



Efectos de la experiencia docente y otros contextos en matemáticas de estudiantes en octavo grado

Effects of teaching experience and other contexts on mathematics of eighth-grade students

Roberto A. Martínez C.

Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Departamento de Matemáticas, Panamá.

roberto.martinezc@up.ac.pa

<https://orcid.org/0000-0001-6302-0787>

Fecha de recepción: 25 de septiembre de 2025

Fecha de aceptación: 21 de abril de 2026

DOI: <https://doi.org/10.48204/j.tecno.v8n2.a10838>

RESUMEN

Esta investigación examinó los efectos de la experiencia docente y factores contextuales en el rendimiento matemático de estudiantes de octavo grado utilizando datos de e-TIMSS 2019. El estudio aplicó Modelos Jerárquicos Lineales (HLM) para analizar el efecto de los años de experiencia docente en 22 países y los efectos del énfasis escolar en el éxito académico y las limitaciones percibidas en la enseñanza debido a las necesidades estudiantiles en ocho países. Los hallazgos revelaron un impacto variado de los años de experiencia docente sobre el rendimiento estudiantil; en países como Taipéi Chino y Turquía, los efectos fueron positivos, mientras que en otros países, como los Emiratos Árabes Unidos, las asociaciones fueron negativas. Los factores contextuales del énfasis escolar en el éxito académico y la menor percepción de necesidades estudiantiles que limitan la enseñanza se asociaron consistentemente de forma positiva con el rendimiento de los estudiantes. En general, los resultados destacaron la posible necesidad de desarrollo profesional continuo y disponibilidad de recursos para optimizar las prácticas docentes. Esta investigación contribuyó a las políticas educativas globales al subrayar los efectos de los factores docentes que podrían influir en el rendimiento matemático de los estudiantes.

PALABRAS CLAVE

Educación secundaria, rendimiento matemático, experiencia docente, factores contextuales, modelado jerárquico.



ABSTRACT

This research examined the effects of teaching experience and contextual factors on eighth-grade students' mathematics achievement using data from e-TIMSS 2019. The study applied Hierarchical Linear Modeling (HLM) to examine the effect of years of teaching experience across 22 countries and the effects of school emphasis on academic success and perceived teaching limitations due to student needs across eight countries. Findings revealed varied impact of years of teaching experience on student achievement; in countries such as Chinese Taipei and Turkey, the effects were positive, while in other countries, such as the United Arab Emirates, associations were negative. The contextual factors of school emphasis on academic success and fewer perceived student needs limiting teaching were consistently positively associated with students' achievement. In general, findings highlighted the possible need of continuing professional development and availability of resources in optimizing teaching practices. This research contributed to global education policies by underscoring the effects of teacher factors that could influence students' mathematics achievement.

KEYWORDS

Middle school education, mathematics achievement, teaching experience, contextual factors, hierarchical modeling.

INTRODUCCIÓN

Mejorar el rendimiento en matemáticas en la educación secundaria sigue siendo un objetivo importante para los sistemas educativos en todo el mundo. La competencia en matemáticas juega un papel en el éxito profesional futuro, especialmente en la sociedad tecnológica actual. A medida que las personas en todo el mundo dependen más de los datos y la tecnología, el conocimiento en matemáticas se vuelve más esencial. De hecho, esta competencia permite a los individuos involucrarse significativamente con las demandas de una sociedad impulsada por la información.

Investigaciones como el estudio Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) 2019 han identificado algunos factores que influyen en el rendimiento estudiantil, incluyendo recursos escolares, prácticas en el aula y calidad docente. Los profesores con más experiencia a menudo demuestran habilidades más fuertes en el manejo del aula, pueden ajustar de manera más efectiva las estrategias de instrucción y fomentan un compromiso más profundo de los estudiantes con las matemáticas. Por lo tanto, no es sorprendente que, en múltiples países, los años de experiencia docente puedan tener un impacto significativo en el aprendizaje estudiantil.

Este trabajo se enfoca en la relación entre los años de experiencia docente y el rendimiento en matemáticas de estudiantes de octavo grado, usando datos de TIMSS 2019. TIMSS provee datos valiosos sobre el desempeño estudiantil en más de 60 países, incluyendo variables como el énfasis escolar en el éxito académico y las limitaciones percibidas en la



enseñanza debido a las necesidades de aprendizaje de los estudiantes. Al aprovechar este amplio conjunto de datos, esta investigación ofrece perspectivas sobre cómo la experiencia docente y otras variables contextuales en los entornos de los profesores de matemáticas se asocian con el rendimiento matemático a nivel global. La pregunta de investigación que se aborda es: ¿Cuáles son los efectos de los años de experiencia docente y las variables contextuales del aula en el rendimiento matemático de estudiantes de octavo grado en los países de e-TIMSS 2019?

En este estudio, se aplica el Modelado Lineal Jerárquico (HLM) para analizar los datos. A diferencia de las técnicas tradicionales de regresión, HLM considera la estructura anidada de los datos, reconociendo que el rendimiento estudiantil está influenciado tanto por características individuales como por el contexto del docente (escuela). Este enfoque permite analizar las variaciones dentro y entre docentes en el rendimiento, mostrando cómo la influencia de la experiencia docente en el éxito estudiantil está moderada por diferentes entornos escolares y políticas.

El valor de esta investigación radica en su potencial para informar políticas educativas basadas en los datos de TIMSS 2019. Al identificar cómo la experiencia docente y otras variables contextuales impactan el desempeño estudiantil en diversos países, este trabajo provee evidencia que puede guiar a escuelas y líderes educativos en la optimización y mejora de prácticas escolares que apoyen mejor el rendimiento en matemáticas. Los resultados de este estudio también contribuyen a la literatura más amplia sobre la efectividad docente y el éxito estudiantil para mejorar la competencia matemática en estudiantes de educación secundaria.

Antecedentes

Impacto de la experiencia docente en el rendimiento estudiantil

Según Lindström et al. (2024), un indicador crítico de la competencia docente es la experiencia del profesor. Lindström et al. (2024) discuten la relación entre la experiencia docente y el rendimiento estudiantil, señalando estudios recientes que han sugerido que la trayectoria profesional de un profesor contribuye a mejorar los resultados de los estudiantes. Sin embargo, Toropova et al. (2019) diferencian entre los primeros años de experiencia y los posteriores, sugiriendo una relación o asociación curvilínea. Específicamente, Toropova et al. (2019) encontraron que, a medida que aumentaban los años de experiencia docente, el rendimiento estudiantil aumentaba durante los primeros diecinueve años y luego disminuía. Estos hallazgos coinciden con investigaciones que sugieren que la experiencia tiene el mayor impacto durante los primeros años de enseñanza (Clotfelter et al., 2007; Goe, 2007). En contraste, sin embargo, Coenen et al. (2018) sostienen que la relación persiste a lo largo de toda la carrera del profesor.

Goe (2007) señala que los hallazgos de los estudios sobre la relación entre experiencia docente y rendimiento estudiantil varían según el nivel de grado y el área temática, y a veces



no son prácticamente significativos. Aunque, como se indicó anteriormente, numerosos estudios han documentado una relación fuerte y positiva entre los años de experiencia y el desempeño de los estudiantes, otros han reportado efectos moderados o incluso insignificantes (p. ej., Shuls & Trivitt, 2015; Gustafsson & Nilsen, 2016). Es posible que estas diferencias en los resultados se deban a factores contextuales específicos de cada país y/o a diferencias en la consideración de los contextos escolares, ambos aspectos que abordará este estudio.

En el contexto de las matemáticas, la evidencia sugiere que los estudiantes con mayor rendimiento tienden a ser enseñados por docentes con más experiencia, lo cual se observa en los estudios TIMSS (Blömeke et al., 2016; Hill, 2007). Además, Blömeke et al. (2016) observaron que tanto el rendimiento estudiantil como la calidad de la instrucción estaban relacionados con los años de experiencia docente. De manera similar, Şahin y Öztürk (2018) utilizaron datos de TIMSS para demostrar que los docentes experimentados, especialmente aquellos que han desarrollado habilidades especializadas (nivel educativo), contribuyen significativamente al éxito de los estudiantes (p. 560). Lindström et al. (2024) encontraron relaciones similares, pero señalaron un posible efecto de selección, es decir, que los docentes con más experiencia tendían a concentrarse en escuelas que atendían a estudiantes más favorecidos (y, por lo tanto, con mayor rendimiento). Así, la dirección de la relación entre el rendimiento estudiantil y la experiencia docente no está del todo clara. Una hipótesis es que la pericia del profesor desempeña un papel crucial en la planificación de la instrucción que promueve la comprensión de conceptos complejos. Sin embargo, una hipótesis alternativa plausible es que los docentes con más experiencia tienden a postularse y ser contratados en escuelas que atienden a estudiantes de mayor rendimiento.

La experiencia docente puede conducir a prácticas de enseñanza más efectivas que evolucionan a lo largo del tiempo en la medida en que los profesores acumulan percepciones de la experiencia en el aula y de la formación profesional. De hecho, el desarrollo profesional es crucial para mejorar la enseñanza, ya que se trata de un aprendizaje a largo plazo orientado a abordar las necesidades de instrucción de los docentes. Corven et al. (2022) encontraron que los profesores de matemáticas en servicio continúan adquiriendo conocimiento especializado de contenido para la enseñanza de las matemáticas más allá del tiempo de instrucción de la formación inicial, a través del desarrollo profesional y la experiencia en la enseñanza del contenido. Jacobs et al. (2010) también observaron diferencias entre docentes novatos y experimentados en su capacidad para percibir el pensamiento de los estudiantes, un factor clave en la enseñanza de matemáticas de manera receptiva. Los resultados de estos estudios sugerirían que, si todos los demás factores se mantienen iguales, los docentes con más experiencia tienen más probabilidades de promover un mayor rendimiento estudiantil.

Énfasis en el éxito académico



El énfasis de la escuela en el éxito académico se manifiesta a menudo a través de la eficacia colectiva docente, teniendo una influencia significativa en el rendimiento estudiantil. Según Goddard et al. (2000), la eficacia colectiva docente promueve una cultura colaborativa donde los profesores trabajan juntos para alcanzar altos estándares académicos, impactando positivamente en los resultados de aprendizaje de los estudiantes. Lindström et al. (2024) también destacan que las escuelas con metas académicas sólidas respaldan la efectividad de los docentes experimentados, permitiéndoles concentrarse en los estándares curriculares que se alinean con los objetivos educativos a nivel institucional.

Los datos de TIMSS resaltan la importancia del enfoque académico de una escuela en la mejora del rendimiento estudiantil. Las escuelas desempeñan un papel crucial en la formación de los resultados de los estudiantes, particularmente en materias como matemáticas. Aru y Kale (2019) describen a las escuelas con un fuerte enfoque académico como entornos que priorizan estándares rigurosos y proporcionan a los docentes los recursos y el apoyo necesarios. Este énfasis permite que las escuelas tengan una cultura colaborativa donde tanto los esfuerzos administrativos como las prácticas docentes se alinean hacia metas educativas comunes, contribuyendo en última instancia a niveles más altos de rendimiento estudiantil. También destacan que los estudiantes tienen un mejor desempeño en escuelas donde se enfatiza el éxito académico porque cuentan con un ambiente seguro y disciplinado, lo que permite a los docentes concentrarse en la calidad de la instrucción en lugar de en desafíos relacionados con la falta de apoyo (Aru & Kale, 2019). Şahin y Öztürk (2018) agregan que el compromiso institucional con la excelencia académica permite a los docentes emplear plenamente su pericia e impactar positivamente en los resultados de aprendizaje de los estudiantes. Este compromiso con el éxito académico beneficia a los estudiantes al proporcionar un entorno de aprendizaje de apoyo y permitir que los docentes maximicen su efectividad instruccional, amplificando el impacto positivo de la experiencia docente en el desempeño estudiantil.

Limitaciones percibidas en la enseñanza debido a las necesidades de los estudiantes

Los estudiantes tienen una variedad de necesidades dentro del aula que pueden crear limitaciones para la efectividad de la enseñanza, principalmente cuando los profesores no cuentan con el apoyo adecuado para atender esas necesidades. TIMSS 2019 preguntó a los docentes sobre la prevalencia de factores que podrían limitar la enseñanza efectiva, tales como la falta de conocimientos o habilidades previas por parte de los estudiantes, insuficiente nutrición básica, falta de sueño, ausencias frecuentes, conductas disruptivas, falta de interés, discapacidades mentales o emocionales, y dificultades para comprender el idioma de instrucción (Martin et al., 2020). TIMSS resume todos estos factores en la escala *Classroom Teaching Limited by Students Not Ready for Instruction*. Un puntaje más alto en esta escala indica que existen pocas limitaciones percibidas, mientras que puntajes más bajos indican mayores limitaciones.



En muchas escuelas, los docentes enfrentan el reto de equilibrar los objetivos de instrucción con la adaptación a los requerimientos individuales de los estudiantes, lo que puede impactar en la consistencia y calidad de la enseñanza. Lindström et al. (2024) sugieren que, si bien los docentes experimentados a menudo desarrollan estrategias adaptativas para atender distintas necesidades, aún pueden encontrarse con barreras sin un apoyo institucional suficiente. Esta limitación se encuentra principalmente en aulas con altos niveles de diversidad en las habilidades y antecedentes de los estudiantes, donde los docentes deben modificar con frecuencia sus enfoques de enseñanza para adaptarse a las necesidades de aprendizaje. Tales condiciones pueden reducir la efectividad general incluso de los educadores más experimentados, ya que la gestión de retos específicos de los estudiantes puede desviar la atención de los objetivos de instrucción. Las escuelas que priorizan recursos para apoyar las diversas necesidades de aprendizaje permiten a los docentes concentrarse más plenamente en los estándares curriculares para mejorar el entorno de aprendizaje (Goddard et al., 2000).

Los docentes a menudo tienen limitaciones para atender las diversas necesidades de los estudiantes, lo que puede afectar su capacidad para ofrecer una enseñanza consistente y efectiva. En particular, los profesores en aulas con diferentes necesidades académicas y sociales pueden enfrentar barreras para proporcionar apoyo individualizado sin recursos ni respaldo suficientes. Aru y Kale (2019) señalan la importancia de dotar a las escuelas de medios para atender eficazmente las necesidades estudiantiles, destacando que la falta de recursos o de apoyo institucional puede obstaculizar las estrategias docentes para adaptarse a los requerimientos de los estudiantes. Cuando las escuelas carecen de estructuras de apoyo suficientes, los docentes a menudo no pueden atender plenamente necesidades específicas de los estudiantes, desviando su atención de los objetivos centrales de instrucción y reduciendo potencialmente su efectividad general (Aru & Kale, 2019). En consecuencia, las escuelas que priorizan el apoyo para atender las necesidades estudiantiles permiten que los profesores se concentren en una enseñanza de alta calidad y logren un mejor entorno de aprendizaje y resultados académicos.

TIMSS: Historia y función

TIMSS es administrado por la Asociación Internacional para la Evaluación del Logro Educativo (*International Association for the Evaluation of Educational Achievement*) y ha sido un instrumento clave en la evaluación educativa global desde 1995. TIMSS se lleva a cabo cada cuatro años con el objetivo de proporcionar datos comparativos sobre el rendimiento en matemáticas y ciencias de estudiantes de cuarto y octavo grado en distintos países. Este diseño permite monitorear cambios en el desempeño educativo a lo largo del tiempo, brindando a responsables de políticas, educadores e investigadores valiosos conocimientos sobre los factores que influyen en el rendimiento estudiantil. TIMSS se centra en las necesidades educativas y en los avances tecnológicos. La evaluación comenzó inicialmente como una prueba en papel, pero en 2019 TIMSS introdujo una versión digital, e-TIMSS, para adaptarse a los avances tecnológicos y ofrecer una mejor experiencia de datos.



La mitad de los países participantes optaron por e-TIMSS, mientras que los demás continuaron con el formato tradicional en papel (TIMSS & PIRLS International Study Center, 2019).

Una característica distintiva de TIMSS es su uso de un marco de evaluación integral que se revisa en colaboración con los países participantes en cada ciclo. Este marco incluye dominios de contenido y dominios cognitivos que reflejan las prioridades curriculares globales. Por ejemplo, el marco de matemáticas de TIMSS 2019 para octavo grado incluía los dominios de número, medida, geometría, datos, álgebra y probabilidad (TIMSS & PIRLS International Study Center, 2019). La estructura de este marco permite a TIMSS evaluar una amplia gama de conocimientos y habilidades, garantizando al mismo tiempo relevancia cultural y curricular entre las naciones participantes.

TIMSS también proporciona datos contextuales a través de cuestionarios detallados aplicados a estudiantes, docentes y directores de escuela. Este componente promueve la comprensión de cómo los entornos escolares, las prácticas docentes y el apoyo en el hogar contribuyen a los resultados de los estudiantes. Estas percepciones contextuales informan políticas educativas basadas en evidencia, ayudando a los países a identificar áreas de mejora y a promover entornos de aprendizaje más efectivos.

TIMSS es una herramienta significativa en la investigación educativa que proporcionará información importante en este estudio. En efecto, los datos de TIMSS 2019 constituyen la base para explorar cómo la experiencia docente y diversos factores contextuales a nivel del profesorado, como el énfasis en el éxito académico y las limitaciones percibidas en la enseñanza debido a las necesidades de los estudiantes, influyen en el rendimiento en matemáticas de los estudiantes de octavo grado en distintos países. A través de la aplicación de los sólidos datos y metodologías de TIMSS, esta investigación describirá relaciones que son generalizables en los sistemas educativos de los diferentes países que participaron en TIMSS 2019, permitiendo comprender los factores que apoyan el éxito o rendimiento de los estudiantes en matemáticas a nivel global.

MATERIALES Y MÉTODOS

La pregunta de investigación que abordo en este estudio es: ¿Cuáles son los efectos de los años de experiencia docente y del contexto de enseñanza en el logro en matemáticas de los estudiantes de octavo grado en los países de e-TIMSS 2019?

Este estudio amplía la comprensión de cómo la experiencia docente y el contexto de enseñanza influyen en el rendimiento matemático de los estudiantes en diversos sistemas



educativos internacionales. El presente análisis examina cómo factores a nivel de profesor, tales como años de experiencia, énfasis escolar en el éxito académico y limitaciones percibidas en la enseñanza, influyen en los resultados de matemáticas de octavo grado, utilizando datos de e-TIMSS 2019 y modelado jerárquico lineal (HLM). A diferencia de estudios previos, este análisis explora las relaciones en múltiples países, mostrando información sobre tendencias y variaciones globales. Los hallazgos ofrecen evidencia valiosa sobre el papel crítico tanto de la experiencia docente como de los entornos escolares en la construcción del logro estudiantil. Esta investigación contribuye a la aplicación de políticas y estrategias para mejorar la educación matemática a nivel global.

Alcance y recolección de datos

Este estudio utiliza datos del conjunto e-TIMSS 2019 sobre el rendimiento en matemáticas de octavo grado en 22 países. TIMSS proporciona un conjunto de datos completo con naturaleza jerárquica, donde los estudiantes están anidados dentro de las aulas, lo que lo hace ideal para el modelado jerárquico lineal (TIMSS & PIRLS International Study Center, 2019). El análisis se limita a enfocarse en el rendimiento en matemáticas de octavo grado como resultado principal, ya que esta materia y nivel educativo ofrecen información crítica sobre la educación fundamental.

Este estudio se centra en tres variables de contexto docente: experiencia docente (BTBG01), énfasis escolar en el éxito académico (BTBGEAS), y limitaciones de la enseñanza debido a las necesidades de los estudiantes (BTBGLSN). Estas variables permiten un análisis detallado tanto de los efectos individuales de los profesores como de los contextuales de la escuela en los resultados estudiantiles dentro de cada país.

El modelo es un HLM de dos niveles, donde el primer nivel representa el logro matemático individual de los estudiantes y el segundo nivel captura las variables a nivel de profesor y escuela. En lugar de incorporar el país como un tercer nivel en un modelo unificado, se calcularon modelos separados para cada país. El análisis inicial del efecto de los años de experiencia docente se realizó usando los 22 países; con base en ese análisis inicial, se seleccionaron ocho países con resultados significativos en cuanto a años de experiencia docente para una investigación más profunda. Modelos posteriores incorporaron énfasis escolar en el éxito académico (BTBGEAS) y limitaciones en la enseñanza debido a las necesidades de los estudiantes (BTBGLSN), con el fin de explorar en qué medida estas variables a nivel de profesor podrían atenuar el efecto de la experiencia docente en el rendimiento estudiantil en esos ocho países específicos. Finalmente, este análisis proporciona información sobre variaciones entre países respecto a cómo las características docentes pueden influir en el logro estudiantil.



Implementación del modelo

El HLM es una técnica estadística que puede analizar estructuras de datos jerárquicamente anidadas, como estudiantes anidados dentro de profesores. En este estudio, los datos están organizados jerárquicamente, con los estudiantes en el Nivel 1 y los profesores en el Nivel 2. El uso de HLM permite modelar dependencias dentro de grupos y evaluar cómo los predictores de Nivel 2 influyen en los resultados de Nivel 1. Los modelos de efectos mixtos, que forman la base del HLM, consideran tanto efectos fijos como aleatorios, lo que los hace ideales para estructuras de datos anidadas y asegura una estimación precisa de las relaciones entre predictores y resultados (Bliese, 2016; Raudenbush & Bryk, 2002).

El modelo de dos niveles

El modelo final de dos niveles utilizado en este estudio (Modelo 3) es el siguiente:

Nivel 1 (Modelo a nivel de estudiante):

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + r_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : puntaje de logro en matemáticas del estudiante i en el aula del profesor j .

β_{0j} : intercepto que representa el puntaje promedio en matemáticas del aula del profesor j .

r_{ij} : error aleatorio del estudiante i dentro del aula del profesor j .

Nivel 2 (Modelo a nivel de profesor):

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}(\text{Experiencia Docente}) + \gamma_{02}(\text{Énfasis escolar en el éxito académico}) \\ + \gamma_{03}(\text{Limitaciones de enseñanza}) + u_{0j}$$

Donde:

γ_{00} : promedio general de los puntajes de matemáticas en todos los profesores.

γ_{01} , γ_{02} , and γ_{03} : efectos fijos de la experiencia docente (BTBG01), del énfasis escolar en el éxito académico (BTBGEAS) y de las limitaciones percibidas en la enseñanza debido a las necesidades de los estudiantes (BTBGLSN), respectivamente.

u_{0j} : efecto aleatorio para el profesor j , que captura la variabilidad entre profesores.

El modelo propuesto expande el modelo nulo (solo intercepto) al incluir predictores como años de experiencia docente, énfasis escolar en el éxito académico y limitaciones de enseñanza debido a las necesidades estudiantiles. Este modelo permite una comprensión más matizada de cómo los predictores a nivel de profesor influyen en la variable de resultado basada en el logro estudiantil.

Proceso de análisis

El análisis se realizó en **R**, aplicando el paquete *lme4* para modelado de efectos mixtos. El proceso de modelado comenzó ajustando modelos con la función *lmer*, que permite una estimación eficiente de efectos fijos y aleatorios (Bliese, 2016). Se calcularon los coeficientes



de correlación intraclase (ICC) para evaluar la estructura de los datos y confirmar la pertinencia del uso del HLM. Además, se generaron algunos gráficos diagnósticos para evaluar supuestos clave, incluyendo la normalidad de los residuos y la distribución de los efectos aleatorios, asegurando la robustez del modelo (Raudenbush & Bryk, 2002).

La descomposición de la varianza ayudó a determinar cuánta variabilidad en el resultado (logro matemático) podía atribuirse a diferencias entre grupos (profesores). Un ICC sustancial indica un efecto significativo de grupo, lo cual respalda el uso de un modelo de efectos mixtos en lugar de métodos más simples como MCO, ya que evidencia que la varianza debida a estructuras de agrupamiento es más que azar.

Antes de evaluar la efectividad del HLM, este estudio aplicó un ANOVA de un factor con efectos aleatorios como paso inicial. Este enfoque permitió dividir la varianza del logro estudiantil en dos componentes: varianza dentro de grupo (variación entre estudiantes con el mismo profesor) y varianza entre grupos (variación entre profesores). Este método determina si una proporción significativa de la varianza en el logro estudiantil puede atribuirse a diferencias entre profesores (ver Tabla 1).

La ecuación usada para el Modelo 0 es:

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + u_{0j} + r_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} representa el puntaje en matemáticas del estudiante i con el profesor j .

γ_{00} promedio general de logro.

u_{0j} efectos aleatorios entre grupos (profesores).

r_{ij} residuos dentro de los grupos.

Este modelo es un modelo incondicional (nulo) sin predictores, que calcula la proporción de varianza total atribuida a diferencias a nivel profesor a través del ICC.

El ICC se calcula como:

$$ICC = \frac{\tau^2}{\tau^2 + \sigma^2}$$

donde τ^2 es la varianza entre grupos y σ^2 la varianza dentro de grupos.

El cálculo del ICC permite determinar la proporción de varianza en el logro en matemáticas atribuible a diferencias entre profesores. Esta correlación cuantifica el grado de agrupamiento dentro de los datos, subrayando la medida en que los resultados de los estudiantes están influenciados por el contexto de su profesor. Un ICC sustancial indica un efecto grupal significativo, respaldando el uso de un modelo de efectos mixtos en lugar de métodos más simples de mínimos cuadrados ordinarios (OLS), ya que indica que la varianza debida a estructuras de agrupamiento es más que el azar. Así, el modelo incondicional estima cuánta variación en las puntuaciones de logro en matemáticas de los estudiantes resulta de los efectos a nivel de profesor (Raudenbush & Bryk, 2002).



Esta medida es crítica para confirmar la estructura jerárquica de los datos y justificar el uso de HLM. Un ICC superior a 0.10 sugiere una variación considerable a nivel de profesor, lo cual permite la aplicación de un modelo multinivel para dar cuenta de las dependencias dentro de los grupos (Bliese, 1998; Bliese, 2016). Este paso de calcular el ICC asegura que la aplicación de HLM sea apropiada para el estudio y proporciona una visión sobre la distribución de la varianza entre niveles. Un ICC alto indica diferencias significativas entre profesores, apoyando la aplicación del modelado jerárquico para estimar los efectos de los predictores a nivel de profesor (Raudenbush & Bryk, 2002).

Después de aplicar el ICC, construimos el modelo HLM para refinar el análisis. El modelo sin predictores, conocido como “modelo nulo”, proporciona un punto de referencia para evaluar el poder explicativo de los modelos posteriores (Raudenbush & Bryk, 2002). A continuación, se agregó la variable de experiencia docente como único predictor a nivel de profesor para evaluar su efecto en el logro en matemáticas de los estudiantes. El modelo de un predictor muestra la relación entre los años de experiencia docente (BTBG01) y el logro en matemáticas de los estudiantes (BSMMAT01). Este modelo estima el cambio promedio en las puntuaciones de los estudiantes por cada año adicional de experiencia docente mientras se verifica la variabilidad entre profesores y entre estudiantes. Este modelo (Modelo 1) puede escribirse como:

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{01}(\text{Experiencia Docente}) + u_{0j} + r_{ij}$$

donde γ_{01} es el efecto fijo de los años de experiencia docente. Este coeficiente representa el cambio en las puntuaciones de matemáticas de los estudiantes por cada año adicional de experiencia docente.

En el paso final, una por una, se incluyen secuencialmente variables adicionales de contexto docente, incluyendo énfasis escolar en el éxito académico (BTBGEAS) y enseñanza limitada por las necesidades de los estudiantes (BTBGLSN). Esto permite evaluar tanto sus contribuciones individuales como sus efectos combinados en los resultados de los estudiantes, permitiendo una mejor comprensión de las influencias a nivel de profesor en el logro en matemáticas. El modelo de dos predictores analiza los efectos de la experiencia docente (BTBG01) y el énfasis escolar en el éxito académico (BTBGEAS) sobre el logro en matemáticas de los estudiantes (BSMMAT01). Este modelo calcula las contribuciones individuales de cada predictor mientras verifica la variabilidad entre profesores.

El segundo modelo (Modelo 2) puede escribirse como:

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{01}(\text{Experiencia Docente}) + \gamma_{02}(\text{Énfasis escolar en el éxito académico}) + u_{0j} + r_{ij}.$$



Este modelo añade γ_{02} como el efecto fijo del énfasis escolar en el éxito académico, indicando el cambio en las puntuaciones de los estudiantes por un incremento de una desviación estándar en BTBGEAS (variable estandarizada). Esta variable fue estandarizada para asegurar la interpretabilidad de los coeficientes. Estandarizar significa transformar las variables a una media de 0 y una desviación estándar de 1, lo cual permite una escala consistente de los predictores. Este proceso simplifica la interpretación de los coeficientes al presentarlos en términos de desviaciones estándar, facilitando las comparaciones entre predictores con unidades o magnitudes diferentes. Además, la estandarización es beneficiosa en el modelado multinivel cuando los predictores tienen escalas de medición diversas, ya que ayuda a comprender su importancia y contribución al modelo (Bliese, 2016).

Las ecuaciones para el modelo de tres predictores (Modelo 3) se presentaron anteriormente. Este modelo sigue las mismas convenciones que el modelo anterior, incluyendo la estandarización de la variable enseñanza limitada por las necesidades de los estudiantes (BTBGLSN). Es importante señalar que esta variable debe interpretarse de manera que un valor más alto sugiera menos limitaciones percibidas por el profesor en su enseñanza debido a las necesidades de los estudiantes. La multicolinealidad del modelo final fue verificada para confirmar que las variables predictoras no estuvieran excesivamente correlacionadas. Un alta multicolinealidad puede afectar los coeficientes de regresión y la fiabilidad de las estimaciones. Se calcularon los Factores de Inflación de la Varianza (VIF) para cada predictor, con todos los valores por debajo del umbral comúnmente aceptado de 10, eliminando cualquier preocupación sobre la multicolinealidad en el análisis (Bliese, 2016). Al verificar la independencia de los predictores, este paso añadió robustez a los hallazgos y aseguró la estabilidad de los resultados.

RESULTADOS

La Tabla 1 contiene los Coeficientes de Correlación Intraclass (ICC) de los modelos incondicionales de logro en matemáticas de octavo grado para los 22 países que participaron en e-TIMSS 2019.

Tabla 1

(Modelo 0): Coeficientes de Correlación Intraclass (ICC) para 22 países del Modelo Incondicional (TIMSS 2019, Matemáticas Grado 8)

País	ICC	País	ICC
------	-----	------	-----



Chile	0.46	Lituania	0.32
China Taipei	0.38	Malasia	0.60
Inglaterra	0.47	Noruega	0.11
Finlandia	0.35	Portugal	0.31
Francia	0.27	Qatar	0.47
Georgia	0.37	Rusia	0.42
Hong Kong SAR	0.62	Singapur	0.75
Hungría	0.49	Suecia	0.24
Israel	0.63	Turqía	0.34
Italia	0.21	Emiratos Árabe U.	0.59
Corea (República de)	0.18	Estados Unidos	0.62

El ICC para los 22 países varió entre 0.11 y 0.75, con Noruega como el más bajo y Singapur como el más alto, lo que indica diferentes niveles de varianza entre grupos. Cabe destacar que todos los valores fueron superiores al umbral requerido de 0.10, lo que confirma que el Modelo Jerárquico Lineal (HLM) es apropiado para analizar los datos. Estos valores de ICC subrayan la presencia de efectos de agrupamiento significativos a nivel del profesor, justificando el uso del análisis HLM.

Los países con valores de ICC más altos, como Singapur (0.75), Hong Kong SAR (0.62), Israel (0.63), Estados Unidos (0.62), Malasia (0.60) y Emiratos Árabes Unidos (0.59), muestran que una proporción sustancial de la varianza en el rendimiento estudiantil puede atribuirse a diferencias entre profesores. Asimismo, países con valores moderados de ICC como Inglaterra (0.47), Hungría (0.49), Catar (0.47), Chile (0.46) y la Federación Rusa (0.42) indican que tanto los factores a nivel de profesor como los de estudiante contribuyen al rendimiento estudiantil. El profesor que un estudiante tenga y la escuela a la que asista todavía juegan un papel importante en estos países, pero las características individuales también tienen efectos significativos. En contraste, países con valores relativamente bajos de ICC, como Francia (0.27), Suecia (0.24), Italia (0.21), República de Corea (0.18) y Noruega (0.12), sugieren que la mayor parte de la variación en el logro estudiantil se debe a factores dentro de los salones de clase, como el trasfondo del estudiante o la dinámica del aula, más que a diferencias a nivel de profesor. En otras palabras, si seleccionamos salones aleatorios en un país con un ICC bajo, tenderían a tener distribuciones de logro similares. Sin embargo, en países con un ICC alto, las distribuciones probablemente serían muy diferentes entre aulas. La Tabla 2 muestra los resultados del modelo jerárquico lineal que incorpora los efectos de los años de experiencia docente en el rendimiento en matemáticas de los estudiantes de octavo grado en 22 países.

Tabla 2



(Modelo 1): Resultados del Modelo Jerárquico Lineal con Experiencia Docente como Predictor en 22 Países (TIMSS 2019, Matemáticas Grado 8)

País	Intercepción	Coef. Años de Exp. Docente	País	Intercepción	Coef. Años de Exp. Docente
Chile	443.22	0.28	Lituania	507.63	0.04
China Taipei	550.88	1.91***	Malasia	501.34	-0.84
Inglaterra	498.38	1.38	Noruega	506.63	-0.02
Finlandia	496.00	0.004	Portugal	491.57	0.36
Francia	483.18	0.09	Qatar	470.89	-1.48**
Georgia	485.45	-0.88*	Rusia	541.40	0.06
Hong Kong SAR	584.17	-0.67	Singapur	597.74	0.77
Hungría	537.13	-0.58	Suecia	508.00	-0.16
Israel	477.85	1.44***	Turquía	454.58	3.40***
	487.24	0.48*	Emiratos A. U.	500.99	-2.01***
Italia			Estados Unidos	499.94	1.07*
Rep. de Corea	596.36	0.14			

Nota: * representa un efecto estadísticamente significativo en $p < .05$, ** en $p < .01$, y *** en $p < .001$. La ausencia de * indica que el efecto no fue significativo en $p < .05$.

En este modelo, los interceptos representan los puntajes promedio estimados en matemáticas para cada país, mientras que el coeficiente de años de experiencia docente refleja el cambio esperado en los puntajes de los estudiantes por cada año adicional de experiencia del profesor. Por ejemplo, en Taipéi Chino, el intercepto es 550.88 y el coeficiente de experiencia docente es 1.91. Este coeficiente fue estadísticamente significativo ($p < .001$), lo que indica una relación positiva fuerte y significativa entre los años de experiencia docente y el rendimiento estudiantil. Específicamente, por cada año de experiencia que tiene un profesor, se espera que el puntaje promedio de un estudiante en esa aula sea 1.91 puntos más alto que el promedio general (intercepto). En contraste, Malasia tiene un intercepto de 501.34, pero el coeficiente de experiencia docente es -0.84. Este coeficiente no fue estadísticamente significativo (0.12), lo que significa que no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula de que el coeficiente es igual a 0, sugiriendo que los años de experiencia no tienen un impacto significativo en el rendimiento estudiantil.

Los países como Taipéi Chino, Turquía e Israel muestran efectos positivos fuertes de la experiencia docente en el rendimiento estudiantil. Por ejemplo, en Turquía, el intercepto es 454.58 y el coeficiente de experiencia docente es 3.396 ($p < .001$), lo que indica un impacto positivo altamente significativo. De forma similar, Israel tiene un intercepto de 477.85 y un



coeficiente de 1.44, nuevamente señalando una relación significativa. Estos resultados sugieren que, en estos países, los docentes más experimentados tienden a tener estudiantes con puntajes promedio más altos que aquellos con menos experiencia.

Por otro lado, algunos países como Georgia y los Emiratos Árabes Unidos muestran efectos negativos significativos de los años de experiencia docente sobre el rendimiento. En Georgia, el coeficiente es -0.88 ($p < .05$), y en los EAU es -2.01 ($p < .001$). Estos coeficientes negativos podrían indicar que, en algunos contextos, los profesores con más años de experiencia están asociados con un rendimiento ligeramente menor en matemáticas.

En conclusión, los resultados de este análisis HLM destacan variaciones significativas en el impacto de la experiencia docente en el rendimiento en matemáticas según el país. Mientras que en países como Turquía e Israel se observa una relación positiva fuerte, en otros como Georgia y los EAU se observan efectos negativos. Esto sugiere que la efectividad de la experiencia docente puede estar influenciada por factores contextuales.

Factores Contextuales Adicionales

En este punto, el análisis se centra en los ocho países con resultados significativos del modelo inicial, donde el coeficiente de los años de experiencia docente tuvo un impacto relevante en el rendimiento en matemáticas de los estudiantes. Este enfoque nos permitió estudiar más a fondo la interacción de los factores a nivel docente en el rendimiento de los estudiantes.

Una práctica común en el modelado jerárquico es delimitar el análisis para enfocarse en las variables más relevantes y maximizar el poder explicativo del modelo mientras se abordan preguntas específicas de investigación (Raudenbush & Bryk, 2002). Al concentrarse en estos ocho países, este estudio ofrece una exploración detallada de la relación entre los años de experiencia docente, el énfasis escolar en el éxito académico, las limitaciones percibidas en la enseñanza debido a las necesidades de los estudiantes y los resultados de los estudiantes, así como identificar patrones o variaciones consistentes.

El análisis en la Tabla 3 muestra un Modelo Jerárquico Lineal para examinar los efectos de la experiencia docente y el énfasis escolar en el éxito académico sobre el rendimiento en matemáticas de los estudiantes en ocho países seleccionados utilizando los datos de TIMSS 2019 de octavo grado. Debido a que el énfasis escolar en el éxito académico fue estandarizado, el intercepto en este modelo refleja la puntuación promedio en matemáticas de un estudiante en un aula con un docente con 0 años de experiencia docente en una escuela con un nivel promedio de énfasis en el éxito académico.

Tabla 3

(Modelo 2): Países seleccionados que muestran efectos significativos de la Experiencia Docente (BTBG01) y del Énfasis Escolar en el Éxito Académico estandarizado (BTBGEAS) sobre el Rendimiento en Matemáticas (TIMSS 2019, Octavo Grado)



País	Intercepto	Coef. Años de Experiencia Docente	Coef. Énfasis Escolar en Éxito Académico
China Taipei	555.32	1.65***	29.63 ***
Georgia	484.66	-0.84*	12.66 **
Israel	476.39	1.55***	20.86 ***
Italia	488.38	0.42	8.27 **
Qatar	467.39	-1.21*	19.94 ***
Turquía	459.80	2.88***	17.38 ***
Emiratos Arabe Unido	499.74	-1.91***	14.03 ***
Estados Unidos	502.02	0.91*	12.35 ***

Nota: * representa un efecto estadísticamente significativo en $p < .05$, ** en $p < .01$, y *** en $p < .001$. La ausencia de * indica que el efecto no fue estadísticamente significativo en $p < .05$.

El Modelo 2 introduce la variable estandarizada “Énfasis Escolar en el Éxito Académico” para predecir el rendimiento en matemáticas en los países seleccionados. Se observa que, en comparación con el Modelo 1, el Modelo 2 demuestra un mayor poder explicativo al añadir el énfasis escolar en el éxito académico a nivel institucional. Esto se respalda con una comparación ANOVA, donde el Modelo 2 mostró una reducción significativa en la desviación en todos los países analizados, con valores de Chi-cuadrado que indican consistentemente $p < 0.001$, lo que confirma la contribución sustancial de la variable añadida para explicar la varianza en el rendimiento en matemáticas de los estudiantes. La inclusión de esta variable resalta su papel fundamental en la influencia de los resultados, ya que mostró efectos positivos y significativos de manera consistente en los distintos países. Este hallazgo subraya la importancia de fomentar una sólida cultura académica, incluso en contextos donde la experiencia docente por sí sola tiene efectos limitados o negativos, como en países como Georgia y Emiratos Árabes Unidos.

Los resultados del Modelo 2 revelan que el Énfasis Escolar en el Éxito Académico tiene un impacto positivo y significativo de manera consistente sobre el rendimiento de los estudiantes en todos los países incluidos en este modelo. Sin embargo, los tamaños de los coeficientes varían: Taipéi Chino presentó el valor más alto (29.63) e Italia el más bajo (8.27). Taipéi Chino exhibió el mayor coeficiente para BTBGEAS, seguido por Israel (20.86) y Catar (19.94), lo que resalta la fuerte influencia de un enfoque académico sólido. De manera similar, Turquía (17.38) y Emiratos Árabes Unidos (14.03) también mostraron contribuciones significativas de BTBGEAS en el rendimiento estudiantil. En Estados Unidos, BTBGEAS tuvo un coeficiente de 12.35, lo que enfatiza el papel de esta variable incluso en sistemas educativos diversos. Aunque Italia tuvo el coeficiente más pequeño, los



hallazgos en conjunto subrayan la relevancia universal del énfasis en el éxito académico y su papel crítico en la mejora del rendimiento en matemáticas en todos los países.

Es importante destacar que los coeficientes para los Años de Experiencia Docente (BTBG01) se atenuaron (se acercaron a 0) en el Modelo 2 para todos los países excepto Israel. Esto indica que el énfasis escolar en el éxito académico influye en los efectos directos de los años de experiencia docente sobre el rendimiento estudiantil, al reducir la influencia independiente de BTBG01. Por ejemplo, aunque Taipéi Chino y Turquía aún mostraron efectos positivos y significativos de la experiencia docente, sus coeficientes disminuyeron en comparación con el Modelo 1. Los resultados del Modelo 2 muestran que el énfasis escolar en el éxito académico tiene un impacto positivo y significativo de manera consistente en todos los países de este modelo, aunque los tamaños de los coeficientes varían, siendo mayor en Taipéi Chino (29.63) y menor en Italia (8.27).

Además, la inclusión de la variable de énfasis escolar provocó que el coeficiente de los años de experiencia docente en Italia pasara de ser significativo en el Modelo 1 a no significativo en el Modelo 2. Esto resalta el papel crucial del entorno académico de la escuela en el apoyo al rendimiento estudiantil. Estos hallazgos apuntan a la importancia más amplia de crear entornos académicos sólidos que no solo potencien el rendimiento de los estudiantes, sino que también amplifiquen o mitiguen los efectos de otras variables a nivel docente, como la experiencia.

Asimismo, en países como Taipéi Chino, Israel y Turquía, ambas variables muestran efectos sólidos y estadísticamente significativos en el rendimiento matemático, lo que sugiere que la inclusión de BTBGEAS mejora la capacidad del modelo para capturar factores contextuales a nivel docente. En el caso de Taipéi Chino, el coeficiente para BTBG01 disminuyó ligeramente (de 1.91 a 1.65) con la inclusión de BTBGEAS, que obtuvo un coeficiente de 29.63, pero ambas variables resultaron altamente significativas, lo que resalta el papel crítico de un fuerte énfasis escolar en lo académico a nivel docente. En contraste, Israel mostró una mejoría en el coeficiente de BTBG01 (de 1.44 a 1.55) y un

valor de BTBGEAS de 20.86, lo que indica que la inclusión de este factor en el modelo también influye en los efectos de los años de experiencia docente. De manera similar, la mejora es evidente en Catar y Emiratos Árabes Unidos, donde la experiencia docente sigue estando negativamente asociada al rendimiento, pero la adición de BTBGEAS contribuye a un impacto positivo y significativo en estos países. Esto refleja la valiosa contribución de incluir la variable BTBGEAS. Más allá de mejorar el poder explicativo del modelo, su inclusión subraya su importancia para comprender los efectos combinados de la experiencia docente y el énfasis escolar en el rendimiento en matemáticas de los estudiantes.



En resumen, los hallazgos del HLM utilizado en el Modelo 2 muestran que, aunque la experiencia docente tiene efectos mixtos según el país, el énfasis en el éxito académico parece influir positivamente en el rendimiento en matemáticas en los ocho países analizados en este estudio.

Tabla 4

(Modelo 3): Modelo Lineal Jerárquico con Factores Contextuales Adicionales que Influyen en el Rendimiento Estudiantil a Nivel Docente (TIMSS 2019, Logro en Matemáticas, 8° grado)

País	Intercepto	Coef. Años de Experiencia Docente	Coef. Énfasis Ecolar en el éxito Académico	Coef. Limitaciones debidas a las Necesidades de los Estudiantes
China Taipei	554.38	1.65***	24.59 ***	18.20 ***
Georgia	481.12	-0.73	13.42 **	-1.08
Israel	477.78	1.48***	13.95 ***	27.25 ***
Italia	487.79	0.45	7.11 **	4.84
Qatar	470.21	-1.43**	14.49 **	18.03 ***
Turquía	462.31	2.63***	11.44 *	19.49 ***
Emiratos Arabe Unid.	497.33	-1.68***	10.13 ***	12.69 ***
Estados Unidos	503.40	0.80	11.57 ***	7.66 ***

Nota: * representa un efecto estadísticamente significativo en $p < .05$, ** en $p < .01$ y *** en $p < .001$. La ausencia de * indica que el efecto no fue estadísticamente significativo en $p < .05$.

El Modelo 3 resalta una gran diferencia en los efectos de la experiencia docente (BTBG01) entre países. Sin embargo, en comparación con el Modelo 2, el número de resultados significativos de esta variable disminuye de seis a cinco de ocho países, atenuando aún más el impacto de los años de experiencia docente. El énfasis estandarizado en el éxito académico (BTBGEAS) muestra un impacto positivo y significativo frecuente en la mayoría de los países. En contraste, las limitaciones en la enseñanza debido a las necesidades de los estudiantes (BTBGLSN) también son significativas en muchos países, con los efectos más fuertes en Israel (27.25) y Turquía (19.49). Estos resultados sugieren que las limitaciones debidas a las necesidades de los estudiantes pueden mejorar sustancialmente el rendimiento en matemáticas. Sin embargo, el efecto no es estadísticamente significativo en Georgia (-1.08) e Italia (4.84), lo que indica que este factor no influye de manera uniforme en el rendimiento estudiantil entre países. De hecho, para Italia y Georgia, la inclusión de este factor no muestra efectos significativos. Los coeficientes para BTBGLSN y BTBG01 no son significativos en ambos países, lo que indica que estas variables no contribuyen al rendimiento en matemáticas. El coeficiente de BTBGEAS se mantiene significativo, pero su



valor disminuye del Modelo 2 al Modelo 3. Esto sugiere que el Modelo 3 no es necesario para Italia y Georgia, ya que no aporta mejoras sustanciales en el ajuste del modelo ni en la interpretabilidad.

Para estos dos países, las estadísticas de comparación de modelos respaldan esta afirmación, dado que la inclusión de BTBGLSN en el Modelo 3 no logra proporcionar mejoras significativas en el poder explicativo. Por ejemplo, una comparación ANOVA entre el Modelo 2 y el Modelo 3 demostró una reducción significativa en la desviación, confirmando que la adición de BTBGLSN mejoró sustancialmente el poder explicativo del modelo. Sin embargo, para países como Italia y Georgia, la variable adicional (BTBGLSN) no produjo beneficios sustanciales, como se refleja en los coeficientes no significativos. Siguiendo el principio de parsimonia, es más prudente aceptar el Modelo 2 sobre el Modelo 3 en estos contextos, priorizando la simplicidad y la interpretabilidad sin sacrificar el poder explicativo.

Además, existen algunas diferencias en la significancia y en el valor de los predictores entre los Modelos 2 y 3 en los países seleccionados. En el Modelo 3, la inclusión adicional de Limitaciones en la Enseñanza por Necesidades de los Estudiantes introduce otra complejidad, y su impacto varía según el país. Por ejemplo, en Taipéi Chino, Israel, Catar, Turquía y Emiratos Árabes Unidos, el coeficiente de BTBGLSN es estadísticamente significativo, lo que sugiere que contribuye sustancialmente a explicar el rendimiento matemático de los estudiantes. Esto indica que el modelo ha mejorado para estos países, porque BTBGLSN pudo capturar aspectos adicionales a nivel docente que influyen en los resultados estudiantiles y que no fueron capturados en el Modelo 2.

El Modelo 3 revela que, mientras el efecto de los años de experiencia docente no es uniforme entre países, el énfasis en el éxito académico y la minimización de limitaciones en la enseñanza debidas a las necesidades de los estudiantes son factores críticos para promover el rendimiento estudiantil en matemáticas en la mayoría de los países.

En general, el Modelo 3 mejora sobre el Modelo 2 en los países donde BTBGLSN es un predictor significativo, como Taipéi Chino, Israel, Catar, Turquía, Emiratos Árabes Unidos y Estados Unidos. Estos hallazgos subrayan la importancia de considerar factores contextuales específicos, como las limitaciones en la enseñanza por necesidades de los estudiantes. Por ejemplo, en Estados Unidos, con un coeficiente positivo y significativo de 7.66 para BTBGLSN, se destaca la contribución relevante de abordar estas limitaciones para mejorar el rendimiento estudiantil. De manera similar, en países como Taipéi Chino (18.20), Israel (27.25) y Turquía (19.49), BTBGLSN captura aspectos críticos del contexto docente que influyen en los resultados estudiantiles. Sin embargo, para Italia y Georgia, el Modelo 2 podría ser más efectivo, ya que BTBGLSN no mejora significativamente el rendimiento



matemático de los estudiantes. Este resultado entre países subraya la necesidad de crear modelos que se ajusten a los contextos educativos de cada región.

DISCUSIÓN

Este estudio proporciona importantes perspectivas sobre los efectos de la experiencia docente y las variables del contexto de enseñanza en el rendimiento en matemáticas de los estudiantes de octavo grado en los países participantes de e-TIMSS 2019. Mediante la aplicación de HLM, esta investigación analiza cómo los años de experiencia docente, el énfasis escolar en el éxito académico y las limitaciones percibidas en la enseñanza debido a las necesidades de los estudiantes influyen en los resultados de los alumnos.

De acuerdo con los resultados, el efecto de los años de experiencia docente en el rendimiento matemático de los estudiantes presenta una variación significativa entre los países, lo que desafía la uniformidad sugerida en estudios previos. Países como Taipéi Chino, Turquía e Israel muestran asociaciones fuertemente positivas, pero en Georgia y los Emiratos Árabes Unidos el estudio encuentra efectos negativos o no significativos. La variabilidad de esta variable a lo largo de los modelos podría sugerir que factores contextuales, como las diferencias en los sistemas educativos (énfasis en el éxito académico) o la asignación de recursos (necesidades de los estudiantes), pueden influir en el impacto de la experiencia docente. Lindström et al. (2024) subrayan una relación positiva entre la experiencia docente y los resultados de los estudiantes. De manera similar, Toropova et al. (2019) proponen una relación curvilínea, donde el rendimiento alcanza su punto máximo después de 19 años de experiencia y luego declina. Sin embargo, los hallazgos de este proyecto revelan que esta relación no es globalmente consistente. Por ejemplo, en el

Modelo 1, los efectos de la experiencia docente fueron estadísticamente significativos solo en ocho países, lo que impulsa a examinar factores contextuales adicionales que puedan influir en esta relación. Esto enfatiza la variabilidad de cómo la experiencia docente impacta en el rendimiento estudiantil en diferentes países.

En general, los hallazgos tienen implicaciones significativas para los responsables de políticas, los docentes y las escuelas. En efecto, los maestros con experiencia podrían tener estrategias adaptativas o habilidades pedagógicas que resulten especialmente efectivas para el aprendizaje de los estudiantes, particularmente en matemáticas. Sin embargo, hubo variación en el ICC, que indica la proporción de varianza en el rendimiento en matemáticas atribuible a diferencias entre docentes, en 22 países. Un ICC alto en países como Estados Unidos y Singapur indica que los factores a nivel docente juegan un papel importante en los resultados de los estudiantes. Esto coincide con hallazgos en la literatura, como los de Blömeke y Delaney (2012), quienes mencionaron la importancia de los maestros experimentados para mejorar el rendimiento estudiantil como un factor. No obstante, un ICC



bajo en países como Corea y Noruega señala que los factores a nivel del estudiante pueden tener una mayor influencia, destacando que podría ser necesario aplicar diversos factores instruccionales y contextuales para optimizar los entornos de aprendizaje (Aru & Kale, 2019).

Por el contrario, en países como Emiratos Árabes Unidos y Qatar, la relación negativa entre experiencia docente y rendimiento estudiantil plantea preguntas sobre factores contextuales que pueden influir en esta relación. Este hallazgo coincide con Aru y Kale (2019), quienes mencionaron que es necesario contar con un apoyo institucional adecuado para permitir que los docentes atiendan de manera efectiva las diversas necesidades de los estudiantes. En estos países, podría ocurrir que los maestros más experimentados carezcan de acceso a desarrollo profesional o enfrenten barreras estructurales que afecten su efectividad en la enseñanza, lo que puede explicar las discrepancias en estos resultados. Factores como el acceso a formación continua y sistemas de apoyo institucional podrían influir significativamente en la relación entre experiencia docente y rendimiento matemático de los estudiantes en diferentes países.

La incorporación de la variable énfasis escolar en el éxito académico (BTBGEAS) mejoró significativamente el modelo en todos los países analizados. Esta variable mostró de manera consistente un impacto positivo y significativo en el rendimiento en matemáticas de los estudiantes, subrayando la importancia de un enfoque académico a nivel institucional. Por ejemplo, en el Modelo 2, la adición de BTBGEAS impacta positivamente en todos los países seleccionados, incluso cuando los efectos de la experiencia docente variaban. Países como Taipéi Chino e Israel exhibieron coeficientes altos para BTBGEAS, lo que indica que la importancia de metas académicas sólidas podría amplificar los efectos positivos de la

experiencia docente. Estos hallazgos se alinean con Goddard et al. (2000), quienes enfatizaron el papel de la eficacia colectiva de los docentes en la promoción de altos estándares académicos. Sin embargo, los resultados amplían este entendimiento al demostrar que incluso en contextos donde la experiencia docente muestra un efecto negativo o no significativo (Georgia y Emiratos Árabes Unidos en los Modelos 1 y 2), un fuerte énfasis en el éxito académico puede mitigar estos resultados.

Por otro lado, cuando se agrega la variable limitaciones en la enseñanza debido a las necesidades de los estudiantes (BTBGLSN) como predictor en el modelo, esto indica una nueva comprensión de los efectos a nivel docente en el rendimiento estudiantil. Los resultados muestran que este factor tiene un impacto sustancial y positivo en países como Taipéi Chino, Israel y Turquía, pero no es significativo en otros como Italia y Georgia.

Por ejemplo, los efectos fuertes y estadísticamente significativos de BTBGLSN en Israel y Turquía subrayan la importancia de atender las necesidades de los estudiantes para maximizar la efectividad de las prácticas docentes. Sin embargo, BTBGEAS demostró



efectos positivos significativos en la mayoría de los países en el Modelo 3, pero disminuyó en comparación con el Modelo 2, lo que refleja la influencia de gestionar las limitaciones en el aula. Estos hallazgos revelan que BTBGEAS sigue siendo un impulsor crítico del éxito estudiantil, pero es necesario considerar otros factores contextuales, como las necesidades de los alumnos. Además, esto sugiere que atender las necesidades estudiantiles puede mejorar la efectividad docente y el rendimiento, particularmente en contextos educativos diversos. Martin et al. (2020) identificaron diversas limitaciones que reducen la efectividad docente, incluidas la preparación de los estudiantes y la diversidad en el aula. Asimismo, Lindström et al. (2024) sostienen que los maestros experimentados desarrollan estrategias adaptativas, mostrando que dichas estrategias son más efectivas cuando se refuerzan con apoyo institucional para atender las necesidades de los alumnos. Los hallazgos de este proyecto destacan estas observaciones y demuestran que superar estas limitaciones es crucial para mejorar los resultados de los estudiantes. Cabe destacar que la inclusión de BTBGLSN en el Modelo 3 muestra una mejora significativa en países donde las necesidades de los estudiantes son críticas para la efectividad instruccional en comparación con el Modelo 1, como Qatar y Emiratos Árabes Unidos. En estos contextos, BTBGLSN contribuye positivamente y refuerza la importancia de equilibrar el apoyo institucional con las prácticas docentes para enfrentar los retos de las necesidades estudiantiles.

El análisis de la experiencia docente, el énfasis escolar en el éxito académico y las limitaciones en la enseñanza debido a las necesidades de los estudiantes proporciona una aclaración de las influencias a nivel docente en el rendimiento en matemáticas. Mientras que estudios previos a menudo examinaron estos factores de manera independiente (p. ej.,

Blömeke et al., 2016; Şahin & Öztürk, 2018), los resultados de este proyecto muestran que su interacción puede revelar perspectivas más profundas. Por ejemplo, en países como Qatar y Emiratos Árabes Unidos, donde la experiencia docente tiene un impacto negativo,

la inclusión de BTBGEAS y BTBGLSN resalta su potencial para equilibrar o incluso compensar estos efectos. Esta perspectiva integradora resalta la importancia de considerar una variedad de factores contextuales.

En general, la progresión del Modelo 2 al Modelo 3 demuestra los importantes efectos de combinar factores a nivel docente. BTBGEAS muestra efectos significativos en varios países, pero agregar BTBGLSN en el Modelo 3 refuerza sus efectos en algunos países. Sin embargo, para contextos como Italia y Georgia, donde BTBGLSN no es significativo, la estructura del Modelo 2 parece ser más efectiva. Estos hallazgos demuestran la importancia de alinear los modelos a contextos educativos específicos, avanzando en la comprensión de cómo los factores institucionales y los desafíos a nivel docente influyen en el rendimiento estudiantil.



En general, los hallazgos sugieren importantes implicaciones para la política y la práctica. Los responsables de políticas deben considerar la provisión de recursos que puedan apoyar el desarrollo docente, principalmente en países donde la experiencia docente no tiene buenas implicaciones en el rendimiento estudiantil. De hecho, las inversiones en mejorar el desarrollo profesional y proporcionar capacitación docente podrían ayudar a evitar desafíos contextuales y lograr efectividad instruccional, especialmente en países con efectos negativos o no significativos de la experiencia docente (Akyüz Aru & Kale, 2019). Para los docentes, los hallazgos enfatizan la creación de un fuerte énfasis en el éxito académico en la escuela a nivel docente. De este modo, las escuelas deberían priorizar la promoción de entornos colaborativos entre maestros que se conecten con metas educativas y brinden todos los recursos necesarios para apoyar prácticas efectivas de enseñanza (Goddard et al., 2000). Finalmente, las limitaciones debido a las necesidades de los estudiantes (BTBGLSN) son críticas para permitir la efectividad docente. Por ejemplo, países como Turquía e Israel tuvieron efectos positivos significativos al minimizar estas limitaciones, lo que sugiere que proporcionar los recursos necesarios a los estudiantes puede mejorar sustancialmente en sus necesidades.

Una limitación de este estudio es el uso exclusivo de datos del conjunto e-TIMSS 2019, que incluye 22 países y excluye a otros analizados en evaluaciones más amplias de TIMSS. Esto reduce el alcance comparativo y limita la generalización de los resultados. Por lo tanto, futuras investigaciones deberían ampliar el análisis a un rango más amplio de países para identificar patrones potenciales y desarrollar hipótesis más sólidas y comprehensivas basadas en los hallazgos. En efecto, expandir el conjunto de datos más allá de e-TIMSS para incluir todos los métodos de recopilación de TIMSS disponibles también mejoraría la generalización de los hallazgos con una gama más amplia de países y sistemas educativos.

Otra limitación es que algunas variables del contexto docente, como el énfasis escolar en el éxito académico y las limitaciones de enseñanza debido a las necesidades de los estudiantes, se basan en opiniones autoinformadas de los docentes. Estas respuestas subjetivas pueden introducir sesgos o inconsistencias que potencialmente afecten la confiabilidad de los resultados. Futuras investigaciones podrían abordarlo incorporando medidas objetivas u observaciones externas como registros administrativos u observaciones en el aula para mejorar la efectividad del análisis. Además, la estandarización de variables del contexto docente como BTBGEAS y BTBGLSN puede influir en la interpretación de sus efectos al normalizar diferencias que podrían tener un significado contextual único en países individuales.

Además, algunos resultados, como las asociaciones negativas entre la experiencia docente y el rendimiento estudiantil observadas en países como Emiratos Árabes Unidos y Georgia, deben interpretarse con cautela. Estas asociaciones podrían estar influenciadas por factores



contextuales no capturados en los modelos, como diferencias estructurales en los sistemas educativos, acceso a recursos o condiciones institucionales que afectan las prácticas docentes. Por ello, existe el riesgo de sobre interpretar estas relaciones sin considerar otros elementos que podrían estar influyendo. Futuras investigaciones podrían abordar esto integrando análisis a nivel país o adoptando un marco HLM de tres niveles para explorar cómo estas variables operan dentro y entre contextos nacionales.

Finalmente, futuros estudios deberían incorporar variables adicionales dentro del contexto docente y escolar, tales como factores socioeconómicos, ubicación urbana o rural de la escuela y actividades de desarrollo profesional docente. Estos factores podrían proporcionar una mejor comprensión de las dinámicas que afectan el rendimiento estudiantil y permitir explorar cómo las políticas educativas nacionales, los sistemas de formación docente y los factores socioeconómicos interactúan con la experiencia docente para influir en el rendimiento académico. Abordar estas limitaciones en futuras investigaciones podría ofrecer mayor robustez y mejor aplicación de los hallazgos.

CONCLUSIONES

En conclusión, este estudio contribuye al desarrollo de un enfoque de investigación sobre el impacto de la experiencia docente y los factores contextuales en el rendimiento estudiantil. Al utilizar datos de e-TIMSS 2019 y modelos lineales jerárquicos, el análisis enfatiza los importantes roles que desempeñan la experiencia docente, el énfasis escolar en el éxito académico y las limitaciones de enseñanza debido a las necesidades de los estudiantes en la promoción del rendimiento en matemáticas. Estos hallazgos tienen una relevancia significativa para los responsables de políticas, docentes y escuelas que buscan mejorar los resultados educativos. En adelante, la efectividad de la experiencia docente y los entornos académicos será clave para promover oportunidades de aprendizaje efectivas.

Además, en el contexto latinoamericano, estos resultados pueden orientar acciones como fortalecer la formación continua docente y proporcionar recursos adicionales para atender aulas con alta diversidad, lo que permitiría mejorar la efectividad de la enseñanza y apoyar de manera más equitativa el aprendizaje en matemáticas.

AGRADECMIENTOS

Expreamos nuestro profundo agradecimiento por todo el apoyo brindado por el Dr. Julien Corven del programa de Master of Science in Mathematics – Applied Statistics de Illinois State University, Normal, Illinois, Estados Unidos de América.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aru, S. A., & Kale, M. (2019). Effects of school-related factors and early learning experiences on mathematics achievement: A multilevel analysis to analyse the TIMSS data. *Journal of Education and Training Studies*, 7(4), 259–271. <https://doi.org/10.11114/jets.v7i4.3949>
- Bliese, P. D. (1998). Group size, ICC values, and group-level correlations: A simulation. *Organizational Research Methods*, 1(4), 355–373. <https://doi.org/10.1177/109442819814001>
- Bliese, P. D. (2016). *Multilevel modeling in R: A brief introduction to R, the multilevel package, and the nlme package* (Version 2.7). <https://cran.r-project.org/web/packages/multilevel/index.html>
- Blömeke, S., Olsen, R. V., & Suhl, U. (2016). Relation of student achievement to the quality of their teachers and instructional quality. In T. Nilsen & J.-E. Gustafsson (Eds.), *Teacher quality, instructional quality and student outcomes: Relationships across countries, cohorts, and time* (pp. 21–50). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-41252-8_2
- Cheng, C.-Y., Chen, S. Y., & Lin, S. S. J. (2017). Episodic and individual effects of elementary students' optimal experience: An HLM study. *The Journal of Educational Research*, 110(6), 653–664. <https://doi.org/10.1080/00220671.2016.1172551>
- Clotfelter, C. T., Ladd, H. F., & Vigdor, J. L. (2007). Teacher credentials and student achievement: Longitudinal analysis with student fixed effects. *Economics of Education Review*, 26(6), 673–682. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2007.10.002>
- Corven, J., DiNapoli, J., Willoughby, L., & Hiebert, J. (2022). Long-term relationships between mathematics instructional time during teacher preparation and specialized content knowledge. *Journal for Research in Mathematics Education*, 53(4), 277–306. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc-2020-0036>
- Goddard, R. D., Hoy, W. K., & Woolfolk Hoy, A. (2000). Collective teacher efficacy: Its meaning, measure, and impact on student achievement. *American Educational Research Journal*, 37(2), 479–507. <https://doi.org/10.3102/00028312037002479>



- Goe, L. (2007). *The link between teacher quality and student outcomes: A research synthesis*. National Comprehensive Center for Teacher Quality. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED521219.pdf>
- Gravemeijer, K., Stephan, M., Julie, C., Lin, F.-L., & Ohtani, M. (2017). What mathematics education may prepare students for the society of the future? *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(Suppl 1), 105–123. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9814-6>
- Gustafsson, J.-E., & Nilsen, T. (2016). The impact of school climate and teacher quality on mathematics achievement: A difference-in-differences approach. In T. Nilsen & J.-E. Gustafsson (Eds.), *Teacher quality, instructional quality and student outcomes. Relationships across countries, cohorts and time* (pp. 81–95). Springer International Publishing Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-41252-8>
- Hill, H. C. (2007). Mathematical knowledge of middle school teachers: Implications for the No Child Left Behind policy initiative. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 29(2), 95–114. <https://doi.org/10.3102/0162373707301711>
- Jacobs, V. R., Lamb, L. L. C., & Philipp, R. A. (2010). Professional noticing of children's mathematical thinking. *Journal for Research in Mathematics Education*, 41(2), 169–202. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.41.2.0169>
- Kini, T., & Podolsky, A. (2016). *Does teaching experience increase teacher effectiveness? A review of the research*. Palo Alto: Learning Policy Institute. <https://learningpolicyinstitute.org/our-work/publications-resources/does-teaching-experience-increase-teacher-effectiveness-review-research>.
- Lindquist, M., Philpot, R., Mullis, I. V. S., & Cotter, K. (2019). *Mathematics performance across national and international contexts: Insights from the TIMSS 2019 assessment*. TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College. <https://timss2019.org/reports/index.html>
- Lindström, M., Johansson, S., & Borger, L. (2024). Does formal teacher competence matter for students' mathematics achievement? Results from Swedish TIMSS 2019. *Educational Research and Evaluation*. <https://doi.org/10.1080/13803611.2024.2367486>
- Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Foy, P., Kelly, D. L., & Fishbein, B. (2020). *TIMSS 2019 international results in mathematics and science*. TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College. <https://timss2019.org/reports/>



- Raudenbush, S. W., & Bryk, A. S. (2002). *Hierarchical linear models: Applications and data analysis methods* (2nd ed.). Sage Publications.
- Şahin, M. G., & Öztürk, N. B. (2018). How classroom assessment affects science and mathematics achievement?: Findings from TIMSS 2015. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 10(5), 559–569. <https://iejee.com/index.php/IEJEE/article/view/466/352>
- Shuls, J. V., & Trivitt, J. R. (2015). Teacher qualifications and productivity in secondary schools. *Journal of School Choice*, 9(1), 49–70. <https://doi.org/10.1080/15582159.2015.998964>
- TIMSS & PIRLS International Study Center. (2019). *TIMSS 2019 international results in mathematics and science*. Boston College, Lynch School of Education and Human Development. <https://timss2019.org/reports/>
- Toropova, A., Johansson, S., & Myrberg, E. (2019). The role of teacher characteristics for student achievement in mathematics and student perceptions of instructional quality. *Education Inquiry*. <https://doi.org/10.1080/20004508.2019.1591844>

