

Factores Asociados a la Competencia Matemática: Un Estudio a Partir PISA-D 2018

Factors Associated with the Mathematical Competence: A Study from PISA-D 2018

Tannya Tene-Tenempaguay *, Fernando Martínez-Abad y Juan Pablo Hernández-Ramos

Universidad de Salamanca, España

DESCRIPTORES:

Ecuador
PISA-D
Matemáticas
Eficacia escolar
Modelos multinivel

RESUMEN:

Ecuador fue uno de los países que participó en la Programa de Evaluación Internacional de Estudiantes para el Desarrollo (PISA-D) en el 2018. Sin embargo, no existen estudios derivados que demuestren los factores asociados al logro de la competencia matemática de los estudiantes para apoyar y orientar las acciones o planes educativos nacionales. Por ello, se analizó esta base de datos a través de modelos multinivel a una muestra de 5664 estudiantes de 173 centros educativos. Los resultados evidencian que factores contextuales del estudiante como el género, el grado o el estatus migratorio del estudiante y del centro son los más intensamente asociados con el rendimiento de los estudiantes. Los factores educativos alcanzaron un impacto más moderado, destacando el sentimiento de pertenencia del estudiante hacia al centro, y variables del profesor como la relación docente-alumno o el liderazgo del equipo directivo. Finalmente se discuten los factores asociados al rendimiento obtenido en Ecuador en relación a otros países del entorno, y se concluye estableciendo algunas recomendaciones en el ámbito de las políticas educativas nacionales. Resulta necesario profundizar en estos resultados con nuevos estudios que ayuden a tomar medidas pertinentes en busca de mejorar la calidad de la educación en el país.

KEYWORDS:

Ecuador
PISA-D
Mathematics
School effectiveness
Multilevel models

ABSTRACT:

Ecuador was one of the countries that participated in the Program for International Student Assessment for Development (PISA-D) in 2018. However, there are no derived studies that demonstrate the factors associated with students' mathematical proficiency achievement to support and guide national educational actions or plans. Therefore, this database was analyzed through multilevel models to a sample of 5664 students from 173 educational centers. The results show that student contextual factors such as gender, grade, student and school migration status are the most strongly associated with student achievement. Educational factors had a more moderate impact, highlighting the student's feeling of belonging to the school, and teacher variables such as the teacher-student relationship or the leadership of the management team. Finally, we discuss the factors associated with the achievement in Ecuador in relation to other neighboring countries, and conclude by establishing some recommendations for national educational policies. It is necessary to deepen these results with new studies that will help to take pertinent measures to improve the quality of education in the country.

CÓMO CITAR:

Tene-Tenempaguay, T., Martínez-Abad, F. y Hernández-Ramos, J. P. (2025). Factores asociados a la competencia matemática: un estudio a partir PISA-D 2018. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 23(2).
<https://doi.org/10.15366/reice2025.23.2.001>

1. Introducción

Las evaluaciones educativas nacionales e internacionales a gran escala proporcionan un panorama general de la situación del sistema educativo de un país. Por ello, son varios que evalúan a sus miembros a través de programas de corta o larga duración. En el caso de Ecuador, un país en vías de desarrollo, su participación en evaluaciones educativas internacionales depende de la decisión de autoridades y el presupuesto disponible. En el año 2018, participó en el Programa de Evaluación Internacional de Estudiantes para el Desarrollo (PISA-D), dirigido a estudiantes de 15 años de países con ingresos medios y bajos.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2018a) propuso esta nueva versión de PISA, con el objetivo de: ayudar a los países participantes a desarrollar la capacidad de gestión y utilización de los resultados de las evaluaciones en gran escala; ofrecer datos para apoyar el diálogo de los miembros educativos, originando políticas educativas y prácticas basadas en evidencias; apoyar a los países a que el cuarto objetivo de Desarrollo Sostenible sea logrado; y mejorar las pruebas PISA para aumentar la participación de países con ingresos bajos y medios. El total de estudiantes en PISA-D fueron 37000 de 7 países, 2 de África, 4 de América Latina y 1 de Asia. Además de los estudiantes escolarizados de 15 años, esta versión evaluó a jóvenes de 14 a 16 años que no asisten a los centros educativos.

Las pruebas PISA-D, al igual que su hermano PISA, evalúan la competencia matemática, lectora y científica. No obstante, a los jóvenes que no asisten a los centros educativos solo se les aplicaron las pruebas de Matemáticas y Lectura, junto a los cuestionarios de contexto (OCDE, 2018a). La cantidad de información que recogen las pruebas posibilita realizar análisis para conocer la eficacia y equidad del sistema educativo. Por ello, varios autores (p. ej., Correa-Betancour, 2016; Murillo, 2016) recalcan la importancia de seguir investigando para que desde evidencias empíricas se tomen decisiones pertinentes y adecuadas, especialmente en los países más inequitativos del mundo. En el caso de Ecuador no se encuentran estudios sobre eficacia escolar y factores asociados al rendimiento de los estudiantes y que a la vez impulsen políticas educativas y sociales para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. Solo el Instituto Nacional de Evaluación Educativa del Ecuador (INEVAL) (2018a) recalca que el país obtuvo los mejores resultados de PISA-D, a pesar de que el nivel de competencia matemática de los estudiantes es básico.

2. Revisión de la literatura

Varios estudios señalan que los factores que influyen en el rendimiento de los estudiantes iberoamericanos en el área de matemáticas son contextuales. Menos atención en la bibliografía ha tenido el estudio de otras variables educativas asociadas al rendimiento de los estudiantes, aunque se localizan algunas de comportamiento y participación del estudiante, y otras relacionadas con el rol docente.

Se localizaron numerosos factores contextuales en la revisión de la literatura, siendo género, el grado académico, y el nivel socioeconómico, tanto familiar como escolar los factores identificados más frecuentemente.

Respecto al género, los hombres predicen sistemáticamente puntuaciones más elevadas que las mujeres en matemáticas (Carrasco, 2007; Chaparro y Gamazo, 2020; Gamazo et al., 2018; Giménez et al., 2021; Krüger, 2020; Muelle, 2020; Redondo y Navarro,

2007), localizándose resultados similares en México, Perú, España, Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Uruguay, Panamá o República Dominicana. A excepción de estos dos últimos países, también se encuentran evidencias que señalan que un buen nivel socioeconómico familiar (NSE) influye positivamente en el desempeño de los estudiantes (Bazán et al., 2017; Botello-Peñaloza, 2016; De Jorge-Moreno, 2016; Gamazo et al., 2018; Redondo y Navarro, 2007). Así, el alumnado proveniente de hogares pobres tiende a niveles inferiores de rendimiento.

También, los recursos educativos del hogar, en concreto el número de libros disponibles, influye de manera directa en el rendimiento del estudiante (Giménez et al., 2021; Redondo y Navarro, 2007). Otro factor clave es el nivel educativo familiar, especialmente si los progenitores tienen una educación secundaria superior o posgrado (Botello-Peñaloza, 2016; Giménez et al., 2021). Se observan efectos positivos altamente significativos generalizados del nivel educativo familiar sobre el rendimiento en matemáticas. Asimismo, Giménez y cols. (2021) observan que el efecto par también influye, es decir, los alumnos costarricenses que se rodean de compañeros de NSE alto tienden a mejorar su desempeño. Al igual que el nivel educativo, la situación profesional de los tutores también influye de manera positiva sobre el rendimiento en matemáticas, aunque de manera menos importante.

El grado cursado tiene una influencia inversa sobre rendimiento, especialmente en Portugal y Perú, que tienen un porcentaje importante de estudiantes con retraso escolar desde 1 año hasta 3 años (Aguiar y Ortigao, 2012; Carrasco, 2007; Muelle, 2020). Así, los estudiantes que cursan el grado normalizado por su edad alcanzan puntuaciones más elevadas que sus pares con retraso académico en España, México y Costa Rica (Chaparro y Gamazo, 2020; Gamazo et al., 2018; Giménez et al., 2021). Por otra parte, las evidencias muestran que la repetición de grado se asocia negativamente al rendimiento en matemáticas en estudios realizados en Perú, México y España (Carrasco, 2007; Chaparro y Gamazo, 2020; Gamazo et al., 2018; Muelle, 2020).

De igual manera, el estatus migratorio es un factor asociado negativamente al rendimiento en matemáticas, aunque esta variable alcanza un peso diferente entre países, más elevado en España (Gamazo et al., 2018) que en México (Chaparro y Gamazo, 2020). Otro de los factores poco estudiado es el lenguaje. Por ejemplo, Muelle (2020), en el contexto peruano, encuentra que un lenguaje materno igual al lenguaje escolar se asocia a puntuaciones más elevadas en Matemáticas.

La titularidad del centro educativo también es un factor muy estudiado (Chaparro y Gamazo, 2020; De Jorge-Moreno, 2016; Giménez et al., 2021; Redondo y Navarro, 2007). La titularidad privada se asocia con niveles de rendimiento más elevados a nivel general aunque debemos tener en cuenta que estos centros tienen una composición socioeconómica ventajosa y claramente diferenciada de los centros públicos. Otro aspecto positivo y significativo es el nivel de estatus económico, social y cultural del centro, factor localizado en la práctica totalidad de países latinoamericanos (Carrasco, 2007; Chaparro y Gamazo, 2020; Giménez et al., 2021; Krüger, 2020; León y Youn, 2016). El tamaño de la escuela también se ha observado como un factor asociado significativamente al rendimiento, siendo las escuelas grandes las que predicen rendimientos más elevados (De Jorge-Moreno, 2016; Muelle, 2020). En relación a esto, parece que los estudiantes que acuden a centros educativos ubicados en zonas urbanas obtienen puntuaciones más elevadas en comparación a sus pares en zonas rurales (León y Youn, 2016). Igualmente, la ratio estudiante/profesor influye de manera negativa al rendimiento (Botello-Peñaloza, 2016).

La escolarización temprana también se asocia positivamente al rendimiento. Las evidencias señalan que los estudiantes que acudieron a la educación preescolar obtienen mejores puntuaciones en comparación a los estudiantes que no asistieron (Bausela Herreras, 2017; Krüger, 2020). Por último, parece que el nivel de formación inicial del docente se asocia de manera directa al rendimiento en un buen número de países latinoamericanos: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, México, Panamá y Perú (Krüger, 2020).

En cuanto a las cuestiones personales del alumnado, los factores observados tienen que ver con el sentido de pertenencia al centro, absentismo escolar, motivación, ansiedad académica, clima disciplinario y apoyo académico brindado por las familias. El factor más estudiado es el clima disciplinario en clase, donde se observa de manera generalizada que buenos niveles se asocian a mejores puntuaciones en matemáticas (De Jorge-Moreno, 2016; León y Youn, 2016). Por otra parte, Muelle (2020) encuentra que el rendimiento en matemáticas está asociado positivamente tanto con el sentimiento de pertenencia a la escuela como con la motivación académica. Por su parte, los niveles de ansiedad académica y de absentismo se asocian negativamente con el rendimiento en matemáticas (Muelle, 2020). Además, el nivel de implicación de las familias en la educación de los hijos parece tener un efecto positivo sobre el rendimiento a nivel general (Bazán et al., 2016), aunque estos efectos son limitados en el caso de estudiantes de NSE bajos.

Los principales factores relacionados con la labor docente tienen que ver con los recursos educativos y tareas solicitadas a los estudiantes en las aulas. Mientras que León y Youn (2016) encuentran que los recursos educativos disponibles en la escuela influyen positivamente, aunque de manera moderada, sobre el rendimiento de los estudiantes peruanos, De Jorge-Moreno (2016) observa efectos significativos más grandes. En lo relativo a las tareas del aula, Bazán y otros (2017) observan que la ejecución de tareas de carácter procedimental se asocia positivamente con el puntaje en Matemáticas. No obstante, si las tareas se asocian al razonamiento matemático puro, los puntajes bajan.

En vista de que no se localizan estudios similares en Ecuador, este estudio utiliza la base de datos de PISA-D 2018 de Ecuador, disponible públicamente, con el objetivo de indagar cuáles son los factores asociados al rendimiento de los estudiantes en Matemáticas. De ello se originan tres hipótesis que se relacionan con las variables del nivel alumno, docente y centro educativo:

- H1: Los principales factores que influyen en la competencia matemática de los estudiantes ecuatorianos de 15 años son de carácter contextual.
- H2: El comportamiento y la participación estudiantil influyen significativamente en la competencia matemática de los estudiantes ecuatorianos de 15 años.
- H3: La competencia matemática de los estudiantes ecuatorianos de 15 años se asocia significativamente con el desempeño del rol docente.

En definitiva, la presente investigación pretende replicar los estudios previos que aplican modelos multinivel para la detección de factores contextuales y educativos asociados al rendimiento en matemáticas en el contexto ecuatoriano. Así, se incluirán inicialmente los factores contextuales asociados significativamente al rendimiento en matemáticas, para posteriormente analizar los factores educativos disponibles en PISA-D 2018.

2. Métodos

El estudio realiza un análisis secundario de la base de datos de PISA-D 2018, que es proporcionada por la OCDE. Específicamente, se analizan los datos del conjunto de estudiantes, docentes y centros educativos. En concreto, se aplica un diseño no experimental transversal, o de carácter ex-post-facto, sin ningún tipo de manipulación de variables y con interés exploratorio y correlacional.

Participantes

A partir de la población de estudiantes de 15 años escolarizados en Ecuador, la muestra del estudio estuvo conformada por 5664 estudiantes repartidos en 173 centros educativos, de los cuales 2.777 (49 %) resultaron mujeres y 2.887 (51 %) hombres. Cabe señalar que PISA-D empleó un muestreo estratificado en dos etapas con afijación proporcional y tamaño objetivo del grupo, lo cual garantizó la representatividad poblacional.

Instrumentos y variables

Este estudio se enfocó en el área de Matemáticas evaluada en PISA-D 2018, e incluyó otra información contextual disponible de los estudiantes, docentes y directores muestreados. El rendimiento en matemáticas se midió en PISA-D a partir de un conjunto de ítems de respuesta abierta, cerrada y de opción múltiple, siendo dos terceras partes del nivel de desempeño 2 o inferior y una tercera parte de los niveles 3-6 (OCDE, 2018c). El estudiante debe completar una muestra de ítems de entre los aproximadamente 200 disponibles, y se estima el rendimiento del estudiante a partir de un modelo de Teoría de Respuesta de Ítem. Por tanto se ofrecen 10 valores plausibles diferentes del rendimiento en matemáticas por estudiante. El resto de variables del estudio fueron seleccionadas entre las disponibles en los cuestionarios de contexto. A partir de la revisión de la literatura previa, se seleccionaron los factores relevantes de carácter sociodemográfico, económico y educativo, incluyendo cuestiones de formación del docente, actitudes del estudiante, clima del aula, tipo de centro o localización, entre otros (ver anexo online¹).

Así, la variable criterio del estudio correspondió al puntaje de logro en Matemáticas, que representa el conjunto de habilidades que el estudiante posee para formular, aplicar y analizar las matemáticas en diversos contextos o situaciones de la vida diaria. En concreto, siguiendo las recomendaciones de la OCDE (2018c) cuando no es posible trabajar con los 10 valores plausibles, se eligió de manera aleatoria un valor plausible, siendo seleccionado el número 10 (PV10MATH). Dado el carácter multinivel del modelo, se establecen variables del nivel estudiante (L1) y del nivel centro (L2). Todos los factores del nivel estudiante fueron agregados al nivel centro (mediante la media de la variable en cada centro). Así, además de las variables explicativas específicas del L1 y el L2, el modelo incluyó las variables agregadas al L2 desde sus variables “madre” del L1.

Procedimiento y análisis de datos

Tal y como recomienda la OCDE (2018a), empleó la ponderación muestral disponible tanto en el análisis descriptivo como en el análisis de los modelos lineales multinivel. Todos los análisis se realizaron a través del paquete estadístico SPSS.

¹ <https://zenodo.org/records/10103927>

Inicialmente se aplicaron análisis descriptivos para estudiar las distribuciones de todas las variables incluidas. Los modelos lineales multinivel se emplearon para analizar las variables explicativas del rendimiento en matemáticas. La utilización de este tipo de modelo evita problemas de agregación y desagregación entre variables (De la Cruz, 2008). Se diseñaron tres modelos de regresión que fueron anidándose: (1) modelo totalmente contextual; (2) con variables de comportamiento y participación del estudiante; y (3) añadiendo los factores de la labor docente. En línea con otros trabajos similares (Gamazo et al., 2018), en los tres modelos se fijaron las pendientes en el nivel escuela de las variables explicativas del nivel estudiante, permitiendo variar únicamente los interceptos de las mismas. Previamente, se calculó el modelo nulo para comprobar si los niveles de varianza explicada en el nivel escuela resultaban suficientes. El estudio se realizó a partir de un nivel de significación del 5 %.

3. Resultados

3.1. Análisis descriptivo

En el cuadro 1 se observa que ningún estudiante latinoamericano alcanza el nivel 6 de la competencia matemática en las pruebas PISA-D 2018, alcanzando la mayor parte niveles entre 0 y 2. El alumnado es capaz de realizar operaciones aritméticas, interpretar y reconocer situaciones simples. En definitiva es necesario y pertinente crear programas o políticas educativas y sociales que ayuden a mejorar la educación matemática de países de ingresos bajos y medios.

Cuadro 1

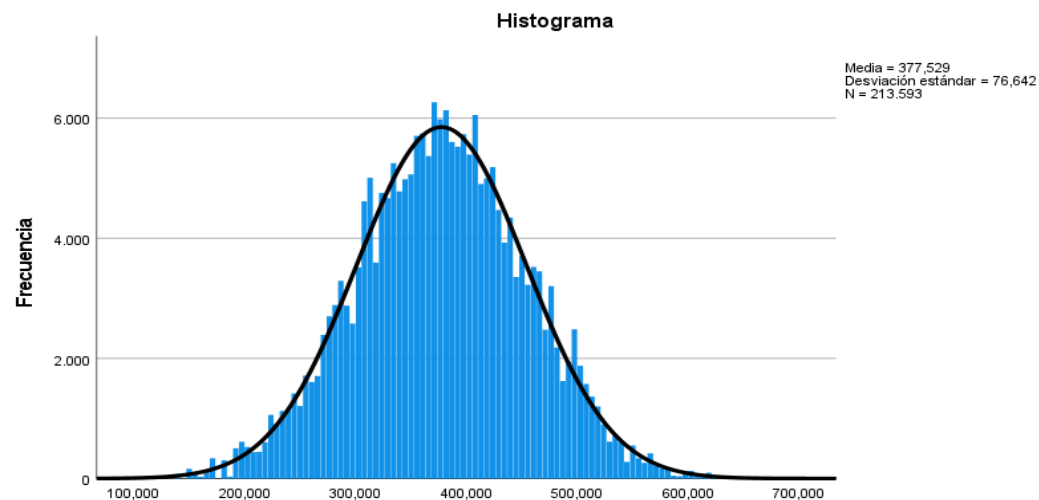
Países latinoamericanos en PISA-D 2018: % de estudiantes por nivel en Matemáticas

	Ecuador	Guatemala	Honduras	Paraguay
Nivel 0	40,4 %	64,1 %	59 %	67,5 %
Nivel 1	31,0 %	25,2 %	25 %	24,1 %
Nivel 2	19,9 %	9,3 %	11,8 %	7,6 %
Nivel 3	7,4 %	1,4 %	3,5 %	0,8 %
Nivel 4	1,2 %	0,0 %	0,5 %	0,0 %
Nivel 5	0,1 %	0,0 %	0,1 %	0,0 %
Nivel 6	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %

En la Figura 1 se observa que el promedio del alumnado de Ecuador rinde ligeramente por debajo de la media (379 puntos) de los países de América Latina y el Caribe. Respecto al percentil 50, se sitúa en 377, con un mínimo de 118 y un máximo de 622. Lo cual demuestra que existe gran variabilidad entre los estudiantes que obtuvieron el mayor y menor puntaje.

En el Cuadro 2 se detallan los resultados del análisis descriptivo de las variables explicativas asociadas significativamente con el rendimiento. Se observa que los centros educativos participantes de Ecuador tenían en su planta docentes con muy buenas expectativas hacia su alumnado. Aunque, debe mejorarse el liderazgo ejercido por el equipo directivo, controlar mejor la disciplina del aula y profundizar en las tareas encomendadas a los estudiantes.

Figura 1
Rendimiento en Matemáticas



Más del 50 % de los estudiantes ecuatorianos mantienen una buena relación con su docente y tiene una buena actitud y pertenencia hacia su centro de estudios. La mayoría de los estudiantes presenta niveles bajos de depresión, a pesar de que buena parte del alumnado proviene de un NSE familiar bajo y acude a centros educativos de entornos desfavorecidos, donde los servicios básicos están en malas condiciones.

Cuadro 2
Estadísticos descriptivos de las variables de escala incluidas en el análisis

	Percentiles			Mín.	Máx.	Media	DT
	25	50	75				
<i>Variables predictoras de contexto</i>							
Grado L1	0,00	0,00	1,00	-3,00	2,00	0,12	0,81
Nivel Econ. L1	-1,75	-1,00	-0,09	-4,46	3,42	-0,92	1,14
Nivel Econ. L2	-1,38	-1,07	-0,57	-3,15	0,99	-0,93	0,74
Infraest. L2	4,02	4,55	5,80	2,85	10,00	5,11	1,60
<i>Variables predictoras relacionadas al comportamiento del estudiante</i>							
Depresión L1	1,65	2,94	4,17	0,00	10,00	2,83	1,90
Actitud L1	6,42	7,81	8,82	0,00	10,00	7,67	1,83
Pertenencia L1	-0,40	0,04	1,02	-3,85	3,50	0,47	1,26
Disciplina L1	-0,42	-0,01	0,49	-2,93	2,25	0,04	0,83
Disciplina L2	-0,09	0,04	0,19	-0,99	1,22	0,04	0,21
<i>Variables predictoras relacionadas al labor docente</i>							
Liderazgo L2	-0,13	0,26	0,62	-1,05	2,41	0,28	0,57
Relación D-A L1	5,20	6,39	7,94	0,00	10,00	6,67	1,94
Relación D-A L2	6,25	6,66	7,08	4,48	8,91	6,68	0,59
Expectativa L1	5,34	7,92	9,94	0,00	9,94	7,48	2,22
Expectativa L2	7,20	7,57	7,80	3,41	9,95	7,48	0,52
ClasMat. L1	6,03	6,96	8,14	0,00	10,00	7,23	1,63

3.2. Modelos multinivel aplicados

En el Cuadro 3 se presenta los parámetros de las variables significativas incluidas en los tres modelos de regresión multinivel finales. El modelo 1 incluye únicamente variables de carácter sociodemográfico y económico, el modelo 2 agrega las variables

educativas relativas al estudiante, y el modelo 3 añade a las variables anteriores los factores relacionados con el rol del docente.

El modelo nulo muestra que en Ecuador un 36 % de la varianza del logro en Matemáticas puede ser atribuida a las diferencias entre escuelas ($ICC = 0,36$), lo que confirma la pertinencia de estimar modelos multinivel. Un importante porcentaje de variabilidad del logro en Matemáticas en Ecuador está relacionada a las características del nivel escuela.

Las variables contextuales con una aportación significativa al rendimiento fueron: género, status migratorio, lengua materna, grado cursado, nivel socioeconómico de la familia, repetición, infraestructura del centro, y educación del maestro.

En cuanto al género, los hombres predicen un rendimiento en matemáticas alrededor de 25 puntos superior. Las cuestiones socioeconómicas, culturales y migratorias alcanzaron un impacto más importante en el modelo. La condición de inmigrante de primera generación predice un rendimiento cercano a los 50 puntos superior a otros estudiantes, del mismo modo que la lengua materna diferente al idioma habitual de las clases supone un hándicap para estos estudiantes en torno a los 4 puntos. También, el modelo predice un rendimiento superior al estudiante que está cursando grados superiores, de más de 20 puntos. En esta línea, la condición de repetidor reduce el rendimiento en el modelo más de 15 puntos. De igual manera, el NSE familiar tiene efectos positivos tanto a nivel estudiante como a nivel centro. Una unidad de aumento de esta variable en el nivel estudiante y escuela supone, respectivamente, alrededor de 5 y 20 puntos más de rendimiento en Matemáticas. También la infraestructura básica del centro predice efectos positivos al rendimiento del estudiante en matemáticas, aunque algo más modestos que el NSE familiar. Por último, se observa que contar con un porcentaje importante de profesores con nivel de maestría supone un aumento claro en el rendimiento.

En cuanto a las variables de comportamiento y participación del estudiante sobre el rendimiento en matemáticas, se observan efectos significativos de los niveles de depresión, las actitudes hacia la escuela, el sentimiento de pertenencia al centro y el clima disciplinario del aula. Respecto a los síntomas de depresión, los resultados son contraintuitivos, debido a que se observan efectos positivos en el nivel estudiante. Los estudiantes con rendimientos más elevados se asocian a niveles superiores de depresión. Este resultado es coincidente con la correlación bivariada entre ambas variables ($r_{xy} = 0,086$, $p < 0,001$). Las cuestiones de vinculación a la escuela también devuelven resultados significativos. Tanto las actitudes positivas hacia la escuela como el sentimiento de pertenencia al centro se asocian a rendimientos más elevados a nivel estudiante. A pesar de que las actitudes positivas hacia la escuela obtienen un parámetro negativo, es importante aclarar que esta escala está construida en sentido inverso. Finalmente, tanto la percepción individual del propio estudiante sobre el clima disciplinario en el aula como el clima general del centro se asocian a un mejor rendimiento del propio estudiante.

Las variables del rol docente con una aportación significativa al rendimiento fueron la visión del profesorado sobre el liderazgo ejercido por el equipo directivo, relación docente-alumno, la percepción del estudiante sobre las expectativas del profesorado y la estructura de la clase de Matemáticas. Un estilo de liderazgo compartido, basado en el consenso y empático tiene un efecto positivo sobre el rendimiento de los estudiantes. También la relación de alumno-profesor predice efectos positivos (esta escala está construida en sentido inverso), siendo los efectos más importantes a nivel centro que

a nivel estudiante. Finalmente, la falta de una estructura adecuada de las clases de Matemáticas influye negativamente al rendimiento del estudiante.

Cuadro 3

Resultados de los modelos multinivel aplicados

	Modelo 1		Modelo 2		Modelo 3	
	β	p.	β	p.	β	p.
Intercepto	387,50	<0,001	398,627	<0,001	445,028	<0,001
<i>Variables contextuales</i>						
Género L1	-23,72	<0,001	-25,77	<0,001	-26,45	<0,001
Inmigrante L1	50,16	<0,001	50,96	<0,001	49,60	<0,001
Lenguaje L1	4,52	<0,001	4,89	<0,001	3,95	<0,001
Grado L1	24,10	<0,001	22,77	<0,001	21,25	<0,001
Nivel Econ. L1	5,15	<0,001	4,91	<0,001	4,96	<0,001
Nivel Econ. L2	24,55	<0,001	23,26	<0,001	18,89	<0,001
Repetición L1	-16,09	<0,001	-16,75	<0,001	-16,59	<0,001
Infraest. L2	3,97	0,011	3,89	0,009	3,06	0,025
Profe Maestría L2	32,16	0,019	30,52	0,020	36,62	0,006
<i>Variables de comportamiento y participación del estudiante</i>						
Depresión L1	-	-	3,40	<0,001	2,68	<0,001
Actitud L1	-	-	-2,88	<0,001	-1,05	<0,001
Pertenencia L1	-	-	2,28	<0,001	3,37	<0,001
Disciplina L1	-	-	4,09	<0,001	4,94	<0,001
Disciplina L2	-	-	18,93	0,006	18,23	0,006
<i>Variables del rol docente</i>						
Liderazgo L2	-	-	-	-	8,53	0,006
Relación D-A L1	-	-	-	-	-1,96	<0,001
Relación D-A L2	-	-	-	-	-18,27	<0,001
Expectativa L1	-	-	-	-	0,18	0,025
Expectativa L2	-	-	-	-	14,63	<0,001
ClasMat. L1	-	-	-	-	-5,02	<0,001

Nota: β =parámetro no estandarizado, p.=nivel de significación.

4. Discusión y conclusiones

Existen múltiples factores asociados al rendimiento de los estudiantes de Ecuador en el área de matemáticas siendo los que más inciden, como era de esperar, de carácter contextual. No obstante, también se observan factores educativos que alcanzan un nivel importante de explicación del puntaje en matemáticas, siendo factores del nivel escuela los que hacen una mayor aportación. Por lo tanto, resulta necesario e imprescindible profundizar estos resultados con nuevos estudios para proponer acciones y políticas en beneficio de la educación.

Así, se acepta la H1, los factores contextuales muestran efectos muy importantes sobre el rendimiento. En cuanto al estatus migratorio los estudiantes de primera generación obtienen mejores rendimientos que los nativos o segunda generación. Este resultado es contradictorio con estudios previos (Chaparro y Gamazo, 2020; Gamazo et al., 2018), donde son los estudiantes nativos los que predicen puntuaciones superiores. Esta situación puede deberse a que el país atrajo a más de un millón de extranjeros desde el 2001, donde más del 30 % provenían de países desarrollados, como Estados Unidos, España y Países Bajos (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2014). Se localizan varios proyectos impulsados por la Secretaría de Educación Superior, Ciencia,

Tecnología e Innovación (2015) para atraer profesionales cualificados del mundo, que se asentaron con sus familias en el país.

Los resultados respecto al género son similares a otros estudios latinoamericanos (Carrasco, 2007; Giménez et al., 2021; Krüger, 2020), donde los alumnos tienen mejores resultados que las alumnas. Por ello, es necesario la creación de políticas educativas y sociales que fomenten la igualdad de oportunidades para las mujeres. Tal es el caso de Argentina, donde las políticas intervienen en el diseño de los currículos, producción de material didáctico y bibliográfico inclusivo, y formación continua de los docentes a través de la legislación. Todas estas acciones se ven reflejadas en los resultados de las pruebas internacionales, donde las niñas de tercer grado obtienen mejores resultados que los niños en las pruebas TERCE (Leones et al., 2016).

Igual que en el caso peruano (Muelle, 2020), la lengua materna igual a la hablada en la escuela resulta ser un factor positivo en el rendimiento del alumnado ecuatoriano. Ecuador es un país plurilingüe, por ello es indispensable que el Ministerio de Educación (MINEDUC) de Ecuador se asegure que la Ley Orgánica de Educación Intercultural sea cumplida y que el idioma no sea un impedimento para que el estudiante desarrolle su competencia matemática. De igual manera, los estudiantes con un retraso en el grado cursado con respecto al grupo normativo predicen puntuaciones más bajas, en consonancia con estudios previos en el contexto iberoamericano (Carrasco, 2007; Chaparro y Gamazo, 2020; Gamazo et al., 2018; Giménez et al., 2021; Muelle, 2020).

El NSE familiar y del centro se asocian mejores resultados académicos, al igual que en otros estudios iberoamericanos (Gamazo et al., 2018; Giménez et al., 2021; Krüger, 2020; León y Youn, 2016; Redondo y Navarro, 2007). Por ello, se insiste a los encargados de la elaboración de políticas a crear propuestas efectivas y activas para atraer inversiones extranjeras y, crear puestos de trabajo bien remunerados, facilitando que las familias puedan salir del umbral de la pobreza. También, el Ministerio de Inclusión Económica y Social de Ecuador debe velar para que el bono de desarrollo humano sea utilizado en la educación de los estudiantes provenientes de familias pobres y de extrema pobreza. Igualmente, el MINEDUC podría impulsar un proyecto para promover que docentes mejor cualificados enseñen en centros marginados.

La infraestructura de las escuelas influye positivamente sobre el rendimiento. Cabe destacar que desde 2008 en todo el territorio ecuatoriano se crearon unidades educativas del milenio caracterizadas por poseer la mejor infraestructura y equipamiento educativo (laboratorios experimentales, de cómputo e idiomas, y recursos educativos) (MINEDUC, 2018), con lo que es importante seguir profundizando en este proyecto. Los resultados muestran también que la formación docente (alcanzar el nivel maestría) se asocia positivamente con el rendimiento. Cabe destacar que en Ecuador un 10,4 % de docentes en activo tiene este nivel educativo (INEVAL, 2018b), con lo que se recomienda incidir en aumentar este porcentaje a partir de las políticas públicas.

La H2 fue también aceptada. Los niveles de depresión, el clima disciplinario, la actitud y el sentido de pertenencia del estudiante hacia el centro se asocian al nivel de logro en matemáticas. Destaca el fuerte efecto que el clima disciplinario en el nivel centro tiene sobre el rendimiento. Investigaciones previas evidencian que un docente que mantienen un buen clima disciplinario en el aula de clases puede ejecutar sus lecciones sin distracciones e interrupciones (De Jorge-Moreno, 2016; León y Youn, 2016). Inesperadamente, los niveles de depresión se relacionan positivamente con el desempeño de los estudiantes ecuatorianos. Estudios previos sugieren que esta relación

puede estar mediada por otras variables como el género o el tipo de centro (Pérez y Urquijo, 2001), por lo que es importante profundizar en su funcionamiento en futuros estudios. En Ecuador y Perú (Muelle, 2020), el “sentido de pertenencia hacia el centro” influye de manera positiva en el rendimiento, al igual que la “actitud del estudiante hacia el centro” y la “relación docente-alumno”. Por ello, el MINEDUC (2021) tiene que asegurar que la política de convivencia escolar se ejecute en todas las instituciones educativas a través de la creación del código de convivencia, departamentos de consejería estudiantil, y la capacitación adecuada de los docentes. Los factores relacionados con el clima del centro y la vinculación del estudiante con el mismo parecen ejercer una influencia muy importante sobre el rendimiento en matemáticas, por lo que emergen como factores clave para promocionar buenos resultados académicos en los estudiantes ecuatorianos.

La H3 fue confirmada al detectar que la estructura de la clase, el liderazgo ejercido por el equipo directivo, la relación docente-alumno y las expectativas académicas de los docentes se asocian positiva y significativamente con el rendimiento de los estudiantes. Respecto a este último factor, es fundamental fomentar docentes que animen a sus estudiantes a que se esfuercen y resuelvan sus tareas de la mejor manera y en el tiempo acordado. Tales resultados podrían relacionarse con el llamado efecto Pigmalión en educación: la percepción del profesorado sobre el potencial de sus estudiantes promueve que los propios estudiantes desarrollen su máximo potencial (García, 2015).

Como en estudios previos (Chaparro y Gamazo, 2020), el factor liderazgo influye positivamente en el nivel de logro de los estudiantes de Ecuador. Especialmente cuando los directores conocen las necesidades de los docentes e inspiran a seguir aprendiendo; tratan al personal como profesionales en la construcción de la cultura o planeación de actividades en el centro; y el personal docente participa en la toma de decisiones de prioridades y objetivos educativos. Respecto a este último, el profesorado fomentará un mejor rendimiento si estructura adecuadamente las sesiones de clase: considerar el objetivo, retroalimentar la clase anterior, explicar conceptos teóricos de manera clara, demostrar a los estudiantes cómo se resuelven los problemas, plantear tareas, y resolver las dudas de sus estudiantes respecto a los conceptos o tareas.

Este trabajo es el primero en evidenciar los factores asociados al rendimiento de los estudiantes de Ecuador, considerando la base de datos PISA-D 2018. Lo que permitirá realizar comparaciones con otros estudios que analizan el sistema educativo de países con ingresos bajos y medianos. Se hace un llamado a varios ministerios de Ecuador para que trabajen en conjunto, cooperen y colaboren para crear políticas o acciones que combatan las desigualdades, brechas sociales y culturales, y así obtener un sistema educativo más equitativo y de calidad. También, la ciudadanía en general debe tomar responsabilidad en la formación de los niños y jóvenes del país, apoyando y participando en los diferentes programas.

Una de las limitaciones del estudio se refiere a la cantidad de variables que ofrece PISA-D en comparación con PISA. También, los datos que recoge PISA-D es una muestra de estudiantes que representa a la población de estudiantes de Ecuador, por lo que podría haber un sesgo de selección. O podría existir un sesgo de deseabilidad social/conformismo, donde los miembros educativos responden los cuestionarios de contexto según su percepción. Por todo lo anterior, se recomienda realizar más estudios que recojan datos cualitativos para que se complementen con los resultados encontrados.

Agradecimientos

Se agradece el financiamiento de la investigación a través de la beca Internacional de la Universidad de Salamanca, el Banco Santander y el Proyecto PID2021-125775NB-I00 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/ y por FEDER Una manera de hacer Europa.

Referencias

- Aguiar, G. y Ortigao (2012). Letramento em Matemática: Um estudo a partir dos dados do PISA 2003. *Bolema: boletim de Educacao Matemática*, 26(42), 1-22.
<https://doi.org/10.1590/S0103-636X2012000100002>
- Bausela Herreras, E. (2017). Rendimiento bajo en matemáticas PISA 2012: Impacto de la asistencia en educación infantil temprana y otras posibles variables cognitivas. *Acta de Investigación Psicológica*, 7(1), 2606-2617. <https://doi.org/10.1016/j.aiprr.2017.02.001>
- Bazán, A., Backhoff, E. y Turullols, R. (2016). Participación escolar, Apoyo familiar, Desempeño en Matemáticas: El caso de México en PISA (2012). *RELIEVE*, 22(1).
<https://doi.org/10.7203/relieve.22.1.8242>
- Bazán, A., Backhoff, E. y Turullols, R. (2017). Oportunidades, Experiencias y Aprendizajes de las Matemáticas: México en PISA 2012. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio En Educación*, 15(3), 65-79.
<https://doi.org/10.15366/reice2017.15.3.004>
- Botello-Peñaloza, H. A. (2016). Desempeño académico y tamaño del salón de clase: Evidencia de la prueba PISA 2012. *Actualidades Pedagógicas*, 67, 97-112.
<https://doi.org/10.19052/ap.3139>
- Carrasco, G. (2007). *Calidad y equidad en las escuelas peruanas: Un estudio del efecto escuela en la prueba de Matemática, PISA 2000*. Consorcio de Investigación Económica y Social.
- Chaparro, A. A. y Gamazo, A. (2020). Estudio multinivel sobre las variables explicativas de los resultados de México en PISA 2015. *Archivos Analíticos de Políticas Educativas*, 28(26).
<https://doi.org/10.14507/epaa.28.4620>
- Correa-Betancour, M. (2016). El PISA y su impacto en la política educativa en los últimos dieciséis años. *Revista de Investigación Educativa Latinoamericana*, 2(53), 1-11.
<https://doi.org/10.7764/PEL.53.2.2016.10>
- De Jorge-Moreno, J. (2016). Factores explicativos del rendimiento escolar en Latinoamérica con datos PISA 2009. *Revista de Métodos cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 22, 216-229. <https://doi.org/10.46661/revmetodoscuanteconempresa.2348>
- De la Cruz, F. (2008). Modelos multinivel. *Revista Peruana de Epidemiología*, 12(3), 1-8.
- Gamazo, A., Martínez-Abad, F., Olmos-Migueláñez, S. y Rodríguez-Conde, M. (2018). Evaluación de factores relacionados con la eficacia escolar en PISA 2015. Un análisis multinivel. *Revista de Educación*, 379, 56-78.
<https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2017-379-369>
- García, J. (2015). El efecto Pigmalión y su efecto transformador a través de las expectativas. *Perspectivas Docentes*, 57, 40-43.
- Gimenez, G., Ciobanu, D. y Barrado, B. (2021). A proposal of spatial measurement of peer effect through socioeconomic indices and unsatisfied basic needs. *Economies*, 9(72), 1-20. <https://doi.org/10.3390/economies9020072>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC]. (2014). *Anuario de entradas y salidas internacionales 2014*. INEC.

- Instituto Nacional de Evaluación Educativa [INEVAL]. (2018a). *Educación en Ecuador. Resultados de PISA para el Desarrollo*. INEVAL.
- Instituto Nacional de Evaluación Educativa [INEVAL]. (2018b). *La educación en Ecuador: logros alcanzados y nuevos desafíos. Resultados educativos 2017-2018*. INEVAL.
- Krüger, N. (2020). Efectos compañero en contextos escolares altamente segregados. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 18(4), 171-196. <https://doi.org/10.15366/reice2020.18.4.007>
- León, J. y Youn, M. J. (2016). El efecto de los procesos escolares en el rendimiento en matemática y las brechas de rendimiento debido a diferencias socioeconómicas de los estudiantes peruanos. *Revista Peruana de Investigación Educativa*, 8(8), 149-180. <https://doi.org/10.34236/rpie.v8i8.72>
- Leones, M., Baruzzi, G., Scorzo, P. y Rivas, N. (2016). Un análisis de los resultados del segundo y tercero estudio regional comparativo y explicativo: El caso Argentino-SERCE 2006 y TERCE 2013. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 14(4), 135-155. <https://doi.org/10.15366/reice2016.14.4.007>
- Ministerio de Educación del Ecuador [Mineduc]. (2018). *Evaluación de impacto del programa de escuelas del milenio*. Mineduc
- Ministerio de Educación del Ecuador [Mineduc]. (2021). *Política nacional de convivencia escolar*. Mineduc.
- Muelle, L. (2020). Factores socioeconómicos y contextuales asociados al bajo rendimiento académico de alumnos peruanos en PISA 2015. *Apuntes*, 47(86), 117-154. <https://doi.org/10.21678/apuntes.86.943>
- Murillo, F. J. (2016). Midiendo la segregación escolar en América Latina. Un análisis metodológico utilizando el TERCE. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 14(4), 33-60. <https://doi.org/10.15366/reice2016.14.4.002>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE]. (2018a). *PISA para el Desarrollo. Resultados en Foco*. OCDE.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE]. (2018b). *PISA para el Desarrollo. Evaluación fuera de la escuela: resultados clave*. OCDE.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE]. (2018c). *PISA for Development Assessment and Analytical Framework: Reading, Mathematics and Science*. OCDE. <https://doi.org/10.1787/9789264305274-en>
- Pérez, M. y Urquijo, S. (2001). Depresión en adolescentes. Relaciones con el desempeño académico. *Psicología Escolar e Educativa*, 5(1), 49-58.
- Redondo, S. y Navarro, E. (2007). Estudios sobre el rendimiento en matemáticas en España a partir de los datos del Informe PISA 2003. Un modelo jerárquico de dos niveles. *REICE. Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en educación*, 5(3), 118-136. <https://doi.org/10.15366/reice2007.5.3.004>
- Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación [SENESCYT]. (2015). *Acuerdo-036-2015-Reforma-becas-prometeo*. SENESCYT

Breve CV de los/as autores/as

Tannya Tene-Tenempaguay

Licenciada en Ciencias de la Educación, especialidad Pedagogía de las Matemáticas en la Universidad Nacional de Educación y Máster en las TIC en Educación: Análisis y diseño de procesos, recursos y prácticas formativas de la Universidad de Salamanca.

Actualmente es doctoranda del programa doctoral “Formación en la Sociedad del conocimiento” de la Universidad de Salamanca. Desde 2020 es miembro del Grupo de Investigación Reconocido GESE (Grupo de Estudio sobre Sistemas Educativos). Además es asesora de proyectos y tesis de licenciatura y maestría. Sus líneas de investigación se relacionan con los métodos de investigación cuantitativos en Ciencias Sociales, evaluación, TIC, competencias digitales, STEM y sistemas educativos. Email: tannyatene@gmail.com

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-7911-6930>

Fernando Martínez-Abad

Doctor en Ciencias de la Educación con premio extraordinario, Diplomado en Magisterio en Educación Primaria, Licenciado en Psicopedagogía, Graduado en Estadística y Máster en las TIC en Educación en la Universidad de Salamanca. Actualmente Profesor Titular de Universidad del Área de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación de la Universidad de Salamanca. Es miembro de grupo de Investigación Reconocido GE2O (Grupo de Evaluación Educativa y Orientación), de la Unidad de Investigación Consolidada GRIAL. Además ha dirigido un sinnúmero de tesis de maestría y tesis doctorales. Sus líneas de investigación se relacionan a la eficacia escolar, equidad Educativa, factores asociados al Rendimiento y éxito Escolar. Email: fma@usal.es

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1783-8198>

Juan Pablo Hernández-Ramos

Doctor en Ciencias de la Educación, Diplomado en Magisterio en Educación Primaria, Licenciado en Psicopedagogía, Máster en las TIC en Educación en la Universidad de Salamanca. Actualmente Profesor Permanente Laboral del Área de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación de la Universidad de Salamanca. Es miembro de grupo de Investigación Reconocido GE2O (Grupo de Evaluación Educativa y Orientación), de la Unidad de Investigación Consolidada GRIAL. Además ha publicado un sinnúmero de estudios investigativos en revistas y capítulos de libro. Ha dirigido tesis de licenciatura, maestría y tesis doctorales. Sus líneas de investigación se relacionan a la innovación docente, formación de profesorado, TIC y educación. Email: juanpablo@usal.es

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0902-5453>