivación del profesor. variable continua. Corresponde a un índice compuesto construido con ítems relacionados con la satisfacción laboral de los profesores (TC026: Q01, Q02, Q04, Q05, Q06, Q07, Q09, Q10). (Tabla 3). ▪ Práctica docente de Enseñanza Dirigida de las ciencias. TDTEACH (ST103: Q01, Q03, Q08, Q11). Variable continua. ▪ Apoyo del profesor en una clase de ciencias a elección de los estudiantes. TEACHSUP (ST100: Q01, Q02, Q03, Q04, Q05). Variable continua.
Cuestionario de las instituciones educativas	<p>Otras variables de las instituciones educativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Naturaleza del establecimiento: oficial o privada. (SC013). Variable categórica. ▪ Tamaño de la escuela (matrícula total). SCHSIZE (SC002: Q01, Q02). Variable continua. ▪ Tamaño promedio de la clase. CLSIZE (SC003). Variable continua. ▪ Factores relacionados con los estudiantes que afectan el clima escolar STUBEHA (SC061: Q01, Q02, Q03, Q04, Q05). Variable continua. ▪ Factores relacionados con los profesores que afectan el clima escolar (TEACHBEHA, SC06: Q06, Q07, Q08, Q09, Q10). Variable continua. ▪ Índice de estatus económico, social y cultural de la escuela SCHOOL ESCS. Variable continua.

3.3.3 Construcción de índices compuestos y Análisis de Componentes Principales

Para la construcción del índice de motivación de los profesores, se utilizaron los ítems del cuestionario de PISA relacionados con la satisfacción de los profesores de ciencias naturales con la profesión docente y la satisfacción con su lugar de trabajo (Tabla 3).

Tabla 3 Ítems utilizados en la construcción del índice de motivación del profesor

Pregunta TC026. Nos gustaría saber cómo se siente en general con su trabajo. ¿En qué medida está de acuerdo o en desacuerdo con las siguientes afirmaciones?	
TC026Q01NA	Las ventajas de ser profesor superan claramente las desventajas.
TC026Q02NA	Si pudiera volver a decidir, seguiría eligiendo trabajar como profesor.

TC026Q04NA	Me arrepiento de haber decidido ser profesor.
TC026Q05NA	Me gusta trabajar en esta escuela.
TC026Q06NA	Me pregunto si habría sido mejor elegir otra profesión.
TC026Q07NA	Recomendaría mi centro educativo como un buen lugar para trabajar.
TC026Q09NA	Estoy satisfecho con mi desempeño en esta escuela.
TC026Q10NA	En general, estoy satisfecho con mi trabajo.
1= Muy en desacuerdo; 2= en desacuerdo; 3= de acuerdo; 4= muy de acuerdo	

Mientras tanto, el índice de motivación de los estudiantes fue construido con ítems del cuestionario que preguntaban a los estudiantes sobre el disfrute de las ciencias naturales y su motivación por el logro (Tabla 4).

Tabla 4 Ítems utilizados en la construcción del índice de motivación intrínseca del estudiante

Pregunta ST094. ¿En qué medida estás en desacuerdo o de acuerdo con las siguientes afirmaciones sobre ti?	
ST094Q01NA	Por lo general, me divierto cuando aprendo ciencias naturales
ST094Q02NA	Me gusta leer sobre temas amplios de las ciencias naturales
ST094Q03NA	Me gusta trabajar en temas generales de ciencias naturales
ST094Q04NA	Me gusta adquirir nuevos conocimientos en ciencias naturales
ST094Q05NA	Me interesa aprender sobre ciencias naturales
Pregunta ST119. ¿En qué medida estás en desacuerdo o de acuerdo con las siguientes afirmaciones sobre ti mismo?	
ST119Q01NA	Quiero obtener las mejores calificaciones en la mayoría o en todos mis cursos.
ST119Q02NA	Quiero poder elegir entre las mejores oportunidades disponibles cuando me gradúe.
ST119Q03NA	Quiero ser el mejor, haga lo que haga
ST119Q04NA	Me considero una persona ambiciosa.
ST119Q05NA	Quiero ser uno de los mejores estudiantes de mi clase.
1= Muy en desacuerdo; 2= en desacuerdo; 3= de acuerdo; 4= muy de acuerdo	

Ambos índices fueron construidos siguiendo el procedimiento establecido por PISA para este tipo de variables compuestas (OECD, 2017b), el cual se basa en la técnica de Análisis de Componentes Principales (ACP). Esta técnica se utiliza para reducir la complejidad de los datos,

explorar patrones y extraer características importantes. Permite transformar datos multidimensionales en un espacio de menor dimensión mientras se conserva la información relevante (R. A. Johnson & Wichern, 2007; Jolliffe, 2002). En esta investigación, se utilizó el paquete PCAtools para lenguaje R (Blighe & Lun, 2023).

Para realizar el ACP, en primer lugar, se prepararon los datos, asegurándose de tener un conjunto de datos numéricos y eliminando cualquier variable categórica o datos faltantes. Luego, estos datos se estandarizaron para asegurar que todas las variables tuvieran una escala comparable y se calculó la matriz de covarianza o correlación a partir de los datos estandarizados. La matriz de covarianza es adecuada cuando las variables tienen diferentes unidades y escalas, mientras que la matriz de correlación se utiliza si se desea analizar la relación lineal entre las variables. Al descomponer la matriz de covarianza o correlación, se obtienen los vectores propios y los valores propios. Los vectores propios representan las direcciones principales o componentes principales, y los valores propios indican la importancia relativa de cada componente en términos de la varianza explicada.

Luego de esto, se seleccionó un número apropiado de componentes principales para retener según los autovalores. Por lo general, se retienen los componentes que explican una cantidad significativa de varianza acumulada, como el 70% u 80%. A continuación, se proyectan los datos originales sobre los componentes principales seleccionados, lo que transforma los datos de alta dimensionalidad en un nuevo conjunto de variables llamadas componentes principales. Estos componentes se interpretan observando los pesos o cargas de las variables originales en cada uno. Las variables con cargas más altas contribuyen más a la formación de ese componente principal.

Finalmente, se analizó la varianza explicada por cada componente principal y la varianza acumulada explicada por los componentes retenidos, lo cual permite realizar consideraciones sobre la cantidad de información preservada después de la reducción de dimensionalidad.

La información obtenida por medio del ACP es el insumo principal para calcular el índice, el cual se deriva de

$$INDICE = \beta_1 Q_{010} + \beta_2 Q_{020} + \beta_3 Q_{030} \cdots + \beta_n Q_{n0}$$

ε_f

donde β_1 a β_n son los valores de las cargas factoriales de las variables seleccionadas; Q_{010} a Q_{n0} son los valores estandarizados de las variables y ε_f es el valor propio del primer componente principal. Los índices resultantes tienen un promedio de cero y desviación estándar de uno, donde los valores más altos indican una mayor motivación.

Los resultados de la evaluación de la fiabilidad para este trabajo, muestran que el índice de motivación de los profesores tiene una estructura de dos factores y buena consistencia interna (α de Cronbach= 0.849, 95% CI 0.847 a 0.851). El índice de motivación de los estudiantes tiene también una estructura de dos factores con una buena consistencia interna (α de Cronbach= 0.853, 95% CI 0.852 a 0.854).

3.4 Técnica de análisis

La principal técnica de análisis en este estudio es la Modelación Jerárquica Lineal o MJL (Raudenbush & Bryk, 2002). La MJL es una variación de la técnica de regresión por mínimos cuadrados ordinarios, usada para investigar relaciones entre variables cuando los datos se encuentran agrupados en diferentes niveles jerárquicos. Este es el caso de los datos de PISA, los cuales se organizan a nivel de estudiante, institución educativa, departamento y país.

A diferencia de modelos de regresión lineal simple, la MJL sirve para calcular el efecto que puede derivarse de la forma en que las unidades de análisis son seleccionadas para el estudio, así como de sus características grupales e individuales. En el caso de Colombia, las características socioeconómicas de los estudiantes determinan en gran medida el tipo de escuela a la que asisten, por lo que puede haber poca variación en los antecedentes socioeconómicos de los estudiantes dentro de cada institución. En otros países, las escuelas pueden albergar estudiantes provenientes de diferentes entornos socioeconómicos, sin embargo, dentro de la escuela, el entorno socioeconómico del estudiante determina el tipo de clases a las cuales son asignados, esto hace que la varianza dentro de la institución educativa se vea afectada (OECD, 2009).

Un modelo jerárquico de análisis se define como

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}X_{1ij} + \beta_{2j}X_{2ij} + \beta_{3j}X_{3ij} + \epsilon_{ij}$$

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}W_{1j} + U_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + U_{1j}$$

$$\beta_{2j} = \gamma_{20} + U_{2j}$$

$$\beta_{3j} = \gamma_{20} + U_3$$

En el primer nivel, se establece que la variable dependiente Y_{ij} para el individuo i en el grupo j se predice a partir de una combinación lineal de variables $X_{1ij} + X_{2ij} + X_{3ij}$ y un término de error individual ε_{ij} . El valor del intercepto β_{0j} representa el valor predicho de Y_{ij} cuando todas las X_{ij} en el modelo equivalen a cero. Cada uno de los coeficientes de regresión indica el cambio en Y_{ij} por cada unidad que cambie el valor de la correspondiente variable X_{ij} , cuando las demás variables en el modelo se mantienen constantes.

Debido a que los individuos están anidados en grupos, se formuló un modelo de grupo, donde se incluyen características de segundo nivel (institución) para predecir el intercepto en el modelo individual, β_{0j} :

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}W_{1j} + U_{0j}$$

Este modelo tiene un intercepto γ_{00} , un coeficiente de regresión γ_{01} y un término de predicción de error a nivel de grupo U_{0j} . El coeficiente de regresión γ_{01} representa el cambio en Y_{ij} por cada unidad que cambia el predictor a nivel de grupo W_{1j} , manteniendo constantes las variables en el modelo del nivel individual. Cada grupo tiene un término de error único U_{0j} , que se asume con distribución normal y promedio cero. Se incorporan también modelos para los coeficientes de regresión para el nivel 1 (individuo), definidos como

$$\beta_{1j} = \gamma_{10}; \beta_{2j} = \gamma_{20}; \beta_{3j} = \gamma_{30};$$

donde cada uno de los coeficientes de regresión indica el cambio en Y_{ij} que se predice con cada unidad de cambio en la correspondiente variable independiente, manteniendo constantes las demás variables en el modelo.

A continuación, se ilustra el proceso analítico en el modelo 1 para responder la primera pregunta: *¿Cuál es el efecto de los factores individuales y de la institución educativa en la motivación de los profesores?*, esta pregunta abarca las hipótesis 1) “Existe una relación entre los factores individuales de los profesores y su motivación para trabajar”, la cual se analiza teniendo en cuenta las variables de primer nivel, y 2) “Existe una relación entre los factores institucionales y la motivación de los profesores”, la cual se analiza teniendo en cuenta las variables del segundo nivel en la ecuación.

El análisis fue realizado utilizando el lenguaje R para análisis estadístico (R Core Team, 2022) y HLM8 (Raudenbush et al., 2019).

Modelo 1

Nivel 1: **Motivación del profesor** = $\beta_{0j} + \beta_{1j}(\text{sexo}) + \beta_{2j}(\text{edad}) + \beta_{3j}(\text{experiencia}) + \beta_{3j}(\text{formación docente}) + \beta_{4j}(\text{expectativa docente}) + \beta_{5j}(\text{autoeficacia}) + \beta_{6j}(\text{nivel de estudios}) + \epsilon$

Nivel 2: $\beta_{0j} = \gamma + \gamma_{01}(\text{colaboración}) + \gamma_{02}(\text{participación}) + \gamma_{03}(\text{comportamientos que afectan clima}) + \gamma_{04}(\% \text{ estudiantes desfavorecidos}) + \gamma_{05}(\text{tamaño escuela}) + \gamma_{06}(\text{tamaño clase}) + \gamma_{07}(\text{ESEIE}) + \gamma_{08}(\text{personal}) + \gamma_{09}(\text{material educativo}) + U_{0j}$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10}$$

$$\beta_{2j} = \gamma_{20}$$

$$\beta_{3j} = \gamma_{30}$$

$$\beta_{5j} = \gamma_{40}$$

$$\beta_{5j} = \gamma_{50}$$

Para responder la segunda pregunta, *¿Cuál es la relación entre la motivación de los profesores y el alfabetismo científico y la motivación de los estudiantes?*, se siguió un proceso similar, modificando los predictores y las variables dependientes para los estudiantes: alfabetismo científico y motivación. En este caso, la motivación del profesor hace parte de las variables del segundo nivel o factores institucionales que pueden tener influencia en la vida académica y el desempeño de los estudiantes.

Para la hipótesis 3) “Existe una relación significativa entre la motivación de los profesores y la motivación de los estudiantes” se estableció el modelo 2 con la motivación del estudiante como variable respuesta.

Modelo 2

$$\begin{aligned} \text{Nivel 1: } \mathbf{motivaci3n\ del\ estudiante} = & \beta_{0j} + \beta_{1j}(\text{grado}) + \beta_{2j}(\text{recursos educativos en el hogar}) + \\ & \beta_{3j}(\text{Recursos TIC en el hogar}) + \beta_{4j}(\text{ESE}) + \beta_{5j}(\text{estatus ocupacional esperado}) + \beta_{6j}(\text{inter3s en ciencias}) \\ & + \beta_{7j}(\text{repetencia de un grado}) + \beta_{8j}(\text{autoeficacia en ciencias}) + \beta_{9j}(\text{sexo}) + \epsilon \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nivel 2: } \beta_{0j} = & \gamma + \gamma_{01}(\text{motivaci3n del profesor}) + \gamma_{02}(\text{estrategia de ense\~nanza}) + \gamma_{03}(\text{apoyo del} \\ & \text{profesor}) + \gamma_{04}(\text{comportamientos que afectan clima}) + \gamma_{05}(\% \text{ estudiantes desfavorecidos}) + \\ & \gamma_{06}(\text{tama\~no escuela}) + \gamma_{07}(\text{tama\~no clase}) + \gamma_{08}(\text{ESEIE}) + \gamma_{09}(\text{personal}) + \gamma_{10}(\text{material educativo}) + \\ & \gamma_{11}(\text{tipo escuela}) + U_{0j} \end{aligned}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10}$$

$$\beta_{2j} = \gamma_{20}$$

$$\beta_{3j} = \gamma_{30}$$

$$\beta_{5j} = \gamma_{40}$$

Para la hipótesis 4) “Existe una relación significativa entre la motivación de los profesores y el alfabetismo científico de los estudiantes” se estableció el modelo 3 tomando el alfabetismo científico del estudiante como variable respuesta.

Modelo 3

$$\text{Nivel 1: Alfabetismo científico} = \beta_{0j} + \beta_{1j}(\text{grado}) + \beta_{2j}(\text{recursos educativos en el hogar}) + \beta_{3j}(\text{Recursos TIC en el hogar}) + \beta_{4j}(\text{ESE}) + \beta_{5j}(\text{estatus ocupacional esperado}) + \beta_{6j}(\text{motivación intrínseca}) + \beta_{7j}(\text{repitencia de un grado}) + \beta_{8j}(\text{autoeficacia en ciencias}) + \beta_{9j}(\text{interés en ciencias}) + \beta_{10j}(\text{sexo}) + \epsilon$$

$$\text{Nivel 2: } \beta_{0j} = \gamma + \gamma_{01}(\text{motivación del profesor}) + \gamma_{02}(\text{estrategia de enseñanza}) + \gamma_{03}(\text{apoyo del profesor}) + \gamma_{04}(\text{comportamientos que afectan clima}) + \gamma_{05}(\text{\% estudiantes desfavorecidos}) + \gamma_{06}(\text{tamaño escuela}) + \gamma_{07}(\text{tamaño clase}) + \gamma_{08}(\text{ESEIE}) + \gamma_{09}(\text{personal}) + \gamma_{10}(\text{material educativo}) + \gamma_{11}(\text{tipo escuela}) + U_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10}$$

$$\beta_{2j} = \gamma_{20}$$

$$\beta_{3j} = \gamma_{30}$$

$$\beta_{5j} = \gamma_{40}$$

$$\beta_{5j} = \gamma_{50}$$

El análisis específico para esta segunda pregunta (modelos 2 y 3) se realizó utilizando el software estadístico HLM 8 (Raudenbush et al., 2019), el cual fue adquirido con los recursos financieros entregados por el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES) para financiar el proyecto mediante la convocatoria para la categoría estudiantes posgrado 2020. Esta herramienta es especialmente adecuada para el análisis de datos de evaluación a gran escala, donde se deben utilizar valores plausibles y ponderaciones de muestreo para obtener estadísticas

no sesgadas (Mislevy, 1993; OCDE, 2022; Rutkowski et al., 2010; Tat et al., 2019; Wu, 2005). Como se mencionó anteriormente, PISA 2015 reportó el alfabetismo científico de los estudiantes en forma de $k=10$ valores plausibles para cada estudiante. Para tener en cuenta el amplio rango de valores plausibles, HML 8 realiza análisis estadísticos independientes sobre cada uno de estos diez valores plausibles y agrega los resultados para obtener estimaciones finales correctas de los estadísticos y sus errores estándar, asegurando un tratamiento preciso de los datos (Raudenbush et al., 2019).

Siguiendo la recomendación de Mang et al (2021) para el análisis de los datos de estudios a gran escala, sólo se aplicaron las ponderaciones finales de las escuelas al nivel dos del modelo. Esta recomendación se deriva de sus análisis, que muestran que el uso de sólo las ponderaciones de la escuela proporciona las estimaciones más insesgadas para los modelos jerárquicos (J. Mang et al., 2021).

3.5 Evaluación de los supuestos de los modelos del estudio

Los supuestos clave para cada uno de los modelos fueron evaluados utilizando métodos gráficos y estadísticos y teniendo en cuenta los lineamientos para modelos multinivel (Finch et al., 2019; Palmeri et al., 2016). Estos supuestos evaluados incluyeron: la independencia de observaciones, linealidad, normalidad de los residuos y homogeneidad de varianza.

3.5.1 Supuesto de independencia de observaciones

Para esto, se examinaron las correlaciones intraclases (ICC) para determinar si había una correlación significativa entre las respuestas dentro de los grupos. Se utilizó el coeficiente de correlación intraclase (ICC) y se verificó que estos coeficientes fueran cercanos a cero, lo que indica independencia de observaciones dentro de los grupos.

Para el modelo 1 que evalúa las hipótesis 1 y 2 sobre los factores relacionados con la motivación del profesor se obtuvo un ICC muy cercano a cero ($ICC = 0.045$); para el modelo 2 que evalúa la hipótesis 3, se obtuvo el $ICC=0.011$ y el valor para el modelo 3 que evalúa la hipótesis 4 fue $ICC=0.014$. Estos resultados confirman la independencia de las observaciones en cada uno de los modelos, y por tanto indican que las respuestas de los individuos en un mismo grupo no están correlacionadas y que no hay efectos de agrupación no considerados en el modelo.

3.5.2 Supuesto de linealidad

Esta evaluación se hizo a través de la inspección visual de la linealidad de la relación entre los datos de las variables predictoras y la variable dependiente. Se verificó que no hubiera patrones evidentes de no linealidad y que la relación fuera aproximadamente lineal. Como se observa en la Figura 10, la Figura 11 y la Figura 12, los residuos de cada uno de los modelos están dispersos aleatoriamente alrededor de cero, sin patrones o tendencias claras. Esto sugiere que los modelos están capturando adecuadamente las relaciones (Fox, 2008).

3.5.3 Supuesto de normalidad

La normalidad de los residuos se evaluó mediante la inspección visual de un gráfico de cuantiles normales (ver gráficos de cuantiles en las figuras Figura 10, Figura 11 y Figura 12). Se

verificó que los residuos siguieran una distribución aproximadamente normal y que la prueba de normalidad no fuera significativa. Los resultados muestran que los datos se ajustan razonablemente al supuesto de normalidad.

3.5.4 Supuesto de homogeneidad de varianza

Este supuesto se evaluó mediante la inspección visual de los gráficos de residuos estandarizados en comparación con los valores ajustados y mediante la prueba de Levene para evaluar la igualdad de varianzas en los grupos. La inspección visual de los histogramas de residuos estandarizados muestra una dispersión relativamente homogénea de los datos alrededor de cero y que no hay patrones sistemáticos (Figura 10, Figura **11** y Figura **12**).

Por su lado, la prueba de Levene de homogeneidad de varianza arrojó un resultado no significativo para cada uno de los modelos, para el modelo 1 el resultado obtenido fue $F_{(1)} = 0,1044, p = 0,7884$, para el modelo 2 $F_{(1)} = 0,4526; p = 0,5011$, y para el modelo 3 $F_{(1)} = 3,1186 p = 0,07745$. Con base en estos resultados se puede inferir que el supuesto de homogeneidad de varianza se cumple para los modelos del estudio.

De acuerdo con estos resultados, se pudo concluir que los datos se ajustan a los supuestos clave del análisis con modelos multinivel, lo que respalda la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos.

Figura 10. Resultados inspección visual Modelo 1, Hipótesis 1 y 2

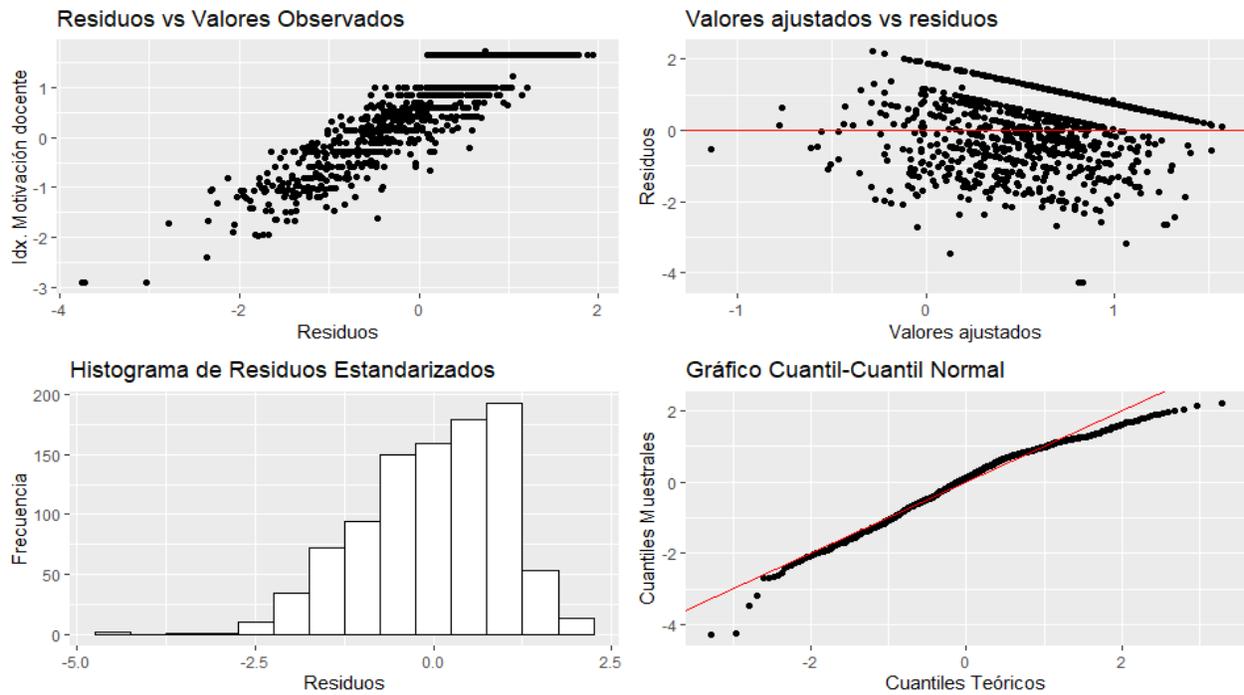


Figura 11. Resultados inspección visual Modelo 2, Hipótesis 3.

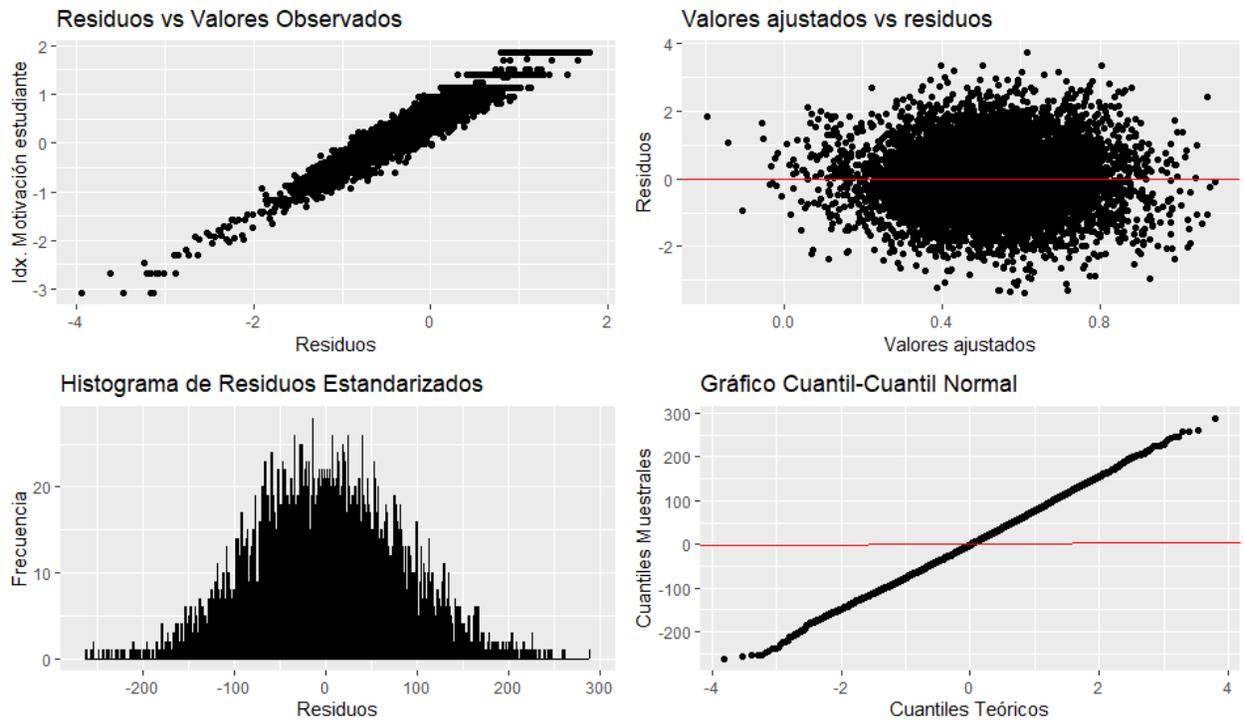
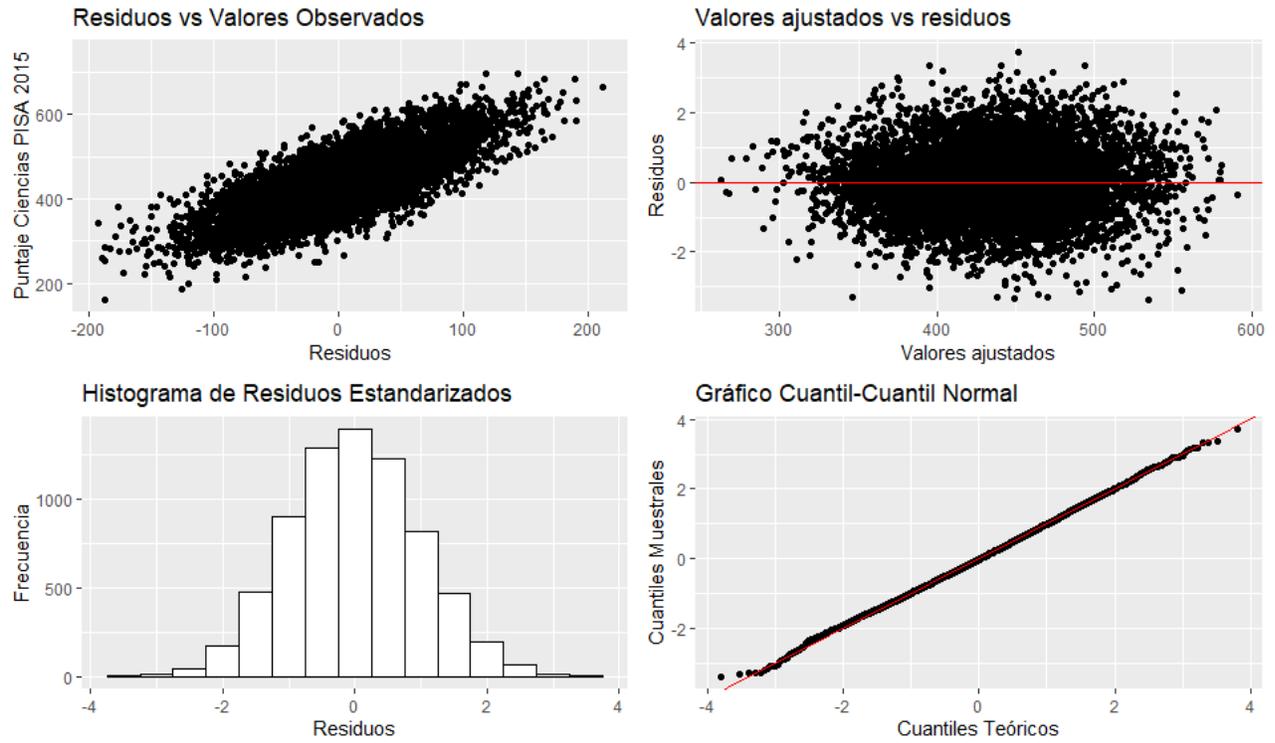


Figura 12. Resultados inspección visual Modelo 3, Hipótesis 4.

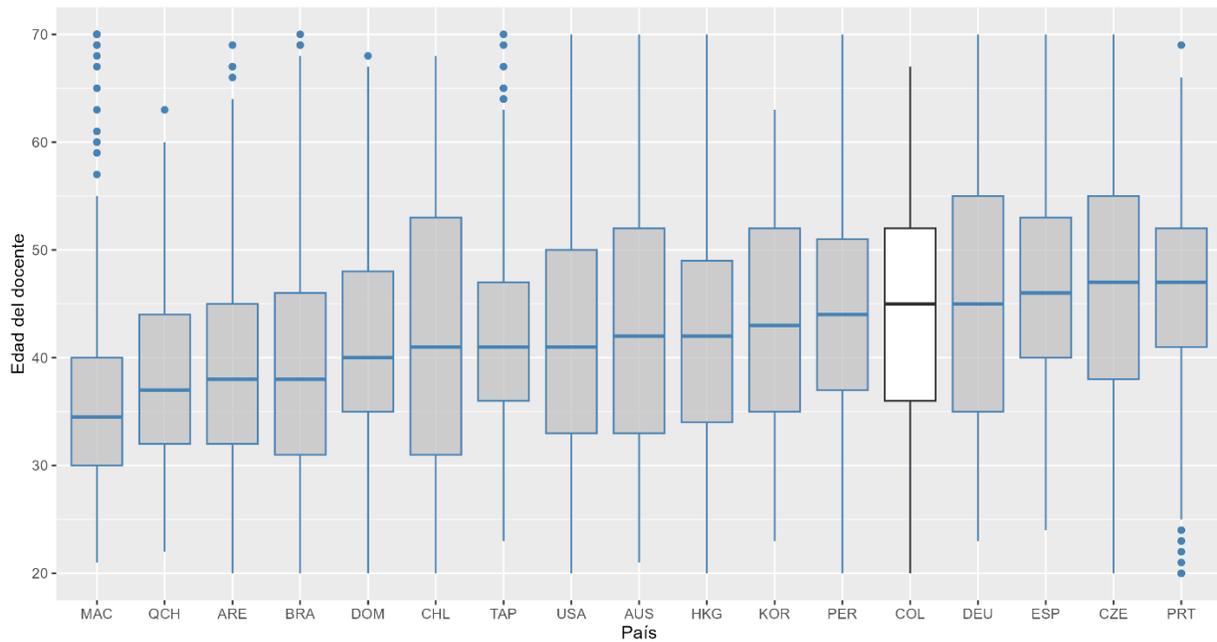
4 Resultados

4.1 Estadística descriptiva

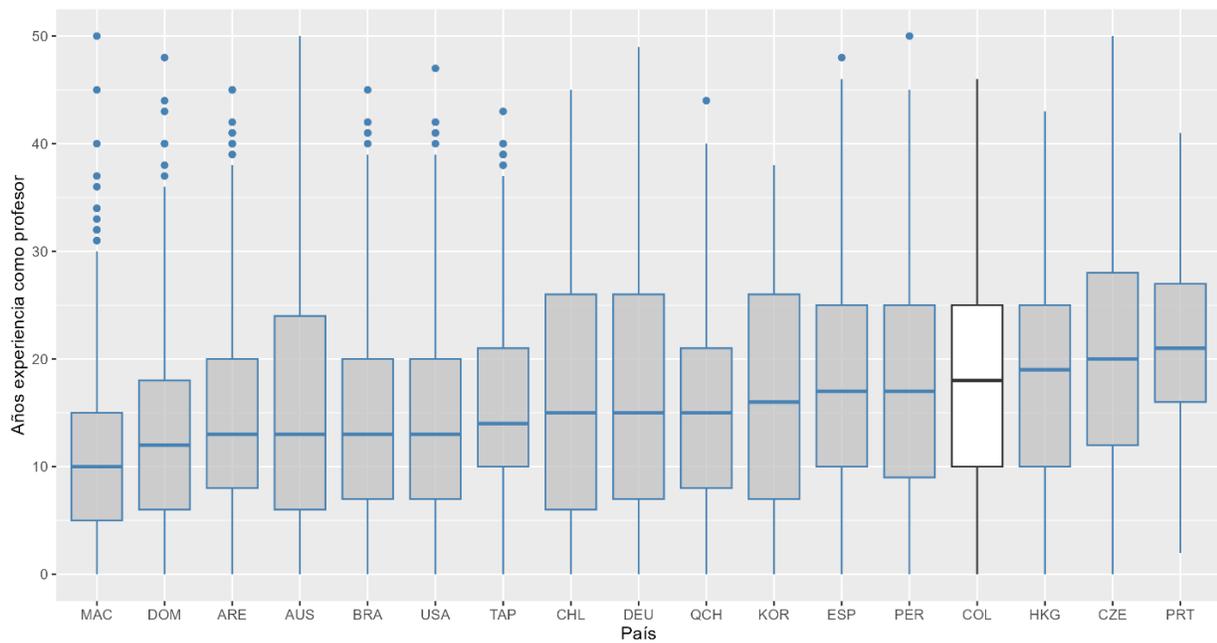
4.1.1 Características de los profesores de ciencias naturales en PISA 2015

En la versión 2015 de la prueba PISA participaron $n=27.061$ profesores de 17 países. De estos, 1.314 corresponden a la muestra para Colombia: 663 mujeres y 641 hombres. Los análisis descriptivos muestran que la mayoría de los profesores colombianos cuenta con capacitación en la labor docente (el 92,2%) y con otras cualificaciones (el 87,4%) diferentes al área de ciencias naturales. De igual modo, los cuestionarios permitieron evidenciar que el 97% de los profesores ($n=1272$) reportaron estar satisfechos o muy satisfechos con su trabajo y el 73% ($n=959$ personas) manifestaron haber seleccionado la labor docente por vocación.

Las variables estimadas para los 17 países que aportaron información, permiten visualizar y describir en perspectiva las características sociodemográficas de los profesores colombianos. En la Figura 13 se puede apreciar por ejemplo que el rango de edad de los profesores de ciencias naturales en Colombia, con un promedio de 45 años, se encuentra entre los más altos de los países participantes y es el mayor entre los países latinoamericanos que aportaron información: Perú (44 años), Chile (41 años), República Dominicana (40 años) y Brasil (38 años).

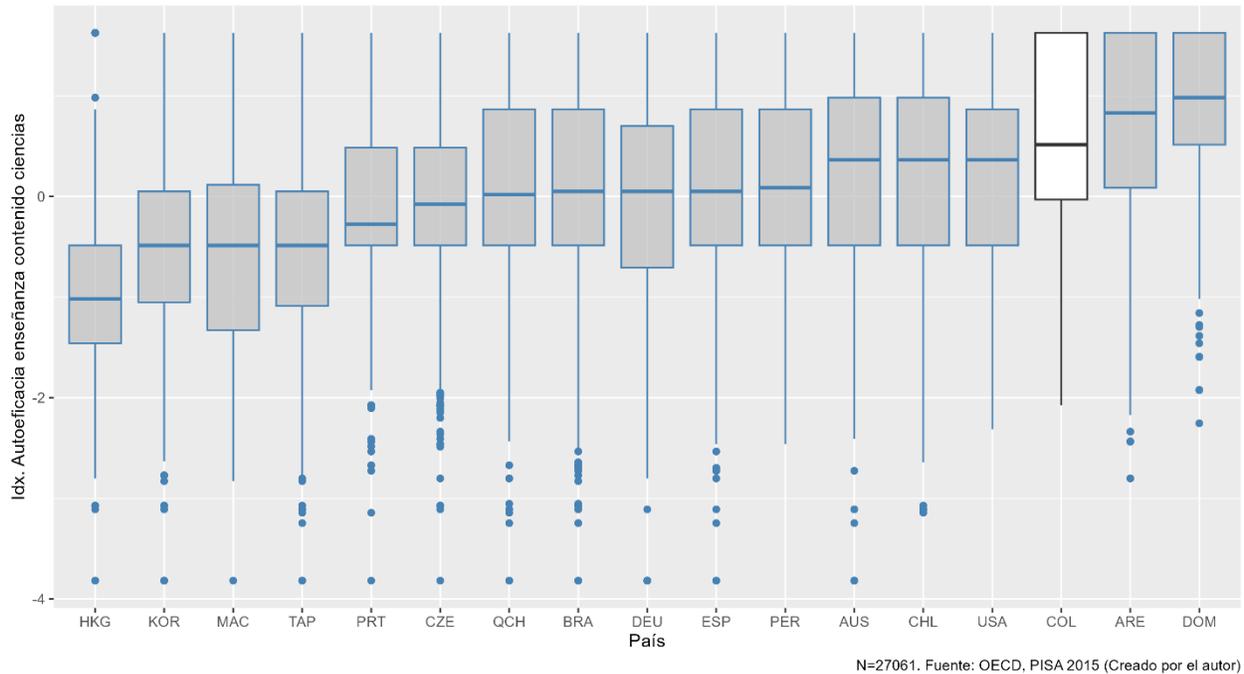
Figura 13 Edad registrada de los profesores de ciencias naturales en PISA 2015

Del mismo modo, los profesores colombianos cuentan con la mayor experiencia docente de la región (Figura 14), con un reporte promedio de 18 años en la enseñanza de las ciencias, seguido de Perú con 17 años, Chile con 15 años, República Dominicana con 12 años y Brasil con 13 años de experiencia docente. Esta experiencia también es mayor que en países como Alemania, donde los profesores también son mayores con promedio de edad de 45 años, pero su experiencia docente no sobrepasa los 15 años.

Figura 14 Años de experiencia en la labor docente de los profesores de ciencias naturales en PISA 2015

N=27061. Fuente: OECD, PISA 2015 (Creado por el autor)

Los profesores también respondieron preguntas sobre su autoeficacia percibida para la enseñanza de la ciencia. Junto con Emiratos Árabes y República Dominicana, Colombia se encuentra entre los países cuyos profesores reportan los mayores índices de autoeficacia (Figura 15). Es decir, los profesores manifiestan altas capacidades para diseñar experimentos y actividades prácticas para aprendizaje basado en la investigación, asignar tareas acordes a los requerimientos de los estudiantes, utilizar variedad de estrategias de evaluación y facilitar debates sobre la interpretación de resultados experimentales.

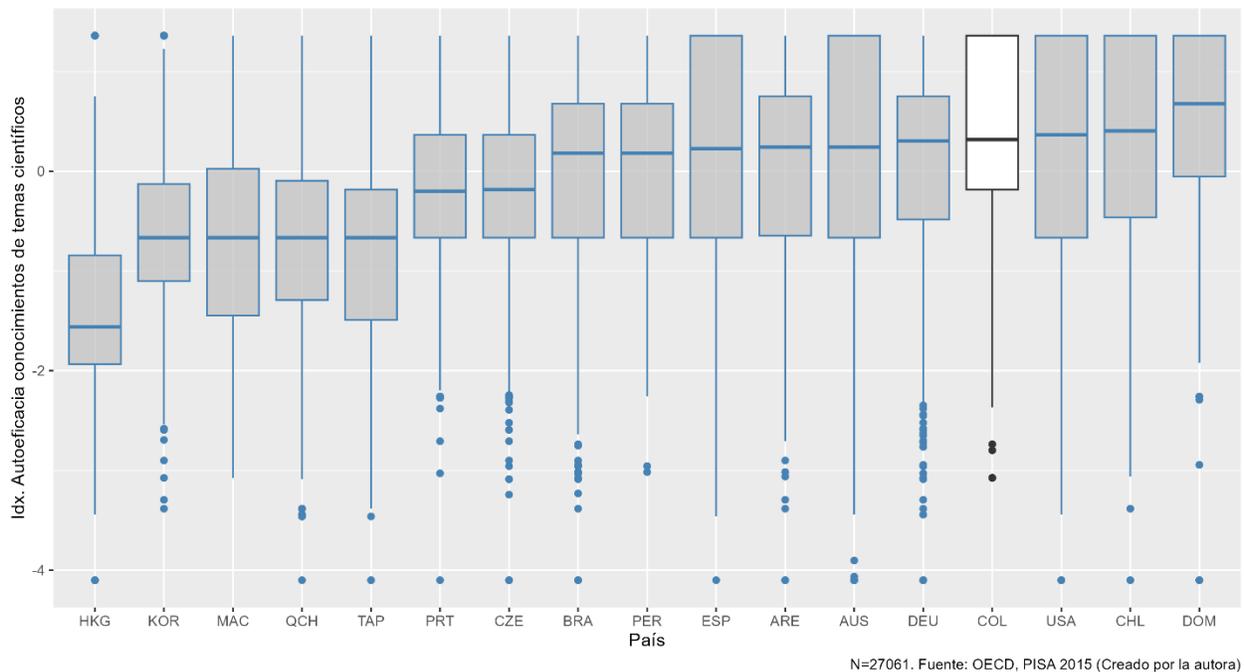
Figura 15 Índice de autoeficacia percibida por los profesores para la enseñanza de la ciencia

Respecto a la autoeficacia para la instrucción específica en los contenidos de las ciencias naturales, los profesores colombianos también reportan los mayores índices, junto con Estados Unidos, Chile y República Dominicana (Figura 16), sobre sus capacidades percibidas para explicar conceptos científicos complejos a sus colegas, defender posiciones fundamentadas sobre la ética en las ciencias naturales, leer artículos actualizados en su disciplina científica, o explicar los vínculos entre la biología, la física y la química.

Estas observaciones que denotan altos índices en las capacidades y competencias percibidas de los profesores colombianos sobre las ciencias naturales contrastan con el desempeño de los estudiantes del país en PISA 2015, el cual se encuentra por debajo del promedio entre los países de la OCDE. Mientras tanto, en países como Alemania, China Taipei, Australia o Hong Kong,

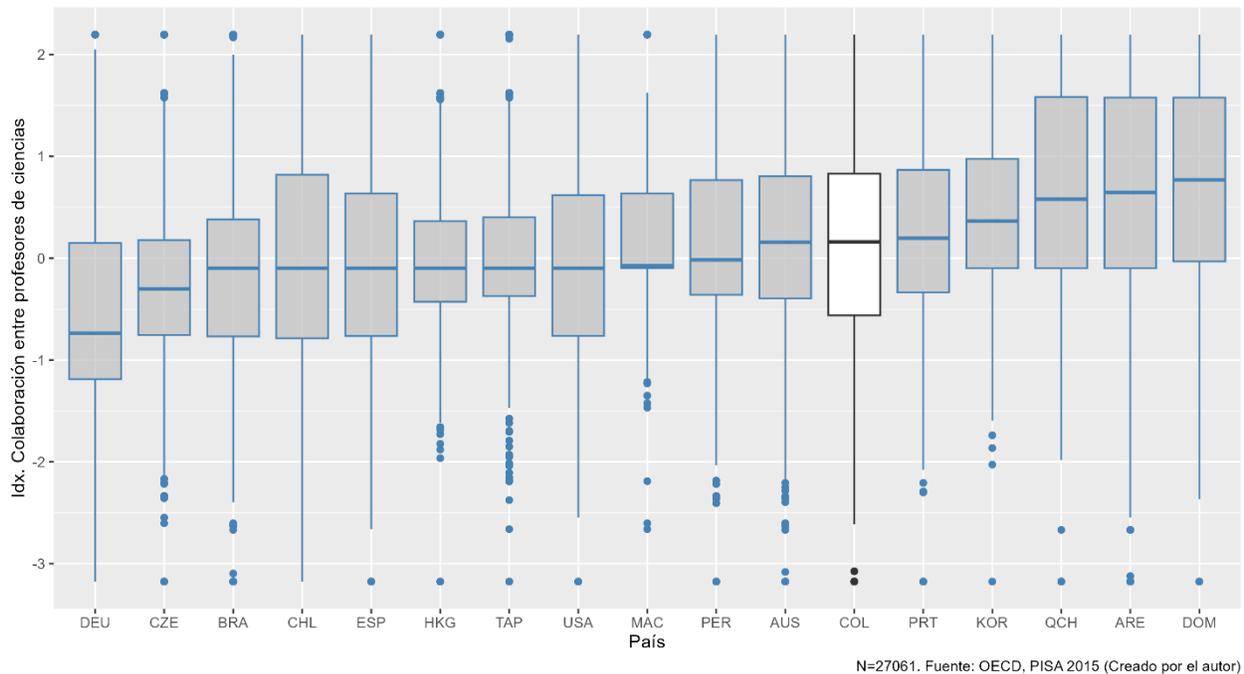
cuyos estudiantes presentan desempeños académicos por encima del promedio de la OCDE, los índices de autoeficacia de los profesores son menores.

Figura 16 Autoeficacia percibida por los profesores de ciencias en los contenidos de su área.



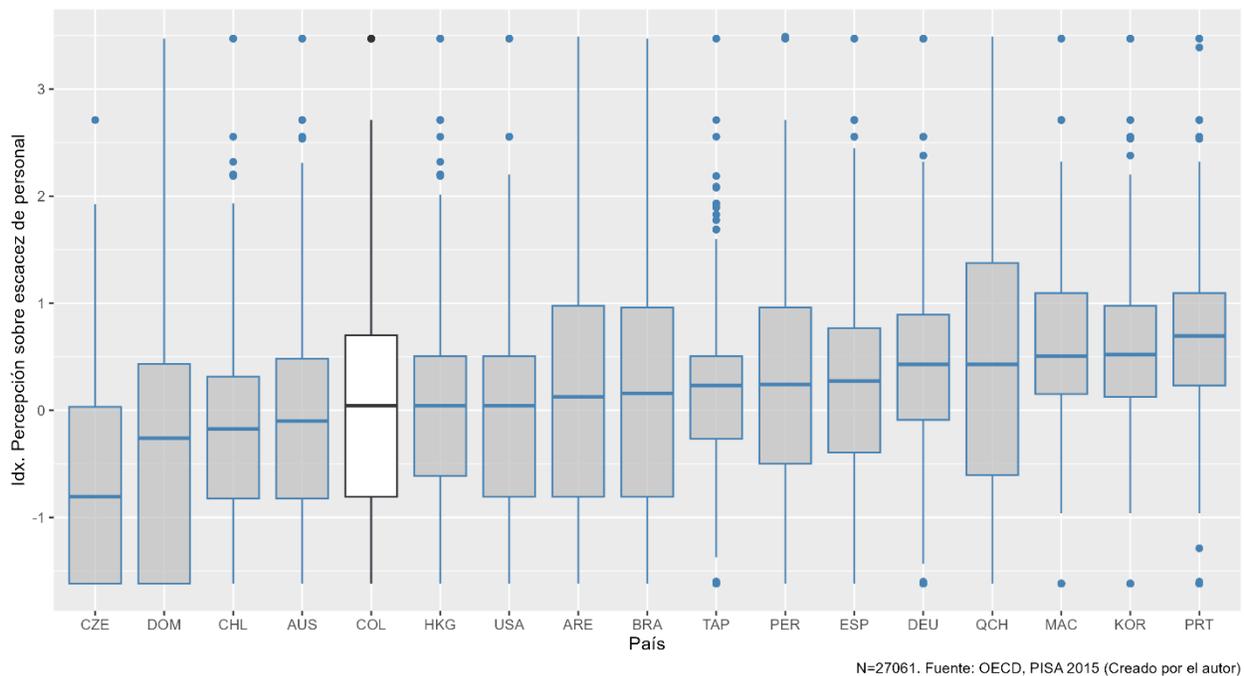
El índice de colaboración entre colegas reportados por los profesores colombianos también es en general alto entre los 17 países cuyos profesores presentan información (Figura 17) Este índice está relacionado con las oportunidades para discutir criterios de logro y evaluación en ciencias naturales, cooperar con otros profesores para intercambiar tareas y lecciones asignadas a los estudiantes, interactuar y discutir estrategias de enseñanza, o identificar conjuntamente las fortalezas individuales de los estudiantes.

Figura 17 Índice de colaboración entre colegas percibida por los profesores de ciencias naturales en PISA 2015



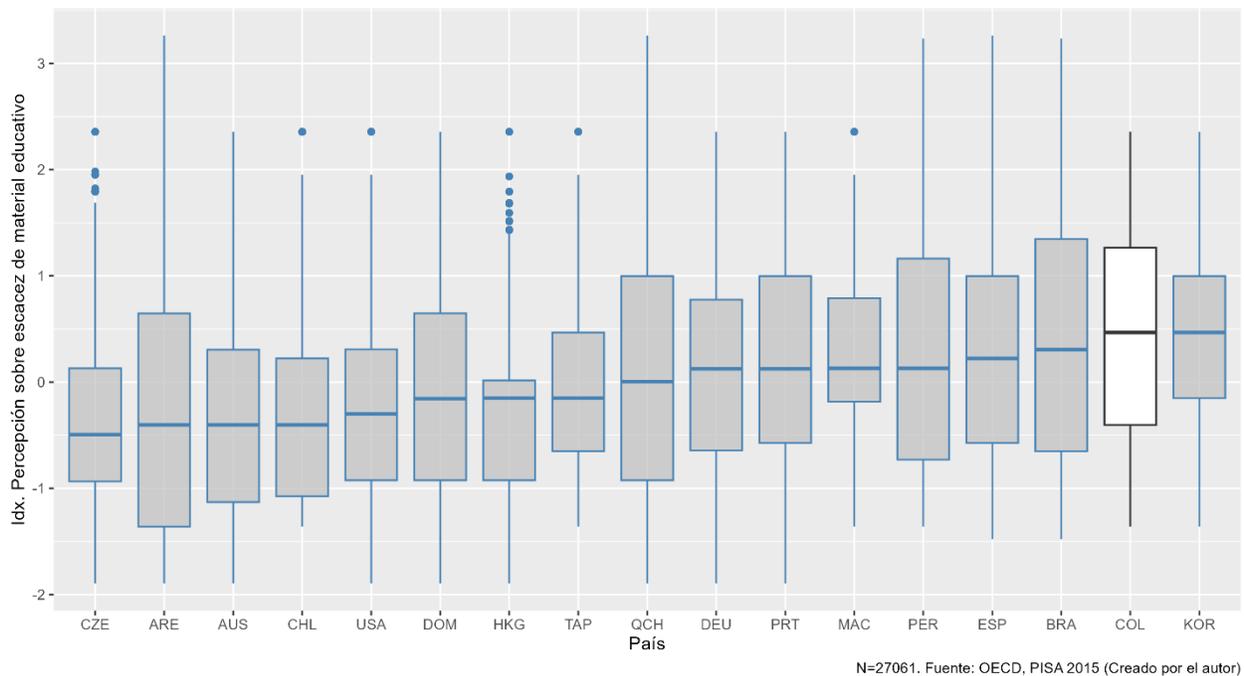
Cuando se preguntó a los profesores sobre la frecuencia con la que su trabajo se ve afectado en la institución educativa por escasez de personal, los colombianos afirmaron en general una baja afectación por escasez o formación inadecuada de otros profesores y personal de apoyo en la institución, comparada con los demás países que aportaron información de este tipo. Los índices más bajos de escasez de personal también pueden observarse en Australia, Chile, República Dominicana y República Checa (Figura 18)

Figura 18 Índice de percepción de los profesores de ciencias sobre la escasez de personal en la institución educativa

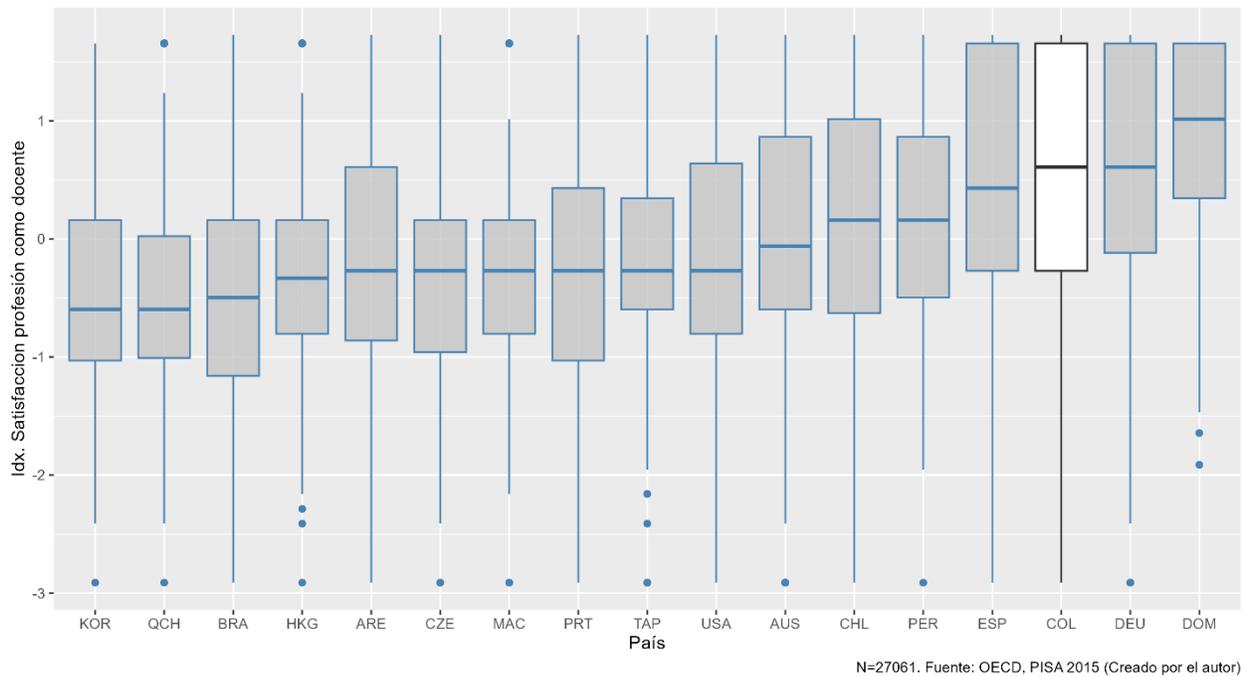


En cambio, los profesores de Colombia sí presentaron, junto con los de Corea, los índices más altos de afectación de su trabajo por escasez de material e infraestructura educativa (Figura 19) En este caso, la carencia o el mal estado del material didáctico, computadores, equipos de laboratorio, libros; así como las condiciones deficientes de la planta física de las instituciones educativas donde laboran, fueron factores relacionados con la dificultad manifiesta de los profesores para realizar adecuadamente el ejercicio de enseñanza de las ciencias naturales.

Figura 19 Percepción de los profesores de ciencias sobre la escasez de material educativo en la institución.

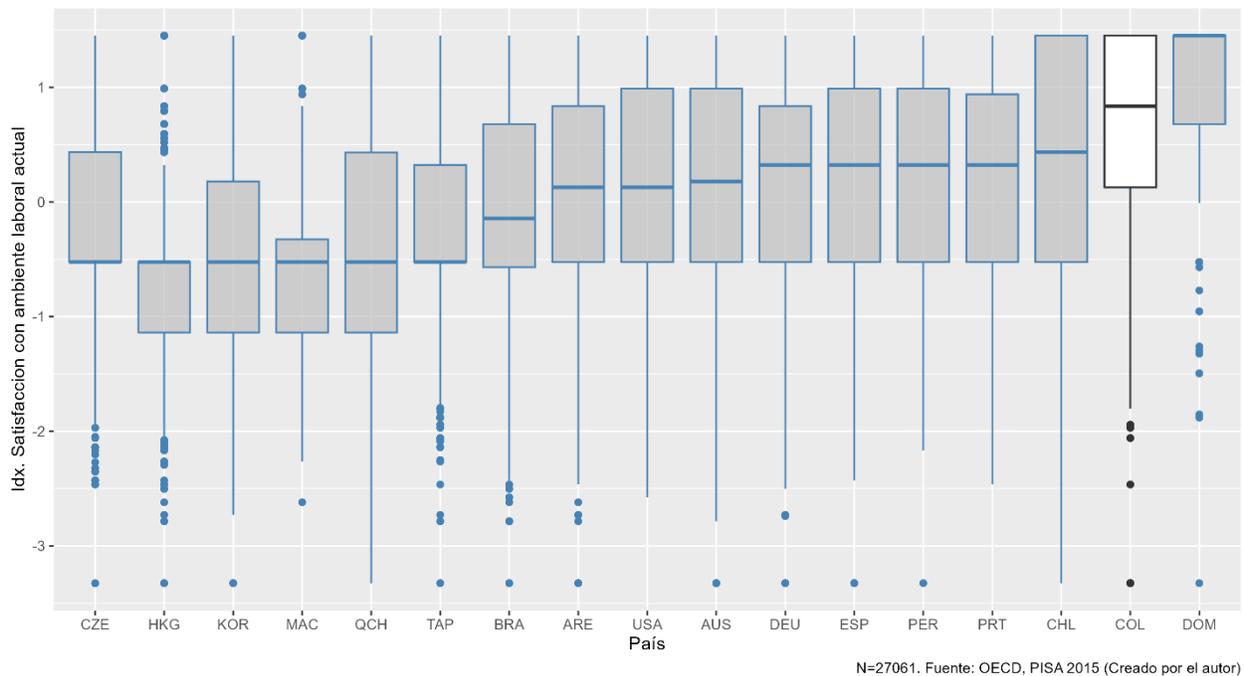


Tal como se mencionó anteriormente, la gran mayoría de los profesores de ciencias naturales en Colombia se muestran altamente satisfechos con su labor (96% de las personas encuestadas). De hecho, la Figura 20 muestra que el país reúne junto con Alemania y República Dominicana, los mayores índices de satisfacción de los profesores con su elección de la carrera docente y del ejercicio de enseñanza.

Figura 20 Índice de satisfacción de los profesores de ciencias naturales con la profesión docente

Del mismo modo, en la Figura 21 se identifican los profesores de Colombia y República Dominicana como aquellos que más disfrutan trabajar en sus instituciones educativas y se sienten satisfechos con su desempeño y su ambiente laboral actual. Es decir, aunque los profesores colombianos sienten que su trabajo se ve fuertemente afectado por condiciones estructurales como la falta de materiales y deficiencias en la planta física de los colegios, manifiestan una gran satisfacción con su lugar de trabajo.

Figura 21 Índices de satisfacción de los profesores de ciencias naturales con el lugar de trabajo y el ambiente laboral actual.



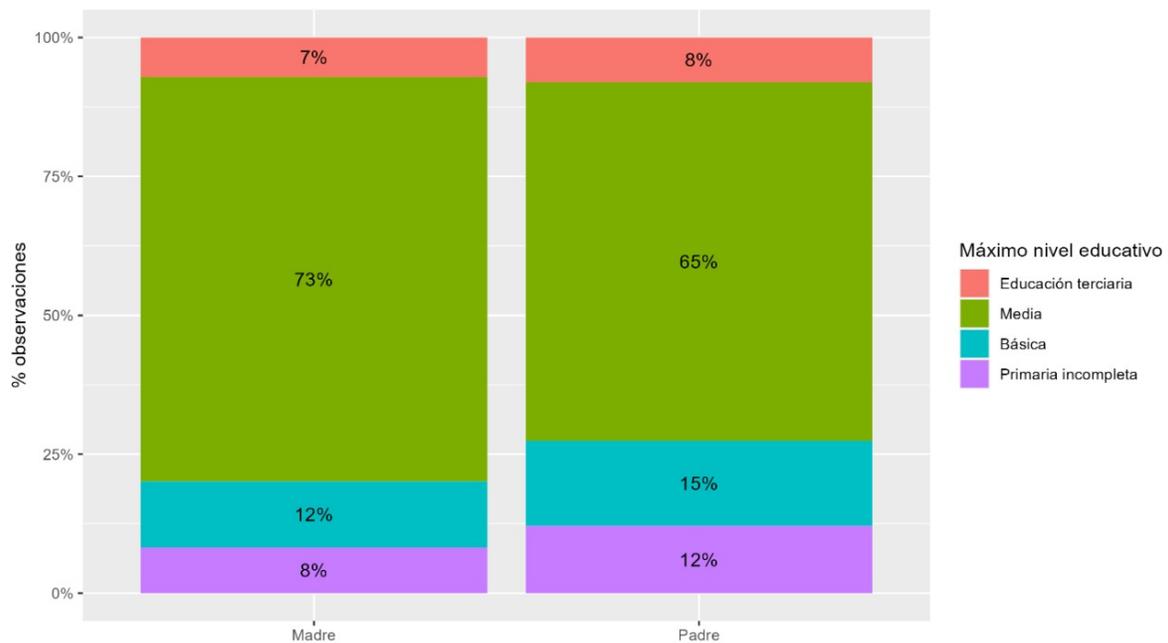
4.1.2 Características de los estudiantes en PISA 2015

La prueba fue realizada por 11.795 estudiantes colombianos, de estos 4.810 hicieron parte de la muestra general y los demás corresponden a las sobremuestras generadas para las ciudades: Bogotá (n=1.787), Medellín (n=1.803), Manizales (n=1.700). a prueba fue presentada por 6.158 mujeres, lo cual corresponde al 52% de la muestra poblacional, y 5.637 hombres, correspondiente al 47,79%. Así mismo, los estudiantes fueron encuestados sobre sus características demográficas, familiares y socioeconómicas.

En cuanto a las características familiares de los estudiantes, la Figura 22 muestra que la gran mayoría de sus progenitores alcanzaron la educación media. Específicamente, este nivel educativo fue más frecuente entre las madres con un 73% (n= 8.368) respecto al 65% de los padres (n=7230). De manera congruente, los padres de los estudiantes ocupan mayores porcentajes en niveles de escolaridad en ciclos básicos que las madres: El 15% de los padres (n=1.723) completó su nivel de educación básica frente al 12% de las madres (n=1.369); así mismo, mientras el 15% de los padres no completó el ciclo de primaria (n=1.360), tan solo el 8% de las madres se ubicó este nivel de formación (n=942).

Finalmente, puede observarse el mínimo porcentaje de progenitores que alcanzaron el nivel de educación universitaria o terciaria: el 7% en caso de las mujeres (n=814) y el 8% en el caso de los hombres (n=903).

Figura 22 Nivel máximo de escolaridad alcanzado por los padres de los estudiantes colombianos en PISA 2015

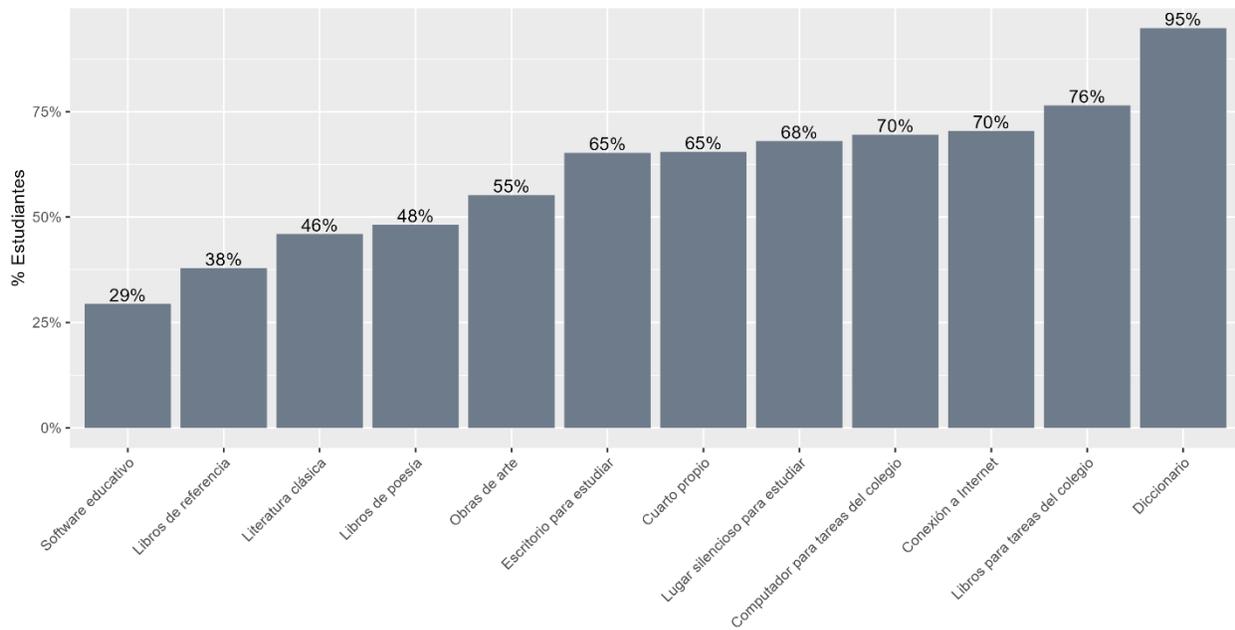


Fuente: PISA 2015, cuestionario de estudiantes, ítems ST005, ST006, ST007, ST008. Madre N=11.493, Padre N=11.243. Elaboración propia

La Figura 23 permite apreciar los recursos educativos con los que cuentan los estudiantes en sus casas. El recurso más presente, con un 95% entre los estudiantes encuestados es el diccionario, seguido de libros útiles para las tareas escolares con un 76%. Sobre recursos TIC, el 70% de los estudiantes manifiesta que cuenta con computador y conexión a internet, mientras que el 29% reporta el acceso a un software educativo. Respecto a las condiciones físicas y de espacio, el 68% de los estudiantes cuenta con lugares silenciosos para estudiar, y el 65% dice tener cuarto propio y escritorio para realizar sus actividades académicas. Finalmente, en los ítems utilizados para la construcción del índice socioeconómico y cultural (ESCS) como obras de arte, libros de

poesía o libros de literatura clásica estuvieron presentes en el 55%, 48% y 46% de los estudiantes, respectivamente.

Figura 23 Disponibilidad de recursos educativos en el hogar de los estudiantes colombianos.

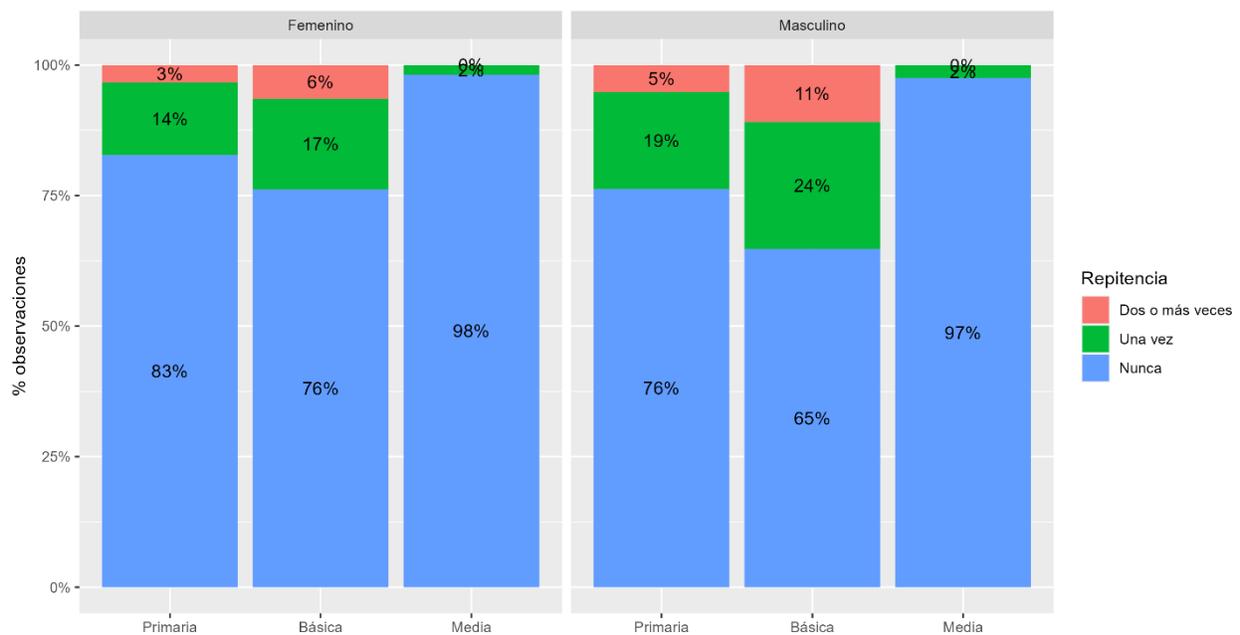


Fuente: PISA 2015, cuestionario de estudiantes, ítems ST011, N=11.795. Elaboración propia

Los estudiantes también fueron encuestados sobre sus procesos escolares. La Figura 24 muestra los altos índices de repitencia reportados por los estudiantes colombianos durante su vida académica en la escuela: 61% de los hombres y 42% de las mujeres informaron que habían repetido algún grado al momento de presentar la prueba PISA. En el ciclo básico se observa que los hombres registran mayores tasas de repitencia: el 35% de ellos repitió el grado académico al menos una vez durante el ciclo de educación básica secundaria, frente al 23% de las mujeres. Del mismo modo,

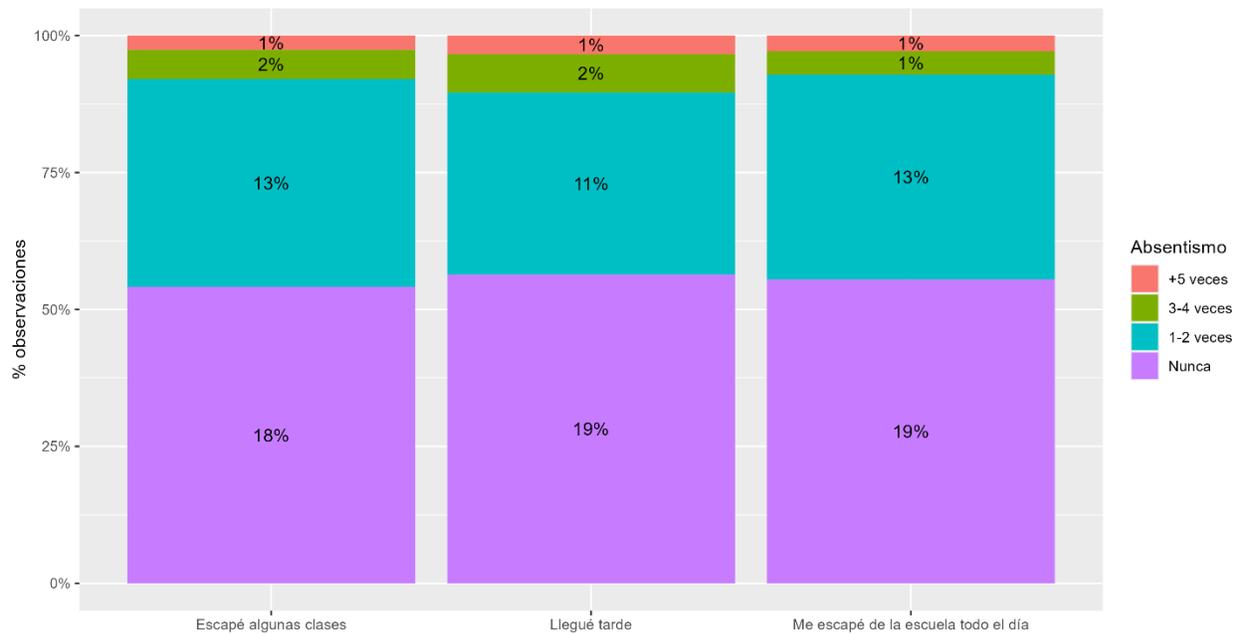
el 24% de los hombres manifestó haber repetido grado durante al menos una vez durante el ciclo de educación básica primaria, respecto al 17% de las mujeres.

Figura 24 Reporte de repitencia de los estudiantes colombianos en los ciclos de educación básica, primaria y media.



Fuente: PISA 2015, cuestionario de estudiantes, ítem ST127. N=11.795. Elaboración propia

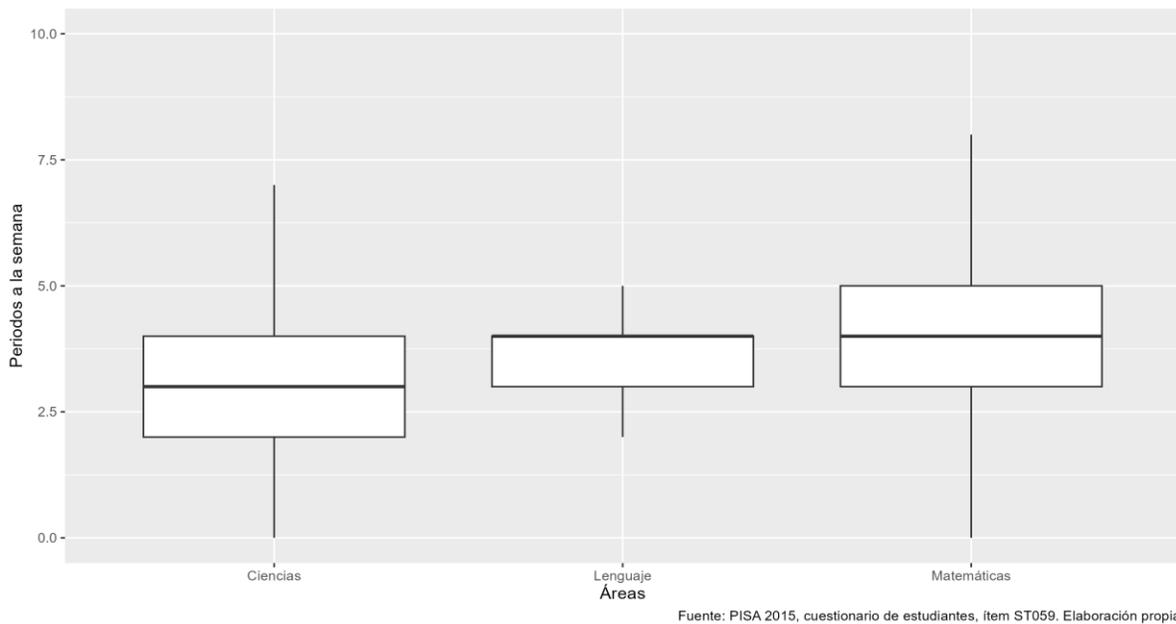
Los estudiantes colombianos también presentan tasas muy altas de absentismo escolar definido como la decisión deliberada de no asistir a clases aun estando presente en la institución educativa. La Figura 25 muestra la distribución de respuestas frente a la pregunta “en las 2 últimas semanas, ¿qué tan a menudo escapaste de las clases?”, el 44% de los estudiantes manifestó haberse escapado al menos una vez durante algunas horas, todo el día o llegando tarde a la clase. Tan solo entre el 18-19% de los estudiantes encuestados auto reportó su asistencia puntual y continua a todas las clases de la jornada escolar.

Figura 25 Reporte de los estudiantes sobre ocasiones en las que evitan clases

Fuente: PISA 2015, cuestionario de estudiantes, ítem ST062. N=11.795. Elaboración propia

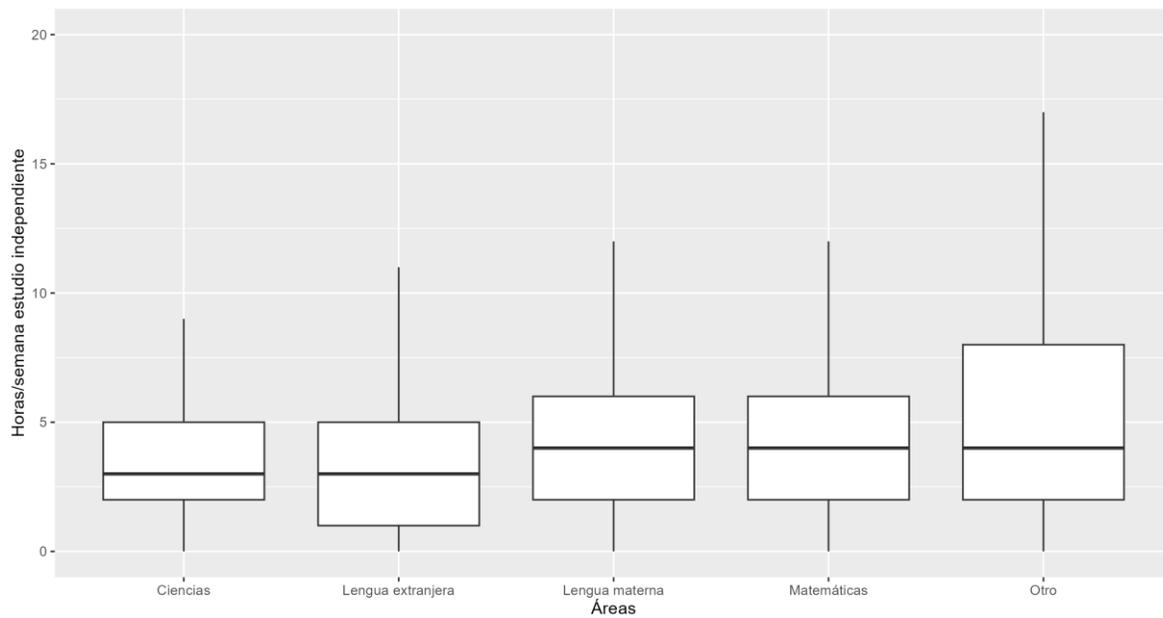
Respecto a la asignación académica semanal de las áreas en la institución, los estudiantes reportaron un promedio de 3,75 horas/semanas dedicadas a las clases de matemáticas y lenguaje, mayor que el promedio de horas de clase de ciencias naturales: 3.1 horas/ semana (Figura 26).

Figura 26 *Intensidad horaria semanal reportada por los estudiantes para las áreas de ciencias naturales, lenguaje y matemáticas*



En la Figura 27 se observa, de acuerdo con sus auto reportes, que los estudiantes dedican alrededor de 4 horas a la semana para estudiar matemáticas y lenguaje (español) de manera independiente a las clases vistas en la jornada escolar, mientras que la dedicación a ciencias naturales y lengua extranjera es un poco menor, alrededor de 3 horas a la semana.

Figura 27 Tiempo de estudio dedicado por los estudiantes a diferentes áreas de manera independiente a la jornada escolar



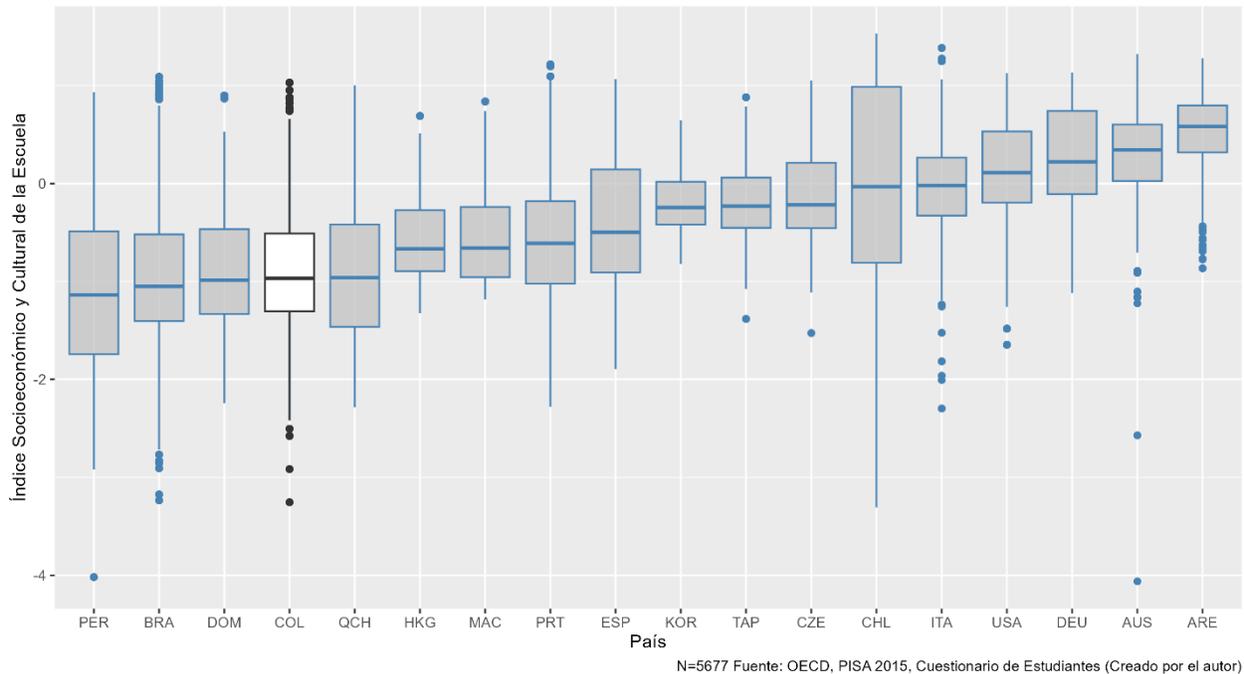
4.1.3 Características de las instituciones educativas en PISA 2015

Un total de 17.908 instituciones educativas estuvieron vinculadas a los países participantes de PISA 2015. En Colombia participaron 372 instituciones: 222 de ellas correspondieron a colegios públicos, 59 no aclararon su carácter organizacional y los 91 restantes correspondieron a instituciones privadas (30 con ánimo de lucro, 36 sin ánimo de lucro y 25 pertenecientes a organizaciones religiosas). Para cada institución, los directivos aportaron información detallada sobre de las características demográficas, aspectos organizacionales y dinámicas de la vida académica de profesores y estudiantes. Las variables se describen en perspectiva para las

instituciones de los países en los cuales se desarrollaron cuestionarios específicos para los profesores de ciencias naturales.

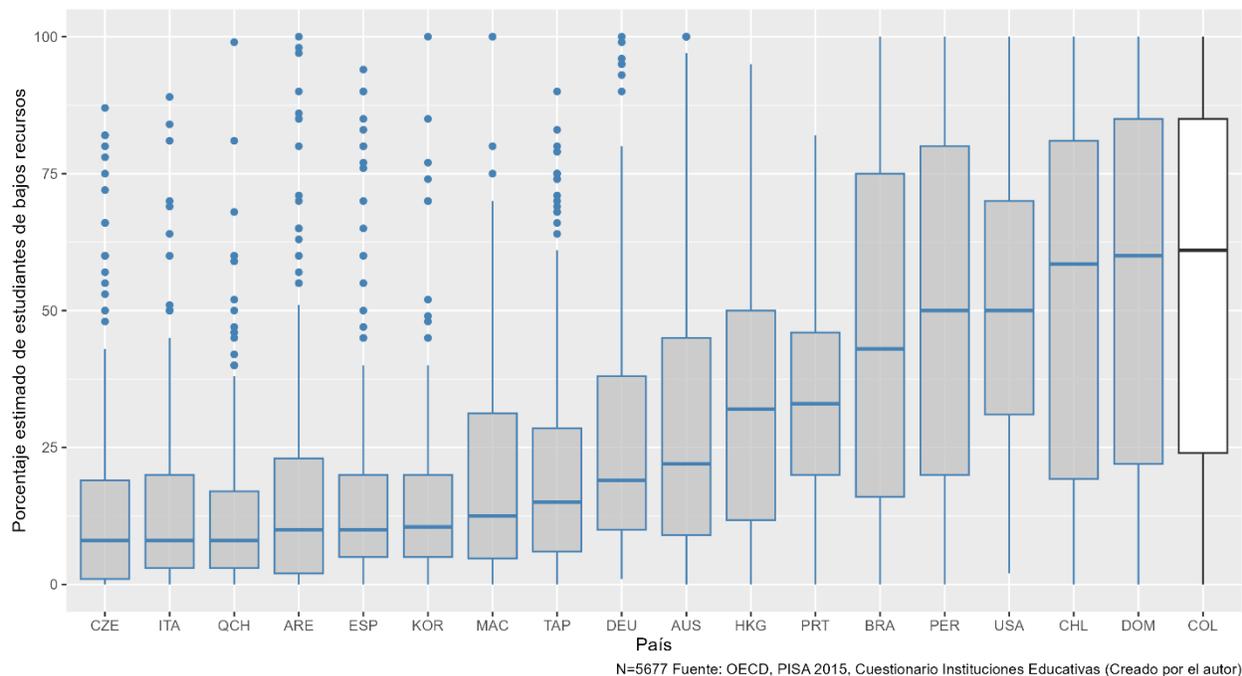
De este modo, puede observarse en la Figura 28 que Colombia se agrupa con los países latinoamericanos, excepto Chile, en los índices socioeconómicos y culturales más bajos de todos los países que aportaron información sobre sus profesores de ciencias naturales. Este índice se calcula con el índice socioeconómico de los estudiantes que asisten a la escuela, que a su vez está construido con información sobre el estatus ocupacional y el nivel educativo más alto alcanzado por los padres, el índice de riqueza familiar, de recursos educativos en el hogar y el índice de posesiones relacionadas con la cultura clásica (OECD, 2017b; Villar & Zoido, 2016). Al tener en cuenta que aspectos reportados por los estudiantes como que la mayoría de sus padres alcanzó la educación media (Figura 22) o sus bajas tasas de posesión de obras de arte o libros de literatura clásica (Figura 23), el índice socioeconómico promedio de las instituciones educativas resulta congruente e indica el capital cultural que acompaña a los estudiantes como insumo con el que ingresan a la escuela, además de las condiciones socioeconómicas y culturales preponderantes que se generan gracias a la interacción de estos estudiantes dentro de la escuela.

Figura 28 Índice socioeconómico y cultural (ESE) de las instituciones educativas de 18 países participantes en PISA 2015.



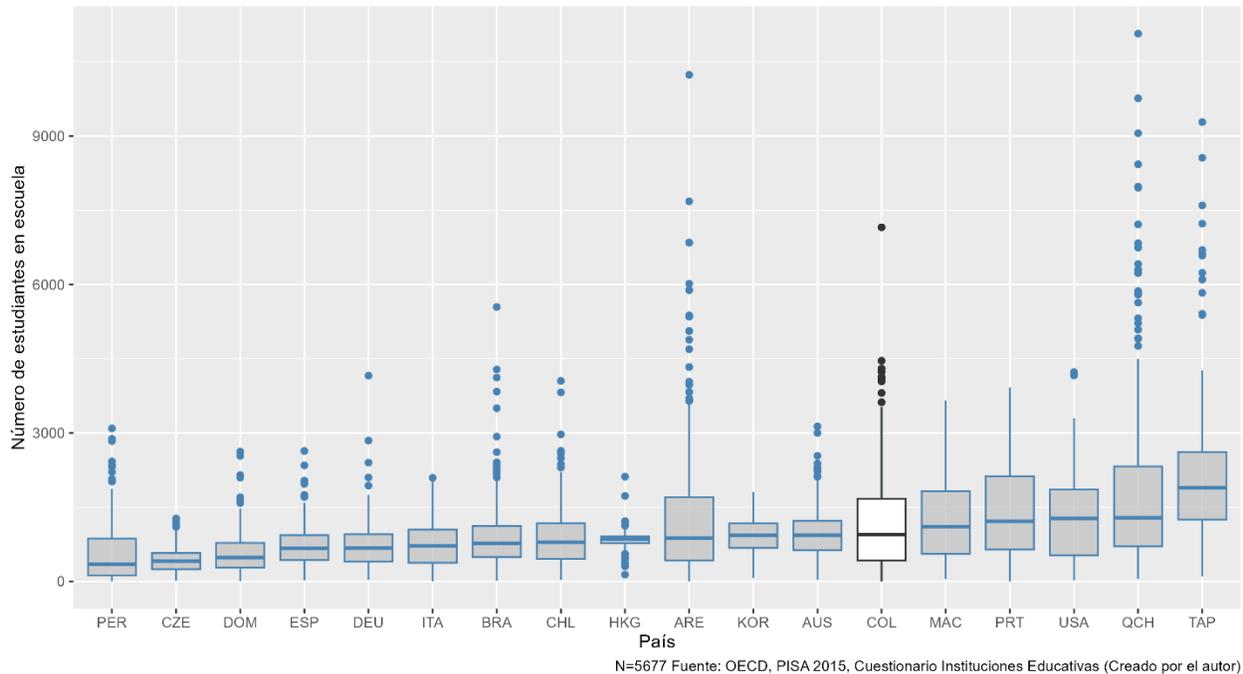
En la misma tendencia, la Figura 28, permite observar que Colombia con el 61%, es el país con el mayor porcentaje de estudiantes con bajos recursos registrados en sus instituciones educativas, seguido de República Dominicana (60%), Chile (58.5%), Estados Unidos (50%), Perú (50%) y Brasil (43%). Es interesante el caso de Chile y Estados Unidos, que muestran índices socioeconómicos más altos de sus instituciones educativas (Figura 28), aún con altos porcentajes de estudiantes provenientes de familias con bajos recursos estudiando en ellas.

Figura 29 Porcentaje de estudiantes de bajos recursos en las instituciones educativas de 18 países participantes en PISA 2015



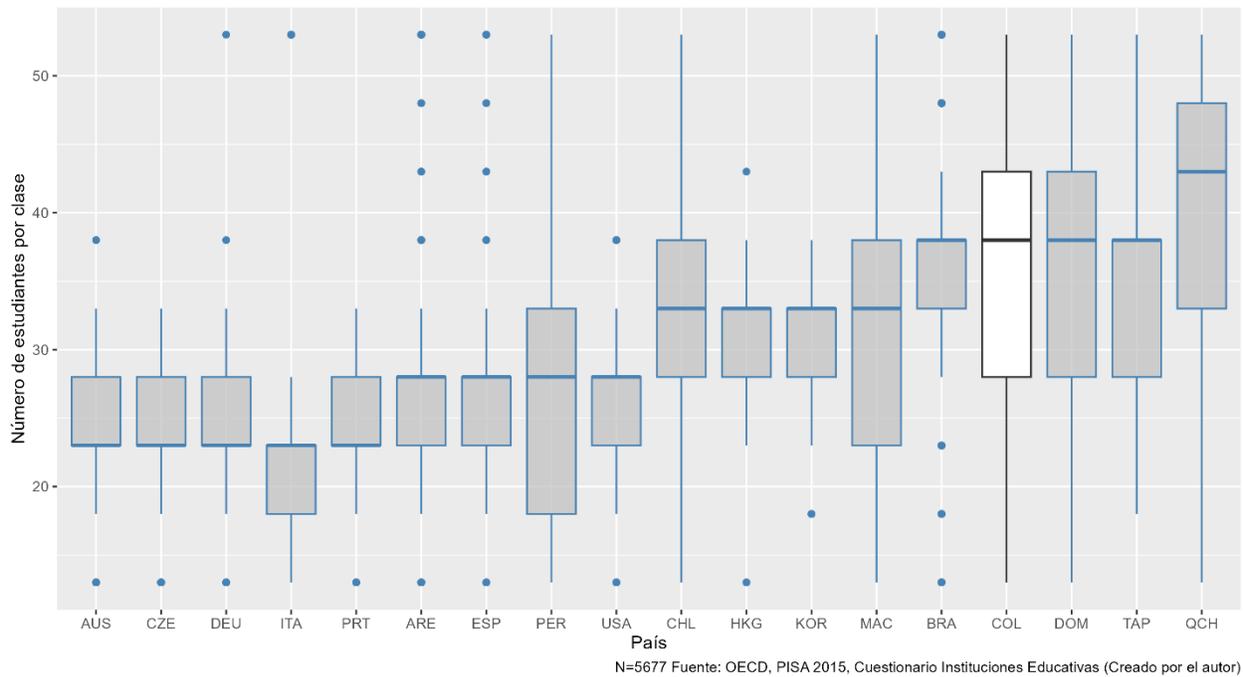
Respecto al número de estudiantes que se encuentran matriculados en las instituciones educativas, el promedio para Colombia es de 945 estudiantes; un número mayor que los reportado para los demás países de la región: Chile: 971, Brasil:766, Republica Dominicana: 481 y Perú: 345 estudiantes promedio por institución educativa (Figura 30).

Figura 30 Promedio de estudiantes matriculados en las instituciones educativas de 18 países participantes en PISA 2015.



Al interior de las instituciones, la asignación promedio de estudiantes por clase para Colombia se encuentra entre las más numerosas con 38 estudiantes por aula, de igual forma que en Brasil y República Dominicana (Figura 31). Otros países de la región como Chile o Perú presentan un promedio de 33 y 28 estudiantes por aula, respectivamente. Mientras tanto, países como Alemania, República Checa o Australia establecen un número promedio de 23 estudiantes para atender cada clase.

Figura 31 Promedio de número de estudiantes por clase en las instituciones educativas de 18 países participantes de PISA 2015

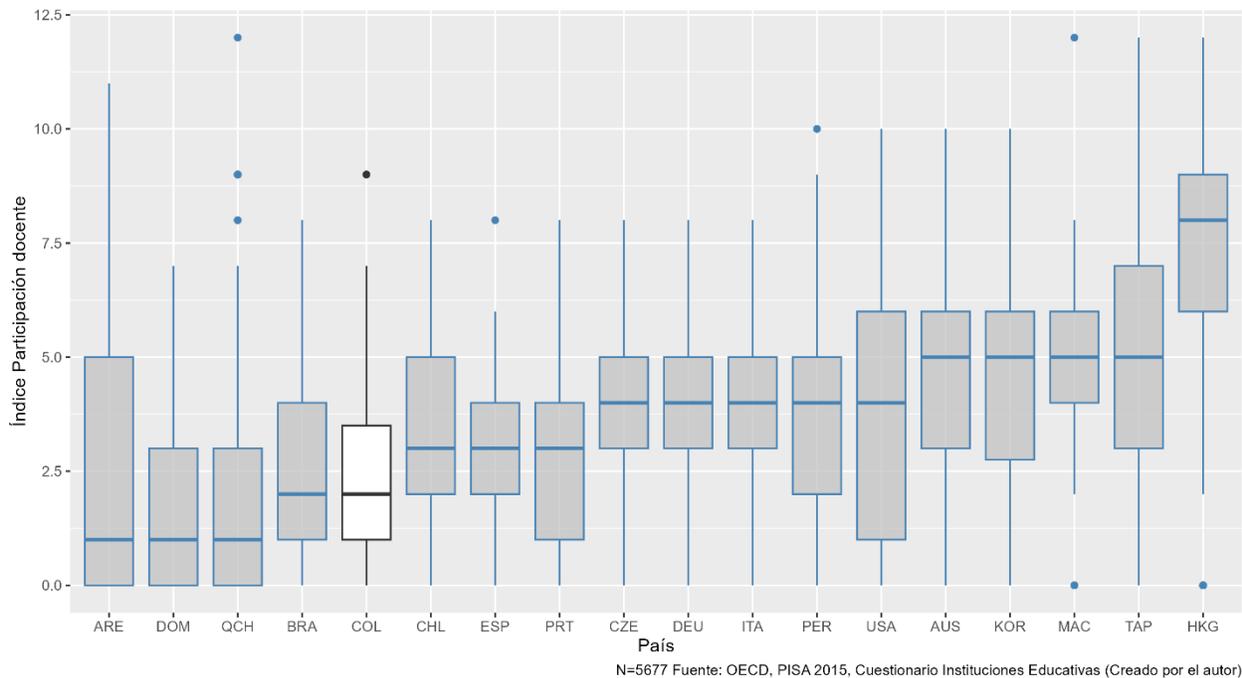


Los directivos representantes de las instituciones educativas también fueron cuestionados sobre diferentes aspectos del personal docente. La Figura 32 muestra las oportunidades que tienen los profesores para participar y decidir en asuntos presupuestales, salariales, de admisión o de contratación al interior de las instituciones; pero también para establecer políticas disciplinarias y políticas de evaluación de los estudiantes, determinar los contenidos de los cursos y elegir los textos guía para el estudio de las asignaturas. Colombia se encuentra entre los países cuyas instituciones reportan los menores índices de autonomía y participación por parte de los profesores, junto con Brasil, China, República Dominicana y Emiratos Árabes. Por su parte, Hong Kong, es de lejos el país con la mayor autonomía docente reportada.

Llama la atención que PISA incluya estas preguntas sobre autonomía docente en el cuestionario para las instituciones educativas, pero no en el cuestionario de los profesores, teniendo en cuenta que el concepto de autonomía hace referencia precisamente al auto direccionamiento, la autorregulación, la capacidad de elegir y tomar decisiones propias.

También, teniendo en cuenta las condiciones de trabajo de los profesores en un país como Colombia, es cierto que en general su injerencia sobre asignaciones salariales, contrataciones de otros profesores o matrícula de estudiantes es nula, dado que estos procesos tienden a ser funciones específicas de las autoridades educativas en caso de las escuelas oficiales y las juntas directivas de las instituciones educativas privadas, lo cual podría explicar en parte, el índice bajo de autonomía respecto a otros países. Sin embargo, las políticas educativas actuales en Colombia se caracterizan por establecer lineamientos curriculares y de prestación del servicio educativo con alta flexibilidad de implementación y adaptación a las diferentes dinámicas territoriales, sociales y culturales y, en este sentido facilitan la autonomía de las instituciones y la libertad de cátedra para definir contenidos, aplicar estrategias pedagógicas y decretar aspectos técnicos del sistema de evaluación. Por eso, llama la atención que las instituciones reporten tan bajos índices de autonomía y participación por parte de los profesores.

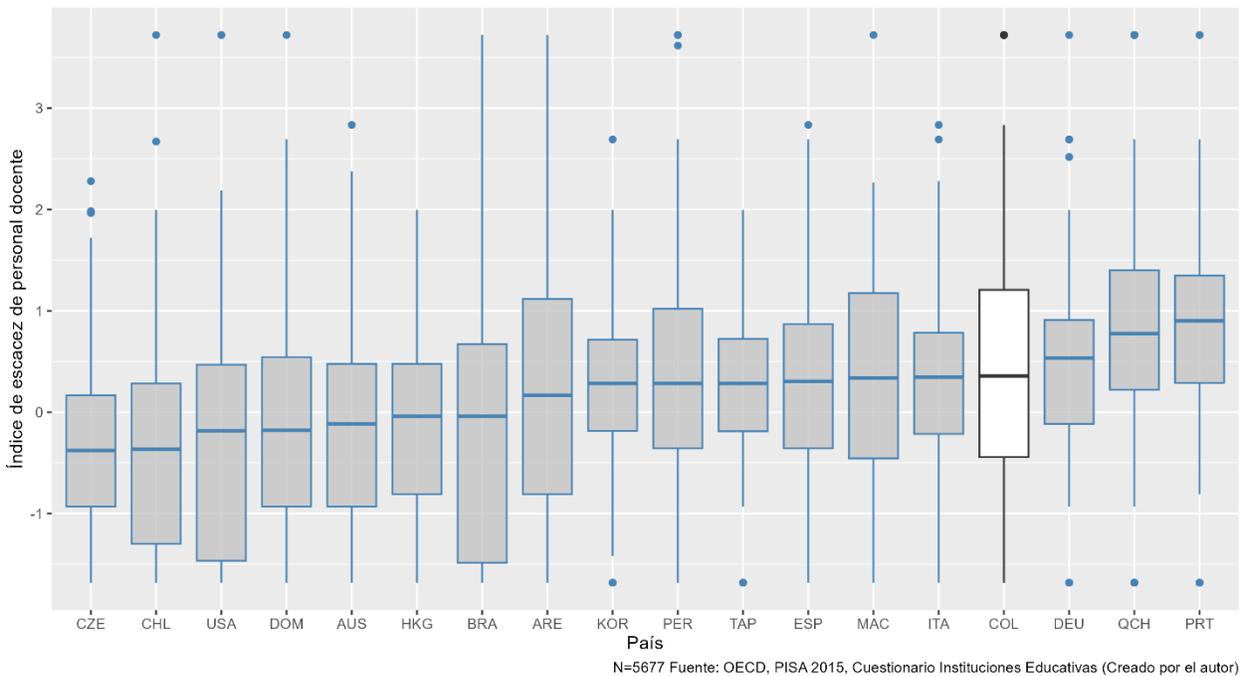
Figura 32 índice de participación y autonomía docente reportada por las instituciones educativas de 18 países participantes en PISA 2015.



Respecto a la escasez de personal docente reportado por las instituciones educativas, en la Figura 33 muestra para Colombia un índice alto, es decir, las instituciones consideran que en general, hacen falta profesores para cubrir el servicio educativo ante el número de estudiantes. Este resultado es congruente con el alto número de estudiantes matriculados en las instituciones educativas (ver Figura 30) y el alto número estudiantes por clase (ver Figura 31) reportados para el país, los cuales sugieren una mayor contratación de profesores para lograr mejores proporciones en cuanto la atención y prestación del servicio, tal como se presenta en otros países de la OCDE. Sin embargo, este resultado por parte de las instituciones es contrastante con la percepción de los profesores sobre el mismo aspecto, pues el índice de escasez de personal reportado por ellos ubica a Colombia como uno de los países con las menores falencias en términos de sus colegas o de

personal de apoyo (ver Figura 18). Los altos índices de escasez de personal docente también se presentan en países como Alemania, China y Portugal.

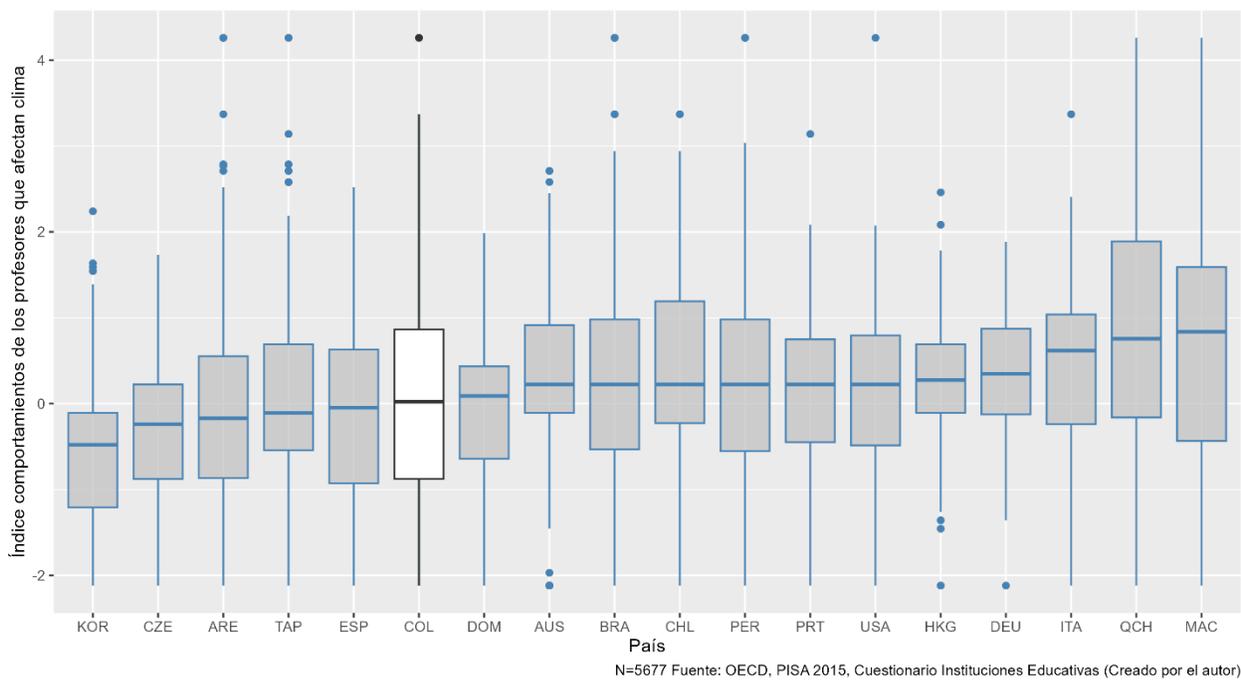
Figura 33. Índice de escasez de personal docente reportada por las instituciones educativas de 18 países participantes en PISA 2015.



En aspectos relacionados con el clima escolar, las instituciones educativas colombianas manifestaron índices muy cercanos a cero y relativamente bajos con respecto a otros países, de comportamientos de los profesores que interrumpen o afectan negativamente el contexto de aprendizaje de sus estudiantes (Figura 34). Este índice se calcula con ítems del cuestionario relacionados con el reporte de absentismo de los profesores, su resistencia al cambio, la baja capacidad de respuesta ante las necesidades de los estudiantes y competencias insuficientes para enseñar los contenidos de su área. En este sentido, las instituciones mantienen percepciones

relativamente positivas sobre el comportamiento de los profesores. De hecho, Colombia presentó la percepción más favorable entre los países de la región (República Dominicana, Brasil, Chile y Perú).

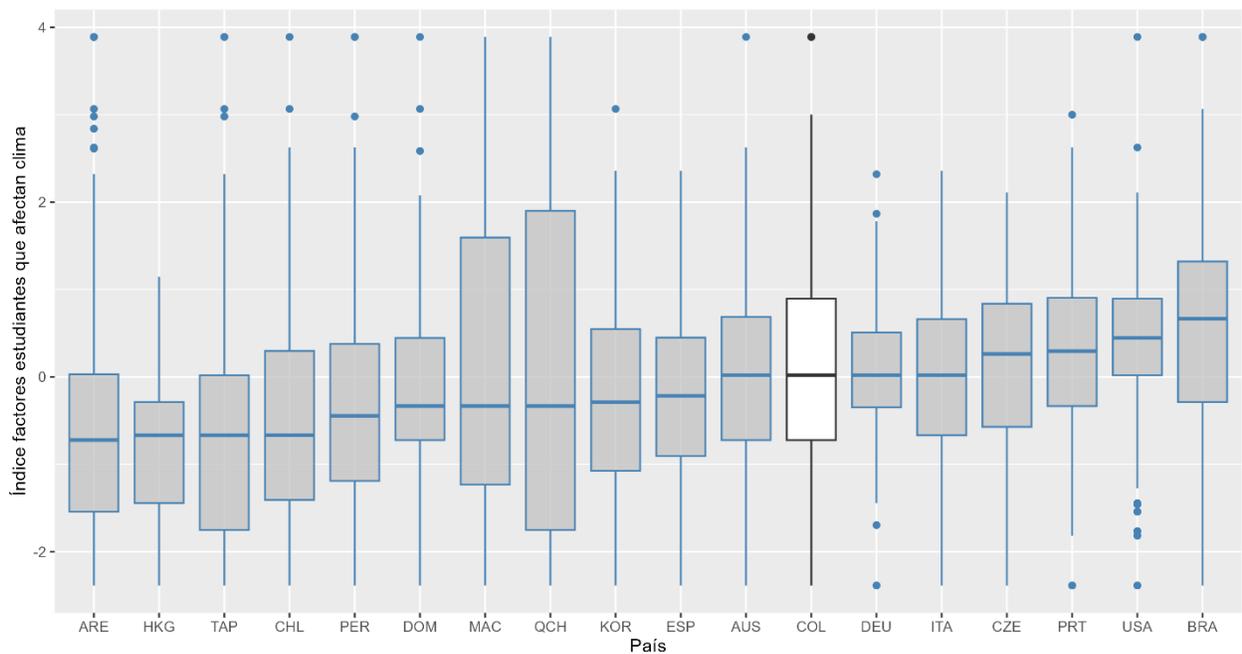
Figura 34 *Comportamientos de los profesores que afectan el clima escolar, reportados por las instituciones educativas de 18 países participantes en PISA 2015*



De manera similar, las instituciones en Colombia reportaron un índice muy cercano a cero, aunque con tendencia al aumento, sobre los comportamientos de los estudiantes que interrumpen el clima escolar y el aprendizaje (Figura 35). Este índice está relacionado con la frecuencia con que los estudiantes evitan ingresar a clase aun estando presentes en la institución, son irrespetuosos con sus profesores, consumen drogas o alcohol y presentan comportamientos abusivos e intimidantes con sus compañeros de curso. Este índice cercano a cero, pero con tendencia al

aumento, puede interpretarse como algo relativamente desfavorable, porque las instituciones consideran que entre sus estudiantes existe alguna probabilidad de experimentar comportamientos negativos en comparación con otros países como República Dominicana, Perú y Chile. Mientras que, por su parte, Brasil presenta el índice más alto de factores de los estudiantes que afectan el clima escolar.

Figura 35 *Comportamientos de los estudiantes que afectan el clima escolar, reportados por las instituciones educativas de 18 países participantes en PISA 2015*



N=5677 Fuente: OECD, PISA 2015. Cuestionario Instituciones Educativas (Creado por el autor)

4.2 Resultados Análisis Multinivel

4.2.1 Evaluación de la bondad de ajuste en la construcción de los modelos

Antes de proceder a realizar el análisis multinivel se hizo una evaluación de los datos para determinar primero, si este tipo de análisis era el más apropiado, de acuerdo con la estructura y características de los datos y segundo, para determinar la bondad del ajuste de cada modelo.

Este proceso empezó primero implementando un modelo en el cual se incluye únicamente el intercepto; después se ajusta un modelo que permite que los interceptos varíen entre las instituciones; y finalmente se comparan los dos modelos usando el Criterio de Información de Akaike (AIC) y el Criterio de Información Bayesiano (BIC) para establecer si el ajuste mejora. Los resultados de este proceso se presentan en la Tabla 5 y muestran que el ajuste de cada uno de los modelos mejora cuando se permite que los interceptos varíen entre las instituciones educativas.

Tabla 5. Comparación del ajuste de los modelos

Modelo	AIC modelo con solo intercepto	AIC Modelo con intercepto variable	BIC modelo con solo intercepto	BIC Modelo con intercepto variable
1 (Hipótesis 1 y 2)	4722,28	4684,32	4732,64	4699,87
2 (Hipótesis 3)	136660,1	133377,3	136674,9	133399,4
3 (Hipótesis 4)	26687,8	26648,75	26702,49	26670,79

Después, para determinar si el cambio en el ajuste es significativo, se realizó una evaluación del cambio en la Razón de Verosimilitud para cada modelo, y se encontró que los interceptos varían significativamente entre instituciones educativas (Tabla 6), lo que confirma que es necesario modelar la variabilidad de los interceptos ya que al hacer el ajuste el modelo mejora significativamente

Tabla 6. Cambio en la razón de verosimilitud.

Modelo	Cambio razón de verosimilitud
1 (Hipótesis 1 y 2)	$X^2(1) = 39,95; p < 0,0001$
2 (Hipótesis 3)	$X^2(1) = 3284,85; p < 0,0001$
3 (Hipótesis 4)	$X^2(1) = 41,04571; p < 0,0001$

Los resultados de estos análisis de la bondad de ajuste, indican que un análisis multinivel es la estrategia más adecuada para la estructura anidada de los datos.

4.2.2 Resultados de análisis para la hipótesis 1: Relación entre los factores individuales de los profesores en su motivación para trabajar

Entre las variables individuales que fueron analizadas con respecto a la motivación de los profesores, se encontró una relación significativa entre su edad y su motivación para trabajar ($\hat{\beta} = 0,018, p = 0,05; IC\ 95\% \ 0,000 \ a \ 0,036$), lo cual indica que los índices de motivación más altos se presentaron entre los profesores de mayor edad. También se encontró que en los profesores cuyo objetivo en su proyecto de vida no era seguir una carrera en la profesión docente, el índice de motivación de los profesores disminuyó aproximadamente un 52% de una desviación estándar ($\hat{\beta} = -0,524, p = 0,00; IC\ 95\% \ -0,763 \ a \ -0,285$) en comparación con los profesores que sí querían ser profesores después de terminar la educación secundaria.

Adicionalmente, el análisis muestra que los profesores que expresaron una mayor autoeficacia en la enseñanza de las ciencias naturales mostraron un mayor nivel de motivación ($\hat{\beta} = 0,260, p = 0,00; IC\ 95\% \ 0,121 \ a \ 0,399$) (ver Tabla 7); esto significa que se encontró una mayor motivación entre los profesores que expresan mayor capacidad para diseñar experimentos y actividades prácticas para el aprendizaje basado en investigación, asignar tareas acordes a las

necesidades de sus estudiante, utilizar estrategias variadas de evaluación, y facilitar debates para promover la interpretación de resultados y evidencias.

4.2.3 Resultados de análisis para la hipótesis 2: Relación entre los factores institucionales y la motivación de los profesores

Los resultados del modelo vacío arrojaron una correlación intraclase (ICC) de 0,134, lo que indica que la varianza en el índice de motivación de los profesores que puede ser atribuida a los efectos de las instituciones educativas es de 13,4%. En la Tabla 7 se puede observar que, entre los factores evaluados a nivel de las instituciones educativas, los profesores presentaron índices de motivación significativamente mayores cuando percibieron mayor colaboración de sus colegas ($\hat{\beta} = 0,299, p = 0,00; IC\ 95\% 0,199\ a\ 0,399$) para actividades de cooperación en las tareas asignadas a los estudiantes, definición de los criterios de logros en la elaboración de exámenes o pruebas escritas, retroalimentación sobre unidades didácticas, técnicas y formas de enseñanza, e intercambio de habilidades y conocimientos de la disciplina científica entre los compañeros de trabajo.

En cambio, se encontró que el índice de motivación de los profesores disminuyó significativamente en las instituciones que reportaron mayor escasez de personal docente y personal de apoyo, o de personal con calificación profesional adecuada ($\hat{\beta} = -0,233, p = 0,00; IC\ 95\% 0,119\ a\ 0,347$).

También se observa en la tabla que las variables relacionadas con los años de experiencia en el ejercicio docente, el hecho de haber completado un programa de capacitación docente o el

nivel de formación académica alcanzado por el profesor, no presentaron relaciones significativas con su motivación intrínseca.

Tabla 7 Resumen estimación de parámetros para un modelo jerárquico lineal de dos niveles de motivación del profesor

	Valor	Error Est.	GL	Valor t	Valor p
(Intercepto)	0,798	0,774	518	1,03	0,30
Variables Nivel 1					
Características del profesor					
Edad*	0,018	0,009	518	1,98	0,05
Sexo (Femenino)	0,152	0,101	518	1,51	0,13
Años experiencia docente	-0,005	0,009	518	-0,50	0,61
Nivel estudios (Pregrado)	-0,490	0,672	518	-0,73	0,47
Nivel estudios (Maestría)	-0,454	0,673	518	-0,67	0,50
Nivel estudios (Doctorado)	-0,005	1,146	518	0,00	1,00
Aspiraba a ser profesor (No)*	-0,524	0,122	518	-4,29	0,00
Completó formación docente (No)	-0,386	0,212	518	-1,82	0,07
Autoeficacia enseñanza ciencias*	0,260	0,071	518	3,65	0,00
Autoeficacia contenidos ciencias	0,039	0,071	518	0,55	0,58
Variables Nivel 2					
Características de la escuela					
Colaboración entre profesores*	0,299	0,051	518	5,84	0,00
Participación docente	-0,057	0,032	162	-1,76	0,08
Comportamientos profesores que afectan clima	-0,076	0,058	162	-1,30	0,20
Comportamientos estudiantes que afectan clima	-0,026	0,062	162	-0,43	0,67
Estatus socioeconómico escuela	-0,046	0,112	162	-0,41	0,68
Porc. estudiantes hogares desfavorecidos	0,001	0,002	162	0,66	0,51
Tamaño de la escuela (matrícula)	0,000	0,000	162	-0,50	0,62
Tamaño promedio clase	0,002	0,006	162	0,31	0,76
Escasez de personal docente*	-0,233	0,058	518	-4,02	0,00
Escasez de materiales educativos	-0,039	0,056	518	-0,70	0,49

Variable dependiente: índice de motivación intrínseca del profesor; número de observaciones 701, número de grupos 170. *Nivel de significancia $p < 0,05$

4.2.4 Resultados de análisis para la hipótesis 3: Influencia de la motivación de los profesores y otras variables institucionales en la motivación de los estudiantes

El análisis con el modelo vacío muestra una correlación intraclase (ICC) de 0,02, e indica que la varianza en el índice de motivación intrínseca de los estudiantes que puede atribuirse a los efectos de la institución educativa es del 2%. Aunque algunos autores han sugerido que no se requiere la implementación de un modelo jerárquico lineal en presencia de una ICC baja y que los datos podrían ser analizados usando regresión con mínimos cuadrados ordinarios (Hayes, 2006), revisiones recientes de esta posición han demostrado que incluso con una ICC de 0,01 la probabilidad de error Tipo I puede llegar a 0,20, cuatro veces más alto que el alfa convencional usado del 0,05 (Musca et al., 2011; Nezlek, 2008); por este motivo en la actualidad se recomienda como buena práctica modelar el efecto de clúster de los datos anidados, utilizando MJL u otras técnicas alternativas de naturaleza multinivel (F. L. Huang, 2016).

Teniendo en cuenta el alcance de la contribución mostrada por las instituciones educativas, en la Tabla 8 se identifican dos factores que mostraron una relación significativa con la motivación de los estudiantes: el uso de estrategias de enseñanza basada en la indagación (EBI) presentó una relación significativa ($\hat{\beta} = 0,630, p = 0,020; IC\ 95\% 0,101\ a\ 1,159$), es decir que los estudiantes que más identificaron componentes de participación, discusión, explicación científica de fenómenos, investigación y utilidad de las ciencias naturales entre las estrategias de sus profesores, presentaron mayores índices de motivación para el aprendizaje.

El otro factor es el estatus socioeconómico de la institución educativa, que presentó una relación negativa ($\hat{\beta} = -0,321, p = 0,009; IC\ 95\% 0,082\ a\ 0,560$) con la motivación de los

estudiantes. Dado que la medición del estatus socioeconómico de la institución educativa se construye con el índice socioeconómico de los estudiantes, este resultado indica que los estudiantes con baja motivación se encuentran en instituciones cuya población general carece de recursos educativos y culturales en casa, tienen bajos niveles de riqueza, y sus padres presentan bajos niveles de escolaridad.

Tabla 8 Resumen estimación de parámetros para un modelo jerárquico lineal de dos niveles de Motivación del estudiante

	Valor	Error Est.	GL	Valor t	Valor p
	-0,37397	0,264905	302	0,33	0,74
Variables Nivel 1					
Características del estudiante					
Grado	-0,005454	0,059344	302	-0,092	0,927
Recursos educativos hogar	0,034855	0,065025	302	0,536	0,592
Recursos TIC	-0,022687	0,061492	302	-0,369	0,712
Estatus socioeconómico	0,090592	0,067852	302	1,335	0,183
Interés en ciencias*	0,631979	0,062275	302	10,148	<0,001
Estatus ocupacional esperado	0,004952	0,003484	302	1,421	0,156
Repetido grado (No)	0,027492	0,113465	302	0,242	0,809
Autoeficacia en ciencias*	0,121762	0,047130	302	2,584	0,010
Género estudiante (Femenino)	0,099067	0,087789	302	1,128	0,260
Variables Nivel 2					
Características del profesor					
Motivación del profesor	-0,102363	0,138922	302	-0,737	0,462
Enseñanza basada en indagación*	0,630659	0,269658	302	2,339	0,020
Enseñanza dirigida	0,217462	0,296625	302	0,733	0,464
Apoyo a estudiantes	0,050176	0,288317	302	0,74	0,862
Características de la escuela					
Naturaleza establecimiento (No oficial)	0,041899	0,184091	302	0,228	0,820
Tamaño escuela (Matricula)	0,000025	0,000061	302	0,416	0,677
Tamaño promedio clase	-0,004684	0,006494	302	-0,721	0,471

<i>Comportamientos estudiantes que afectan clima</i>	0,066788	0,063664	302	1,049	0,295
<i>Comportamientos profesores que afectan clima</i>	-0,022553	0,062612	302	-0,360	0,719
<i>Estatus socioeconómico escuela*</i>	-0,321450	0,122404	302	-2,626	0,009

Variable Dependiente: Motivación intrínseca del estudiante; N=5218, N. grupos = 313

**Nivel de significancia $p < 0,05$*

4.2.4.1 Incidencia de los factores individuales de los estudiantes en su motivación hacia el aprendizaje de las ciencias naturales.

Los resultados en la Tabla 8 indican que, entre los factores individuales de los estudiantes, el interés general en la ciencia ($\hat{\beta} = 0,632, p < 0,001, IC\ 95\% 0,510\ a\ 0,754$) y el sentido de autoeficacia en ciencias naturales ($\hat{\beta} = 0,122, p = 0,010, IC\ 95\% 0,030\ a\ 0,214$) fueron los únicos que se relacionaron significativamente con su propia motivación para el aprendizaje. De manera similar a los resultados de los profesores, los estudiantes con índices de motivación más altos fueron aquellos que manifestaron más intereses en conceptos generales como: la biosfera y la sostenibilidad ambiental, la transformación y el flujo de la energía, las fuerzas magnética y gravitatoria, y el uso comprensivo de la ciencia para resolver problemas; también en los estudiantes que reportaron altas capacidades para reconocer e interpretar el método científico en su cotidianidad, discutir sobre la base de evidencias y analizar fenómenos naturales.

4.2.5 Resultados de análisis para la hipótesis 4: Efecto de la motivación de los profesores y otras variables institucionales en el alfabetismo científico de los estudiantes

Los resultados del modelo vacío muestran que la varianza en la variable de desempeño académico en ciencias naturales que puede ser atribuida a las instituciones educativas es del 28,1%. Los resultados de la MJL en la Tabla 9 muestran el análisis que se realizó para determinar los efectos de las diferentes variables relacionadas con el contexto de los profesores cuando se controlan las características personales y de origen de los estudiantes. Entre las variables escolares asociadas al trabajo de los profesores, el modelo no encontró una relación significativa entre la motivación de los profesores y el desempeño académico de los estudiantes, pero el modelo sí predijo un aumento estadísticamente significativo y muy importante en el alfabetismo científico cuando los profesores utilizaron estrategias de enseñanza dirigida ($\hat{\beta} = 56,355, p < 0,01; IC\ 95\% 35,655\ a\ 80,055$), indicando que el aumento en un punto del índice de enseñanza dirigida, predijo un incremento de 56 puntos en el desempeño en la prueba de ciencias. Contrario a esto, el apoyo del profesor de ciencias naturales se asoció con un menor desempeño de los estudiantes ($\hat{\beta} = -23,655, p = 0,036; IC\ 95\% -45,663\ a\ -1,649$).

En cuanto a otros predictores a nivel de las instituciones educativas, el desempeño en el componente de alfabetismo científico fue mayor en aquellas instituciones con mayor índice socioeconómico donde se muestra que el aumento de una unidad en este índice se asocia con un incremento de ≈ 21 puntos ($\hat{\beta} = 21,181, p < 0,001; IC\ 95\% 11,067\ a\ 31,295$) en el puntaje de la prueba.

Tabla 9 Resumen estimación de parámetros para un modelo jerárquico lineal de dos niveles para el alfabetismo científico del estudiante

	Valor	Error Est.	GL	Valor t	Valor p
	453,545749	10,546678	302	43,004	<0,001
Variables Nivel 1					
Características del estudiante					
Grado	16,972281	3,805791	302	4,460	<0,001
Recursos educativos hogar	2,463418	4,128122	302	0,597	0,551
Recursos TIC	3,482547	3,796053	302	0,917	0,360
Estatus socioeconómico*	4,090592	6,068752	302	1,335	0,018
Interés en ciencias*	10,596858	4,299943	302	2,464	0,014
Estatus ocupacional esperado	0,273595	0,200252	302	1,366	0,173
Motivación intrínseca	4,207047	3,218372	302	1,307	0,192
Repetido grado (No)*	16,689809	9,092206	302	1,836	0,027
Autoeficacia en ciencias*	5,292036	2,584585	302	2,048	0,041
Género estudiante (Femenino)*	-16,45896	7,70501	302	-2,328	0,021
Variables Nivel 2					
Características del profesor					
Motivación del profesor	-4,375191	4,888638	302	-0,895	0,372
Enseñanza basada en indagación	-16,67326	9,872332	302	-1,689	0,092
Enseñanza dirigida*	56,355221	12,092382	302	4,660	<0,001
Apoyo a estudiantes*	-23,65593	11,228029	302	-2,107	0,036
Características de la escuela					
Naturaleza establecimiento (No oficial)	-0,026544	6,913147	302	-0,004	0,997
Tamaño escuela (Matrícula)	0,002014	0,002505	302	0,804	0,422
Tamaño promedio clase	0,059942	0,226450	302	0,265	0,791
Comportamientos estudiantes que afectan clima	-1,18259	2,187046	302	-0,541	0,589
Comportamientos profesores que afectan clima	-1,15813	2,101053	302	-0,551	0,582
Estatus socioeconómico escuela*	21,181324	5,160679	302	4,104	<0,001

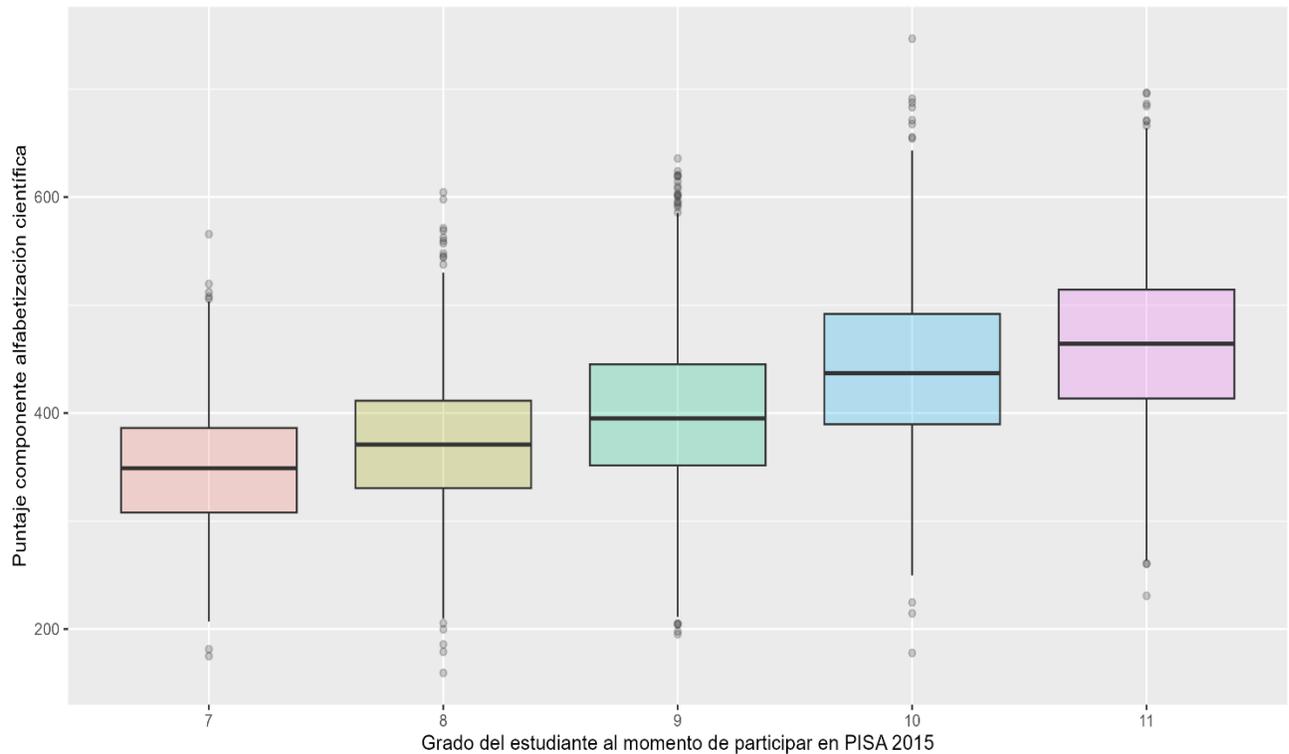
Variable Dependiente: alfabetismo científico; N=5218, número de grupos:313.

*Nivel de significancia $p < 0,05$

4.2.5.1 Influencia de factores individuales en el alfabetismo científico de los estudiantes.

Tal como se observa en los resultados de la Tabla 9, las características individuales de los estudiantes que se relacionaron con un mayor desempeño en la prueba de ciencias incluyeron: El interés general por temas científicos ($\hat{\beta} = 10,596, p = 0,014; IC\ 95\% 2,168\ a\ 19,024$) y el sentido de autoeficacia en ciencias naturales ($\hat{\beta} = 5,292, p = 0,041; IC\ 95\% 0,227\ a\ 10,357$). Estos resultados indican que el aumento en un punto de los índices de interés y autoeficacia, se relacionaron significativamente con el aumento de 10,59 puntos y 5,29 puntos en el desempeño en la prueba de los estudiantes, respectivamente. Del mismo modo que ocurrió con la variable de motivación para aprender, el alfabetismo científico de los estudiantes fue mayor en aquellos que manifestaron mayores intereses en conceptos generales de las ciencias naturales y mayores habilidades para explicar fenómenos, cuestionar críticamente la información o discutir sobre la base de las evidencias.

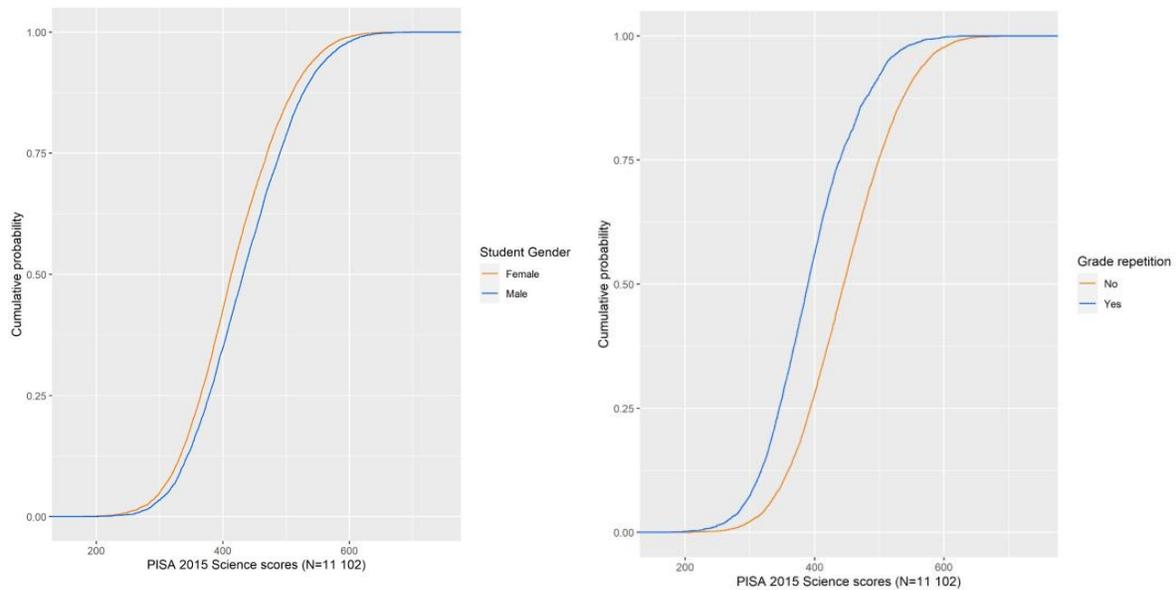
El grado en que los estudiantes estaban matriculados al momento de realizar el examen en comparación con el grado modal del país (grado 9°) también presentó un efecto positivo muy significativo ($\hat{\beta} = 16,972, p < 0,001; IC\ 95\% 9,514\ a\ 24,430$); es decir, cada grado superior que cursaba el estudiante, predijo un aumento de 17 puntos en el desempeño en la prueba de ciencias naturales. Desde luego, estudiantes de 15 años cursando grado 7° tuvieron desempeños significativamente menores que sus compañeros de la misma edad que cursaban el grado correspondiente a su edad o grados superiores al momento de la prueba (Figura 36).

Figura 36 Desempeño en ciencias naturales en PISA 2015, por grado del estudiante

Fuente: Creada por la autora con datos de PISA 2015

En consecuencia, los estudiantes que reportaron no haber repetido años tuvieron puntuaciones más altas en la prueba de ciencias ($\hat{\beta} = 16,689, p = 0,027; IC\ 95\% - 1,131 a\ 34,509$); y el análisis por sexo muestra que los varones superaron significativamente el desempeño de las mujeres en la prueba, en una media de 16 puntos ($\hat{\beta} = -16,45, p = 0,021; IC\ 95\% - 30,313 a - 2,599$) (Figura 37).

Figura 37 Desempeño en ciencias naturales en PISA 2015, de acuerdo con el género del estudiante y el reporte de repetencia de un grado



El último factor individual asociado al desempeño fue el estatus socioeconómico y cultural ($\hat{\beta} = 4,09, p = 0,018; IC\ 95\% - 7,803\ a\ 15,983$). Es decir, el aumento de un punto en el índice socioeconómico del estudiante se asoció significativamente con el aumento de 4,09 puntos en la prueba de ciencias naturales.

5 Discusión

5.1 Factores individuales relacionados con la motivación de los profesores

Entre las variables individuales evaluadas para los profesores, se encontró que la aspiración temprana hacia la carrera docente es el mayor predictor de la motivación de los profesores. Es decir, de acuerdo con las respuestas de los profesores en la encuesta PISA, en aquellos profesores que no aspiraban seguir una carrera docente tras finalizar sus estudios de secundaria, se presentó una disminución prevista del 52% en su motivación comparada con quienes expresaron que su deseo al terminar la secundaria sí era el de convertirse en profesores ($\hat{\beta} = -0,524$). Este resultado es similar a lo reportado por Mostafa y Pál (2018) para PISA 2015, en el que se destaca que el objetivo de convertirse en profesor tiene un fuerte impacto tanto en el índice de satisfacción con la profesión docente (*SATTEACH*) como en el índice de satisfacción con su trabajo actual (*SATJOB*); ambos índices utilizados en este trabajo para la construcción del índice de motivación de los profesores (ver Tabla 1 y Tabla 3), lo que sugiere que la satisfacción con la profesión está relacionada con la motivación intrínseca del profesor (Dinham & Scott, 2000) y que trabajar como profesor de ciencias naturales hace parte de la realización de las ambiciones personales y no un accidente del mercado laboral. El informe de Mostafa y Pál (2018) también señala el impacto de esta variable en todos los países y economías, particularmente en Colombia, donde el 75% de los profesores de ciencias naturales declararon que su objetivo al finalizar sus estudios de secundaria era dedicarse a la enseñanza. De manera similar, otros estudios resaltan que la vocación por la

pedagogía y el enfoque en una área académica a través de la enseñanza, es el factor intrínseco más importante en la motivación de los profesores (Franco et al., 2018; Stellmacher et al., 2020).

En la misma línea resulta interesante en este análisis, que el nivel de formación alcanzado por el profesor (pregrado, maestría o doctorado) no presente una relación significativa con su motivación intrínseca; esto, si se tiene en cuenta que el mayor enfoque de los programas y políticas de incentivos para los profesores se encuentra en becas y créditos condonables para promover su profesionalización y formación académica. Aunque la calidad académica es fundamental en la competencia profesional y el conocimiento técnico de los profesores; y puede pensarse que el hecho de facilitar su acceso a oportunidades de formación fomenta también la motivación, estos incentivos resultan más asociados con factores extrínsecos de esa motivación, mientras que se ha observado en varios estudios que los incentivos que generan mejores resultados en la calidad educativa son aquellos que influyen de manera directa en la motivación intrínseca de los profesores como puede ser la vocación, entornos laborales confiables, el reconocimiento a la labor (prestigio) o a diferentes capacidades profesionales como la investigación (Franco López, 2021; López-Arellano et al., 2017; Samacá Amaya, 2017).

En el continuum de la SDT, la vocación podría estar más relacionada con la integración, esto es, la identificación de la persona con el valor de una actividad como parte del funcionamiento habitual y el estilo de vida (ver Figura 4), que con la motivación intrínseca, al considerar que la labor docente, además de la realización de tareas interesantes y divertidas en función de la enseñanza, implica en muchos casos la realización de tareas desagradables o en condiciones estresantes y entonces, la disposición para desempeñarse en el ejercicio profesional está más

impulsado por valores y objetivos que por las emociones que puedan surgir mientras se realiza una actividad (Gagné et al., 2010).

Otro factor importante y significativo es la percepción de autoeficacia para la enseñanza de las ciencias naturales que tienen los profesores ($\hat{\beta} = 0,260$), es decir, el aumento de un punto en este índice predice el incremento del 26% de una desviación en el índice de motivación. Aunque en la literatura, la autoeficacia suele ser tomada como un constructo independiente entre las teorías de la motivación (Bong & Skaalvik, 2003), en general se reconoce como un antecedente muy importante para la motivación intrínseca en las personas (Firestone, 2014). Desde la perspectiva de la SDT; la autoeficacia ha sido relacionada directamente con las formas más autónomas de la motivación: identificación, integración y motivación intrínseca; mayores índices de satisfacción laboral, bienestar y con menores tasas de agotamiento (burnout o síndrome del trabajador quemado) (Slemp et al., 2020). Además, la autoeficacia, puede tomarse como un sinónimo de la competencia (Marshik et al., 2016), es decir, la necesidad psicológica de ser eficaz en las interacciones con el entorno que se satisface cuando hay oportunidad de realizar actividades que representan retos óptimos, acordes a las habilidades y las capacidades actuales (Deci & Ryan, 1985; Reeve, 2009; Richter et al., 2013).

En este análisis de factores individuales también se encontró que la edad del profesor puede ser un predictor del nivel de motivación de los profesores ($\hat{\beta} = 0,018$; $p = 0,05$), sugiriendo que, el aumento de los años de edad de los profesores en Colombia predice un incremento de su motivación para trabajar en un 2%. Algunos estudios muestran, como en este caso, que la edad e incluso los años de experiencia están relacionados con una mayor motivación para el trabajo de los

profesores (Tee et al., 2015). Una edad menor en un profesional, que podría tomarse como un indicador de comportamientos enérgicos, creatividad y nuevas ideas, ha mostrado mayor asociación con necesidades de validación externa y motivación por recompensas financieras (motivación extrínseca), mayor propensión a estados nerviosos, agotamiento, sentimientos de tristeza o aburrimiento (Por ejemplo, en profesores menores de 37 años) comparado con colegas de mayor edad (Hildebrandt & Eom, 2011; Panadero et al., 2022). Al tener en cuenta que la edad promedio de los profesores en Colombia es de 45 años (Figura 13), los resultados pueden relacionarse con un grupo etario relativamente estable en sus condiciones de trabajo, que superó el rango de edad en el que la probabilidad de renunciar o cambiar de trabajo es mayor (como sucede con los profesores jóvenes al inicio de sus carreras), que ya se ha consolidado económicamente, sin tantas obligaciones personales, familiares o financieras y por lo tanto puede estar más centrado en su ejercicio profesional que necesariamente implica el cuidado de los demás (Hildebrandt & Eom, 2011; Ingersoll, 2001).

Sin embargo, este resultado contrasta con otros casos de estudio donde la edad no ha resultado ser un factor relevante para explicar diferencias en la motivación de los profesores, o en la permanencia en sus trabajos (Hildebrandt & Eom, 2011; Wiyono, 2016). Incluso, el informe de Mostafa y Pál (2018), reporta que no se encontró una contribución significativa del factor edad en los índices de satisfacción laboral para Colombia y en general para ninguno de los países analizados en PISA 2015.

Teniendo en cuenta esta sección de resultados, los programas de orientación profesional y los consejeros escolares pueden ayudar a los jóvenes a decidir si la enseñanza es la mejor opción para su carrera profesional (Stellmacher et al., 2020), particularmente en Colombia, en donde es común que la elección de carreras docentes represente una segunda opción de formación para los aspirantes, luego de agotar otras posibilidades en las pruebas de admisión (Cabeza et al., 2018). Dada la importancia de la vocación en la mayor motivación y satisfacción de los profesores por su trabajo, una orientación temprana adecuada puede ayudar a atraer estudiantes con altos estándares académicos a la profesión docente, lo que a su vez incidirá positivamente en la calidad educativa (ICFES, 2021). Así mismo, como los profesores tienden a experimentar altos niveles de estrés y desorden, el establecimiento de mecanismos de motivación en la salud mental de los profesores arrojará información valiosa sobre las formas de promover fuerzas laborales docentes más saludables y productivas (Slemp et al., 2020).

5.2 Influencia de los factores institucionales en la motivación de los profesores

De acuerdo con los resultados de esta investigación, el porcentaje de varianza en la motivación de los profesores que puede atribuirse a las instituciones educativas es de aproximadamente el 13%. Por lo tanto, el análisis de los efectos sobre la motivación encontrados a nivel de los factores institucionales, deben realizarse teniendo en cuenta el alcance de estas contribuciones, una vez controlados los efectos de los factores individuales.

Entre las variables institucionales que fueron evaluadas, la colaboración entre los profesores tuvo una incidencia significativa ($\hat{\beta} = 0,299, p = 0,00$), indicando que el aumento en

un punto del índice que colaboración, predijo un aumento en un 30% de la motivación de los profesores. La colaboración se destaca como uno de los pilares de la profesión docente, ya que contribuye a la regulación entre pares, la retroalimentación y el fortalecimiento de las prácticas profesionales y la identidad colectiva (OECD, 2020) y es un factor muy importante para los profesores en Colombia, cuyo índice de colaboración se encuentra entre los más altos de los países de la OECD (Figura 17) (Mostafa & Pál, 2018).

Este índice, calculado por PISA como la frecuencia con la que los profesores de ciencias discuten con sus colegas los contenidos, actividades y criterios de logro en el área, así como la frecuencia con la que cooperan entre ellos, comparten experiencias, estrategias y técnicas de enseñanza (OECD, 2017b); puede compararse con el necesidad psicológica de relacionamiento descrita en el marco de la SDT y que debe ser apoyada permanentemente por los factores de contexto, en este caso el grupo de trabajo, para facilitar la motivación intrínseca, la autorregulación y el crecimiento profesional de los profesores (Hildebrandt & Eom, 2011). En este sentido, varios estudios muestran que, cuando los profesores establecen relaciones laborales positivas con colegas con quienes pueden cooperar, compartir actividades o estrategias de enseñanza o discutir nuevas ideas, contribuyen con su satisfacción de la necesidad de relacionamiento (Mostafa & Pál, 2018; Slemp et al., 2020), lo que repercute en su bienestar y eficacia (Deci & Ryan, 2012; Dörnyei & Ushioda, 2011).

El otro factor institucional que generó un efecto significativo fue la escasez de personal educativo ($\hat{\beta} = -0,23; p = 0,00$). En este caso, la motivación de los profesores disminuyó significativamente en un 23% por el aumento del índice de escasez de personal educativo. Este

efecto negativo es alto para Colombia respecto a otros países de la OCDE (Figura 33) y ha sido reportado también en otros estudios (Marshik et al., 2016; Tschannen-Moran & Barr, 2004), los cuales sugieren que los ambientes en los que los profesores deben cubrir altas demandas de trabajo o que perciben más obligaciones administrativas, en este caso específico por falta de personal, pueden socavar su motivación al sentir que pierden autonomía y que sus capacidades son superadas. La ausencia de profesores en las instituciones conduce a un aumento de la percepción negativa entre los estudiantes y sus familias, además perturba la buena relación entre los colegas y contribuye a crear ambientes de trabajo tóxicos (Msosa, 2020). Teniendo en cuenta el aumento del número de estudiantes en las escuelas colombianas (ver Figura 31 y Figura 30) debido a los cambios en la población, la demografía y la inmigración en la última década, es necesario formar y reclutar nuevos profesores para cubrir las necesidades educativas (UNESCO, 2020). Adicionalmente, considerando otros estudios que indican que la ausencia de personal docente puede deberse a la alta frecuencia de rotación entre instituciones por razones como la insatisfacción laboral o entornos difíciles (Ingersoll, 2001), las estructuras administrativas como el Ministerio de Educación y las secretarías de educación, pueden ocuparse de la organización de la planta docente y contribuir con iniciativas que hagan más atractiva la docencia configurando las condiciones de trabajo y las oportunidades profesionales en las instituciones educativas, acorde a las diferencias de contexto. Estas iniciativas podrían incluir por ejemplo, ubicar a los profesores a distancias prudentes de su lugar de trabajo, distribuir recursos, horarios y asignaciones académicas considerando el número de sedes de las instituciones educativas, las distancias entre ellas y los espacios físicos, mejorar las condiciones de seguridad, entre otras (OECD, 2018a)

Estos resultados resaltan la relevancia de la motivación de los profesores como un objetivo educativo valioso, clave para su desarrollo profesional y su desempeño (Guerriero, 2015), así como la importancia de las condiciones organizativas e institucionales necesarias para una enseñanza y un aprendizaje eficaces. Reformas en el diseño de la estructura de la carrera docente, las condiciones de trabajo y entornos profesionales motivadores pueden contribuir a que a los profesores más cualificados se establezcan en los lugares donde más se les necesita (OECD, 2018a). Las condiciones ambientales que puedan generar las instituciones educativas para promover entornos de colaboración entre los profesores, pueden apoyar su necesidad de relacionamiento y liberarlos de la carga laboral y administrativa adicional que implica la falta de personal, puede apoyar su necesidad de autonomía. Estas condiciones facilitan el proceso integrador, es decir, que los profesores encuentren naturalmente valor en su comportamiento y transformen cada vez más la motivación controlada en formas más autónomas de motivación, creando armonía con aspectos intrínsecos de su personalidad y de los valores importantes en su estilo de vida (Deci et al., 1994; Slemp et al., 2020).

5.3 Factores individuales relacionados con el alfabetismo científico y la motivación de los estudiantes

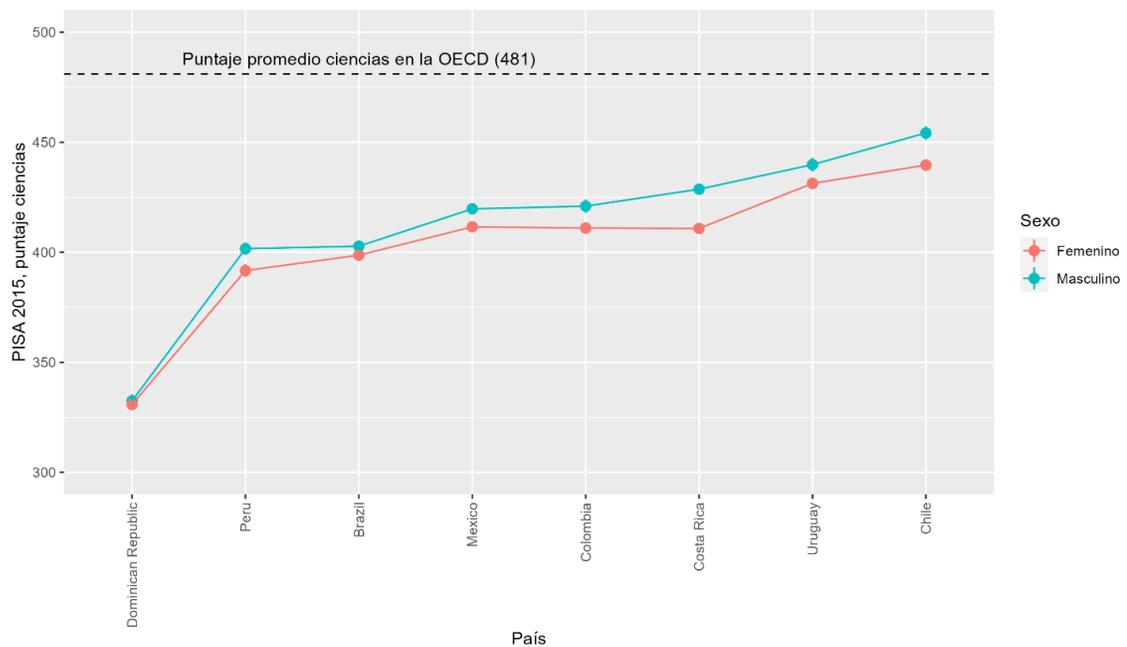
En cuanto a la influencia de los factores individuales de los estudiantes, los resultados del análisis mostraron que el estatus socioeconómico incide significativamente el desempeño de los estudiantes; en este caso, el incremento de un punto en el índice socioeconómico y cultural, predice aproximadamente un aumento de cuatro puntos en el resultado de la prueba de alfabetismo

científico ($\hat{\beta} = 4,09, p = 0,018$). Aunque este resultado se suma a la evidencia que resalta la fuerte incidencia de las características socioeconómicas de los estudiantes sobre su éxito académico (Treviño, 2010), sus efectos en este análisis presentaron una menor contribución frente a las demás características individuales que mostraron significancia estadística: el género, la repitencia, el índice de autoeficacia y el índice de interés general en ciencias. Incluso, si se tiene en cuenta que aunque se incluyen como características individuales, los efectos del género y la repitencia están directamente asociados a las dinámicas que realmente responden al sistema de educación en el que crecen los estudiantes, el análisis de estos resultados sugiere, desde una perspectiva del optimismo académico, que existen muchas modificaciones posibles para mejorar factores en el sistema educativo que contribuyan al éxito académico de los estudiantes, independientemente de sus características socioeconómicas (W. K. Hoy et al., 2006; Piñeros, L. & Rodríguez, A., 1998).

En detalle, se encontró que el efecto del género de los estudiantes en Colombia es un fuerte predictor del alfabetismo científico ($\hat{\beta} = -16,45, p = 0,021$), siendo inferior en las mujeres en un promedio de 16 puntos en la prueba con respecto a los hombres y en un patrón similar al de otros países de América Latina (Figura 38). Aunque esta brecha de género en ciencias naturales solo se presenta en 25 de los 72 países que participan en PISA 2015, la región representa alrededor de un tercio de esos países (Mostafa & Pál, 2018). Una posible explicación para esto se encuentra en contextos sociales y educativos en los que se crían y educan los niños y las niñas, que reflejan las expectativas de la sociedad, los prejuicios y los diseños institucionales que perpetúan los roles tradicionales de género y los estereotipos sobre el aprendizaje y las carreras científicas (Abadía & Bernal, 2016; Archer et al., 2013; Weisgram et al., 2011). Como se ha demostrado en otros

estudios, los padres y las escuelas desempeñan un papel fundamental en la formación de las percepciones de los jóvenes sobre la feminidad/masculinidad y los roles de género, lo que en última instancia determina sus actitudes hacia la ciencia en la escuela y sitúa a las chicas hacia carreras "orientadas a las personas" como la enfermería, la enseñanza o los servicios sociales, mientras que los chicos son más propensos a gravitar hacia carreras "orientadas a las cosas", como la ciencia y la ingeniería (Auyeung et al., 2012; Barrett, 2021; Frome et al., 2006; Hayford & Halliday Hardie, 2021; Napp & Breda, 2019).

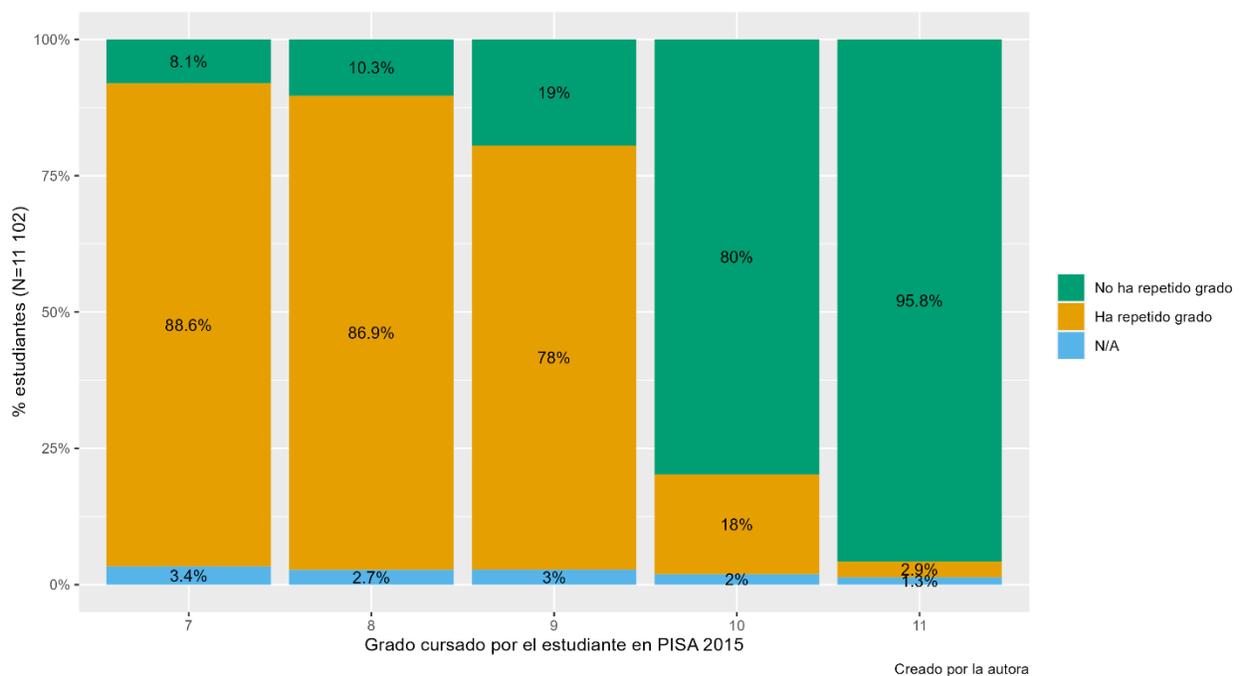
Figura 38. *Diferencias de género en el alfabetismo científico entre niños y niñas en América Latina*



El modelo también muestra, con una fuerte contribución, que los estudiantes que no habían repetido grado tuvieron más probabilidades de tener un mayor nivel de conocimientos científicos

en comparación con los estudiantes que sí reportaron haber repetido. Colombia utiliza un sistema de estratificación vertical en el que los estudiantes son retenidos un año más en el mismo grado si no cumplen ciertos criterios o pierden un número específico de días de clase. Como resultado, todos los estudiantes tienen 15 años cuando se presentan a la prueba PISA, pero no todos están en el grado modal que corresponde a su edad (grado 9° en Colombia), tal como se observa en la Figura 39, donde aproximadamente el 89% de los estudiantes colombianos que presentaron la prueba PISA y que estaban matriculados en el grado séptimo, reportaron haber repetido al menos un año escolar, lo que contrasta con los estudiantes del grado once, de los cuales sólo el 3% reportó haber repetido un año.

Figura 39 Prevalencia de repetición de grado entre estudiantes participantes en PISA 2015



El fuerte impacto de esta estratificación vertical en Colombia se observa en los resultados de la prueba (Figura 36). Por cada año de escolarización, el alfabetismo científico aumenta aproximadamente 17 puntos ($\hat{\beta} = 16,68, p < 0,01$). Esto se suma a la evidencia de que la repetición de curso es una de las principales razones que pueden conducir a la disparidad entre la edad y el grado de los estudiantes (UNESCO, 2012), resultando perjudicial para sus posibilidades de éxito académico (Brophy, 2006; Cabrera-Hernandez, 2021; Cheung et al., 2021) y exacerbando la desigualdad en el aprendizaje de las ciencias, especialmente entre los niños de familias con menores ingresos (Pressler et al., 2016).

Con frecuencia, la decisión de hacer repetir el año a un estudiante se da como consecuencia de la percepción negativa que el profesor tiene de sus habilidades, de dificultades de adaptación o de problemas disciplinarios (Holmes & Saturday, 2000) y los aparentes logros alcanzados por los estudiantes repitentes se dan, en gran medida, por la exposición a los mismos contenidos del año anterior y no porque desarrollen mejores capacidades en función de un desempeño futuro (J. T. Johnson, 2015); por el contrario, el desarrollo de estas habilidades se verá afectado negativamente si el estudiante no está expuesto continuamente a contenidos, relaciones sociales y demandas cognitivas acordes con su edad. Al respecto, varios estudios muestran que la repitencia escolar no contribuye al mejoramiento de los aprendizajes de los estudiantes y, por el contrario, sí puede limitar sus posibilidades de acceso y participación en la educación (OCDE, 2016), incrementar la desmotivación frente al proceso educativo y el riesgo de deserción (J. T. Johnson, 2015; Treviño, 2010).

Respecto a características individuales y socioemocionales, se encontró que el interés general de los estudiantes en la ciencia y el sentido de autoeficacia presentaron asociaciones significativas tanto con el alfabetismo científico de los estudiantes como con su índice de motivación. Entre los efectos sobre la variable de motivación intrínseca de los estudiantes, los resultados muestran un aumento del 63% asociado con un mayor índice de interés general en ciencias naturales ($\hat{\beta} = 0,63$) y un incremento del 12% cuando aumentó el índice de autoeficacia ($\hat{\beta} = 0,12$).

Estos efectos reflejan principalmente el disfrute y la expectativa por un nivel óptimo de logro que experimentan los estudiantes al abordar conceptos generales de las ciencias naturales (por ejemplo el universo, la biosfera, movimiento y fuerzas, energía y transformación) acorde a sus creencias sobre la capacidad para involucrarse en las actividades académicas que incluyen describir y explicar fenómenos naturales, identificar cuestiones científicas, discutir temas sobre la base de evidencias, entre otras (Karakolidis et al., 2019; Nugent et al., 2015; OECD, 2016a; Sheldrake et al., 2017). En el continuum de autodeterminación propuesto por la SDT (Figura 4) el interés se cuenta como parte del proceso de internalización de la motivación y una característica principal de la motivación intrínseca (Ryan & Deci, 2000b). Del mismo modo, varios reportes incluyen la autoeficacia como el principal rasgo predictor de la motivación (Firestone, 2014) y como un sinónimo de competencia, una de las necesidades psicológicas que facilita la motivación intrínseca (Marshik et al., 2016; Ryan & Deci, 2000b; Wang et al., 2019). El efecto positivo y significativo mostrado por el índice de autoeficacia en este trabajo fue consistente tanto para la motivación de los estudiantes como para la motivación de los profesores.

Por su parte, aunque no se encontró relación entre la motivación intrínseca de los estudiantes y su alfabetismo científico, los efectos del índice de interés general en ciencias sí se asociaron con un incremento de 11 puntos ($\hat{\beta} = 10,59$) en la prueba. Así mismo, un mayor sentido de autoeficacia le representó al estudiante hasta 5 puntos más en el desempeño ($\hat{\beta} = 5,25$). Es decir, el hecho de no encontrar una relación directa entre el índice de motivación y el desempeño contrasta con los múltiples reportes de literatura que describen a la motivación intrínseca como la característica fundamental para el aprendizaje, la persistencia en una tarea, y permanencia de los estudiantes en la escuela (Gillet et al., 2012; Ryan & Deci, 2018; Valerio, 2012). Sin embargo, los resultados apoyan la importancia de los factores que representan las necesidades psicológicas básicas que, de acuerdo con la literatura, facilitan la motivación intrínseca y una mejor calidad desempeño académico (Di Domenico & Ryan, 2017; Gagne, 2003; Reeve, 2009), puesto que los logros en el aprendizaje y el alfabetismo científico están siendo determinados en buena parte por el sentido de autoeficacia de los estudiantes, su propio interés y la satisfacción inherente de su curiosidad (Karakolidis et al., 2019; Ryan & Deci, 2018). Así, la generación de entornos que fomenten el interés pueden favorecer la autonomía de los estudiantes, su volición y su capacidad de elección; y del mismo modo, tal como ya se describió, entornos que promuevan creencias positivas sobre la efectividad de los estudiantes y el desarrollo conceptual, contribuirán a la satisfacción de la necesidad de competencia (De Loof et al., 2019; Gagné & Deci, 2005).

5.4 Influencia de los profesores y factores institucionales en el alfabetismo científico de los estudiantes

Los análisis sugieren que las instituciones educativas contribuyen aproximadamente el 30% en la variación del desempeño académico de los estudiantes en el componente de ciencias del estudio PISA 2015; dentro de las cuales, la estrategia enseñanza dirigida se mostró como el más fuerte predictor ($\hat{\beta} = 56,3; p < 0,01$), seguido del apoyo del profesor en clase ($\hat{\beta} = -23,65; p = 0,036$) y el índice socioeconómico de la escuela ($\hat{\beta} = 21,18; p < 0,001$). De nuevo, este hallazgo difiere del consenso en la literatura de que las características socioeconómicas son los predictores más fuertes del aprendizaje (Piñeros, L. & Rodríguez, A., 1998; Treviño, 2010) particularmente en los países de América Latina, donde estos patrones sociales tienden a reproducirse (Villar & Zoido, 2016); y que por lo tanto es un reto identificar variables a nivel escolar que tengan efectos positivos con el mismo nivel de predictibilidad (W. K. Hoy et al., 2006). En términos de las estrategias e intervenciones que están bajo el control de las instituciones educativas, estos resultados refuerzan la importancia de mejorar las prácticas de enseñanza, que pueden tener un gran impacto en el aprendizaje de los estudiantes, más allá de las condiciones socioeconómicas de los estudiantes que no pueden ser modificadas por la dinámica escolar.

En este estudio, la estrategia de enseñanza dirigida resultó ser el predictor más alto del desempeño de los estudiantes a nivel de factores institucionales. El aumento de un punto en el índice de enseñanza dirigida utilizada por el profesor de ciencias naturales predijo un aumento de 56 puntos en el componente de alfabetismo científico de los estudiantes en la prueba. Esto significa

que el alfabetismo científico de los estudiantes colombianos es ampliamente favorecido cuando los profesores toman en cuenta sus preguntas y las discuten, explican las ideas en ciencia y las demuestran claramente y promueven los debates en clase. Este resultado es muy interesante porque destaca la importancia de la competencia de los profesores en su disciplina científica, así como del acompañamiento a los estudiantes para facilitar el desarrollo de los conceptos clave en ciencia. Teniendo en cuenta que en la enseñanza de las ciencias naturales, las emociones son un factor trascendental en la escuela, las estrategias de enseñanza basadas en instrucción dirigida pueden desencadenar emociones positivas por las características de la instrucción y el contenido, lo cual a su vez está vinculado con el aprendizaje de los estudiantes (Mellado et al., 2014; Riffert et al., 2021).

En la literatura sobre estrategias de enseñanza de las ciencias naturales, se promueve ampliamente el uso de metodologías activas donde los profesores asumen el rol de facilitadores y guías; y no de simples transmisores de conocimientos característicos de la enseñanza tradicional (Abdal-Haqq, 1998; Comisión Europea, 2018b; Duran, 2016; Freeman et al., 2014), sin embargo en muchas ocasiones los estudiantes deben abordar ideas complejas y abstractas que no son accesibles para ellos solo a través de la indagación o la exploración propia; aspectos como conceptos y vocabulario científico, convenciones y uso de equipos, se aprenden mejor a través de la instrucción dirigida (Harlen, 2013; Osborne et al., 2004). Si la instrucción es escasa o no es suficientemente guiada, los efectos pueden ser negativos debido a la sobrecarga cognitiva, particularmente en estudiantes desfavorecidos desde el punto de vista socioeconómico (Riffert et al., 2021) tal como se presenta en Colombia, uno de los países con los índices socioeconómicos

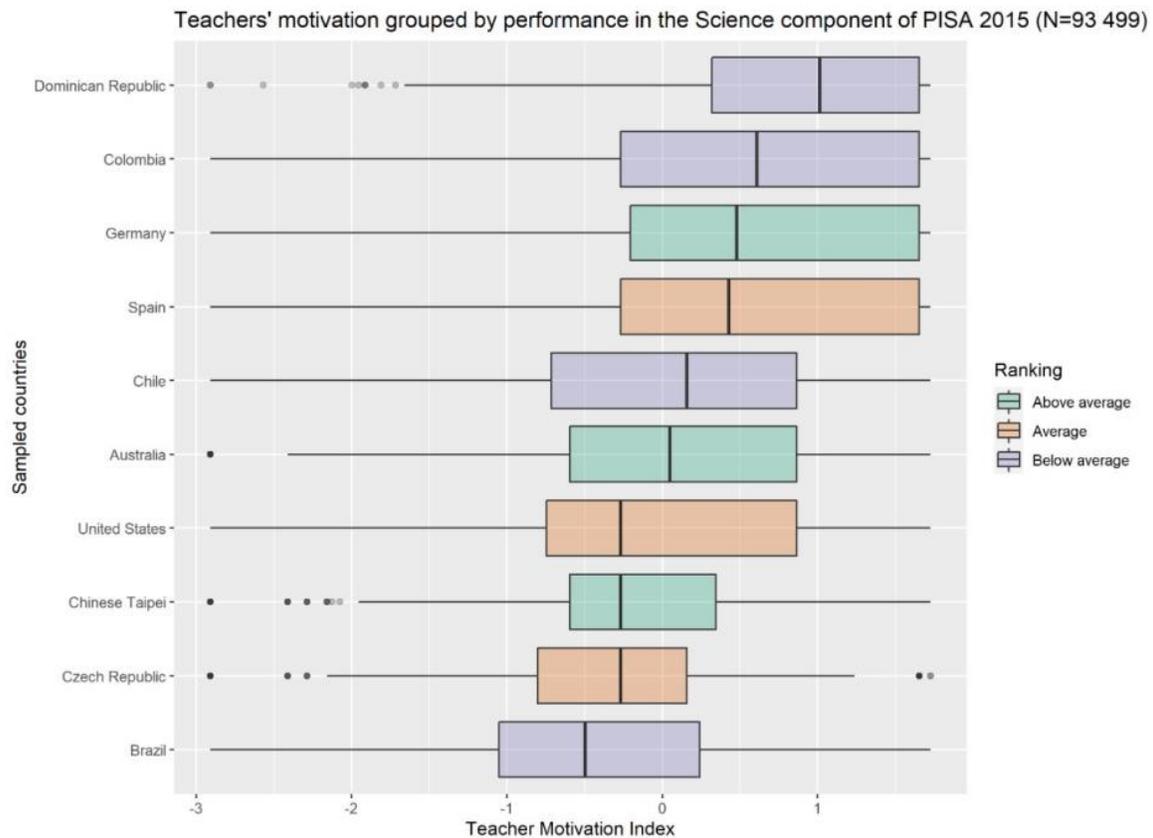
más bajos (Figura 28) y con la proporción más alta, el 61% , de estudiantes de bajos recursos sus instituciones educativas (Figura 29).

También se encontró que los niveles más altos de apoyo del profesor tuvieron una relación negativa con el alfabetismo científico ($\hat{\beta} = -23,65$). Este resultado es comparable al de un estudio anterior que analizó el efecto del apoyo del profesorado en el rendimiento de los alumnos en matemáticas (You et al., 2021). En línea con esos autores, este hallazgo no prueba necesariamente que una reducción del alfabetismo científico esté causada por un mayor apoyo del profesor. Por el contrario, puede ser un indicio de que los estudiantes que tienen un desempeño académico bajo son los que reciben más apoyo de sus profesores, incluso se ha reportado cómo a través del acompañamiento en clases adicionales, los profesores pueden focalizar actividades específicas a sus estudiantes, mostrando la relevancia del trabajo escolar, apoyando su autonomía y permitiéndoles tomar decisiones en el aula (Bieg et al., 2011). En la bibliografía, sigue habiendo debate sobre el impacto del apoyo del profesorado en el rendimiento de los estudiantes (Klem & Connell, 2004; Rueger et al., 2008; Saroughi & Cheema, 2022). Es necesario seguir investigando para determinar el mecanismo preciso por el que el apoyo del profesor contribuye al aprendizaje y al rendimiento académico de los estudiantes.

Por último, en este análisis sobre factores al interior de las instituciones educativas, la motivación de los profesores no presentó una relación significativa con el alfabetismo científico de los estudiantes. De nuevo, este hallazgo contrasta con otros estudios que reportan relaciones significativas ente la motivación intrínseca de los profesores y el desempeño académico de sus

estudiantes, sugiriendo que el comportamiento de los profesores puede promover en ellos sus competencias, o por el contrario disuadirlos de alcanzar sus logros (Akhtar et al., 2017; Dörnyei & Ushioda, 2011) Sin embargo, el resultado de este estudio coincide con el informe de Mostafa & Pál (2018) sobre PISA 2015, donde se muestra cómo en algunos países (Alemania, España, Cuba, China Taipei y Brasil) los estudiantes de instituciones con profesores satisfechos obtuvieron mejor desempeño en la prueba de ciencias, pero no se observa un patrón generalizado entre todos los países y tampoco se resalta el caso colombiano. La Figura 40 muestra los índices de motivación de los profesores en una selección aleatoria de países en cada nivel de desempeño obtenido en la prueba de ciencias de sus estudiantes (por encima del promedio, en el promedio, por debajo del promedio). Los países con índices de motivación docente elevados, como Colombia y la República Dominicana, obtuvieron bajo desempeño en la prueba; China, Taipei tiene un índice de motivación más bajo pero un mejor rendimiento y Alemania tiene una mayor motivación y un alto rendimiento.

Figura 40 Índice de motivación intrínseca de los profesores y desempeño en ciencias en diferentes países participantes de PISA 2015



5.5 Influencia de los profesores y factores institucionales la motivación intrínseca de los estudiantes

La variación en el índice de motivación intrínseca de los estudiantes que puede ser explicada por factores del nivel de las instituciones educativas es apenas el 2%. Dos de las variables institucionales que presentaron una relación significativa con este aspecto de los estudiantes para el área de ciencias naturales: la estrategia de enseñanza basada en indagación (EBI) utilizada por el profesor, que representó un incremento de 0,63 desviaciones estándar en el índice de motivación

intrínseca de los estudiantes ($\hat{\beta} = 0,63, p = 0,020$) y el estatus socioeconómico de las instituciones, que mostró una asociación negativa de aproximadamente el 0,3 desviaciones estándar con la motivación ($\hat{\beta} = -0,3, p = 0,009$).

Los efectos de la estrategia de enseñanza basada en la indagación reflejan el disfrute y la expectativa por un nivel óptimo de logro que experimentan los estudiantes cuando perciben que su profesor de ciencias les brinda mayores oportunidades para diseñar y experimentar en el laboratorio, explicar sus ideas, argumentarlas y concluir a partir de sus experimentos (OECD, 2016a). Es probable, que en estas oportunidades, los estudiantes experimenten motivación intrínseca en la medida en que pueden elegir qué hacer, se sienten capaces de explorar y experimentar nuevas ideas o procedimientos, y se sienten conectados y apoyados por sus profesores y compañeros (Gagne, 2003).

Estudios previos han demostrado que la enseñanza basada en la indagación puede ser decisiva para el desarrollo de un entorno de aprendizaje que estimule la motivación intrínseca de los estudiantes, y en el que se promueva el aprendizaje por sí mismo y no por recompensas externas (Valerio, 2012). El uso de metodologías activas como la EBI puede ayudar a dinamizar las clases de ciencias y motivar a los alumnos a interesarse por una materia que es compleja y en la que tradicionalmente ha predominado la transmisión de contenidos por parte del profesor (Freeman et al., 2014). No es de extrañar que los alumnos encuentren este tipo de metodología interesante y motivadora, ya que pueden involucrarse en experiencias de aprendizaje diferentes a las del aula y utilizar equipos u otros materiales para realizar observaciones o estudiar fenómenos naturales.

6 Alcances y limitaciones

El estudio de la motivación y otros factores socioemocionales en contextos educativos hace parte del interés general por encontrar evidencias sobre las características de las instituciones educativas y de los profesores que puedan contribuir al éxito académico de todos los estudiantes, independientemente de sus condiciones socioeconómicas. La base de datos de PISA proporciona información sobre características de estudiantes, profesores e instituciones educativas que permiten realizar investigaciones rigurosas gracias a su alta calidad conceptual, metodológica y técnica y que de otra forma serían difíciles de realizar por los altos costos económicos que representan. Sin embargo, las preguntas de investigación y las inferencias que se desprenden de los hallazgos, tienen alcance limitado por los datos disponibles en los archivos utilizados (Denscombe, 2010).

Tal es el caso de esta investigación, en la que los datos de PISA brindaron información valiosa para explorar la motivación intrínseca a través de variables proxy, pero la interpretación de los resultados es limitada, no solo por el tipo de variables disponibles, sino también por los diferentes enfoques conceptuales y operacionales que enmarcan este aspecto para profesores y estudiantes. Mientras que el programa se basa en el constructo de satisfacción para tener en cuenta información general de la motivación de los profesores, en el caso de los estudiantes sí recoge información detallada sobre diferentes tipos de motivación, incluyendo el constructo de motivación intrínseca (Klingebiel & Klieme, 2016; J. [Hrsg.] Mang et al., 2019).

Aunque los resultados de este estudio no arrojaron una asociación significativa entre la motivación intrínseca de los profesores y las mediciones de alfabetismo científico y motivación de los estudiantes realizadas con los datos de PISA, las limitaciones de los datos secundarios descritos

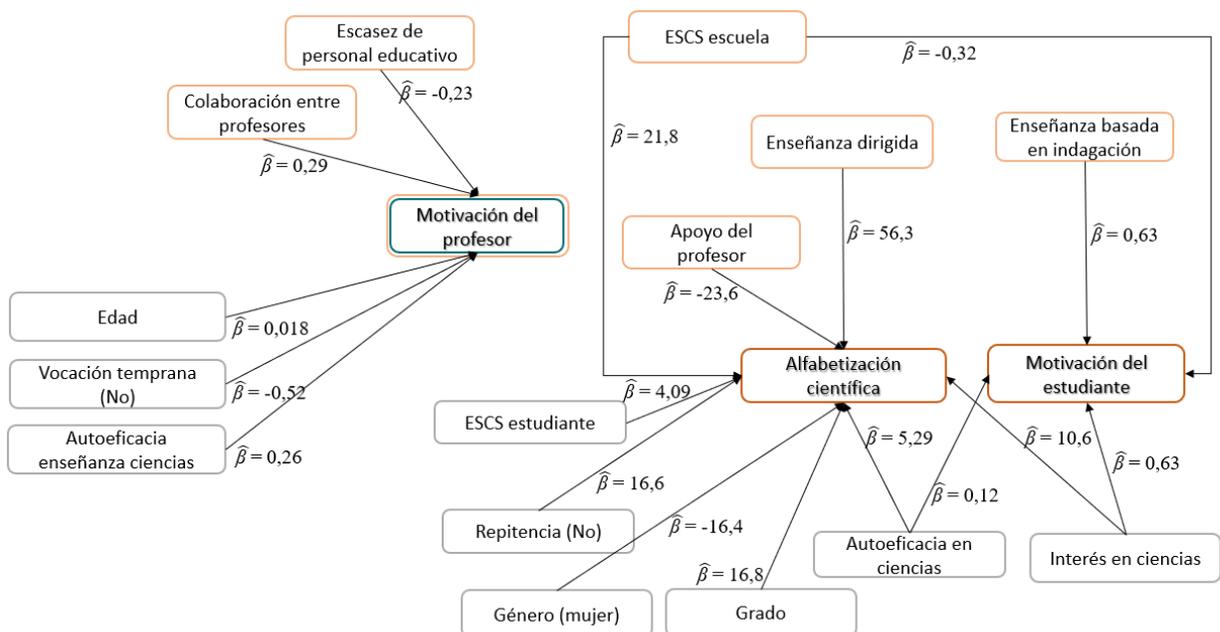
arriba no permiten explorar la incidencia de variables moderadoras o mediadores que otros estudios han encontrado que son importantes en la relación motivación del profesor y el aprendizaje de los estudiantes. Por ejemplo, como se reporta en otros estudios, los profesores con menos niveles de motivación tienen más probabilidades de incumplir con sus funciones, llegar tarde o ausentarse de la escuela, y de abandonar la carrera docente, lo que a su vez incide en el aprendizaje y el éxito académico de los estudiantes y también en las finanzas del sector educativo (Khanal et al., 2021; Msosa, 2020; Transparency International, 2013).

Del mismo modo que la motivación de los estudiantes es importante para su desempeño académico, la motivación de los profesores es importante como indicador de su competencia profesional. Por lo tanto, para seguir fortaleciendo esta línea de investigación, vale la pena incluir información adicional sobre los comportamientos, actitudes y emociones de los profesores median o moderan la relación motivación-aprendizaje en programas de evaluación internacional a gran escala como PISA; esto también respalda la necesidad de realizar una revisión de las pruebas para generar los mecanismos que permitan unificar constructos, definiciones operacionales e instrumentos para medir la motivación intrínseca y que sirva de base para la planificación de políticas relacionadas con el aumento de la motivación al interior de las instituciones educativas, especialmente en las economías emergentes y en desarrollo, donde los problemas relacionados con la falta de motivación socavan gravemente las oportunidades de aprendizaje de millones de niños y jóvenes.

7 Conclusiones y recomendaciones

Los resultados de este trabajo permiten identificar las variables individuales y e institucionales que inciden en la motivación de los profesores de ciencias naturales, así como en la motivación de los estudiantes y su alfabetismo científico. Teniendo en cuenta el modelo Insumos-Ambiente-Resultados, la Figura 41 reúne las contribuciones significativas halladas. A nivel individual (o de Insumos), se observa que la edad, la vocación o aspiración temprana para ser profesor y el sentido de autoeficacia para la enseñanza de las ciencias, predijeron significativamente el índice de motivación de los profesores, mientras que entre las variables de las instituciones educativas (o Ambiente), lo hicieron la colaboración entre colegas y la escasez de personal.

Figura 41 Variables relacionadas significativamente con la motivación de los profesores y con la motivación y alfabetismo científico de los estudiantes



Estos resultados resaltan la relevancia de la motivación de los profesores como un objetivo educativo valioso, clave para su desarrollo profesional y su desempeño. En este sentido, los programas de orientación profesional y los consejeros escolares pueden ayudar a los jóvenes a decidir si la enseñanza es la mejor opción para su carrera profesional; así mismo, el efecto positivo de la colaboración y el efecto negativo de la falta de personal en la motivación de los profesores sugiere que es necesario generar condiciones organizativas e institucionales seguras y motivadoras para atraer a la carrera docente, a personas que además de sentir vocación por la enseñanza, también estén motivadas por la permanencia en la labor docente. Una elección basada en criterios diferentes a la motivación intrínseca puede traer grandes consecuencias negativas tanto en la realización personal como en la calidad del trabajo y del proceso educativo en general.

En la Figura 41 se observa que el grado, la repitencia escolar y la brecha de género que favorece a los hombres, son los factores individuales de los estudiantes que predicen de manera significativa su desempeño a la vez que pueden ser moldeados por el contexto escolar y las prácticas de los profesores, ya que es posible hipotetizar que el desarrollo de las competencias y habilidades de los estudiantes se verá comprometido si no está expuesto continuamente a contenidos, relaciones sociales, entornos de aprendizaje que garanticen igualdad de oportunidades y demandas cognitivas acordes con su edad. Es urgente desarrollar estudios sobre la efectividad de las políticas de repetición de grado como estrategia para mejorar la calidad educativa en Colombia; así como también es muy importante evaluar el impacto de intervenciones para implementar educación con perspectiva de género en las ciencias naturales, pues es necesario mejorar las

competencias profesionales de los profesores para que formen a los estudiantes sin estereotipos y con igualdad en el acceso al conocimiento y el desarrollo científico.

Del mismo modo, el interés y la autoeficacia en el estudio de las ciencias naturales se presentaron como factores individuales muy significativos tanto para la motivación como para el alfabetismo científico de los estudiantes. Estos rasgos pueden fomentarse gracias a profesores motivados y satisfechos con su trabajo que, a través de actitudes positivas, eliminen las causas del absentismo escolar como el aburrimiento, la falta de interés y la desconexión con las actividades de clase.

La estrategia de enseñanza dirigida fue el predictor más alto del desempeño de los estudiantes, así como la enseñanza basada en la indagación tuvo una contribución significativa en su motivación. En este sentido, es muy importante fomentar la implementación de metodologías activas que dinamicen el estudio de las ciencias naturales, pero al mismo tiempo, mejorar las herramientas de competencia y acompañamiento a través de la enseñanza dirigida y contribuir de este modo a un mayor disfrute del aprendizaje y a una vida escolar más productiva para los estudiantes.

Aunque la motivación de los profesores no se relaciona directamente con la motivación de los estudiantes o su desempeño académico; es posible que, a través de sus competencias profesionales, los profesores puedan crear mecanismos en el aula de clase para incorporar estrategias de enseñanza que contribuyan directamente a la satisfacción de las necesidades psicológicas de autonomía, competencia y relacionamiento de sus estudiantes, lo cual facilitará su propia motivación y un mejor desempeño académico. Más evidencias son necesarias para

comprender los mecanismos operacionales que subyacen la motivación de los profesores y sus consecuencias sobre los estudiantes, pero los resultados de este trabajo contribuyen a la identificación de variables que se encuentran bajo el control de las instituciones educativas y los profesores, que pueden tener un impacto significativo y positivo en los estudiantes, independientemente de los efectos conocidos que tienen las características socioeconómicas en su éxito académico.

Teniendo en cuenta las limitaciones de los datos utilizados y la información disponible, es importante aumentar los esfuerzos para desarrollar estudios empíricos que permitan explorar la incidencia de variables moderadoras o mediadores que otros estudios han encontrado que son importantes en la relación motivación del profesor y el aprendizaje de los estudiantes (Khanal et al., 2021; Msosa, 2020). Por lo tanto, para seguir fortaleciendo esta línea de investigación, vale la pena incluir información adicional sobre los comportamientos, actitudes y emociones de los profesores median o moderan la relación motivación-aprendizaje en programas de evaluación internacional a gran escala como PISA; esto también respalda la necesidad de realizar una revisión de las pruebas para generar los mecanismos que permitan unificar constructos, definiciones operacionales e instrumentos para medir la motivación intrínseca y que sirva de base para la planificación de políticas relacionadas con el aumento de la motivación al interior de las instituciones educativas.

9. Referencias

- A., G., Belias, D., & Koustelios, A. (2014). Teacher's job satisfaction and self-efficacy: A review. *European Scientific Journal*, 10, 321–342.
- Abadía, L. K., & Bernal, G. L. (2016). Brechas de género en el rendimiento escolar a lo largo de la distribución de puntajes: Evidencia pruebas saber 11°. In *Vniversitas Económica* (No. 015301; Vniversitas Económica). Universidad Javeriana - Bogotá.
<https://ideas.repec.org/p/col/000416/015301.html>
- Abadzi, H. (2007). *Absenteeism and beyond: Instructional time loss and consequences* (Working Paper 4376). The World Bank.
<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/7569/wps4376.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Abdal-Haqq, I. (1998). *Constructivism in Teacher Education: Considerations for Those Who Would Link Practice to Theory*. *ERIC Digest*.
- Aditomo, A., & Klieme, E. (2020). Forms of inquiry-based science instruction and their relations with learning outcomes: Evidence from high and low-performing education systems. *International Journal of Science Education*, 42(4), 504–525.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1716093>
- Akhtar, S. N., Iqbal, M., & Tatlah, I. A. (2017). *Relationship between Intrinsic motivation and students' academic achievement: A secondary level evidence*. 11.
- Alamer, A. (2021). Basic psychological needs, motivational orientations, effort, and vocabulary knowledge: A comprehensive model. *Studies in Second Language Acquisition*, 1–21.
<https://doi.org/10.1017/S027226312100005X>

- Albulesco, M., & Albulesco, I. (2015). Motivational benchmarks for teaching career choice. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 209, 9–16.
- Anderson, C. S. (1982). The search for school climate: A review of the research. *Review of Educational Research*, 52(3), 368–420. <https://doi.org/10.3102/00346543052003368>
- Anderson, S., Allen, P., Peckham, S., & Goodwin, N. (2008). Asking the right questions: Scoping studies in the commissioning of research on the organisation and delivery of health services. *Health Research Policy and Systems*, 6(1), 7. <https://doi.org/10.1186/1478-4505-6-7>
- Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B., & Wong, B. (2013). ‘Not girly, not sexy, not glamorous’: Primary school girls’ and parents’ constructions of science aspirations. *Pedagogy, Culture & Society*, 21(1), 171–194. <https://doi.org/10.1080/14681366.2012.748676>
- Areepattamannil, S. (2012). Effects of Inquiry-Based Science Instruction on Science Achievement and Interest in Science: Evidence from Qatar. *Journal of Educational Research*, 105, 134–146. <https://doi.org/10.1080/00220671.2010.533717>
- Arksey, H., & O’Malley, L. (2005). Scoping studies: Towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology*, 8(1), 19–32. <https://doi.org/10.1080/1364557032000119616>
- Aromataris, E., & Munn, Z. (Eds.). (2020). *JBI manual for evidence synthesis*. JBI. <https://doi.org/10.46658/JBIMES-20-01>
- Artunduaga Murillo, C. A. (2015). *Impacto de rectores lideres transformadores en el rendimiento académico* (p. 32). UNIVERSIDAD EAFIT.

- Astin, A. W., & Denson, N. (2009). Multi-Campus Studies of College Impact: Which Statistical Method is Appropriate? *Research in Higher Education*, 50(4), 354–367. <https://doi.org/10.1007/s11162-009-9121-3>
- Astin, A. W., & Lising, A. (2012). *Assessment for excellence the philosophy and practice of assessment and evaluation in higher education / Alexander W. Astin and Anthony Lising Antonio*. (2nd ed.). Rowman & Littlefield Publishers.
- Auyeung, B., Allison, C., Wheelwright, S., & Baron-Cohen, S. (2012). Brief report: Development of the adolescent empathy and systemizing quotients. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 42(10), 2225–2235. <https://doi.org/10.1007/s10803-012-1454-7>
- Bandura, A. (1985). *Social Foundations of Thought and Action: A Social Cognitive Theory* (1 edition). Prentice Hall.
- Bardach, L., & Klassen, R. M. (2021). Teacher motivation and student outcomes: Searching for the signal. *Educational Psychologist*, 56(4), 283–297. <https://doi.org/10.1080/00461520.2021.1991799>
- Barrett, E. (2021). Career aspirations of teenagers and the future of gender equality in occupations. *Journal of Education and Work*, 34(2), 110–127. <https://doi.org/10.1080/13639080.2021.1887829>
- Bieg, S., Backes, S., & Mittag, W. (2011). The role of intrinsic motivation for teaching, teachers' care and autonomy support in students' self-determined motivation. *Journal for Educational Research Online*, 3, 20.
- Bishay, A. (1996). Teacher Motivation and Job Satisfaction: A Study Employing the Experience Sampling Method. *Journal of Undergraduate Sciences*, 3, 147–154.

- Blighe, K., & Lun, A. (2023). *PCAtools: PCAtools: Everything Principal Components Analysis. R package version 2.12.0*. <https://github.com/kevinblighe/PCAtools>.
- Bong, M., & Skaalvik, E. M. (2003). Academic Self-Concept and Self-Efficacy: How Different Are They Really? *Educational Psychology Review*, 15(1), 1–40. <https://doi.org/10.1023/A:1021302408382>
- Broeck, A., Vansteenkiste, M., Witte, H., Soenens, B., & Lens, W. (2010). Capturing autonomy, competence, and relatedness at work: Construction and initial validation of the Work-related Basic Need Satisfaction scale. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 83(4), 981–1002. <https://doi.org/10.1348/096317909X481382>
- Brookhart, S. (2012). Classroom assessment in the context of motivation theory and research. In *SAGE Handbook of Research on Classroom Assessment: SAGE Publications*. SAGE Publications.
- Brophy, J. E. (2006). *Grade repetition*. UNESCO. http://www.iaaed.org/downloads/Brophy_web_151206.pdf
- Bugg Conradson, K. (2021). *Teacher absenteeism and student reading growth and achievement* [Ph.D. dissertation, Auburn University]. <https://etd.auburn.edu/bitstream/handle/10415/7825/K.Conradson%20Dissertation%20FINAL.pdf?sequence=2>
- Burr, V. (2002). *The person in social psychology* (1. publ). Routledge, Taylor & Francis.
- Cabal Jaramillo, J. A., López, D. M., & Castro Pachón, F. (2018). *programa de Incentivo docentes: Impactos y recomendaciones en el corto plazo*. Departamento Nacional de Planeación-DNP Colombia.

https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Sinergia/Documentos/Evaluacion_incentivos_docentes_Documento_vf.pdf

Cabeza, L., Zapata, A., & Lombana, J. (2018). Crisis de la profesión docente en Colombia: Percepciones de aspirantes a otras profesiones. *Educación y Educadores*, 21, 51–72. <https://doi.org/10.5294/edu.2018.21.1.3>

Cabrera-Hernandez, F. (2021). Leave them kids alone! The effects of abolishing grade repetition: Evidence from a nationwide reform. *Education Economics*, 0(0), 1–17. <https://doi.org/10.1080/09645292.2021.1978938>

Camargo-Mayorga, D. A. (2017). Motivación de la labor docente: Un estudio de caso de dos programas de contaduría pública en Bogotá. *Cuadernos de Contabilidad*, 17(44). <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cc17-44.mlde>

Chaplain, R. P. (2008). Stress and psychological distress among trainee secondary teachers in England. *Educational Psychology*, 28(2), 195–209. <https://doi.org/10.1080/01443410701491858>

Cheung, K., Mak, S., Sit, P., & Jeong, M.-K. (2021). Secondary analysis of PISA data for grade level effect due to grade repetition on improvement in reading performance. *International Journal of Education and Psychology in the Community*, 11(1/2), 180–194.

Comisión Europea. (2018a). *Nuevos métodos de evaluación para la enseñanza basada en la indagación*. CORDIS | European Commission. https://cordis.europa.eu/result/rcn/166104_es.html

Comisión Europea. (2018b). *Nuevos métodos de evaluación para la enseñanza basada en la indagación*. CORDIS | European Commission. https://cordis.europa.eu/result/rcn/166104_es.html

- Corduneanu, I. (2020). *Financial rewards and intrinsic motivation: A Self-Determination perspective* [Ph.D. dissertation, University of Glasgow]. <https://theses.gla.ac.uk/81285/>
- Cueto, D. (2015). *La enseñanza basada en la indagación, una estrategia para mejorar el aprendizaje*. <https://goo.gl/oVJZoB>
- Cuevas, J. E. C. (2017). *Influencia del liderazgo autocrático y el liderazgo democrático en el clima laboral en las empresas colombianas del sector público*.
- De Loof, H., Struyf, A., Boeve-de Pauw, J., & Van Petegem, P. (2019). Teachers' motivating style and students' motivation and engagement in STEM: The relationship between Three Key educational concepts. *Research in Science Education*. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-9830-3>
- Deci, E. L., Eghrari, H., Patrick, B. C., & Leone, D. R. (1994). Facilitating internalization: The self-determination theory perspective. *Journal of Personality*, 62(1), 119–142. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6494.1994.tb00797.x>
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and Self-Determination in human behavior*. Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-2271-7>
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2012). Motivation, personality, and development within embedded social contexts: An overview of self-determination theory. In *The Oxford handbook of human motivation* (pp. 85–107). Oxford University Press.
- Deci, E. L., Vallerand, R. J., Pelletier, L. G., & Ryan, R. M. (1991). Motivation and Education: The Self-Determination Perspective. *Educational Psychologist*, 26(3–4), 325–346. <https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653137>
- Delgado, M. (2014). *La educación básica y media en Colombia: Retos en equidad y calidad*. Fedesarrollo. <http://www.repository.fedesarrollo.org.co/handle/11445/190>

- Denscombe, M. (2010). *The good research guide: For small-scale social research projects* (4th ed., p.). McGraw-Hill Open University Press. <http://library.ncirl.ie/items/16952>
- Di Domenico, S. I., & Ryan, R. M. (2017). The emerging neuroscience of intrinsic motivation: A new frontier in self-determination research. *Frontiers in Human Neuroscience, 11*. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00145>
- Dinham, S., & Scott, C. (2000). Moving into the third, outer domain of teacher satisfaction. *Journal of Educational Administration, 38*(4), 379–396. <https://doi.org/10.1108/09578230010373633>
- DNP. (2015). *Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018: Todos por un nuevo país*. https://observatorioplanificacion.cepal.org/sites/default/files/plan/files/Colombia_Plan_Nacional_de_Desarrollo_2014_2018.pdf
- Dörnyei, Z., & Ushioda, E. (2011). *Teaching and researching: Motivation* (2nd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315833750>
- Duflo, E., Hanna, R., & Ryan, S. P. (2012). Incentives work: Getting teachers to come to school. *American Economic Review, 102*(4), 1241–1278. <https://doi.org/10.1257/aer.102.4.1241>
- Duran, M. (2016). The effect of the inquiry-based learning approach on student's critical-thinking skills. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 12*(12), 2887–2908. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.02311a>
- Eccles, J. S., & Wigfield, A. (1995). *In the mind of the actor: The structure of adolescents' achievement task values and expectancy-related beliefs*. <https://doi.org/10.1177/0146167295213003>
- Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2002). Motivational Beliefs, Values, and Goals. *Annual Review of Psychology, 53*(1), 109–132. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135153>

- Elliot, A. J. (2005). A conceptual history of the achievement goal construct. In *Handbook of competence and motivation* (A. J. Elliot & C. S. Dweck, pp. 52–72). Guilford Publications.
- Erazo Santander, Ó. A. (2013). Caracterización psicológica del estudiante y su rendimiento académico. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, 4(1), Article 1.
- Erazo Santander, Ó. A. (2018). Programa de hábitos escolares para mejorar el bajo rendimiento académico en estudiantes de bachillerato de un colegio público de Popayán-Colombia. *Encuentros*, 16(2), 117–133. <https://doi.org/10.15665/encuent.v16i02.923>
- Finch, W. H., Bolin, J. E., & Kelley, K. (2019). *Multilevel Modeling Using R* (2nd ed.). Chapman and Hall/CRC. <https://doi.org/10.1201/9781351062268>
- Firestone, W. A. (2014). Teacher Evaluation Policy and Conflicting Theories of Motivation. *Educational Researcher*, 43(2), 100–107. <https://doi.org/10.3102/0013189X14521864>
- Fox, J. (2008). *Applied Regression Analysis and Generalized Linear Models* (2nd edition). SAGE Publications, Inc.
- Franco, J., Vélez, F., & López Arellano, H. (2018). La motivación docente y su repercusión en la calidad educativa: Estudio de caso. *Revista de Pedagogía*, 39, 151–172.
- Franco López, J. A. (2021). La motivación docente para obtener calidad educativa en instituciones de educación superior. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 64, 151–179.
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Frome, P. M., Alfeld, C. J., Eccles, J. S., & Barber, B. L. (2006). Why don't they want a male-dominated job? An investigation of young women who changed their occupational

- aspirations. *Educational Research and Evaluation*, 12(4), 359–372.
<https://doi.org/10.1080/13803610600765786>
- Fundación Compartir. (2022). *Premio Compartir*. Premio Compartir.
<https://www.premiocompartir.org/>
- Fundación Empresarios por la Educación Colombia. (2002). *Rectores Líderes Transformadores*.
<https://fundacionexe.org.co/>. <https://fundacionexe.org.co/tag/rectores-lideres-transformadores/>
- Gagne, M. (2003). The Role of Autonomy Support and Autonomy Orientation in Prosocial Behavior Engagement. *Motivation and Emotion*, 26.
- Gagné, M., & Deci, E. (2005). Self-Determination Theory and work motivation. *Journal of Organizational Behavior*, 26, 331–362. <https://doi.org/10.1002/job.322>
- Gagné, M., Forest, J., Gilbert, M.-H., Aubé, C., Morin, E., & Malorni, A. (2010). The motivation at work scale: Validation evidence in two languages. *Educational and Psychological Measurement*, 70(4), 628–646. <https://doi.org/10.1177/0013164409355698>
- García, S., Maldonado, D., Perry, G., Rodríguez, C., & Saavedro, J. E. (2014). *Tras la excelencia docente: Cómo mejorar la calidad de la educación para todos los colombianos*. Fundación Compartir. <https://bre.is/qPbTx8nK>
- Garritz, A. (2006). Naturaleza de la ciencia e indagación: Cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42, 127–152.
- Garritz, A. (2010). Indagación: Las habilidades para desarrollarla y promover el aprendizaje. *Inquiry: Abilities to develop it and promote learning. Educación Química*, 21(2), 106–110. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30159-9](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30159-9)

- Gillet, N., Vallerand, R. J., & Lafrenière, M.-A. K. (2012). Intrinsic and extrinsic school motivation as a function of age: The mediating role of autonomy support. *Social Psychology of Education, 15*(1), 77–95. <https://doi.org/10.1007/s11218-011-9170-2>
- Godoy Zúñiga, M. E., & Campoverde Rojas, B. J. (2016). Análisis comparativo sobre la afectividad como motivadora del proceso enseñanza-aprendizaje - casos: Argentina, Colombia y Ecuador. *Sophia, 12*(2), 217–231. <https://doi.org/10.18634/sophiaj.12v.2i.227>
- González Valcárcel, A. P. (2019). Factores de motivación de las mujeres en Colombia para estudiar carreras científicas como física. *Lat. Am. J. Phys. Educ, 13*(2).
- Govorova, E., Benítez, I., & Muñiz, J. (2020). How schools affect student well-being: A cross-cultural approach in 35 OECD countries. *Frontiers in Psychology, 11*, 431. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00431>
- Griffith, J. (1995). An Empirical Examination of a Model of Social Climate in Elementary Schools. *Basic and Applied Social Psychology, 17*(1–2), 97–117. <https://doi.org/10.1080/01973533.1995.9646134>
- Guerriero, S. (2015). *Teacher motivation research and its implications for the instructional process: A technical report and recommendations for an international large-scale assessment of teachers' knowledge and professional competencies* (Technical Report EDU/CERI/CD/RD(2015)4). OECD, Centre for Educational Research and Innovation - CERI. [https://one.oecd.org/document/EDU/CERI/CD/RD\(2015\)4/en/pdf](https://one.oecd.org/document/EDU/CERI/CD/RD(2015)4/en/pdf)
- Han, J., Kelley, T., & Knowles, J. G. (2021). Factors Influencing Student STEM Learning: Self-Efficacy and Outcome Expectancy, 21st Century Skills, and Career Awareness. *Journal for STEM Education Research, 4*(2), 117–137. <https://doi.org/10.1007/s41979-021-00053-3>

- Han, J., & Yin, H. (2016). Teacher motivation: Definition, research development and implications for teachers. *Cogent Education*, 3(1), 1217819. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2016.1217819>
- Harlen, W. (2013). *Evaluación Y Educación En Ciencias Basada En La Indagación: Aspectos De La Política Y La Práctica*. Global Network of Science Academies (IAP) Science Education Programme.
- Hayati, K., & Caniogo, I. (2012). Islamic work ethic: The role of intrinsic motivation, job satisfaction, organizational commitment and job performance. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 65, 1102–1106. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.05.148>
- Hayes, A. F. (2006). A Primer on Multilevel Modeling. *Human Communication Research*, 32(4), 385–410. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2958.2006.00281.x>
- Hayford, S. R., & Halliday Hardie, J. (2021). Gender differences in adolescents' work and family orientations in the United States. *The Sociological Quarterly*, 62(3), 488–509. <https://doi.org/10.1080/00380253.2020.1775529>
- Haynes, N. M., Emmons, C., & Ben-Avie, M. (1997). School Climate as a Factor in Student Adjustment and Achievement. *Journal of Educational and Psychological Consultation*, 8(3), 321–329. https://doi.org/10.1207/s1532768xjepc0803_4
- Hennessey, B., Moran, S., Altringer, B., & Amabile, T. M. (2015). Extrinsic and Intrinsic Motivation. In C. L. Cooper (Ed.), *Wiley Encyclopedia of Management* (pp. 1–4). John Wiley & Sons, Ltd. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781118785317.weom110098>

- Hildebrandt, S. A., & Eom, M. (2011). Teacher professionalization: Motivational factors and the influence of age. *Teaching and Teacher Education*, 27(2), 416–423.
<https://doi.org/10.1016/j.tate.2010.09.011>
- Hoffman, B. (2015). *Motivation for learning and performance*. Elsevier.
- Holmes, C. T., & Saturday, J. (2000). Promoting the end of retention. *Journal of Curriculum and Supervision*, 15, 300–314.
- Honick, T., & Broadbent, J. (2016). The influence of academic self-efficacy on academic performance: A systematic review. *Educational Research Review*, 17, 63–84.
<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.11.002>
- Hoy, A. W., Hoy, W. K., & Kurz, N. M. (2008). Teacher's academic optimism: The development and test of a new construct. *Teaching and Teacher Education*, 24(4), 821–835.
<https://doi.org/10.1016/j.tate.2007.08.004>
- Hoy, W. K., Tarter, C. J., & Woolfolk Hoy, A. (2006). Academic Optimism of schools: A Force for Student achievement. *American Educational Research Journal*, 43(3), 425–446.
<https://doi.org/10.3102/00028312043003425>
- Huang, F. L. (2016). Alternatives to Multilevel Modeling for the Analysis of Clustered Data. *The Journal of Experimental Education*, 84(1), 175–196.
<https://doi.org/10.1080/00220973.2014.952397>
- Huang, Q. (2012). Action Research on Motivation in English Reading. *Theory and Practice in Language Studies*, 2. <https://doi.org/10.4304/TPLS.2.8.1755-1761>
- ICETEX. (2022). *Posgrado—Funcionarios MEN y entidades*. ICETEX. <https://web.icetex.gov.co>
- ICFES. (2017). *Informe nacional de resultados: Colombia en PISA 2015* (p. 92). Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación.

https://www2.icfes.gov.co/documents/39286/1125697/Informe_nacional_resultados_PISA_2015.pdf/1cad6a7a-c856-df8a-6572-c2b0eee7c905?version=1.0&t=1646972997192

ICFES. (2021). *Encuesta internacional de enseñanza y aprendizaje TALIS 2018: Informe nacional de resultados Colombia. Volumen II*. ICFES.

Ingersoll, R. M. (2001). Teacher Turnover and Teacher Shortages: An Organizational Analysis. *American Educational Research Journal*, 38(3), 499–534.
<https://doi.org/10.3102/00028312038003499>

Jinnai, Y. (2016). *To Introduce or Not To Introduce Monetary Bonuses: The Cost of Repealing Teacher Incentives* (Working Paper EMS_2016_08). Research Institute, International University of Japan. https://econpapers.repec.org/paper/iujwpaper/ems_5f2016_5f08.htm

Johnson, J. T. (2015). *A study of the impact of retention on student achievement in three rural Missouri school districts*. 128.

Johnson, R. A., & Wichern, D. W. (2007). *Applied multivariate statistical analysis* (6th ed). Pearson Prentice Hall.

Jolliffe, I. T. (2002). *Principal Component Analysis* (2nd ed.). Springer.

Karakolidis, A., Pitsia, V., & Emvalotis, A. (2019). The case of high motivation and low achievement in science: What is the role of students' epistemic beliefs? *International Journal of Science Education*, 41(11), 1457–1474.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1612121>

Kazempour, E. (2013). The effects of inquiry-based teaching on critical thinking of students. *Journal of Social Issues & Humanities*, 1(3), 23–27.

- Keller, M. M., Hoy, A. W., Goetz, T., & Frenzel, A. C. (2016). Teacher enthusiasm: Reviewing and redefining a complex construct. *Educational Psychology Review*, 28(4), 743–769. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9354-y>
- Kelley, T. R. (1), Knowles, J. G. (2), Holland, J. D. (3), & Han, J. (4). (2020). Increasing high school teachers self-efficacy for integrated STEM instruction through a collaborative community of practice. *International Journal of STEM Education*, 7(1). Scopus®. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00211-w>
- Khanal, L., Bidari, S., & Nadif, B. (2021). Teachers' (De)Motivation During COVID-19 Pandemic: A Case Study from Nepal. *International Journal of Linguistics, Literature and Translation*, 4(6), 82–88.
- Klem, A. M., & Connell, J. P. (2004). Relationships Matter: Linking Teacher Support to Student Engagement and Achievement. *Journal of School Health*, 74(7), 262–273. <https://doi.org/10.1111/j.1746-1561.2004.tb08283.x>
- Klingebiel, F., & Klieme, E. (2016). Teacher qualifications and professional knowledge. In S. Kuger, E. Klieme, N. Jude, & D. Kaplan (Eds.), *Assessing Contexts of Learning* (pp. 447–468). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45357-6_18
- Kunter, M., Klusmann, U., Baumert, J., Richter, D., Voss, T., & Hachfeld, A. (2013). Professional competence of teachers: Effects on instructional quality and student development. *Journal of Educational Psychology*, 105(3), 805–820. <https://doi.org/10.1037/a0032583>
- Lam, S., Rebecca, W. C., & William Y. K, M. (2009). Teacher and student intrinsic motivation in project-based learning. *Instructional Science*, 37, 565–578.
- Lee, M., Goodman, C., Dandapani, N., & Kekahio, W. (2015). Review of international research on factors underlying teacher absenteeism. *Department of Education, Institute of Education*

Sciences, National Center for Education Evaluation and Regional Assistance, Regional Educational Laboratory, 23.

LEE, L. para la economía de la educación. (2021). *Informe No. 32 Satisfacción laboral y motivación de los docentes en Colombia*. Pontificia Universidad Javeriana.

<https://secureservercdn.net/198.71.233.138/evb.eef.myftpupload.com/wp-content/uploads/2021/05/INFORME-DIA-DEL-MAESTRO-2021-LEE-PUJ-Satisfaccion-laboral-y-motivacio%CC%81n-docente-Talis.pdf>

Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., Clarke, M., Devereaux, P. J., Kleijnen, J., & Moher, D. (2009). The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of Studies That Evaluate Health Care Interventions: Explanation and Elaboration. *PLOS Medicine*, 6(7), e1000100.

<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000100>

Lopera, C. (2014). Estudio Sobre El Contexto Escolar y Social Del Aprendizaje En Colombia-CESAC,. *Memorias V Seminario Internacional de Investigación Sobre Calidad de La Educación. Octubre 30 y 31*, 28–30.

López Franco, E. (2017). *Liderazgo docente y motivación para las matemáticas, en estudiantes de básica secundaria y media de la Institución Técnico Departamental Natania, Colombia*.

<https://dspace.um.edu.mx/handle/20.500.11972/253>

López-Arellano, H., Vélez-Salazar, M., & Franco-López, J. A. (2017). Percepciones acerca de la motivación docente en personal directivo de instituciones de educación secundaria en la zona metropolitana de Medellín, 2015. *Revista Electrónica Educare*, 21(2), Article 2.

<https://doi.org/10.15359/ree.21-2.5>

- Lukashova, S., & Zhumakayeva, B. (2023). *Teacher Motivation Orientations and Leadership Styles*.
- Mahler, D., Großschedl, J., & Harms, U. (2018). Does motivation matter? – The relationship between teachers' self-efficacy and enthusiasm and students' performance. *PLOS ONE*, *13*(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0207252>
- Mang, J. [Hrsg], Ustjanzew, N. [Hrsg], Leßke, I. [Hrsg], & Reiss, K. [Hrsg]. (2019). *PISA 2015 Skalenhandbuch. Dokumentation der Erhebungsinstrumente*. Waxmann Verlag, Mnster.
- Mang, J., Küchenhoff, H., Meinck, S., & Prenzel, M. (2021). Sampling weights in multilevel modelling: An investigation using PISA sampling structures. *Large-Scale Assessments in Education*, *9*(1), 6. <https://doi.org/10.1186/s40536-021-00099-0>
- Marshik, T., Ashton, P. T., & Algina, J. (2016). Teachers' and students' needs for autonomy, competence, and relatedness as Predictors of Students' Achievement. *Social Psychology of Education: An International Journal*, *20*(1), 39–67. <https://doi.org/10.1007/s11218-016-9360-z>
- Mart, Ç. T. (2013). A Passionate Teacher: Teacher Commitment and Dedication to Student Learning. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, *2*(1), 437–442.
- Mayasari, D. (2017). Bockron as a medium of learning in the process of inquiry based learning to improve science process skills of junior high school students in growth and development concept. *Journal of Physics: Conference Series*, *812*, 012078. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/812/1/012078>

- McAuley, L., Pham, B., Tugwell, P., & Moher, D. (2000). Does the inclusion of grey literature influence estimates of intervention effectiveness reported in meta-analyses? *The Lancet*, 356(9237), 1228–1231. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(00\)02786-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(00)02786-0)
- Medellín Cómo Vamos. (2021). *Medellin como vamos 15 años: Informe de la calidad de vida de Medellín, 2020*. <https://acortar.link/BBuwQq>
- Mellado, V., Borrachero, A., Brigido, M., Melo Niño, L., Dávila Acedo, M. A., Cañada Cañada, F., Conde, C., Costillo, E., Cubero, J., Gallego, R., Martínez Borreguero, G., Ruiz, C., Sánchez-Martín, J., Garritz, A., Mellado, L., Vázquez-Bernal, B., Perez, R., & Bermejo, M. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias* Emotions in science teaching. *Enseñanza de Las Ciencias*, 32, 11–36. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1478>
- Metcalf, A., & Game, A. (2006). The teacher's enthusiasm. *The Australian Educational Researcher*, 33(3), 91–106. <https://doi.org/10.1007/BF03216843>
- Decreto 1278 de Junio 19, (2002).
- Ministerio de Educación Nacional. (2017a). *Plan Nacional Decenal de Educación 2016-2026: El camino hacia la calidad y la equidad*. http://www.plandecenal.edu.co/cms/media/herramientas/PNDE%20FINAL_ISBN%20web.pdf
- Ministerio de Educación Nacional. (2022). *Deserción escolar en Colombia: Análisis, determinantes y política de acogida, bienestar Y permanencia*.
- Ministerio de Educación Nacional. (2017b). 'Ser pilo paga' llega a los 40.000 beneficiarios. <https://www.mineducacion.gov.co/portalsalaprensa/Noticias/363347:Ser-pilo-paga-llega-a-los-40-000-beneficiarios>

Ministerio de Educación Nacional. (2018). *Gobierno lanzó ‘Generación E’, el nuevo programa de educación superior que beneficiará a 336 mil estudiantes de todo el país durante el cuatrienio.*

<https://www.mineducacion.gov.co/portal/salaprensa/Noticias/377779:Gobierno-lanzo-Generacion-E-el-nuevo-programa-de-educacion-superior-que-beneficiara-a-336-mil-estudiantes-de-todo-el-pais-durante-el-cuatrienio>

Ministerio de Educación Nacional. (2020). *Adelante maestros- bienestar y seguridad social.*

Mineducación: La Educación Es de Todos.
<https://www.mineducacion.gov.co/portal/adelante-maestros/Bienestar-y-Seguridad-Social/>

Ministry of Education. (2013). *Towards the creation and consolidation of an incentive plan for public school teachers and administrators for improving the quality of education in Colombia.* https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-345822_ANEXO_301.pdf

Ministry of Education. (2021). *Policy guidelines for the professional development of teachers (in Spanish).* <https://bre.is/FAbmpmLD>

Mislevy, R. J. (1993). Should “multiple imputations” be treated as “multiple indicators”? *Psychometrika*, 58(1), 79–85. <https://doi.org/10.1007/BF02294472>

Mostafa, T., & Pál, J. (2018). *Science teachers’ satisfaction: Evidence from the PISA 2015 teacher survey* [OECD Education Working Papers]. OECD. <https://doi.org/10.1787/1ecdb4e3-en>

Msoa, S. K. (2020). A comparative trend analysis of changes in teacher rate of absenteeism in South Africa. *Education Sciences*, 10(8), Article 8. <https://doi.org/10.3390/educsci10080189>

- Munn, Z., Peters, M. D. J., Stern, C., Tufanaru, C., McArthur, A., & Aromataris, E. (2018). Systematic review or scoping review? Guidance for authors when choosing between a systematic or scoping review approach. *BMC Medical Research Methodology*, *18*(1), 143. <https://doi.org/10.1186/s12874-018-0611-x>
- Muralidharan, K. (2012). Long-term effects of teacher performance pay: Experimental evidence from India. In *Society for Research on Educational Effectiveness*. Society for Research on Educational Effectiveness. <https://eric.ed.gov/?id=ED530172>
- Musca, S., Kamiejski, R., Nugier, A., Méot, A., Er-rafiy, A., & Brauer, M. (2011). Data with Hierarchical Structure: Impact of Intraclass Correlation and Sample Size on Type-I Error. *Frontiers in Psychology*, *2*, 74. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00074>
- Napp, C., & Breda, T. (2019). Girls' comparative advantage in reading can largely explain the gender gap in math-intensive fields. *PNAS Latest Articles*, 1–6.
- Neves de Jesus, S., & Lens, W. (2005). An integrated model for the study of teacher motivation. *Applied Psychology: An International Review*, *54*(1), 119–134. <https://doi.org/10.1111/j.1464-0597.2005.00199.x>
- Nezlek, J. B. (2008). An Introduction to Multilevel Modeling for Social and Personality Psychology. *Social and Personality Psychology Compass*, *2*(2), 842–860. <https://doi.org/10.1111/j.1751-9004.2007.00059.x>
- Nilsen, T., Stancel-Piątak, A., & Gustafsson, J.-E. (2022). *International Handbook of Comparative Large-Scale Studies in Education: Perspectives, Methods and Findings*. Springer Nature.
- Nugent, G., Barker, B., Welch, G., Grandgenett, N., Wu, C., & Nelson, C. (2015). A Model of Factors Contributing to STEM Learning and Career Orientation. *International Journal of Science Education*, *37*(7), 1067–1088. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1017863>

- Nyam, J., & T.O, W. (2014). Teachers motivation: A Study of the Psychological and Social Factors. *Nternational Journal of Education and Research*, 8.
- OCDE. (2015). *OECD Skills Outlook 2015: Youth, Skills and Employability | READ online*. OECD Publishing. https://read.oecd-ilibrary.org/education/oecd-skills-outlook-2015_9789264234178-en
- OCDE. (2016). *Revisión de políticas nacionales de educación: La educación en Colombia*. Ministerio e Educación Nacional. https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-356787_recurso_1.pdf
- OCDE. (2022). *How to prepare and analyse the PISA database*. PISA Database. <https://www.oecd.org/pisa/data/httpoecdorgpisadatabase-instructions.htm>
- OECD. (2009). *PISA Data Analysis Manual: SPSS, Second Edition*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264056275-en>
- OECD. (2013). *Teachers for the 21st Century: Using Evaluation to Improve Teaching*. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264193864-en>
- OECD (Ed.). (2014). *Ready to Learn: Students' Engagement, Drive and Self-Beliefs* (Rev. version, April 2014). OECD.
- OECD. (2016a). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264255425-en>
- OECD. (2016b). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264255425-en>
- OECD. (2016c). *PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education*. OECD. https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2015-results-volume-i_9789264266490-en

- OECD. (2017a). Chapter-4-Sample-Design.pdf. In *PISA-2015-Technical-Report*.
<https://www.oecd.org/pisa/sitedocument/PISA-2015-Technical-Report-Chapter-4-Sample-Design.pdf>
- OECD. (2017b). *PISA 2015 Background questionnaires. Technical Report*.
<https://www.oecd.org/pisa/data/2015-technical-report/>
- OECD. (2018a). The development of the teaching profession in Colombia. In T. Radinger, A. Echazarra, G. Guerrero, & J. P. Valenzuela, *OECD Reviews of School Resources: Colombia 2018* (pp. 225–292). OECD. https://www.oecd-ilibrary.org/education/oecd-reviews-of-school-resources-colombia-2018/the-development-of-the-teaching-profession-in-colombia_9789264303751-8-en
- OECD. (2020). *TALIS 2018 Results (Volume II): Teachers and School Leaders as Valued Professionals*. OECD. <https://doi.org/10.1787/19cf08df-en>
- OECD. (2021). *Education at a Glance 2021: OECD Indicators*. OECD Publishing.
<https://doi.org/10.1787/69096873-en>
- OECD. (2018b). *PISA-2021-mathematics-framework.pdf*.
<https://www.oecd.org/pisa/sitedocument/PISA-2021-mathematics-framework.pdf>
- Oliver, M., McConney, A., & Woods-McConney, A. (2019). The Efficacy of Inquiry-Based Instruction in Science: A Comparative Analysis of Six Countries Using PISA 2015. *Research in Science Education*. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-09901-0>
- Oliveros, A., Vargas, L., valdez salas, B., Cabrera, E., Schoor, M., & Arcos-Vega, J. (2016). Student Motivation in STEM Careers at Three Northwest Universities of Mexico. *Creative Education*, 07, 2829–2835. <https://doi.org/10.4236/ce.2016.718262>

- Osborne, J. (2009). Hacia una pedagogía más social en la educación científica: El papel de la argumentación. *Educación Química*, 20(2), 156–165.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994–1020. <https://doi.org/10.1002/tea.20035>
- Oxford Dictionary. (n.d.). *Oxford Learner's Dictionaries*. Retrieved August 19, 2022, from <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/us/>
- Ozel, M., Caglak, S., & Erdogan, M. (2013). Are affective factors a good predictor of science achievement? Examining the role of affective factors based on PISA 2006. *Learning and Individual Differences*, 24, 73–82. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2012.09.006>
- Paais, M., & Pattiruhu, J. R. (2020). Effect of motivation, leadership, and organizational culture on satisfaction and employee performance. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 7(8), 577–588. <https://doi.org/10.13106/jafeb.2020.vol7.no8.577>
- Palmer, D. (2007). What is the best way to motivate students in science? *Teaching Science: The Journal of the Australian Science Teachers*, 53(1), 38–45.
- Palmeri, M., Demos, A., & Salas, C. (2016). Testing the Assumptions of Multilevel Models. In *A language, not a letter: Learning statistics in R*. University of Illinois. <https://ademos.people.uic.edu/Chapter18.html>
- Panadero, E., Fraile, J., Pinedo, L., Rodríguez-Hernández, C., Balerdi, E., & Díez, F. (2022). Teachers' Well-Being, Emotions, and Motivation During Emergency Remote Teaching Due to COVID-19. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2022.826828>

- Penk, C., Pöhlmann, C., & Roppelt, A. (2014). The role of test-taking motivation for students' performance in low-stakes assessments: An investigation of school-track-specific differences. *Large-Scale Assessments in Education*, 2(1), 5. <https://doi.org/10.1186/s40536-014-0005-4>
- Perry, R. P., & Smart, J. C. (Eds.). (2007). *The Scholarship of Teaching and Learning in Higher Education: An Evidence-Based Perspective*. Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/1-4020-5742-3>
- Piñeros, L. & Rodríguez, A. (1998). *Los insumos escolares en la educación secundaria y su efecto en el rendimiento académico de los escolares*. The World Bank. Latin America and Caribbean Regional Officeoffice. <http://documents.worldbank.org/curated/en/872971468031567258/pdf/multi-page.pdf>
- Pintrich, P. R. (2003). A Motivational Science Perspective on the Role of Student Motivation in Learning and Teaching Contexts. *Journal of Educational Psychology*, 95(4), 667–686. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.95.4.667>
- Pressler, E., Raver, C. C., Friedman-Krauss, A. H., & Roy, A. (2016). The roles of school readiness and poverty-related risk for 6th grade outcomes. *Journal of Educational and Developmental Psychology*, 6(1), 140–156. <https://doi.org/10.5539/jedp.v6n1p140>
- R Core Team. (2022). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- Raudenbush, S. W., & Bryk, A. S. (2002). *Hierarchical Linear Models: Applications and Data Analysis Methods* (2nd ed.). SAGE Publications, Inc.

- Raudenbush, S. W., Bryk, A. S., Cheong, Y. F., Congdon, R. T., & du Toit, M. (2019). *HLM 8: Hierarchical Linear and Nonlinear Modeling*. SSI (Scientific Software International).
https://ssicentral.com/wp-content/uploads/2020/07/HLM_Guide.pdf
- Reeve, J. (2009). *Understanding motivation and emotion* (5th ed). John Wiley & Sons.
- Richter, D., Kunter, M., Lüdtke, O., Klusmann, U., Anders, Y., & Baumert, J. (2013). How different mentoring approaches affect beginning teachers' development in the first years of practice. *Teachers and Teaching*, *36*, 166–177. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2013.07.012>
- Riffert, F., Hagenauer, G., Kriegseisen, J., & Strahl, A. (2021). On the impact of learning cycle teaching on austrian High School students' emotions, academic self-concept, engagement, and achievement. *Research in Science Education*, *51*(6), 1481–1499.
<https://doi.org/10.1007/s11165-020-09918-w>
- Ritter, C. R., Barker, B. A., & Scharp, K. M. (2020). Using attribution theory to explore the reasons adults with hearing loss do not use their hearing aids. *PLOS ONE*, *15*(9), e0238468.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238468>
- Rueger, S. Y., Malecki, C. K., & Demaray, M. K. (2008). Relationship Between Multiple Sources of Perceived Social Support and Psychological and Academic Adjustment in Early Adolescence: Comparisons Across Gender. *Journal of Youth and Adolescence*, *39*(1), 47.
<https://doi.org/10.1007/s10964-008-9368-6>
- Ruiz-Alfonso, Z., & León, J. (2016). The role of passion in education: A systematic review. *Educational Research Review*, *19*, 173–188. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.09.001>
- Rutkowski, L., Gonzalez, E., Joncas, M., & von Davier, M. (2010). International Large-Scale Assessment Data: Issues in Secondary Analysis and Reporting. *Educational Researcher*, *39*(2), 142–151. <https://doi.org/10.3102/0013189X10363170>

- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000a). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 54–67. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000b). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2002). 1: Overview of Self-Determination Theory: An organismic dialectical perspective. In *Handbook of Self-determination research* (p. 31). The University of Rochester Press.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2018). *Self-Determination Theory: Basic psychological needs in motivation, development, and wellness*. Guilford Press. <https://www.guilford.com/books/Self-Determination-Theory/Ryan-Deci/9781462538966>
- Ryan, R. M., Mims, V., & Koestner, R. (1984). Relation of reward contingency and interpersonal context to intrinsic motivation: A review and test using cognitive evaluation theory. *Journal of Personality and Social Psychology*, 45(4), 736. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.45.4.736>
- Sahito, Z., & Vaisanen, P. (2020). A literature review on teachers' job satisfaction in developing countries: Recommendations and solutions for the enhancement of the job. *Review of Education*, 8(1), 3–34. <https://doi.org/10.1002/rev3.3159>
- Samacá Amaya, D. A. (2017). *Programas de incentiv amas de incentivos como estr os como estrategias de mejor ategias de mejora de la a de la calidad educativa. Estudio de caso: Ministerio de Educación Nacional de Colombia (2015-2016)*. Universidad La Salle.

- Sanchez Zinny, G. (2013). Latin America's drop out crisis. *Atlantic Council*.
<https://www.atlanticcouncil.org/blogs/new-atlanticist/latin-america-s-drop-out-crisis/>
- Santrock, J. (2002). *Psicología de La Educacion* (2nd ed.). McGraw Hill PDF.
<https://es.scribd.com/document/400517659/Santrock-John-2002-Psicologia-de-La-Educacion-Una-Herramienta-Para-La-Ensenanza-Efectiva-en-Psicologia-de-La-Educacion-Mexico-McGraw-Hill-pdf>
- Sapiencia, A. de E. S. de M. (2022). *Fondo Sapiencia Posgrados Maestros – Sapiencia Medellín / Agencia de Educación Postsecundaria de Medellín*. https://sapiencia.gov.co/fondos-sapiencia/posgrados_maestros/
- Saroughi, M., & Cheema, J. (2022). Mediating effect of sense of belonging on the relationship between teacher support and science literacy: Evidence from Lebanon. *Current Psychology*. <https://doi.org/10.1007/s12144-022-02803-x>
- Schunk, D. H., Meece, J. L., & Pintrich, P. R. (2008). *Motivation in education: Theory, research, and applications* (3rd ed.). Pearson.
- Secretaría de Educación de Medellín. (2022). Premios a la calidad educativa ★ Secretaría de Educación. *Secretaría de Educación*. <https://www.medellin.edu.co/maestros/premios-a-la-calidad-educativa/>
- Sheldrake, R., Mujtaba, T., & Reiss, M. J. (2017). Science teaching and students' attitudes and aspirations: The importance of conveying the applications and relevance of science. *International Journal of Educational Research*, 85, 167–183.
<https://doi.org/10.1016/j.ijer.2017.08.002>

- Slemp, G. R., Field, J. G., & Cho, A. S. H. (2020). A meta-analysis of autonomous and controlled forms of teacher motivation. *Journal of Vocational Behavior*, *121*.
<https://doi.org/10.1016/j.jvb.2020.103459>
- Steinmayr, R., Weidinger, A. F., Schwinger, M., & Spinath, B. (2019). The Importance of Students' Motivation for Their Academic Achievement – Replicating and Extending Previous Findings. *Frontiers in Psychology*, *10*, 1730.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01730>
- Stellmacher, A., Ohlemann, S., Pfetsch, J., & Ittel, A. (2020). Pre-Service Teacher Career Choice Motivation: A Comparison of Vocational Education and Training Teachers and Comprehensive School Teachers in Germany. *International Journal for Research in Vocational Education and Training*, *7*(2), Article 2. <https://doi.org/10.13152/IJRVET.7.2.5>
- Stern, C., Jordan, Z., & McArthur, A. (2014). Developing the review question and inclusion criteria. *The American Journal of Nursing*, *114*(4), 53–56.
<https://doi.org/10.1097/01.NAJ.0000445689.67800.86>
- Stewart, E. B. (2007). School Structural Characteristics, Student Effort, Peer Associations, and Parental Involvement: The Influence of School- and Individual-Level Factors on Academic Achievement. *Education and Urban Society*, *40*(2), 179–204.
<https://doi.org/10.1177/0013124507304167>
- Stirling, D. (2014). Motivation in education. *Learning Development Institute*, 1–24.
- Szente, J. (2007). Empowering Young Children for Success in School and in Life. *Early Childhood Education Journal*, *34*(6), 449–453. <https://doi.org/10.1007/s10643-007-0162-y>
- Tat, O., Koyuncu, İ., & Gelbal, S. (2019). The Influence of Using Plausible Values and Survey Weights on Multiple Regression and Hierarchical Linear Model Parameters. *Eğitimde ve*

- Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Dergisi*, 235–248.
<https://doi.org/10.21031/epod.486999>
- Taylor, G., Jungert, T., Mageau, G. A., Schattke, K., Dedic, H., Rosenfield, S., & Koestner, R. (2014). A self-determination theory approach to predicting school achievement over time: The unique role of intrinsic motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 39(4), 342–358. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2014.08.002>
- Tee, Y., Waheed, Z., Ibrahim, Z., See, J., Shing, N., Menon, S., & Abedalaziz, N. (2015). Teachers' background factors and its relation to motivation. *Malaysian Online Journal of Educational Management (Mojem)*, 3, 1–17.
- Torres-Quiroga, S. (2016). Factores que inciden en la motivación de los estudiantes para continuar estudiando Comunicación Social – Periodismo. *Praxis*, 12, 8.
<https://doi.org/10.21676/23897856.1839>
- Transparency International. (2013). *Global corruption report: Education*. Transparency International. <https://tinyurl.com/yzelz8u5>
- Treviño, E. (2010). *Factores asociados al logro cognitivo de los estudiantes de América Latina y el Caribe*. UNESCO.
- Tschannen-Moran, M., & Barr, M. (2004). Fostering Student Learning: The Relationship of Collective Teacher Efficacy and Student Achievement. *Leadership and Policy in Schools*, 3(3), 189–209. <https://doi.org/10.1080/15700760490503706>
- Umarji, O., McPartlan, P., Moeller, J., Li, Q., Shaffer, J., & Eccles, J. (2021). *The motivational system of task values and anticipated emotions in daily academic behavior* / SpringerLink. 599–616.

UNESCO (Ed.). (2012). *Opportunities lost: The impact of grade repetition and early school leaving*. UNESCO, Institute for Statistics.

UNESCO. (2013). *Background and criteria for teacher-policy development in Latin America and the Caribbean*. OREALC/UNESCO.

UNESCO. (2020). *Migración, desplazamiento y educación en Colombia: Inclusión y educación de migrantes venezolanos en Colombia. Documento encargado para el Informe de Seguimiento de la Educación en el Mundo 2020 América Latina y el Caribe -Inclusión y educación: Todos y todas sin excepción* (p. 55).
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374692>

UNESCO-IICBA. (2017). *Teacher Support and Motivation Framework*. UNESCO-IICBA.
<http://www.iicba.unesco.org/?q=node/244>

Valerio, K. (2012). Intrinsic motivation in the classroom. *Education Matters*, 2(1), 30–35.

Vallerand, R., Pelletier, L., Blais, M., Brière, N., Senécal, C., & Vallières, E. (1992). The Academic Motivation Scale: A Measure of Intrinsic, Extrinsic, and Amotivation in Education. *Educational and Psychological Measurement*, 52, 1003–1003.
<https://doi.org/10.1177/0013164492052004025>

van Driel, J. H., Beijaard, D., & Verloop, N. (2001). Professional development and reform in science education: The role of teachers' practical knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), 137–158. [https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200102\)38:2<137::AID-TEA1001>3.0.CO;2-U](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200102)38:2<137::AID-TEA1001>3.0.CO;2-U)

Villar, A., & Zoido, P. (2016). Challenges to quality and equity in educational performance for Latin America, a PISA 2012 perspective. *RELIEVE - Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 22(1). <https://doi.org/10.7203/relieve.22.1.8273>

- Villareal Campo, A. P. (2021). Pedagogía de la motivación y la inteligencia emocional en la institución educativa Promoción social en el departamento el Huila-Colombia. In *RIDGE 2021: Dirección, Gestión, Liderazgo y Calidad Educativa*, (8th ed., pp. 104–1025). Redipe. <https://redipe.org/wp-content/uploads/2021/11/Libro-Ridge-2021.pdf#page=104>
- Visaria, S., Dehejia, R., Chao, M. M., & Mukhopadhyay, A. (2016). *Unintended Consequences of Rewards for Student Attendance: Results from a Field Experiment in Indian Classrooms* (Working Paper No. 22528; Working Paper Series). National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w22528>
- Wang, C. K. J., Liu, W. C., Kee, Y. H., & Chian, L. K. (2019). Competence, autonomy, and relatedness in the classroom: Understanding students' motivational processes using the self-determination theory. *Heliyon*, 5(7), e01983. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01983>
- Weiner, B. (1982). An Attribution Theory of Motivation and Emotion. *Series in Clinical & Community Psychology: Achievement, Stress, & Anxiety*.
- Weisgram, E. S., Dinella, L. M., & Fulcher, M. (2011). The role of masculinity/femininity, values, and occupational value affordances in shaping young men's and women's occupational choices. *Sex Roles: A Journal of Research*, 65(3–4), 243–258. <https://doi.org/10.1007/s11199-011-9998-0>
- Weiss, H. M. (2002). Deconstructing job satisfaction Separating evaluations, beliefs and affective experiences. *Human Resource Management Review*, 22.
- Welsh, W. N. (2000). *The Effects of School Climate on School Disorder*. 20.
- Wen-ying, M., & Xi, L. (2016). A New view on teaching motivation—Self-determination Theory. *Sino-US English Teaching*, 13(1). <https://doi.org/10.17265/1539-8072/2016.01.006>

- Wigfield, A., Cambria, J., & Eccles, J. S. (2019). Motivation in education. In *The Oxford handbook of human motivation* (Ryan, Richard M., pp. 443–461). Oxford university press.
- Wiyono, B. B. (2016). *Comparison of teachers' work motivation based on gender, age, education level, work duration, rank, and school level*. 3.
- World Bank. (2021). *World Development Indicators*.
<https://data.worldbank.org/indicator/SE.PRM.ENRR?locations=CO>
- Wu, M. (2005). The role of plausible values in large-scale surveys. *Studies in Educational Evaluation*, 31(2), 114–128. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2005.05.005>
- You, S., Kim, E. K., Lim, S. A., & Dang, M. (2021). Student and Teacher Characteristics on Student Math Achievement. *Journal of Pacific Rim Psychology*, 15, 183449092199142. <https://doi.org/10.1177/1834490921991428>
- Zhao, J., Tanu Wijaya, T., Mailizar, M., & Habibi, A. (2022). Factors Influencing Student Satisfaction toward STEM Education: Exploratory Study Using Structural Equation Modeling. *Applied Sciences*, 12(9717), 20. <https://doi.org/doi.org/10.3390/app12199717>

Anexos

Cuadro 1. Items de la variable máximo nivel educativo del profesor

Pregunta TC012. ¿Cuál es el máximo nivel de educación formal que ha completado?	
1	Por debajo de ISCED nivel 5
2	ISCED nivel 5B
3	ISCED nivel 5A pregrado
4	ISCED nivel 5A Maestría
5	ISCED nivel 6

Cuadro 2. Items de la variable años de experiencia del profesor

Pregunta TC007. Por favor indique el número de años que ha trabajado, independientemente de si ha sido medio tiempo o tiempo completo. Si alguna opción no aplica para usted seleccione "0" (cero)	
TC007Q01NA	Años trabajando como profesor en la institución actual
TC007Q02NA	Años trabajando como profesor en total

Cuadro 3. Items de la variable aspiración docente

Pregunta TC013. Después de completar su formación secundaria (ISCED 3), ¿era su propósito dedicarse a la profesión docente?	
1	Sí
2	No

Cuadro 4. Items de la variable formación docente

Pregunta TC014. ¿Completó un programa de formación o capacitación docente?	
1	Sí
2	No

Cuadro 5. Items utilizados en la construcción del índice de autoeficacia del profesor para la enseñanza de las ciencias naturales- SETEACH

Pregunta TC033. ¿En qué medida puede (o podría) hacer lo siguiente?	
TC033Q04NA	Diseñar experimentos y actividades prácticas para aprendizaje basado en la investigación
TC033Q05NA	Asignar tareas a medida tanto a los más débiles como a los mejores estudiantes
TC033Q06NA	Utilizar una variedad de estrategias de evaluación

TC033Q08NA	Facilitar un debate entre los alumnos sobre cómo interpretar los resultados de los experimentos
1= En absoluto; 2= Muy poco; 3= En alguna medida; 4= En gran medida	

Cuadro 6. Items utilizados en la construcción del índice de autoeficacia del profesor en los contenidos de ciencias naturales- SECONT

Pregunta TC034. ¿En qué medida puede (o podría) hacer lo siguiente?	
TC034Q01NA	Explicar un concepto científico complejo a un profesor colega
TC034Q02NA	Exponer y defender una posición fundamentada sobre problemas éticos relacionados con las ciencias naturales
TC034Q04NA	Leer artículos de vanguardia en mi disciplina científica
TC034Q06NA	Explicar los vínculos entre la biología, la física y la química
1= En absoluto; 2= Muy poco; 3= En alguna medida; 4= En gran medida	

Cuadro 7. Items utilizados en la construcción del índice de colaboración entre los profesores de ciencias naturales- COLSCIT

Pregunta TC031. ¿Hasta qué punto está en desacuerdo o de acuerdo con las siguientes afirmaciones sobre la cooperación habitual entre sus compañeros profesores de ciencias y usted?	
TC031Q04NA	Discutimos los criterios de logro en ciencias naturales al momento de elaborar los exámenes
TC031Q07NA	Es natural que cooperemos en cuanto a las tareas que debemos asignar a nuestros estudiantes
TC031Q11NA	Discutimos los criterios que utilizamos para calificar las pruebas escritas
TC031Q13NA	Intercambiamos tareas para las lecciones y los ejercicios en casa que cubren una gama de diferentes niveles de dificultad
TC031Q14NA	Preparo una selección de unidades didácticas con mis compañeros de ciencias de la escuela
TC031Q15NA	Discutimos formas de enseñar estrategias y técnicas a nuestros estudiantes
TC031Q18NA	Mis compañeros profesores de ciencias de la escuela se benefician de mis habilidades e intereses específicos
TC031Q20NA	Discutimos formas de identificar mejor las fortalezas individuales de los estudiantes
1= Completamente en desacuerdo; 2= En desacuerdo; 3= De acuerdo; 4= Completamente de acuerdo	

Cuadro 8. Items utilizados en la construcción del índice de escasez de material educativo e infraestructura-TCEDUSHORT

Pregunta TC028. ¿La capacidad de su escuela para impartir clases se ve obstaculizada por alguna de las siguientes razones?
--

TC028Q05NA	Falta de material didáctico (e.g. libros de texto, equipos informáticos, material de biblioteca o de laboratorio)
TC031Q06NA	Material didáctico inadecuado o de mala calidad (e.g. libros de texto, equipos informáticos, material de biblioteca o de laboratorio)
TC031Q07NA	Falta de infraestructura física (e.g. edificio, instalaciones, calefacción/refrigeración, iluminación y sistemas acústicos)
TC031Q08NA	Infraestructura física inadecuada o de mala calidad (e.g. edificio, instalaciones, calefacción/refrigeración, iluminación y sistemas acústicos)
1= En absoluto; 2= Muy poco; 3= En alguna medida; 4= En gran medida	

Cuadro 9. Items utilizados en la construcción del índice de escasez de personal docente-TCSTAFFSHORT

Pregunta SC017. ¿La capacidad de enseñanza en su centro educativo se ve obstaculizada por alguna de los siguientes factores?	
TC028Q01NA	Escasez de profesores
TC028Q02NA	Personal docente inadecuado o poco cualificado
TC028Q03NA	Escasez de personal de apoyo
TC028Q04NA	Personal de apoyo inadecuado o poco cualificado
1= En absoluto; 2= Muy poco; 3= En alguna medida; 4= En gran medida	

Cuadro 10. Items utilizados en la construcción del índice de participación de los profesores/Autonomía- TEACHPART

Pregunta SC010. En lo que respecta a su centro educativo, ¿quién tiene una responsabilidad considerable en las siguientes tareas?	
SC010Q01NA	Selección de profesores para su contratación
SC010Q02NA	Despedir a los profesores
SC010Q03NA	Establecer el salario inicial de los profesores
SC010Q04NA	Determinar los aumentos salariales de los profesores
SC010Q05NA	Formular el presupuesto escolar
SC010Q06NA	Decidir las asignaciones presupuestarias dentro de la escuela
SC010Q07NA	Establecer las políticas disciplinarias de los alumnos
SC010Q08NA	Establecer las políticas de evaluación de los alumnos
SC010Q09NA	Aprobar la admisión de estudiantes a la escuela
SC010Q10NA	Elegir los libros de texto que se utilizan
SC010Q11NA	Determinar el contenido de los cursos

SC010Q12NA	Decidir qué cursos se ofrecen
1=Profesor; 2= Rector; 3= Consejo directivo de la institución; 4= Secretaría de educación regional o local; 5=Ministerio de educación nacional	

Cuadro 11. *Items utilizados en la construcción del índice de comportamientos de los profesores que dificultan el aprendizaje- TEACHBEHA*

Pregunta SC061. En su escuela, ¿en qué medida el aprendizaje de los alumnos se ve obstaculizado por los siguientes fenómenos?	
SC061Q06NA	Los profesores no responden a las necesidades individuales de los estudiantes
SC061Q07NA	Absentismo de los profesores
SC061Q08NA	Resistencia del personal docente al cambio
SC061Q09NA	Los profesores son demasiado estrictos con los estudiantes
SC061Q10NA	Los profesores no parecen estar bien preparados para las clases.
1= En absoluto; 2= Muy poco; 3= En alguna medida; 4= En gran medida	

Cuadro 12. *Items utilizados en la construcción del índice de comportamientos de los estudiantes que dificultan el aprendizaje- STUBEHA*

Pregunta SC061. En su escuela, ¿en qué medida el aprendizaje de los alumnos se ve obstaculizado por los siguientes fenómenos?	
SC061Q01NA	Estudiantes que se ausentan de clase sin justificación
SC061Q02NA	Estudiantes que faltan a clases individuales
SC061Q03NA	Falta de respeto de los estudiantes hacia los profesores
SC061Q04NA	Consumo de alcohol o drogas ilegales por parte de los estudiantes
SC061Q05NA	Intimidación o acoso a los estudiantes por parte de sus compañeros de clase
1= En absoluto; 2= Muy poco; 3= En alguna medida; 4= En gran medida	

Cuadro 13. *Items utilizados en la variable grado del estudiante -GRADE*

Pregunta ST001. ¿En qué grado está usted? Seleccione	
1	6°
2	7°

3	8°
4	9°
5	10°
6	11°

Cuadro 14. *Items utilizados en la construcción del índice recursos educativos disponibles en el hogar-HEDRES*

Pregunta ST011. ¿Cuáles de los siguientes elementos se encuentran en su casa?	
ST011Q01NA	Un escritorio para estudiar
ST011Q02NA	Una habitación propia
ST011Q03NA	Un lugar tranquilo para estudiar
ST011Q04NA	Un computador que pueda utilizar para el trabajo escolar
ST011Q05NA	Software educativo
ST011Q10NA	Libros de ayuda para las tareas escolares
ST011Q11NA	Libros de referencia técnica
ST011Q12NA	Un diccionario
1= Sí; 2= No	

Cuadro 15. *Items utilizados en la construcción del índice de disponibilidad de recursos TIC-ICTRES*

Pregunta ST011. ¿Cuáles de los siguientes elementos se encuentran en su casa?	
ST011Q05NA	Software educativo
ST011Q06NA	Conexión a internet
1= Sí; 2= No	
Pregunta ST012. ¿Cuántos de estos elementos hay en su casa?	
ST012Q05NA	Teléfonos móviles con acceso a Internet (por ejemplo, smartphones)
ST012Q06NA	Computadores (Computador de mesa o portátil)
ST012Q07NA	Tablets (e.g., iPad®, BlackBerry® PlayBook™)
ST012Q08NA	Lectores de libros electrónicos (e.g. Kindle™, Kobo, Bookeen)
1= Ninguno; 2= Uno; 3=Dos; 4= Tres o más	

Cuadro 16. *Items utilizados en la construcción del índice de interés general por tópicos en ciencias natural- INTBRSCI*

Pregunta ST095. ¿Hasta qué punto le interesan los siguientes temas científicos generales?	
ST095Q04NA	Biosfera (e.g., servicios de los ecosistemas, sostenibilidad)
ST095Q07NA	Movimiento y fuerzas (e.g., velocidad, fricción, fuerzas magnéticas y gravitatorias)
ST095Q08NA	Energía y su transformación (e.g., conservación, reacciones químicas)
ST095Q13NA	El universo y su historia
ST095Q15NA	Cómo la ciencia puede ayudarnos a prevenir enfermedades
1= No interesado; 2= Poco interesado; 3= Interesado; 4= Muy interesado; 5=No sé qué es esto	

Cuadro 17. *Item utilizado para la variable estatus ocupacional esperado del estudiante-BSMJ*

Pregunta ST114. ¿Qué tipo de trabajo espera tener cuando tenga unos 30 años?	
Por favor escriba el título del trabajo _____	

Cuadro 18. *Items utilizados en la construcción del índice de repetencia de grado- REPEAT*

Pregunta ST127. ¿Alguna vez ha repetido un grado?	
ST127Q01NA	Durante la escuela primaria
ST127Q02NA	Durante la secundaria
1= No, nunca; 2= Si, una vez; 3= Si, dos veces o más	

Cuadro 19. *Items utilizados en la construcción del índice de autoeficacia en ciencias naturales- SCIEEFF*

Pregunta ST129. ¿Hasta qué punto le interesan los siguientes temas científicos generales?	
ST129Q01NA	Reconocer la cuestión científica que subyace en un reportaje periodístico sobre un tema de salud
ST129Q02NA	Explicar por qué los terremotos se producen con más frecuencia en algunas zonas que en otra
ST129Q03NA	Describir el papel de los antibióticos en el tratamiento de las enfermedades
ST129Q04NA	Identificar la cuestión científica asociada a la disposición de residuos
ST129Q05NA	Predecir cómo los cambios en un entorno afectarán a la supervivencia de determinadas especies
ST129Q06NA	Interpretar la información científica proporcionada en las etiquetas de los alimentos
ST129Q07NA	Discutir cómo las nuevas evidencias pueden llevarle a cambiar su comprensión sobre la posibilidad de vida en Marte
ST129Q08NA	Identificar la mejor de dos explicaciones para la formación de la lluvia ácida

1= Podría hacer esto fácilmente; 2= Podría hacerlo con un poco de esfuerzo; 3= Me costaría hacer esto por mi cuenta; 4= No podría hacer esto

Cuadro 20. *Items utilizados en la construcción del índice de práctica docente de enseñanza basada en la indagación- IBTEACH*

Pregunta ST098. Cuando se estudian temas científicos en la escuela, ¿con qué frecuencia se realizan las siguientes actividades?	
ST098Q01NA	Los estudiantes tienen la oportunidad de explicar sus ideas
ST098Q02NA	Los estudiantes pasan tiempo en el laboratorio haciendo experimentos prácticos
ST098Q03NA	Se pide a los estudiantes que argumenten sobre cuestiones científicas
ST098Q05NA	Se pide a los alumnos que saquen conclusiones de un experimento que han realizado
ST098Q06NA	El profesor explica cómo una idea científica escolar puede aplicarse a una serie de fenómenos diferentes (e.g., el movimiento de objetos, sustancias con propiedades similares propiedades)
ST098Q07NA	Se permite a los estudiantes diseñar sus propios experimentos
ST098Q08NA	Identificar la mejor de dos explicaciones para la formación de la lluvia ácida
ST098Q09NA	El profesor explica claramente la relevancia de los conceptos generales de la ciencia para nuestras vidas
ST098Q10NA	Se pide a los estudiantes que realicen una investigación para comprobar las ideas
1= En todas las clases; 2= En la mayoría de las clases; 3=En algunas clases; 4= Nunca o casi nunca	

Cuadro 21. *Items utilizados en la construcción del índice de práctica docente de enseñanza dirigida- TDTEACH*

Pregunta ST103. Cuando se estudian temas científicos en la escuela, ¿con qué frecuencia se realizan las siguientes actividades?	
ST103Q01NA	El profesor explica las ideas científicas
ST103Q03NA	Se lleva a cabo un debate de toda la clase con el profesor
ST103Q08NA	El profesor discute nuestras preguntas
ST103Q11NA	El profesor demuestra una idea
1= En todas las clases; 2= En la mayoría de las clases; 3=En algunas clases; 4= Nunca o casi nunca	

Cuadro 22. *Items utilizados en la construcción del índice de apoyo del profesor en las clases de ciencias naturales- TEACHSUP*

Pregunta ST100. Cuando se estudian temas científicos en la escuela, ¿con qué frecuencia se realizan las siguientes actividades?	
---	--

ST100Q01NA	El profesor muestra interés por el aprendizaje de cada estudiante
ST100Q02NA	El profesor da ayuda extra cuando los estudiantes la necesitan
ST100Q03NA	El profesor ayuda a los alumnos en su aprendizaje
ST100Q04NA	El profesor sigue enseñando hasta que los estudiantes comprendan
ST100Q05NA	El profesor da a los estudiantes la oportunidad de expresar sus opiniones
1= En todas las clases; 2= En la mayoría de las clases; 3=En algunas clases; 4= Nunca o casi nunca	

Cuadro 23. Naturaleza del establecimiento educativo

Pregunta SC013. ¿Su institución educativa es pública o privada?	
1	Una institución pública
2	Una institución privada

Cuadro 24. Tamaño de la escuela (matricula total)-SCHSIZE

Pregunta SC002. A febrero de 2015, ¿Cuál era la matrícula total de la institución? (número de estudiantes)	
SC002Q01TA	Número de hombres
SC002Q02TA	Número de mujeres

Cuadro 25. Tamaño promedio de la clase-CLSIZE

Pregunta SC003. ¿Cuál es tamaño promedio de estudiantes por cada curso de ciencias naturales en grado 9 ^o -10 ^o en su institución educativa?	
1	15 estudiantes o menos
2	16-20 estudiantes
3	21-25 estudiantes
4	26-30 estudiantes
5	31-35 estudiantes
6	36-40 estudiantes
7	41-45 estudiantes
8	46-50 estudiantes
9	Más de 50 estudiantes