

Estudio de las propiedades psicométricas de la “Escala de Predisposición desfavorable hacia las Matemáticas (EPMAT)” en el contexto costarricense

Luis Gerardo Meza-Cascante

Escuela de Matemática
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica
✉ gemeza@tec.ac.cr

Resumen:

Propósito. Reseñar resultados de cinco estudios de validez y confiabilidad de la escala EPMAT, en sendas muestras de estudiantes de la educación secundaria de Costa Rica. EPMAT es una escala desarrollada para medir la “Predisposición desfavorable hacia la matemática”. **Metodología.** Se aplicó la EPMAT a cinco muestras de estudiantes, en periodos diferentes, entre los años 2022 y 2024. Se calcularon los índices de discriminación de los ítems. Además, se utilizó el análisis factorial, previo cálculo de los índices KMO y de Bartlet, para estudiar la unidimensionalidad de la escala. La confiabilidad de la escala se estudió con las técnicas alfa de Cronbach y omega de McDonald. **Resultados.** Se comprobó la estructura unidimensional de la escala en los cinco estudios y una adecuada discriminación de los ítems (con la excepción de un ítem en uno de los estudios). La confiabilidad de la escala resultó adecuada en todos los casos, para los dos métodos empleados para su estudio. **Discusión.** Los resultados indican que la escala EPMAT presenta evidencia de validez y confiabilidad, lo que respalda su uso en investigaciones y en la toma de decisiones en Costa Rica.

Palabras clave: predisposición, matemática, EPMAT

Abstract: Purpose. To review the results of five studies on the validity and reliability of the EPMAT scale in samples of secondary school students in Costa Rica. EPMAT is a scale developed to measure the “Unfavorable predisposition towards mathematics.” **Methodology.** The EPMAT was applied to five samples of students, in different periods, between 2022 and 2024. The discrimination indices of the items were calculated. In addition, factor analysis was used, after calculating the KMO and Bartlet indices, to study the unidimensionality of the scale. The reliability of the scale was studied using the Cronbach’s alpha and McDonald’s omega techniques. **Results.** The unidimensional structure of the scale was verified in the five studies and an adequate discrimination of the items (with the exception of one item in one of the studies). The reliability of the scale was adequate in all cases, for the two methods used for its study. **Discussion.** The results indicate that the EPMAT scale presents evidence of validity and reliability, which supports its use in research and decision-making in Costa Rica.

Keywords: unfavorable predisposition, mathematics, EPMAT

Introducción

La educación matemática en el contexto formal, particularmente en la secundaria, es esencial para el desarrollo de habilidades cognitivas, lógicas y analíticas en los estudiantes. Su relevancia se manifiesta en el hecho de que la matemática es, posiblemente, la única asignatura presente en todos los niveles de los sistemas educativos [1], [2].

Tradicionalmente, la educación matemática ha enfatizado los aspectos cognitivos, como el dominio de conceptos, las habilidades de resolución de problemas y el razonamiento lógico. Sin embargo, en las últimas décadas, se ha reconocido también la importancia de los factores afectivos en el aprendizaje, los cuales incluyen las emociones, actitudes, creencias y valores que los estudiantes desarrollan hacia la matemática. Las investigaciones en este campo han demostrado que estos factores afectivos no solo influyen en el rendimiento y éxito académico, sino que también desempeñan un papel fundamental en la motivación y el interés por continuar aprendiendo matemática [3]-[11].

El estudio del dominio afectivo en matemática ha abordado una amplia gama de variables emocionales, motivacionales y actitudinales que inciden en el aprendizaje y el rendimiento estudiantil. Entre estas variables destacan la ansiedad matemática, la autoconfianza, la actitud hacia la matemática, la expectativa de éxito en esta área, la actitud hacia la resolución de problemas y la enseñanza de la matemática, así como las creencias sobre la naturaleza de la disciplina y los métodos adecuados para enseñarla o aprenderla. También se exploran el autoconcepto matemático y la predisposición desfavorable hacia la matemática, entre otras variables [12]-[13].

La “predisposición desfavorable hacia la matemática” se define como una “percepción negativa ante la resolución de tareas matemáticas, que se manifiesta en forma de disgusto, desinterés, falta de perseverancia o rechazo hacia dichas actividades” [14]. Esta variable está estrechamente vinculada con las creencias del estudiantado sobre sus expectativas de éxito, su percepción de autoeficacia y la influencia de estereotipos sociales o culturales [16]. Su estudio es relevante en el contexto de la educación matemática, ya que la motivación y disposición con las que los estudiantes enfrentan las asignaturas escolares, en particular la matemática, pueden considerarse factores determinantes en el proceso de aprendizaje [17].

Diversas investigaciones indican que la predisposición desfavorable hacia la matemática contribuye a explicar los factores que determinan el éxito o fracaso en su aprendizaje [15]. Además, se ha identificado una correlación negativa entre esta predisposición y el rendimiento académico en matemática [17]. Esta variable también ha mostrado ser relevante al explicar la variabilidad en los rendimientos académicos, tanto generales como específicos en matemática, interactuando con factores como la inteligencia lógica, los esquemas de razonamiento formal, las competencias matemáticas tempranas y las dinámicas de convivencia escolar [18].

Con el fin de medir esta predisposición, Cerda et al. desarrollaron la “Escala de Predisposición hacia las Matemáticas” (EPMAT). Esta escala, compuesta por seis ítems tipo Likert, incluye uno redactado en forma negativa. En el estudio inicial, la escala mostró una estructura factorial unidimensional y un alfa de Cronbach de 0.82, lo cual indica una adecuada fiabilidad [15].

En este contexto, se presentan los resultados de cinco investigaciones realizadas en Costa Rica en el marco de actividades académicas de la Escuela de Matemática del Instituto Tecnológico de Costa Rica, las cuales aportan evidencia sobre las propiedades psicométricas de la escala EPMAT.

Método

La escala EPMAT se aplicó en cinco investigaciones independientes realizadas con estudiantes de educación secundaria diurna en Costa Rica. Estas investigaciones incluyeron muestras de 341, 990, 833, 2497 y 1298 estudiantes, respectivamente, con una participación de mujeres de 45.2%, 54.7%, 49.9%, 53% y 53.9%.

Para evaluar la validez del instrumento, se calculó el índice de discriminación de cada ítem mediante la correlación entre la puntuación de cada ítem y la suma de las puntuaciones de los demás ítems (excluyendo el ítem evaluado).

Además, se evaluó la unidimensionalidad utilizando el análisis factorial, técnica comúnmente empleada con este propósito [19]. Previamente, se calculó el índice de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y se aplicó el criterio de Carmines y Zeller, el cual requiere que el primer factor explique al menos el 40% de la varianza total para confirmar la unidimensionalidad [20]. También se evaluó la existencia de una estructura de un factor dominante tras el análisis de los autovalores comprobando el cumplimiento de la desigualdad [21]. Estas evaluaciones se complementaron con las recomendaciones de Burga [22] y Aune y Attorresi [23] para garantizar la validez del modelo.

La confiabilidad se evaluó mediante el alfa de Cronbach, considerando 0.8 como el valor mínimo aceptable [20], y el omega de McDonald, valorando una confiabilidad adecuada en este caso si el índice se ubica entre 0.7 y 0.9 [24]. El omega de McDonald es generalmente considerado una alternativa más confiable y flexible que el alfa de Cronbach, especialmente en contextos multidimensionales o donde se asume que los ítems no son equivalentes en su carga sobre el constructo [24]. Sin embargo, el alfa de Cronbach sigue siendo ampliamente utilizado por su simplicidad y facilidad de interpretación en muchos contextos más simples.

Todos los cálculos estadísticos fueron realizados con el software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), versión 29.0, para Windows.

Resultados

La Tabla 1 presenta los índices de discriminación de los ítems para cada uno de los cinco estudios.

Tabla 1. Índices de discriminación de los ítems

Ítem	Solano et al. [25]	Martínez y Ramírez (2022) [26].	Navarro (2023)[27]	Meza et al. [28]	Solano et al. (2024) [24]
1	0.635	0.718	0.557	0.581	0.756
2	0.646	0.639	0.662	0.606	0.740
3	0.797	0.787	0.787	0.417	0.837
4	0.660	0.597	0.564	0.682	0.660
5	0.586	0.674	0.618	0.638	0.756
6	0.183	0.406	0.317	0.542	0.386

Nota: creación propia

La Tabla 2 contiene los valores del índice KMO, del índice de Bartlett, el porcentaje de varianza explicada por el primer factor y el cálculo para determinar la estructura de un factor dominante, para cada investigación.

Tabla 2. Índice KMO, Bartlet, varianza total explicada por el primer factor y estructura de un factor dominante

Investigación	KMO	Bartlet	Varianza explicada	$\frac{\lambda_1 - \lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_3}$
Solano et al. [25]	0.853	<0.001	56.059%	5.57
Martínez y Ramírez (2022) [26].	0.866	<0.001	57.996%	14.78
Navarro (2023) [27]	0.798	<0.001	51.560%	5.55
Meza et al. [28]	0.834	<0.001	52.000%	13.59
Solano et al. (2024) [24]	0.889	<0.001	63.480%	9.9

Nota: creación propia

En la Tabla 3 se muestran los valores del alfa de Cronbach y del omega de McDonald para cada investigación.

Tabla 3. Alfa de Cronbach y Omega de McDonald

Investigación	Alfa de Cronbach	Omega de McDonald
Solano et al. [25]	0.867	0.871
Martínez y Ramírez (2022) [26]	0.850	0.859
Navarro (2023) [27]	0.819	0.832
Meza et al. [28]	0.811	0.822
Solano et al. (2024) [24]	0.879	0.889

Nota: creación propia

Discusión

El cuestionario EPMAT presentó una estructura factorial unidimensional [15]. Los resultados obtenidos en las cinco investigaciones reseñadas concuerdan con este resultado, con valores del índice KMO adecuados [29] e índices de Bartlett menores a 0.05, lo que se ha evidenciado tanto con el criterio de Carmines y Zeller [24], dado que la varianza explicada fue mayor al 40% en todos los casos, así como con el criterio de la estructura de un factor dominante, pues se ha comprobado que la expresión $\frac{\lambda_1 - \lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_3} > 5$ resultó verdadera en las cinco investigaciones.

Con la única excepción del ítem 6 en el estudio de Solano et al. [25], los índices de discriminación de los ítems en los cinco estudios superaron el mínimo establecido de 0.3. Esto permite afirmar que presentaron excelentes evidencias de discriminación.

En cuanto a la confiabilidad de la escala, el alfa de Cronbach supera el 0.8 recomendado por Cea [20] en todas las investigaciones examinadas y coincide con el resultado reportado en Cerda et al. [15], lo que se refuerza con el hallazgo de que el índice omega de McDonald se ubica en el rango de 0.7 a 0.9 en todos los casos [24]. Por lo tanto, se puede afirmar que la escala EPMAT presenta una confiabilidad adecuada.

Los resultados obtenidos son alentadores en cuanto a la validez y confiabilidad de la escala EPMAT para el ámbito costarricense, por cuanto se han encontrado reiteradas evidencias de unidimensionalidad, adecuada discriminación de los ítems y una confiabilidad excelente, lo que respalda su uso en investigaciones y en la toma de decisiones en Costa Rica.

Conclusiones

La investigación permite llegar a las siguientes conclusiones:

La estructura factorial identificada en la escala EPMAT coincide con la estructura unidimensional reportada en el estudio original de Cerda et al. [15]

Los índices de discriminación fueron adecuados en las cinco investigaciones, excepto para el ítem 6 en el estudio de Solano et al. [25].

La confiabilidad de la escala, evaluada mediante el alfa de Cronbach y el omega de McDonald, fue adecuada y consistente con los resultados reportados por Cerda et al. [15].

Referencias

- [1] L. Rico, "La matemática en la educación secundaria," 1998. [2] O. Martínez-Padrón, "Perspectivas sobre la enseñanza de las matemáticas," 2005.
- [3] E. Fennema y J. A. Sherman, "Sex-related differences in mathematics achievement and related factors: A further study," *Journal for Research in Mathematics Education*, vol. 7, no. 5, pp. 324–330, 1976.
- [4] D. B. McLeod, "Research on affect in mathematics education: A reconceptualization," en *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, D. A. Grouws, Ed., New York: Macmillan, 1992, pp. 575–596.
- [5] P. Di Martino y R. Zan, "Attitude towards mathematics: A bridge between beliefs and emotions," *ZDM Mathematics Education*, vol. 43, pp. 471–482, 2011.
- [6] M. Gómez-Chacón, "Affective influences in the knowledge of mathematics," *Educational Studies in Mathematics*, vol. 49, pp. 147–168, 2002.
- [7] P. Pérez-Tyteca, "La ansiedad matemática como centro de un modelo predictivo de la elección de carreras," Universidad de Granada, 2012.
- [8] M. Del Río, K. Strasser, y M. Susperreguy, "¿Son las habilidades matemáticas un asunto de género? Los estereotipos de género acerca de las matemáticas en niños y niñas de kínder, sus familias y educadoras," *Calidad en la Educación*, vol. 45, pp. 20–53, 2016.
- [9] M. Hannula, "Affect in Mathematics Education," *Encyclopedia of Mathematics Education*, pp. 32–36, 2016.
- [10] E. Agüero, L. G. Meza, Z. Suárez, y S. Schmidt, "Estudio de la ansiedad matemática en la educación media costarricense," *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, vol. 19, no. 1, pp. 35–45, 2017.
- [11] I. Delgado, E. Castro, y P. Pérez-Tyteca, "Comparative Study on Mathematical Anxiety Among Students From Costa Rica and Spain," *Revista Electrónica Educare*, vol. 24, no. 2, pp. 1–21, 2020.
- [12] J. M. Marbán, "Factores emocionales en el aprendizaje matemático," 2016.
- [13] R. Chacón y G. Meza, "Estudio de la relación entre la 'actitud hacia la matemática' y la 'actitud hacia la resolución de problemas matemáticos' en el estudiantado de dos colegios públicos diurnos costarricenses," *Revista Comunicación*, vol. 33, no. 1, pp. 88–101, 2024.
- [14] G. Cerda, C. Pérez, M. Aguilar, y E. Aragón, "Algunos factores asociados al desempeño académico en matemáticas y sus proyecciones en la formación docente," *Educação e Pesquisa*, vol. 44, pp. e155233, 2018.
- [15] G. Cerda, R. Ortega Ruiz, J. A. Casas, R. del Rey, y C. Pérez, "Predisposición desfavorable hacia el aprendizaje de las Matemáticas: una propuesta para su medición," *Estudios Pedagógicos (Valdivia)*, vol. 42, no. 1, pp. 53–63, 2016.

- [16] M. Del Río, K. Strasser, y M. Susperreguy, "¿Son las habilidades matemáticas un asunto de género? Los estereotipos de género acerca de las matemáticas en niños y niñas de kínder, sus familias y educadoras," *Calidad en la Educación*, vol. 45, pp. 20–53, 2016.
- [17] G. Cerda y C. Pérez, "Predictibilidad de las competencias matemáticas tempranas, predisposición desfavorable hacia la matemática, inteligencia lógica y factores de la convivencia escolar en el rendimiento académico en matemáticas," *Pensamiento Educativo*, vol. 52, no. 2, pp. 189–202, 2015.
- [18] G. Cerda, C. Pérez, M. Aguilar, y E. Aragón, "Algunos factores asociados al desempeño académico en matemáticas y sus proyecciones en la formación docente," *Educação e Pesquisa*, vol. 44, 2017.
- [19] K. Jiménez y E. Montero, "Aplicación del modelo de Rasch en el análisis psicométrico de una prueba de diagnóstico en matemática," *Revista Digital Matemática, Educación e Internet*, vol. 13, no. 1, pp. 1–23, 2013.
- [20] E. G. Carmines y R. A. Zeller, *Reliability and Validity Assessment*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 1979.
- [21] R. Martínez, *Psicometría: Teoría de los Tests Psicológicos y Educativos*. Madrid: Síntesis, 1996.
- [22] S. Aune y H. Attorresi, "Teoría de la respuesta al ítem: Su utilización en América Latina. Supuestos de unidimensionalidad e independencia local," *XI Congreso Internacional de Investigación y Práctica Profesional en Psicología*, 2019.
- [23] A. Campo-Arias y H. C. Oviedo, "Propiedades psicométricas de una escala: la consistencia interna," *Revista Salud Pública*, vol. 10, no. 5, pp. 831–839, 2008.
- [24] I. Solano, C. Fonseca, C. Arrieta, y J. A. Vásquez, "Estudio de la relación entre la 'Ansiedad matemática', la 'Autoconfianza matemática' y la 'Predisposición desfavorable hacia la matemática' en el estudiantado de seis colegios," *Licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica*, 2022.
- [25] A. Burga, "La unidimensionalidad de un instrumento de medición: Perspectiva factorial," *Revista de Psicología*, vol. 24, no. 1, pp. 53–80, 2006.
- [26] D. Martínez y N. Ramírez, "Estudio de la relación entre las variables 'predisposición desfavorable hacia el aprendizaje de la matemática', 'actitud hacia la utilidad de la matemática' y 'autoestima' en el estudiantado de Los Ángeles School y del Liceo Hospicio de Huérfanos de Cartago Experimental Bilingüe José Figueres Ferrer," *Tesis inédita de licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica*, 2022.
- [27] A. Navarro, "Estudio de la relación entre las variables 'Percepción de éxito en matemática', 'Motivación hacia la matemática' y 'Predisposición desfavorable hacia la matemática' en estudiantes de los centros educativos Liceo Braulio Carrillo Colina y Liceo Daniel Oduber Quirós," *Tesis de licenciatura inédita, Instituto Tecnológico de Costa Rica*, 2023.
- [28] L. G. Meza-Cascante et al., "Estudio de la predisposición desfavorable hacia el aprendizaje de la matemática en la educación media de Costa Rica," *Revista Comunicación*, vol. 32, no. 2, 2023.
- [29] D. Frías-Navarro y M. Pascual, "Prácticas del análisis factorial exploratorio (AFE) en la investigación sobre conducta del consumidor y marketing," *Suma Psicológica*, vol. 19, no. 1, pp. 45–58, 2012.

Sobre el autor

Luis Gerardo Meza-Cascante

Profesor catedrático e investigador consolidado 1, Escuela de Matemática, Campus Tecnológico Central Cartago. <https://orcid.org/0000-0002-5413-0172>