



*Asesorías y Tutorías para la Investigación Científica en la Educación Puig-Salabarría S.C.
José María Pino Suárez 400-2 esq a Lerdo de Tejada, Toluca, Estado de México. 7223898476*

RFC: ATII20618V12

Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.

<http://www.dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/>

Año: XII Número: 1 Artículo no.:12 Período: 1 de septiembre al 31 de diciembre del 2024

TÍTULO: Propiedades psicométricas de un modelo de medida para el autoconcepto matemático y el apoyo docente en STEM.

AUTORES:

1. Máster. Sonia Landero Olán.
2. Dra. Deneb Elí Magaña Medina.

RESUMEN: El objetivo del estudio fue la validación psicométrica de una escala propia para medir la percepción del autoconcepto matemático y su elación con el apoyo docente en disciplinas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas por su acrónimo en inglés) en estudiantes de educación media superior en Tabasco, México. El estudio fue cuantitativo, no experimental, y correlacional. Los datos se recopilaron en 17 planteles, con una muestra de 685 estudiantes. La verificación de la fiabilidad fue mediante el coeficiente Alpha de Cronbach, la validez de constructo se realizó por el Análisis Factorial Exploratorio (AFE) y el Análisis Factorial Confirmatorio (AFC). El modelo de medida confirmó la estructura teórica propuesta a través de los indicadores de ajuste del AFE y AFC.

PALABRAS CLAVES: autoconcepto matemático; apoyo docente; Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas.

TITLE: Psychometric properties of a measurement model for mathematical self-concept and teaching support in STEM.

AUTHORS:

1. Master. Sonia Landero Olán.
2. PhD. Deneb Elí Magaña Medina.

ABSTRACT: The objective of the study was the psychometric validation of a scale to measure the perception of mathematical self-concept and its relationship with teaching support in STEM disciplines (Science, Technology, Engineering and Mathematics) in high school students in Tabasco, Mexico. The study was quantitative, non-experimental, and correlational. The data was collected at 17 campuses, with a sample of 685 students. Reliability was verified using Cronbach's Alpha coefficient, construct validity was carried out by Exploratory Factor Analysis (EFA) and Confirmatory Factor Analysis (CFA). The measurement model confirmed the proposed theoretical structure through the adjustment indicators of the AFE and CFA.

KEY WORDS: mathematical self-concept; teaching support; Science, Technology, Engineering and Mathematics.

INTRODUCCIÓN.

Según el informe PISA (Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), en muchos países, los estudiantes de bachillerato tienden a tener un rendimiento variado en matemáticas, con grandes diferencias entre países y dentro de los mismos (OCDE, 2023a).

El rendimiento en matemáticas está estrechamente vinculado con el autoconcepto matemático de los estudiantes (Arrivillaga, et al., 2023). Las percepciones sobre su desempeño y las condiciones en las que aprenden pueden influir profundamente en cómo se ven a sí mismos en relación con las matemáticas, afectando su motivación, su actitud hacia la materia, y en última instancia, su éxito académico (Lazarides, et. al., 2018).

El autoconcepto matemático de los estudiantes fue definido por Marsh (1990) como la evaluación autopercibida de habilidades, capacidades, capacidad de razonamiento matemático, disfrute e interés en la asignatura de matemáticas. En México, el autoconcepto matemático de los estudiantes de preparatoria es un área de creciente interés, debido a su impacto en el rendimiento académico. Los estudiantes con

un autoconcepto matemático fuerte tienden a tener mejores resultados en evaluaciones estandarizadas y están más inclinados a participar en cursos avanzados de matemáticas (González et al., 2020). Además, el apoyo docente y el entorno escolar juegan roles cruciales en el fortalecimiento del autoconcepto matemático de los estudiantes (Federici & Skaalvik, 2014).

Los profesores con una formación sólida en matemáticas y pedagogía pueden mejorar significativamente el rendimiento de los estudiantes (Merino, 2023); por lo que la capacitación continua y el desarrollo profesional de los docentes es indispensable; por lo tanto, el apoyo docente es un elemento indispensable para la formación del autoconcepto matemático, particularmente aquellos asociados a las disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas.

La literatura sobre las escalas que miden estos conceptos (Ortíz et al., 2018; Nyingi & Gowland, 2003; Federici & Skaalvik, 2014; Pietsch et al., 2003; Marsh & Shalveson, 1985; Kerres & Kilpatrick, 2002), presentan algunos de los indicadores psicométricos para considerarlas fiables y válidas; no obstante, en un análisis profundo de éstas, aún presentan oportunidades de mejora que permitieron la construcción de una escala propia para la medición del autoconcepto matemático asociado al apoyo docente en disciplinas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería o Matemáticas, *STEM* por su acrónimo en inglés (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*).

El objetivo del estudio fue la validación psicométrica de una escala propia para medir la percepción del autoconcepto matemático y su relación con el apoyo docente en disciplinas *STEM* en estudiantes de educación media superior en Tabasco, México.

DESARROLLO.

Revisión de la literatura.

Autoconcepto Matemático.

De acuerdo con Lamana y De la Peña (2018), el rendimiento en matemáticas de los estudiantes de bachillerato es un tema de interés para educadores, investigadores y formuladores de políticas

educativas. Los resultados de los estudiantes mexicanos en el área de matemáticas permiten conocer el bajo rendimiento que presentan en esta asignatura. En América Latina, los resultados en matemáticas suelen estar por debajo del promedio de la OCDE. Países como Chile, Uruguay y México han mostrado mejoras, pero todavía enfrentan desafíos significativos (OCDE, 2015). En la edición de PISA 2022, se evaluaron casi 700,000 estudiantes de 15 años en 81 países miembros de la OCDE y economías asociadas. En México, solo el 12% de los estudiantes pudieron obtener una puntuación en el cuartil superior del rendimiento en la asignatura de matemáticas (OECD, 2023b).

Las matemáticas son la base de la ciencia moderna y los avances tecnológicos, por lo cual se constituye como un importante medio de comunicación universal (Nyingi, & Gowland, 2003). Es por lo que tanto la educación básica, como la educación media superior, y superior, deben poner especial atención en su desarrollo.

El autoconcepto matemático, por su parte, se refiere a la percepción que tiene un individuo sobre sus habilidades, conocimientos y competencia en el área de matemáticas. Esta percepción se forma a lo largo del tiempo a través de diversas experiencias educativas y sociales, y juega un papel crucial en el desarrollo académico y personal de los estudiantes (Arrivillaga et al., 2023).

El autoconcepto matemático se construye a partir de las interacciones y experiencias que los estudiantes tienen en relación con las matemáticas (Parker, et al., 2018). Factores como el rendimiento académico, la retroalimentación que reciben de docentes y padres, y las comparaciones con los compañeros de clase influyen significativamente en esta construcción (Marsh & Shavelson, 1985).

Por otra parte, los estereotipos y las expectativas sociales también juegan un papel importante, especialmente en cómo perciben los estudiantes sus habilidades matemáticas (Baldeón et al., 2020). Un autoconcepto matemático positivo está relacionado con un mayor interés y motivación hacia las matemáticas, lo cual puede llevar a un mejor rendimiento académico y una mayor probabilidad de elegir carreras relacionadas con *STEM* (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) (Else et al., 2013). Por

el contrario, un autoconcepto negativo puede disminuir la confianza del estudiante en sus habilidades, afectando negativamente su desempeño y limitando sus opciones futuras (Cárcamo et al., 2020).

El apoyo emocional e instrumental de los docentes está significativamente correlacionado con el desarrollo de un autoconcepto matemático positivo en los estudiantes (Fernández et al., 2019). Este apoyo se manifiesta a través de la disponibilidad de los docentes para resolver dudas, proporcionar retroalimentación constructiva y el fomento de un ambiente de aprendizaje positivo (Gómez et. al., 2019). En conclusión, el autoconcepto matemático es un componente esencial en la educación de los estudiantes de preparatoria, ya que influye directamente en su rendimiento académico y sus decisiones futuras. Fomentar un autoconcepto matemático positivo a través del apoyo docente y un entorno educativo inclusivo es fundamental para el éxito académico y profesional de los estudiantes (Campuzano y Jiménez, 2019).

Apoyo Docente.

El apoyo docente es un concepto fundamental en el ámbito educativo, especialmente en el contexto de la educación secundaria y superior. Se refiere a las diversas formas de asistencia y recursos que los profesores proporcionan a los estudiantes para facilitar su aprendizaje y desarrollo académico (Gómez, et al., 2019). Este apoyo puede tomar muchas formas, incluyendo tutorías, asesoramiento académico, recursos didácticos adicionales y adaptaciones curriculares.

El apoyo docente es un componente integral del proceso educativo, diseñado para atender las necesidades individuales de los estudiantes y ayudarles a alcanzar su máximo potencial académico. Según Darling-Hammond, et al. (2017), el apoyo docente implica la provisión de recursos, estrategias y condiciones que permitan a los estudiantes superar barreras y desafíos en su proceso de aprendizaje.

Así también, un ambiente escolar positivo, con apoyo emocional y académico, puede mejorar el rendimiento de los estudiantes (Reinoso et al., 2024). Las expectativas altas pero realistas también juegan

un papel importante. La intervención temprana del docente en los estudiantes con dificultades puede prevenir el rezago académico.

El rendimiento en matemáticas de los estudiantes de bachillerato es el resultado de una combinación de factores educativos, socioeconómicos y personales (Lozano, 2021). Para mejorar el desempeño en esta área, es necesario un enfoque integral que incluya la mejora de la calidad docente, la actualización de los currículos, el uso de metodologías innovadoras, y el apoyo tanto escolar como familiar. Las políticas educativas deben ser inclusivas y equitativas para cerrar las brechas existentes y proporcionar a todos los estudiantes las oportunidades necesarias para tener éxito en matemáticas.

El apoyo docente puede manifestarse de diversas maneras: tutorías individualizadas, sesiones en las que el docente trabaja uno a uno con el estudiante proporcionando explicaciones adicionales, resolviendo dudas y ofreciendo retroalimentación específica sobre el desempeño académico.

Es relevante la relación entre el docente y los estudiantes, es bidireccional y dinámica. Un apoyo docente efectivo no solo contribuye al éxito académico del estudiante, sino que también fortalece la relación entre el docente y el alumno, creando un ambiente de confianza y motivación. Según Manrique y Valle (2023), una relación positiva entre el docente y el estudiante es uno de los factores más influyentes en el rendimiento académico. El apoyo docente efectivo puede aumentar la autoestima y la autoconfianza del estudiante, mejorar su actitud hacia el aprendizaje, y fomentar una mayor participación en las actividades académicas (Acosta y Hernández, 2004).

El apoyo docente contribuye a la personalización del aprendizaje, permitiendo que los estudiantes reciban atención y recursos adaptados a sus necesidades específicas. Esto es especialmente importante en contextos donde los estudiantes pueden enfrentar barreras significativas para su aprendizaje, ya sean de carácter socioeconómico, cultural o cognitivo (Tomlinson, 2014).

Método.***Participantes.***

La población del estudio se integró con 685 estudiantes, de los cuales 339 son mujeres y 329 son varones y se reporta un 2.99% de datos perdidos para esta variable. Las edades oscilan entre 15 a 17 años, y al momento del estudio cursaban el segundo semestre de la educación media superior. La muestra se recolectó durante el segundo semestre del año 2023 en 17 planteles de educación media superior en el estado de Tabasco, México, los cuales pertenecen a los sistemas: Centro de Bachillerato Tecnológico (CBTA), Centro de Bachillerato Tecnológico y de Servicios (CBTIS), Centro de Estudios Tecnológico, Industrial y de Servicios (CETIS), Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos (CECYTE), Centro de Estudios Tecnológicos del Mar (CETMAR) y Colegio Nacional de Educación Profesional (CONALEP).

El procedimiento para la recolección de datos se realizó a través de una encuesta, donde cada institución, los participantes y padres de familia brindaron su consentimiento para administrar el cuestionario.

Instrumento.

Para el diseño de la escala se realizó una revisión de la literatura relacionada con las variables de autoconcepto matemático (Ortíz et al., 2018; Nyingi & Gowland, 2003; Federici & Skaalvik, 2014; Pietsch et al., 2003 y Marsh & Shalveson, 1985) y apoyo docente (Kerres & Kilpatrick, 2002) en *STEM*. Para validar el contenido de la escala se realizó un proceso cualitativo con 10 expertos en disciplinas relacionadas con la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, y los expertos se seleccionaron por su experiencia y el desempeño académico, integrándose las escalas de autoconcepto matemático, y apoyo docente en *STEM*. Se utilizó un formato de respuesta tipo Likert con cinco opciones: 1 = Totalmente en desacuerdo; 2 = En desacuerdo; 3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo; 4 = De acuerdo, y 5 = Totalmente de acuerdo.

Para la operacionalización de las variables se consideró su descripción y la de sus dimensiones. Se integró cada variable con preguntas correspondientes a la literatura revisada, considerando las dimensiones de cada una de estas (tabla 1).

Tabla 1. Tabla de especificaciones de los factores de la escala de Autoconcepto Matemático (AM) y Apoyo Docente (AD) en STEM.

Definición operacional	Ítems
El autoconcepto matemático es la representación mental que se construye el estudiante sobre sí mismo con relación a sus habilidades, conocimientos y competencias en el campo de las matemáticas.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Las matemáticas son fáciles para mí. 2. Siempre tengo un buen desempeño en matemáticas. 3. Matemáticas es una de mis asignaturas favoritas. 4. Disfruto las clases de matemáticas. 5. Comparado con otros estudiantes de mi edad soy bueno en matemáticas.
El Apoyo del Docente en disciplinas STEM se define como la representación que el estudiante tiene sobre el apoyo que sus docentes le brindan en cualquier entorno relacionado a disciplinas de ciencia, tecnología o matemáticas.	<ol style="list-style-type: none"> 6. Los (las) profesores(as) apoyan mi aprendizaje en disciplinas asociadas a la ciencia, tecnología, o las matemáticas. 7. Los(las) profesores(as) responden mis preguntas sobre las materias relacionadas con ciencia, tecnología, o matemáticas. 8. Los(las) profesores(as) me explican las cosas cuando yo tengo errores en mis tareas de las asignaturas asociadas a la ciencia, tecnología, o matemáticas. 9. Los(las) profesores(as) de ciencia, tecnología o matemáticas son buenos(as) explicando. 10. Los(las) profesores(as) me explican nuevamente cuando hay algo que no entiendo en ciencia, tecnología o matemáticas. 11. Los(las) profesores(as) me ayudan a resolver problemas escolares de mis asignaturas asociadas a ciencia, tecnología, o matemáticas. 12. Los(las) profesores(as) siempre están disponible cuando necesito ayuda en asignaturas asociadas a ciencia, tecnología, o matemáticas.

Nota. Elaboración propia con base en diversos autores Ortíz et al., 2018; Nyingi y Gowland, 2003; Federici y Skaalvik, 2014; Pietsch et al., 2003 y Marsh y Shalveson, 1985, Kerres y Kilpatrick, 2002.

Análisis de Datos.

Para el análisis de los resultados, en primer término, se abordaron los datos perdidos, utilizando el método de imputación por regresión.

En la realización de la validez de contenido, se estimó la concordancia de los jueces mediante el estadístico Kappa de Fleiss (Fleiss et al., 2003; Nichols et al., 2010).

Se verificaron los principios de normalidad de la información y los supuestos para el análisis multivariante mediante las pruebas de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la esfericidad de Bartlett. Se realizó un análisis factorial exploratorio (AFE), utilizando el método de extracción de factores por máxima verosimilitud y rotación Oblimin directo, con el apoyo del software SPSS versión 25 (IBM, 2017).

Posteriormente, se analizó la estructura interna del modelo de medida de la escala mediante el cálculo del análisis factorial confirmatorio (AFC), empleando ecuaciones estructurales con apoyo del software AMOS versión 26 (IBM, 2019). Se manejó el método bootstrap del AMOS (2,000 repeticiones, intervalo de confianza del 95%) (Ledesma et al., 2008).

Para el análisis de la bondad de ajuste del modelo se utilizó el método de estimación de máxima verosimilitud (ML). Se consideraron los principales índices del grado de bondad de ajuste (chi cuadrada, $p < .001$), los índices de ajuste absoluto (SRMR: la raíz media cuadrada de los residuos, AGFI: índice ajustado de bondad de ajuste, y el RMSEA: índice de aproximación de la raíz de cuadrados medios del error), y los índices de ajuste de incremento (CFI: índice de ajuste comparativo, y el TLI: índice de ajuste no normado) (Cupani, 2012; Littlewood & Bernal, 2011; Manzano & Zamora, 2009).

La fiabilidad se estimó con el coeficiente Alpha de Cronbach; sin embargo, Dunn et al. (2014) y Ventura & Caycho (2017) han presentado evidencia de sus limitaciones, y para ello proponen el empleo del coeficiente omega de McDonald (ω), el cual se estima a partir de las cargas factoriales. Se empleó el coeficiente ω para la estimación de la fiabilidad compuesta de la escala. El cálculo del ω se realizó con el software libre JASP versión 0.18.1 de la Universidad de Ámsterdam (JASP team, 2023). Asimismo, con ayuda de las herramientas de soporte para el software AMOS 26.0 desarrolladas por Gaskin et al.

(2019), se calcularon los principales índices recomendados de validez que la literatura sugiere: Varianza Promedio Extraída (AVE), Varianza Máxima Compartida al Cuadrado (MSV) y Varianza Promedio Compartida al Cuadrado (ASV) (Henseler et al., 2014; Hu & Bentler, 1999; Ventura y Caycho, 2017).

Resultados.

Descriptivos.

Para verificar las condiciones necesarias para el análisis factorial exploratorio, primero se realizó un análisis descriptivo que incluyó los valores de la media, desviación estándar, asimetría y curtosis de los ítems. Estos indicadores permitieron confirmar que la distribución de los datos se asemeja a una distribución normal (tabla 2).

Tabla 2. Media, Desviación Estándar, Asimetría y Curtosis de la escala Autoconcepto Matemático (AM) y Apoyo Docente en STEM (AD-STEM).

Ítem	M	DE	Asimetría	Curtosis
1. Las matemáticas son fáciles para mí.	2.96	1.06	-0.07	-0.34
2. Siempre tengo un buen desempeño en matemáticas.	3.03	1.04	-0.07	-0.32
3. Matemáticas es una de mis asignaturas favoritas.	2.46	1.16	0.49	-0.47
4. Disfruto las clases de matemáticas.	2.85	1.08	-0.05	-0.49
5. Comparado con otros estudiantes de mi edad soy bueno en matemáticas.	2.80	1.11	0.14	-0.54
6. Los (las) profesores(as) apoyan mi aprendizaje en disciplinas asociadas a la ciencia, tecnología, o las matemáticas.	3.67	1.05	-0.73	0.15
7. Los(las) profesores(as) responden mis preguntas sobre las materias relacionadas con ciencia, tecnología, o matemáticas.	3.75	1.09	-0.88	0.33
8. Los(las) profesores(as) me explican las cosas cuando yo tengo errores en mis tareas de las asignaturas asociadas a la ciencia, tecnología, o matemáticas.	3.89	0.99	-0.95	0.75
9. Los(las) profesores(as) de ciencia, tecnología o matemáticas son buenos(as) explicando.	3.47	1.05	-0.41	-0.31

Ítem	M	DE	Asimetría	Curtosis
10. Los(las) profesores(as) me explican nuevamente cuando hay algo que no entiendo en ciencia, tecnología o matemáticas.	3.73	1.04	-0.78	0.32
11. Los(las) profesores(as) me ayudan a resolver problemas escolares de mis asignaturas asociadas a ciencia, tecnología, o matemáticas.	3.55	1.02	-0.57	-0.03
12. Los(las) profesores(as) siempre están disponible cuando necesito ayuda en asignaturas asociadas a ciencia, tecnología, o matemáticas.	3.52	1.06	-0.45	-0.25

Fiabilidad

La fiabilidad de los instrumentos se determinó mediante un análisis de la consistencia interna de las respuestas de los reactivos mediante el coeficiente del Alpha de Cronbach y el Omega de Mc Donald para la fiabilidad compuesta. Se reportan valores que son aceptables para los dos factores: autoconcepto matemático ($\alpha=.81$, $\Omega = .81$) y apoyo docente en *STEM* ($\alpha=.86$, $\Omega =.86$) (Lloret et al., 2014; McDonald, 1999).

Validez de contenido.

La evidencia de validez de contenido se estableció mediante juicio de expertos, para lo cual se integró un grupo de siete expertos que calificaron el instrumento. Estos expertos tienen experiencia en el campo de investigación *STEM*, todos cuentan con el grado de Doctor en el área donde se desempeñan, y son investigadores en las instituciones educativas donde laboran. Las recomendaciones de los expertos permitieron realizar ajustes al instrumento con el fin de que fuera comprensible a la población de estudiantes. Adicionalmente, se verificó la concordancia entre los jueces empleando la prueba de Kappa de Fleiss para el cual se obtuvo un índice de .70, el cual se encuentra clasificado en el rubro de sustancial (.61- .80) y aceptable (Fleiss et al., 2003; Nichols et al., 2010).

Validez de constructo.*Análisis Factorial Exploratorio.*

El análisis factorial exploratorio se realizó con el método de Oblimin, y la rotación se realizó mediante máxima verosimilitud, que proporciona estimaciones de parámetros que con mayor probabilidad ha producido la matriz de correlaciones observada. En la tabla 3 se observa el análisis factorial exploratorio para los factores de autoconcepto matemático y apoyo docente en *STEM* (Lloret, et al., 2014). Las comunalidades de los ítems aportan a la varianza y las cargas factoriales reportadas son aceptables (Hair et al., 2014).

Tabla 3. Análisis factorial exploratorio de las variables autoconcepto matemático (AM) y apoyo docente en STEM (AD-STEM).

Ítem	M	DE	Factores		h ²
			F1	F2	
1. Las matemáticas son fáciles para mí.	2.96	1.06		.67	.47
2. Siempre tengo un buen desempeño en matemáticas.	3.03	1.04		.64	.43
3. Matemáticas es una de mis asignaturas favoritas.	2.46	1.16		.79	.56
4. Disfruto las clases de matemáticas.	2.85	1.08		.67	.48
5. Comparado con otros estudiantes de mi edad soy bueno en matemáticas.	2.80	1.11		.66	.44
6. Los (las) profesores(as) apoyan mi aprendizaje en disciplinas asociadas a la ciencia, tecnología, o las matemáticas.	3.67	1.05	.60		.38
7. Los(las) profesores(as) responden mis preguntas sobre las materias relacionadas con ciencia, tecnología, o matemáticas.	3.75	1.09	.70		.48
8. Los(las) profesores(as) me explican las cosas cuando yo tengo errores en mis tareas de las asignaturas asociadas a la ciencia, tecnología, o matemáticas.	3.89	0.99	.73		.52

Ítem	M	DE	Factores		h ²
			F1	F2	
9. Los(las) profesores(as) de ciencia, tecnología o matemáticas son buenos(as) explicando.	3.47	1.05	.63		.43
10. Los(las) profesores(as) me explican nuevamente cuando hay algo que no entiendo en ciencia, tecnología o matemáticas.	3.73	1.04	.74		.55
11. Los(las) profesores(as) me ayudan a resolver problemas escolares de mis asignaturas asociadas a ciencia, tecnología, o matemáticas.	3.55	1.02	.72		.50
12. Los(las) profesores(as) siempre están disponible cuando necesito ayuda en asignaturas asociadas a ciencia, tecnología, o matemáticas.	3.52	1.06	.63		.40

Nota. N = 685, KMO = .89, $\chi^2 = 2900.13$, gl = 66, $p < .001$. h² = comunalidades. Varianza Total Explicada = 46.92%. F1 = Apoyo Docente (AD-STEM), F2 = Auto concepto Matemático (AM).

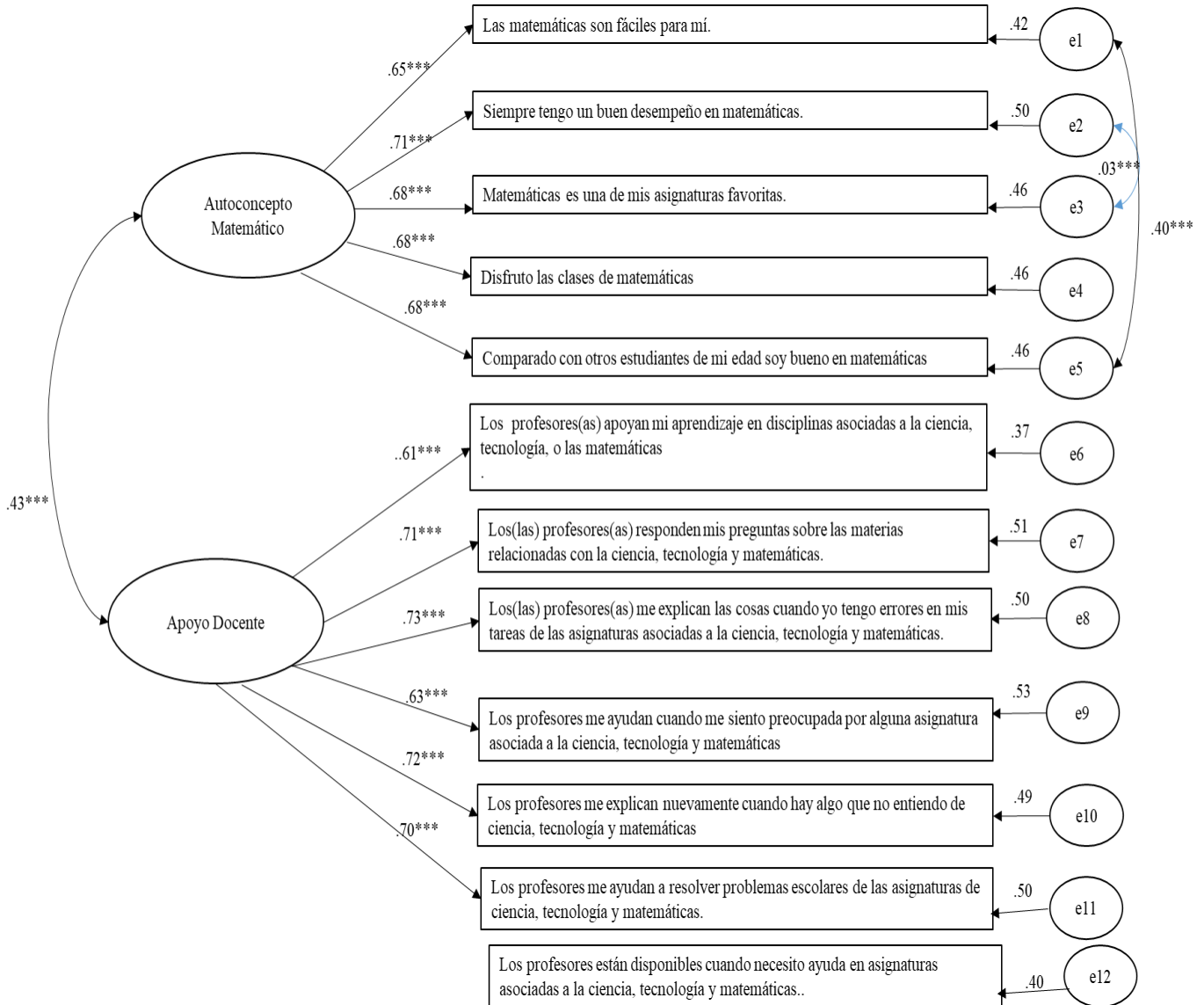
Análisis Factorial Confirmatorio.

Para validar el modelo teórico, se realizó un Análisis Factorial Confirmatorio (AFC) que permitió corroborar la estructura previamente obtenida, así como la validez de las deducciones teóricas inferidas (Littlewood y Bernal, 2011).

El modelo estructural se evaluó utilizando diversos índices de ajuste, los cuales se compararon con los valores esperados para determinar la calidad del ajuste del modelo a los datos. Los principales índices de ajuste utilizados en la evaluación del modelo fueron: a) χ^2 (Chi-cuadrado) tiene 2.04 con un grado de libertad y un valor $p = .153$, CMIN/DF = 1.76 (Relación Chi-cuadrado sobre los grados de libertad); SRMR = .03 (Raíz Media Cuadrada de los Residuos Estandarizados), AGFI = .96 (Índice Ajustado de Bondad de Ajuste), TLI = .98 (Índice de Tucker-Lewis), CFI = .98 (Índice de Ajuste Comparativo), y

RMSEA=.03 IC90 [.02-.04] (Índice de Aproximación de la Raíz de los Cuadrados Medios del Error), los cuales están dentro de los valores establecidos como aceptables por la literatura (Hu & Bentler, 1999) (figura 1).

Figura 1. Modelo de Medida del Autoconcepto Matemático y Apoyo Docente en STEM.



Nota. N= 685. Valores de referencia tomados de: Arias, 2008; Manzano y Zamora, 2009

*** p < 0.001.

Validez Convergente y Discriminante.

Para finalizar, se presenta en la tabla 4, los valores obtenidos para estimar la validez convergente y discriminante. Como se puede observar, el AVE (varianza media extraída) presenta mediciones

ligeramente inferiores a 0.5. que pueden considerarse aceptables en ciertos casos, especialmente si se cumplen otros criterios de validez del modelo como ASV (varianza promedio compartida al cuadrado) y el sustento teórico (Rubia, 2019). Estos criterios ayudan a respaldar la robustez y validez del modelo en su conjunto, incluso cuando una sola medida como el AVE puede no alcanzar el umbral típico. Por su parte, los valores de MSV (varianza máxima compartida) y ASV están dentro de los valores que pueden considerarse como aceptables (Ringle et al., 2020).

Tabla 4. Validez Convergente y Discriminante Autoconcepto Matemático (AD) y Apoyo Docente en STEM (AD-STEM).

Variable	AVE	MSV	ASV
Autoconcepto Matemático	.46	.18	.85
Apoyo Docente en STEM	.47	.18	.87

Nota. AVE: varianza media extraída; MSV: varianza máxima compartida; ASV: varianza promedio compartido al cuadrado. $p < .001$.

CONCLUSIONES.

Los resultados del análisis factorial exploratorio y confirmatorio permiten afirmar, que el modelo de medida propuesto cumple con los supuestos de fiabilidad y validez para modelos de medición establecidos por Littlewood y Bernal, (2011) y Valdés-Cuervo, et al., (2019). Las escalas que sirvieron como base para su desarrollo (Ortíz et al., 2018; Nyingi y Gowland, 2003; Federici & Skaalvik, 2014; Pietsch et al., 2003; Marsh & Shalveson, 1985; Kerres & Kilpatrick, 2002), no presentan los valores de fiabilidad o validez para suponer que el cuestionario puede ser empleado para investigaciones rigurosas. El instrumento integrado considera las variables de autoconcepto matemático y apoyo docente en *STEM*, siendo ambos constructos de suma importancia en el ámbito escolar. Se han integrado escalas de autoconcepto matemático y de apoyo docente; sin embargo, en esta investigación una de las aportaciones es que se integraron ambas variables con un enfoque en disciplinas *STEM*. Las variables estudiadas en

esta investigación también han sido descritas por otros autores (Arens, et al., 2017; Hughes, et al., 2019), pero no con el enfoque que se presenta en el modelo de medida.

Metodológicamente, la presente investigación presenta una muestra de diferentes subsistemas de educación media superior, por lo que tendría que contextualizarse en otros subsistemas para corroborar la solidez de los ítems.

El estudio presenta algunas limitaciones, en primera instancia es un cuestionario autoadministrado, lo que abre la posibilidad a la deseabilidad social (King & Bruner, 2000) en las respuestas. Es un estudio transeccional que solo refleja las percepciones en una sola medición; por ello, y al ser escasos los estudios de estas relaciones, en futuras investigaciones se sugiere replicar la escala en otros contextos socioculturales, así como en diferentes subsistemas escolares, para validar el modelo de medida que se propone en otras poblaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Arias, B. (2008). Desarrollo de un ejemplo de análisis factorial confirmatorio con LISREL, AMOS y SAS (pp. 1–16). Universidad de Valladolid.
2. Acosta, R., & Hernández, J. (2004). La autoestima en la educación. Límite. Revista Interdisciplinaria de Filosofía y Psicología, 1(11), 82 - 95.
<https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=83601104>
3. Arens, A. K., Marsh, H. W., Pekrun, R., Lichtenfeld, S., Murayama, K., & vom Hofe, R. (2017). Math self-concept, grades, and achievement test scores: Long-term reciprocal effects across five waves and three achievement tracks. *Journal of Educational Psychology*, 109(5), 621–634.
<http://doi.org/10.1037/edu0000163>.
4. Arrivillaga, F., García, M. & Maldonado, N. (2023). El autoconcepto académico en matemáticas: ruta hacia una categorización a través del método de análisis conceptual. *Revista Iberoamericana para la investigación y el desarrollo educativo*, 13(26). <https://doi.org/10.23913/ride.v13i26.1435>

5. Baldeón, D., Valencia, M. & Alvarado, J. (2020). Amenaza de estereotipo, género y desempeño académico en matemáticas. *MAGIS, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 13, 1-22. <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/MAGIS/article/view/22835>
6. Campuzano, E. y Jiménez, Y. (2019). Resiliencia en estudiantes como herramienta para asegurar la calidad educativa. *Revista Electrónica sobre Educación Media y Superior*, 6(11), 1-15. <https://www.cemys.org.mx/index.php/CEMYS/article/view/285>
7. Cárcamo, C., Moreno, A., & Barrio, C. (2020). Diferencias de género en matemáticas y lengua: rendimiento académico, autoconcepto y expectativas. *Suma Psicológica*, 27(1), 27-34. <https://doi.org/10.14349/sumapsi.2020.v27.n1.4>
8. Cupani, M. (2012). Análisis de Ecuaciones Estructurales: conceptos, etapas de desarrollo y un ejemplo de aplicación. *Revista Tesis*, 2, 186–199. <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/22039>
9. Darling-Hammond, L., Hyler, M. E., Gardner, M. (2017). *Effective Teacher Professional Development*. Palo Alto, CA: Learning Policy Institute. <https://doi.org/10.54300/122.311>.
10. Dunn, T., Baguley, T., & Brunsten, V. (2014). From alpha to omega: a practical solution to the pervasive problem of internal consistency estimation. *Br J Psychol.* 105(3), 399-412. <https://doi.org/10.1111/bjop.12046>
11. Else, N., Hyde, J., & Linn, M. (2013). Cross-national patterns of gender differences in mathematics: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 139(1), 103-127. DOI:[10.1037/a0018053](https://doi.org/10.1037/a0018053)
12. Federici, R. & Skaalvik, E. (2014). Students' Perceptions of Emotional and Instrumental Teacher Support: Relations with Motivational and Emotional Responses. *International Educación Studies*, 7(1), URL: <http://dx.doi.org/10.5539/ies.v7n1p21>
13. Fernández, O., Ramos, E., Goñi, E. & Rodríguez, A. (2019). Estudio comparativo entre educación superior y educación secundaria: efecto del apoyo social percibido, el autoconcepto y la reparación emocional en el rendimiento académico. *Educación XX1*, 22 (2), 165-185. <https://www.redalyc.org/journal/706/70666696007/html/>

14. Fleiss, J., Levin, B. y Paik, M. (2003) Métodos estadísticos para tasas y proporciones. 3ª edición, Wiley, Hoboken. <https://doi.org/10.1002/0471445428>
15. Gaskin, J., James, M. et Lim, J. (2019). Outil de validité principal [Plugin AMOS].<https://statwiki.gaskination.com/index.php?title=Plugins>
16. Gómez, L. Muriel, L. y Londoño, D. (2019). El papel del docente para el logro de un aprendizaje significativo apoyado en las TIC. Encuentros, 17(2), 118-131. <https://www.redalyc.org/journal/4766/476661510011/html/>
17. González, J., Morón, J., González, V., Abundis, A. y Macías, F. (2020). Academic self-efficacy, academic social support, school well-being and its relation with academic performance in university students. *Psicumex*, 10(2), 95-113. <https://doi.org/10.36793/psicumex.v10i2.353>
18. Hair, J., Sarstedt, M., Hopkin, L., y Kuppelwiser, V. (2014). Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM): An Emerging Tool for Business. *Research. European Business Review* 26(2),106-121. <https://doi.org/10.1108/EBR-10-2013-0128>
19. Henseler, J., Ringle, C. y Sarstedt, M. (2014). A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling. *Journal of the Academy of Marketing Science*. 43, 115–135 <https://doi.org/10.1007/s11747-014-0403-8>
20. Hu, L., & Bentler, P. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1–55. <https://doi.org/10.1080/10705519909540118>
21. Hughes, J., Cao, Q., & Kwok, O. (2019). Effects of early teacher-student relationships on trajectories of achievement and engagement. *Journal of Educational Psychology*, 111(6), 1267-1282. <https://doi.org/10.1037/edu0000365>
22. IBM (2017). SPSS Statistics (Versión 25) [Computer software].
23. IBM (2019). SPSS Amos (Versión 26) [Computer software].
24. JASP Team (2023). JASP (Version 0.18.1) [Computer software].

25. Kerres, C. y Kilpatrick y, M. (2002). Medición del apoyo social percibido: Desarrollo de la Escala de Apoyo Social al Niño y al Adolescente. *Psicología en las Escuelas*, 39(1), 1–18. <https://doi.org/10.1002/pits.10004>
26. King, M. F., & Bruner, G. C. (2000). Social Desirability Bias : A Neglected Aspect of Validity Testing Social Desirability Bias : A Neglected Aspect of Validity Testing. *Psychology & Marketing*, 17(2), 79–103. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1520-6793\(200002\)17](https://doi.org/10.1002/(SICI)1520-6793(200002)17)
27. Lamana, M. y De la Peña, C. (2018). Rendimiento Académico em Matemáticas. Relación con creatividad y estilos de afrontamiento. *RMIE*, 23(79), 1075-1092. (ISSN: 14056666. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662018000401075&lng=es&tlng=es
28. Lazarides, R., Buchholz, J. y Rubach, C. (2018). Teacher enthusiasm and self-efficacy, student-perceived mastery goal. *Teaching and Teacher Education* 69, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.08.017>
29. Ledesma, R.; Macbeth, G.; Cortada, N. (2008). Tamaño del efecto: revisión y aplicaciones con el sistema estadístico ViSta. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 40(3), 425-439. <https://www.redalyc.org/pdf/805/80511493002.pdf>
30. Littlewood, H. & Bernal, E. (2011). Mi primer modelamiento de ecuación estructural. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S0185-2760201600040005500023&lng=en
31. Lozano, D. (2021). El rendimiento académico en matemáticas en la EMS. *Revista Iberoamericana para la investigación y el desarrollo educativo*. 12(23). <https://doi.org/10.23913/ride.v12i23.1094>
32. Lloret, S., Ferreres, A.; Hernández, A.; Tomás, I. (2014). El análisis factorial exploratorio de los ítems: una guía práctica, revisada y actualizada. *Anales de Psicología*, 30(3), 1151-1169 <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=16731690031>

33. McDonald, R.P. (1999). *Test Theory: A Unified Treatment* (1st ed.). Psychology Press.
<https://doi.org/10.4324/9781410601087>
34. Manrique, H., & Valle, C. (2023). Interacción profesor-estudiante y toma de decisiones: una aproximación teórica. *Educación Y Educadores*, 25(3), <https://doi.org/10.5294/edu.2022.25.3.2>
35. Manzano, A. & Zamora, S. (2009). Sistema de ecuaciones estructurales: una herramienta de investigación. Cuaderno técnico 4. <https://cises.anuies.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=47704>
36. Marsh, H. W. (1990). The Structure of Academic Self-Concept : The Marsh / Shavelson Model. *Journal of Educational Psychology*, 82(4), 623–636. <https://doi.org/https://doi.org/10.1037/0022-0663.82.4.623>
37. Marsh, H. & Shavelson, R. (1985). Self concept. It's multifaceted, Hierarchical Structure. *Psicólogo educativo*, 20(3), 107-123. https://doi.org/10.1207/s15326985ep2003_1
38. Merino, A. (2023). Relacionado de las Matemáticas en la Educación Preescolar y Educación Primaria. *Ciencia Latina*. <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/9212/13737>
39. Nichols, T.R., Wisner, P.M., Cripe, G. and Gulabchand, L. (2010), Putting the Kappa Statistic to Use. *Qual Assur J*, 13, 57-61. <https://doi.org/10.1002/qaj.481>
40. Nyingi, B. & Gowland, J. (2003). Autoconcepto matemático de los estudiantes y motivación para aprender matemáticas: relaciones y diferencias de género entre los estudiantes de secundaria de Kenia en las provincias de Nairobi y el Valle del Rift. *International Journal of educational development*, 23(5), 487- 499. [https://doi.org/10.1016/S0738-0593\(03\)00025-7](https://doi.org/10.1016/S0738-0593(03)00025-7)
41. Ortiz, C., Ramírez, J. y Avalos, M. (2018) Autoconcepto matemático y rendimiento académico en alumnos de quinto grado de primaria. En C.D., Flores, G., Martínez, M.S., García, J.A. Juárez, J.C. Ramírez (Eds.). *Investigaciones en dominio afectivo en matemática educativa* (143 - 157). Universidad Autónoma de Guerrero y Ediciones y Gráficos Eón.

https://www.researchgate.net/publication/327236569_Autoconcepto_matematico_y_rendimiento_academico_en_alumnos_de_quinto_grado_de primaria

42. Parker, P., Marsh, H., Ciarrochi, J., Marshall, S., & Abduljabbar, A. (2018). Juxtaposing math self-efficacy and self-concept as predictors of long-term achievement outcomes. *Educational Psychology*, 38(4), 495-511. <https://doi.org/10.1080/01443410.2013.797339>
43. Pietsch, J., Walker, R. & Chapman, E. (2003). La relación entre el autoconcepto, la autoeficacia y el rendimiento en matemáticas durante la escuela secundaria. *Revista de Psicología Educativa*, 9 (3), 589–603. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.95.3.589>
44. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OECD] (2023a), PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education, PISA. OCDE. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
45. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE] (2023b). Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos de la OCDE 2022. Resultados PISA 2022, México. OCDE. <https://www.oecd.org/publication/pisa-2022-results/country-notes/mexico-519eaf88/>
46. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2016). Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos. Resultados de PISA 2015 (Volumen I): Excelencia y equidad en la educación. OCDE. <https://doi.org/10.1787/9789264266490-en>
47. Reinoso, W., Chaguaro, R., Rodríguez, D., Cervantes, V. y Cachig, A. (2024). El efecto Adverso del Ambiente Escolar en la Salud Emocional de los Alumnos de Educación Básica. *Ciencia Latina, Revista científica multidisciplinar*, 8(2), 3336-3356. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.10762
48. Ringle, C., Sarstedt, M., Mitchell, R., & Gudergan, S. (2020). Partial least squares structural equation modeling in HRM research. *International Journal of Human Resource Management*, 31(12), 1617–1643. <https://doi.org/10.1080/09585192.2017.1416655>

49. Rubia, J. (2019). Revisión de los criterios para validez convergente estimada a través de la Varianza Media Extraída. *Psicología. Avances de la Disciplina*, 13(2), 25-41.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-23862019000200025
50. Tomlinson, C.A. (2014). *The Differentiated Classroom: Responding to the Needs of All Learners*. (2nd Ed.). ASCD.
51. Valdés-Cuervo, A. A., García Vázquez, F. I., Torres Acuña, G. M., Urías Murrieta, M., & Grijalva Quiñonez, C. S. (2019). Medición en Investigación Educativa con Apoyo del SPSS y el AMOS.
https://www.researchgate.net/profile/Fernanda-Garcia-Vazquez/publication/341622791_Medicion_en_Investigacion_Educativa_con_Apoyo_del_SPSS_y_el_AMOS/links/5ef6118f92851c52d6fdf302/Medicion-en-Investigacion-Educativa-con-Apoyo-del-SPSS-y-el-AMOS.pdf
52. Ventura, J. & Caycho, T. (2017). El coeficiente Omega: un método alternativo para la estimación de la confiabilidad. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 15(1), 625-627.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=77349627039>

DATOS DE LOS AUTORES.

1. **Sonia Landero Olán.** Maestra en Intervención e Innovación de la Práctica Educativa. Actualmente estudiante del Doctorado en Administración educativa en la División Académica de Ciencias Económico Administrativas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México. Correo electrónico: landero30@yahoo.com.mx <https://orcid.org/0000-0003-4123-114X>
2. **Deneb Eli Magaña Medina.** Doctora en Ciencias Administrativas. Gestión Socioeconómica. Profesora Investigadora de la División Académica de Ciencias Económico Administrativas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México. Correo electrónico: deneb_72@yahoo.com <https://orcid.org/0000-0002-8579-596X> (Autor de correspondencia).

RECIBIDO: 15 de junio del 2024.

APROBADO: 27 de julio del 2024.