

Evaluación de la consistencia y la estructura factorial de una escala de emociones hacia las Matemáticas

Evaluation of the Consistency and Factor Structure of an Emotions Towards Mathematics Scale

Cesar Augusto Hernández-Suárez^a, Raúl Prada-Núñez^{*b}, Raquel Fernández-César^c

^aDoctorado en Investigación en Humanidades, Artes y Educación, cesaraugusto@ufps.edu.co, <https://orcid.org/0000-0002-7974-5560>, Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta, Colombia.

^bDoctorado en Investigación en Humanidades, Artes y Educación, raulprada@ufps.edu.co, <https://orcid.org/0000-0001-6145-1786>, Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta, Colombia.

^cDoctora en ciencias químicas, raquel.fcezar@uclm.es, <https://orcid.org/0000-0002-9013-7734>, Universidad de Castilla La Mancha, La Mancha, España.

Forma de citar: Hernández-Suárez, C. A., Prada-Núñez, R., y Fernández-César, R. (2023). Evaluación de la consistencia y la estructura factorial de una escala de emociones hacia las Matemáticas. *Eco Matemático*, 14(2), 32-51. <https://doi.org/10.22463/17948231.4186>

Recepción: Abril 21, 2023

Aprobación: Junio 14, 2023

Palabras clave

Emociones,
Matemáticas,
Estudiantes,
Cuestionario,
Validación.

Resumen: El presente estudio enfatizó la relevancia de entender las emociones de los estudiantes hacia las matemáticas, dada la considerable influencia que estas podrían tener en su proceso de aprendizaje y en su rendimiento en dicha disciplina (Autor, año). El propósito central de la investigación fue validar un instrumento concebido para cuantificar estas emociones, evaluando, por ende, su fiabilidad, consistencia interna y estructura factorial. Para alcanzar dicho objetivo, se adoptó una metodología cuantitativa, implementando un diseño de investigación descriptivo y correlacional. Se contó con una muestra de 1039 estudiantes, seleccionados aleatoriamente de instituciones educativas situadas en el área metropolitana de Cúcuta, Colombia. Los participantes, con edades entre 16 y 18 años, presentaron una distribución de género equitativa. La evaluación de las emociones se efectuó mediante un cuestionario de 10 ítems, el cual fue desarrollado con base en investigaciones previas y orientado específicamente a medir las emociones de los estudiantes hacia las matemáticas (Autor, año). La fiabilidad del instrumento se examinó mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, arrojando un valor aceptable. Los análisis evidenciaron la presencia de dos factores preponderantes: "Satisfacción hacia las Matemáticas" e "Inseguridad hacia las Matemáticas", explicando conjuntamente el 53% de la varianza en los datos. Estos factores delinearón emociones positivas y negativas hacia las matemáticas, respectivamente, y se manifestaron como entidades independientes entre sí, mostrando una correlación baja y ausencia de significación estadística. En la discusión se recalcó la importancia de la autonomía de los factores hallados, sugiriendo que las emociones positivas y negativas hacia las matemáticas no están fuertemente interrelacionadas en la muestra examinada (Autor, año). Se destacó la complejidad de abordar dichas emociones de forma diferenciada en el ámbito educativo y se puso de relieve la imperatividad de tener en cuenta el contexto cultural y geográfico específico de Cúcuta en investigaciones futuras.

*Autor para correspondencia: raulprada@ufps.edu.co

<https://doi.org/10.22463/17948231.4186>

Keywords

Emotions, Mathematics, Students, Questionnaire, Validation.

Abstract: The present study emphasized the relevance of understanding students' emotions towards mathematics, given the considerable influence these may have on their learning process and performance in mathematics (Author, year). The central purpose of the research was to validate an instrument designed to quantify these emotions, thereby assessing its reliability, internal consistency and factor structure. To achieve this objective, a quantitative methodology was adopted, implementing a descriptive and correlational research design. A sample of 1039 students was randomly selected from educational institutions located in the metropolitan area of Cúcuta, Colombia. The participants, aged between 16 and 18 years, presented an equal gender distribution. Emotions were assessed by means of a 10-item questionnaire, which was developed based on previous research and specifically oriented to measure students' emotions towards mathematics (Autor, year). The reliability of the instrument was examined using Cronbach's alpha coefficient, yielding an acceptable value. The analyses showed the presence of two predominant factors: "Satisfaction towards Mathematics" and "Insecurity towards Mathematics", together explaining 53% of the variance in the data. These factors delineated positive and negative emotions towards mathematics, respectively, and manifested themselves as independent entities, showing low correlation and no statistical significance. In the discussion, the importance of the autonomy of the factors found was stressed, suggesting that positive and negative emotions towards mathematics are not strongly interrelated in the sample examined (Author, year). The complexity of addressing such emotions in a differentiated way in the educational setting was highlighted and the imperative of considering the specific cultural and geographical context of Cúcuta in future research was emphasised.

Introducción

Las matemáticas se erigieron como disciplina esencial en la educación a través de generaciones, siendo su dominio crucial en variados campos del conocimiento y la vida diaria. No obstante, su incuestionable relevancia, las emociones que suscitan en los estudiantes constituyen un amplio espectro, fluctuando entre la curiosidad y el miedo. En el pasado, dichas emociones han desempeñado un papel crucial en el rendimiento de los estudiantes, influenciando tanto la comprensión de conceptos como la aplicación de habilidades matemáticas (Boaler, 2015).

El estudio de las emociones asociadas a las matemáticas emergió como un campo de interés creciente para educadores y psicólogos, dado su impacto sobre la adquisición de competencias matemáticas. Este impacto se refleja en su papel central en los currículos escolares a nivel Mundial, evidenciando su importancia como habilidad clave para acceder a una diversidad de carreras y profesiones.

El análisis de las emociones respecto a las matemáticas es vital; la relación emocional con

esta disciplina puede afectar directamente el rendimiento académico, las aspiraciones futuras y la elección de carreras en áreas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) (Avendaño Rodríguez & Magaña Medina, 2018). Dada la significación de la formación en STEM para el progreso económico y tecnológico, es fundamental abordar cualquier barrera emocional que pudiera incidir en las decisiones de los estudiantes de seguir estas disciplinas.

Con su elevada posición en educación y sociedad, las matemáticas presentan a los estudiantes un conjunto único de desafíos emocionales. No es raro que manifiesten aversión, miedo o ansiedad hacia las matemáticas, emociones que pueden erigirse como barreras significativas para el aprendizaje, limitando no solo la comprensión de conceptos matemáticos, sino también la disposición a involucrarse con la materia.

El impacto emocional de las matemáticas trasciende las aulas y se refleja en decisiones vitales como la selección de campos de estudio en educación superior y la elección de carreras profesionales. Un estudiante que ha experimentado consistentemente

ansiedad o falta de confianza en las matemáticas podría evitar campos percibidos como intensivos en matemáticas, restringiendo así sus oportunidades y trayectorias futuras (Ramírez et al., 2018).

Frente a este panorama, comprender y abordar las emociones asociadas con las matemáticas es imperativo. El objetivo va más allá de mejorar el rendimiento académico; se trata de empoderar a los estudiantes para enfrentar las matemáticas con confianza y curiosidad, en lugar de temor y aprensión. En consecuencia, el presente estudio se focalizó en desarrollar y validar un instrumento destinado a medir las emociones derivadas del estudio de las matemáticas. Este instrumento, inicialmente compuesto por diez ítems, fue administrado a una muestra de 1039 estudiantes, evaluando su fiabilidad, consistencia interna y estructura factorial mediante técnicas estadísticas robustas, para determinar su eficacia en la medición de emociones matemáticas (Ashcraft & Moore, 2009).

Antecedentes del estudio

En conjunto, los siguientes estudios forman parte de una amplia investigación en el dominio afectivo, enfatizando la relevancia de las emociones, creencias y actitudes en la educación matemática y cómo estas influencias pueden impactar en las prácticas pedagógicas y el rendimiento de los estudiantes. Aquí se resaltan las investigaciones que tratan sobre emociones. En 2016, Fernández et al. (2016) evaluaron las actitudes en estudiantes y maestros usando el cuestionario de Auzmendi (1992), identificando su utilidad para medir ansiedad. (Fernández, 2017), resaltó la importancia del dominio afectivo en la enseñanza de matemáticas, aunque se le daba menos énfasis en la literatura iberoamericana comparada con la anglosajona.

Fernández et al. (2018) reafirmaron la vinculación entre el dominio afectivo y las prácticas pedagógicas de los docentes. Posteriormente, Fernández-César et al. (2020) compararon las

creencias y ansiedades entre docentes de Colombia y España, observando diferencias notables en ansiedad. Ese año, Gómezescobar et al. (2019) notaron una alta ansiedad hacia las matemáticas entre maestros españoles y ciertas inclinaciones epistemológicas. En 2021, Prada et al. (2021) desarrollaron un instrumento que subraya la importancia del dominio afectivo en el aprendizaje matemático. Finalmente, Prada-Núñez et al. (2022) investigaron a futuros docentes en Colombia, descubriendo la influencia social en sus actitudes y una falta de vocación en algunos.

Estos trabajos destacan cómo las emociones y los otros componentes del dominio afectivo afectan la enseñanza y aprendizaje matemáticos, con consecuencias en las prácticas pedagógicas y el rendimiento estudiantil.

Revisión de la literatura relacionada

Las emociones desempeñan un papel fundamental en el proceso de enseñanza y aprendizaje matemático, determinando en gran medida las percepciones, actitudes y creencias de los estudiantes hacia las matemáticas. Durante las últimas décadas, la intersección de las emociones y la educación matemática ha cobrado una relevancia destacada, con diversos investigadores y teorías subrayando su influencia central (McLeod, 1992; Gómez-Chacón, 2000). Estas respuestas afectivas suelen surgir de discrepancias entre expectativas individuales y experiencias concretas, originadas por aprendizajes previos, influencias sociales y circunstancias particulares.

El concepto de "ansiedad matemática", definido por Ashcraft y Moore (2009) como un sentimiento de tensión que interfiere con la manipulación numérica, se ha destacado por su impacto en el rendimiento académico y la elección de carreras. Para Palma-Delgado y Barcia-Briones (2020) las emociones pueden generar ansiedad, miedo e inseguridad, afectando el rendimiento académico. Es vital, como

mencionan García et al. (2003), comprender la ansiedad no solo como un obstáculo sino también como una respuesta adaptativa a situaciones amenazantes. Esta ansiedad se ha investigado extensamente, con estudios relevantes como los de Casis et al. (2017), Sagasti-Escalona (2019) y Jiménez (2022), que ilustran sus repercusiones no solo en el aprendizaje matemático sino también a nivel cerebral.

Más allá de la ansiedad, se ha identificado un amplio espectro de emociones relacionadas con las matemáticas. Arnau y Sellas (2017) argumentan sobre la potencia de las emociones positivas, como el entusiasmo y la curiosidad, en la motivación y el desempeño académico. Estas emociones, definidas como respuestas afectivas intensas y breves, pueden ser positivas o negativas. Aunque su estudio ha sido subestimado debido a su naturaleza intensa y volátil, algunos investigadores, como Hidalgo et al. (2005), Blanco et al. (2010) y Gamboa (2014) han explorado las emociones en la enseñanza matemática desde diferentes enfoques. Según Marbán et al. (2020), ha crecido el interés por el dominio afectivo en la investigación de educación matemática. Las emociones, descritas como rápidas variaciones de sentimientos en respuesta a situaciones, pueden ser positivas o negativas (Hidalgo et al., 2005). Este enfoque ampliado se complementa con teorías como la propuesta por Mandler (1975; 1976), que conecta las emociones con discrepancias entre expectativas y realidades, y la Teoría OCC de Ortony et al. (1988), que categoriza emociones en base a eventos, atribuciones y actitudes.

En el marco del dominio afectivo matemático, el modelo de Mcleod (1992) enfatiza la interacción entre actitud, creencias y emociones. DeBellis y Goldin (2006) amplían esta perspectiva al integrar valores y ética. La influencia recíproca entre creencias y emociones ha sido confirmada por estudios como los de Caballero, Guerrero y Blanco (2007), Carpenter y Fennema (1992). Bandura (1986) introduce otro componente crucial, la

autoeficacia, y su relación con las emociones en el contexto matemático es posteriormente explorada por Pajares y Miller (1994).

Dentro de este entramado, no se puede obviar el papel del contexto cultural en la percepción y experiencia emocional. Las emociones hacia las matemáticas no se manifiestan de manera aislada, sino que están influenciadas por el entorno cultural y educativo. Bishop (1988) ha abordado esta dimensión, sugiriendo que las actitudes y emociones hacia las matemáticas pueden variar sustancialmente dependiendo del contexto cultural y educativo en el que se encuentren los estudiantes.

Es imperativo entender estas emociones no solo desde una perspectiva pedagógica, sino también biológica, especialmente a la luz de hallazgos neurocientíficos recientes. La investigación en este ámbito destaca la necesidad de adaptar métodos pedagógicos, como sugiere Boaler (2015), y de desarrollar instrumentos adecuados para medir estas emociones, una inquietud abordada por pioneros como Meece et al. (1990).

Estudios significativos, como la "Mathematics Anxiety Rating Scale" de Richardson y Suinn (1972), han buscado dimensionar y comprender mejor la ansiedad matemática. A lo largo de los años, la comprensión de esta forma específica de ansiedad ha evolucionado, con investigaciones exhaustivas que han abordado cómo la emoción puede afectar tanto el aprendizaje como el rendimiento en matemáticas (Dowker, et al, 2016).

En suma, el tejido intrincado de las emociones, actitudes y creencias en la educación matemática exige una comprensión detallada, que este artículo pretende explorar, particularmente en la consistencia y estructura factorial de una escala de emociones hacia las matemáticas. Además, la consolidación de la relación entre emociones, ansiedad y rendimiento matemático delineó un área crucial de investigación en campos educativos y psicológicos. Se entendió

que el dominio afectivo contempla los sentimientos y emociones experimentados por una persona (Bloom., 1956).

En este marco, la ansiedad matemática se reveló como un punto de intersección significativo entre el aprendizaje académico y la emocionalidad. Se definió como un intensivo sentimiento de temor, tensión o aprensión asociado con las matemáticas. Esta sensación podría emanar de experiencias previas adversas, percepciones de autoeficacia o estereotipos de género vinculados a las matemáticas (Ashcraft & Moore, 2009).

La habilidad del estudiante para regular y manejar sus emociones se identificó como fundamental en el proceso de aprendizaje matemático. Los individuos con estrategias de regulación emocional más eficientes lograban moderar la ansiedad de manera más efectiva en escenarios de tensión (Gross, 1999; Gross & John, 2003). Emociones como la curiosidad, el interés y la confianza se correlacionaron positivamente con el rendimiento académico, mientras que la ansiedad tendió a obstaculizarlo (Pekrun & Linnenbrink-Garcia, 2014).

Reconocer la existencia de ansiedad matemática y las emociones relacionadas se marcó como un paso inicial. Los efectos adversos de estas emociones se manifestaron en la evasión de tareas matemáticas y en un decremento en la persistencia y el rendimiento (Coca, 2016). No obstante, estrategias de intervención enfocadas en la regulación emocional, la retroalimentación positiva y la desmitificación de estereotipos se postularon como beneficiosas para enriquecer tanto la experiencia educativa como el rendimiento académico (Beilock & Maloney, 2015).

Método

Enfoque y Diseño de la Investigación

Se realizó una investigación cuantitativa de diseño descriptivo y correlacional Creswell (2014),

optado por su capacidad para proporcionar un entendimiento profundo de las emociones de los estudiantes hacia las matemáticas, sin necesidad de manipulaciones experimentales o estudios longitudinales. El diseño descriptivo ofreció una instantánea clara de los fenómenos, y el correlacional exploró relaciones entre variables, en especial, las emociones hacia las matemáticas y el rendimiento académico (Field, 2018).

Muestra y contexto

Se seleccionaron, de manera aleatoria, 1039 estudiantes mediante un muestreo aleatorio simple (Dörnyei, 2007), provenientes de instituciones educativas de educación básica y media en municipios del área metropolitana de Cúcuta, Colombia. Los estudiantes, matriculados entre 2019 y 2020, pertenecían a grados que comprenden desde el cuarto hasta el undécimo. La muestra, cuya distribución etaria se situaba entre los 16 y 18 años ($M=17.3$, $SD=0.85$), estaba compuesta por un 52.6% de mujeres y un 47.4% de hombres. Todos los integrantes de la muestra incluyeron las matemáticas como parte integral de su currículo y reflejaban la diversidad y generalidad de la población estudiantil del área (Cohen et al., 2013). La elección de Cúcuta, Colombia, respondió a su única diversidad cultural y fronteriza, ideal para analizar emociones estudiantiles hacia las matemáticas, considerando que las particularidades educativas y emocionales en estas zonas pueden diferir significativamente de otras áreas del País debido a variadas influencias culturales y socioeconómicas.

Procedimientos éticos

Siguiendo las directrices de Denscombe (2010), se informó detalladamente a los participantes sobre los objetivos del estudio, asegurándoles anonimato y confidencialidad y obteniendo consentimientos informados. En el caso de menores, se obtuvo el consentimiento de tutores. Dado que el estudio evalúa emociones y actitudes, existen riesgos de

ansiedad e incomodidad, y preocupaciones sobre privacidad y uso indebido de la información. Para mitigar estos, se enfatizó la confidencialidad y el anonimato de los datos, se permitió a los participantes omitir preguntas incómodas y se les informó sobre su derecho a retirarse en cualquier momento..

Instrumento

El cuestionario, basado en ítems propuestos por Fernández et al. (2016) y adaptaciones de Auzmendi (1992), abarcó emociones positivas y negativas hacia las matemáticas, lo que proporciona de este modo una visión integral del fenómeno. Estos trabajos, fundamentales en el estudio de las emociones en el aprendizaje matemático, fueron incorporados al instrumento "Dominio Afectivo en las Matemáticas y la Formación Inicial de los Maestros", elaborado por Prada et al. (2021). Estos investigadores extendieron el análisis sobre las emociones asociadas al aprendizaje académico. Cabe destacar que los ítems del cuestionario abarcaban tanto emociones positivas como negativas respecto a las matemáticas. Antes de su aplicación definitiva, se realizó una prueba piloto con un grupo de 50 estudiantes para evaluar la comprensión, tiempo de respuesta, y fiabilidad de los ítems (alfa de Cronbach de 0.85), ajustándose conforme a los resultados y comentarios recibidos. El cuestionario final consistió en diez ítems, donde los participantes respondían usando una escala Likert de 5 puntos (Likert, 1932), siendo 1 "Totalmente en desacuerdo" y 5 "Totalmente de acuerdo".

Procedimiento

Durante las horas de clase regulares, los estudiantes completaron el cuestionario en formato impreso dentro de su entorno educativo rutinario. Adoptar esta estrategia no solo aseguró que los estudiantes estuvieran en un entorno familiar, minimizando la posibilidad de sentirse coaccionados, sino que también promovió una aplicación estandarizada del instrumento. Previo

al inicio, se ofrecieron instrucciones detalladas a los estudiantes sobre cómo debían completar el cuestionario, conforme a las recomendaciones establecidas por Bell y Waters (2014). Se enfatizó que no existían respuestas correctas o incorrectas, instando a los estudiantes a responder con sinceridad y basándose en sus experiencias y percepciones individuales respecto a las matemáticas.

Se anticipó que el cuestionario, compuesto por diez ítems, requeriría un tiempo aproximado de 15-20 minutos por estudiante para su completitud. Esta estimación se derivó de la longitud del cuestionario y de los hallazgos de las pruebas piloto. Durante la administración del cuestionario, al menos uno de los investigadores principales estuvo presente para asegurar el correcto desempeño del proceso y para resolver inmediatamente cualquier duda o inquietud. Los estudiantes tuvieron la oportunidad de formular preguntas previo a comenzar, y cualquier incertidumbre surgida durante la diligencia del cuestionario fue prontamente abordada.

Se subrayó el objetivo central de la investigación y se motivó a los estudiantes a expresar sus emociones de forma sincera. La presencia del investigador aseguró uniformidad en la recopilación de datos y ofreció soporte directo a los participantes, permitiendo abordar cualquier ambigüedad o preocupación de manera inmediata y consistente.

Análisis de datos

Los datos recolectados fueron procesados utilizando el software estadístico SPSS versión 25 y el programa IBM SPSS Amos 23 para análisis estructurales más avanzados. Antes de avanzar con los análisis específicos, se verificaron varios supuestos estadísticos. La fiabilidad del cuestionario se evaluó utilizando el coeficiente de Alfa de Cronbach (Cronbach, 1951) en SPSS. Se llevaron a cabo estadísticas de total de elementos para comprender el impacto individual de cada ítem

en la fiabilidad general. Para investigar la estructura del cuestionario y la relación entre ítems, se realizó un análisis factorial exploratorio en SPSS (Costello & Osborne, 2005). Previo a este análisis, se evaluó la adecuación de los datos por medio de la prueba KMO y la prueba de esfericidad de Bartlett (Kaiser, 1970). Los resultados del análisis factorial se usaron para identificar las posibles dimensiones o factores subyacentes que explicaban las correlaciones entre ítems.

Resultados

Consistencia Interna

Se recabaron datos de 1039 casos en total, y todos estos casos (100%) se consideraron válidos para el análisis. No hubo exclusión de casos basada en las variables del procedimiento.

El cuestionario comprende 10 ítems. La medida de fiabilidad utilizada es el Alfa de Cronbach, un coeficiente ampliamente aceptado para evaluar la consistencia interna de los tests (Cronbach, 1951). En este análisis, se reporta un Alfa de Cronbach de 0,681.

El coeficiente Alfa de Cronbach, varía entre 0 y 1. Generalmente, la interpretación sigue las siguientes pautas Nunnally (1978): Con un Alfa de 0,681, el instrumento cae en el rango "aceptable", aunque se aproxima al límite inferior, lo que podría considerarse "cuestionable" en ciertos contextos. Es esencial considerar el contexto de la investigación, como bien sugieren Darren y Mallery (2003), quienes afirman que en investigaciones preliminares un alfa cercana a 0,7 podría ser aceptable. No obstante, para estudios más definitivos, es prudente considerar ajustes en el instrumento o en la metodología de recopilación de datos.

Estadísticas de Total de Elemento

La consistencia interna es esencial para validar la eficacia de un instrumento, y para ello, es fundamental evaluar cómo cada ítem contribuye al total de la medida. En esta sección, se presenta un análisis detallado de la influencia de cada ítem sobre la consistencia general del instrumento que mide las emociones hacia el estudio de las matemáticas

Tabla I: Estadísticas de Total de Elemento

| ESTADÍSTICAS DE TOTAL DE ELEMENTO | | | | |
|--|--|---|--|---|
| | MEDIA DE ESCALA SI EL ELEMENTO SE HA SUPRIMIDO | VARIANZA DE ESCALA SI EL ELEMENTO SE HA SUPRIMIDO | CORRELACIÓN TOTAL DE ELEMENTOS CORREGIDA | ALFA DE CRONBACH SI EL ELEMENTO SE HA SUPRIMIDO |
| Emo1 [Me rindo fácilmente cuando me piden resolver un ejercicio en Matemáticas.] | 33,47 | 29,055 | ,168 | ,687 |
| Emo2 [Siento curiosidad por conocer la respuesta cuando el profesor me pide que resuelva un ejercicio de Matemáticas.] | 32,16 | 27,290 | ,344 | ,657 |
| Emo3 [Me siento nervioso cuando el profesor me pide por sorpresa que resuelva en el tablero un ejercicio de Matemáticas.] | 32,31 | 25,195 | ,431 | ,638 |
| Emo4 [Cuando resuelvo ejercicios de Matemáticas en grupo me siento más tranquilo.] | 32,09 | 26,321 | ,388 | ,648 |
| Emo5 [Cuando no me sale la solución de un ejercicio de Matemáticas empiezo a sentirme inseguro, ansioso y nervioso.] | 32,53 | 25,187 | ,456 | ,633 |
| Emo6 [Si no encuentro la solución de un ejercicio en Matemáticas, tengo la sensación de haber fracasado y de haber perdido el tiempo.] | 33,00 | 25,968 | ,321 | ,663 |
| Emo7 [Me siento feliz cuando resuelvo correctamente un ejercicio en Matemáticas.] | 31,48 | 26,464 | ,512 | ,631 |

| | | | | |
|---|-------|--------|------|------|
| Emo 8 [Cuando fallo al intentar resolver un ejercicio en Matemáticas, lo vuelvo a intentar, pero utilizando otro método de solución.] | 32,20 | 27,643 | ,304 | ,664 |
| Emo9 [La resolución de un ejercicio en Matemáticas exige esfuerzo, perseverancia y paciencia.] | 31,67 | 26,617 | ,481 | ,636 |
| Emo10 [Estoy calmado y tranquilo cuando resuelvo ejercicios de Matemáticas.] | 32,40 | 29,629 | ,088 | ,704 |

Conforme a la Tabla I, se ilustra el modo en que cada ítem del instrumento, orientado a examinar las emociones vinculadas al estudio de las matemáticas, impacta la consistencia interna del cuestionario. La columna “Media de escala si el elemento se ha suprimido” denota el promedio de puntajes de todos los ítems, omitiendo el ítem en cuestión.

La “Varianza de escala si el elemento se ha suprimido” expone la variabilidad en los puntajes de todos los ítems, excluyendo el ítem indicado. Es vital destacar la “Correlación total de elementos corregida”, que revela la correlación del ítem particular con el puntaje total de la escala, excluyendo dicho ítem. Los ítems con correlaciones más bajas pueden no medir el mismo constructo que los demás elementos del cuestionario.

En este contexto, el ítem “Estoy calmado y tranquilo cuando resuelvo ejercicios de Matemáticas.” manifestó la correlación más baja, 0,088. La columna “Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido” es de suma importancia, pues indica la consistencia interna del instrumento si se elimina el ítem especificado. Un incremento significativo del Alfa de Cronbach al omitir un ítem sugiere que dicho ítem podría no contribuir positivamente a la consistencia del test y debería ser revisado o eliminado.

Aunque el ítem mencionado presentó la correlación total más baja, su eliminación sólo incrementó el Alfa de Cronbach a 0,704, representando una mejora marginal. Se deduce que la eliminación de ninguno de los ítems mejora sustancialmente el Alfa de Cronbach, sugiriendo una contribución uniforme de todos los ítems a la

consistencia interna del cuestionario. No obstante, se recomienda una revisión meticulosa de los ítems con correlaciones más bajas para asegurar su claridad y su capacidad para medir de forma efectiva el constructo deseado.

Análisis preliminar: Matriz de correlaciones y prueba de KMO y Bartlett

Para determinar si es apropiado realizar un análisis factorial, es esencial considerar la matriz de correlaciones entre las variables. Las correlaciones altas entre variables sugieren que existe una estructura subyacente compartida que podría explicarse a través de factores latentes, lo cual es la base del análisis factorial (Harman, 1976).

A continuación, se presenta la matriz de correlaciones:

Tabla II: Matriz de Correlaciones

| | Em1 | Em2 | Em3 | Em4 | Em5 | Em6 | Em7 | Em8 | Em9 | Em10 | |
|-------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Correlación | Em1 | 1,000 | -,099 | ,400 | ,099 | ,380 | ,423 | -,029 | -,192 | -,068 | -,283 |
| | Em2 | -,099 | 1,000 | ,126 | ,185 | ,100 | ,009 | ,374 | ,341 | ,369 | ,309 |
| | Em3 | ,400 | ,126 | 1,000 | ,295 | ,467 | ,394 | ,231 | ,005 | ,189 | -,178 |
| | Em4 | ,099 | ,185 | ,295 | 1,000 | ,171 | ,099 | ,332 | ,215 | ,316 | ,142 |
| | Em5 | ,380 | ,100 | ,467 | ,171 | 1,000 | ,620 | ,223 | ,024 | ,161 | -,171 |
| | Em6 | ,423 | ,009 | ,394 | ,099 | ,620 | 1,000 | ,097 | -,058 | ,033 | -,197 |
| | Em7 | -,029 | ,374 | ,231 | ,332 | ,223 | ,097 | 1,000 | ,369 | ,571 | ,254 |
| | Em8 | -,192 | ,341 | ,005 | ,215 | ,024 | -,058 | ,369 | 1,000 | ,428 | ,438 |
| | Em9 | -,068 | ,369 | ,189 | ,316 | ,161 | ,033 | ,571 | ,428 | 1,000 | ,317 |
| | Em10 | -,283 | ,309 | -,178 | ,142 | -,171 | -,197 | ,254 | ,438 | ,317 | 1,000 |

a. Determinante = ,070

El determinante de la matriz de correlaciones (Tabla II) resultó ser 0,070, indicando, conforme a Tabachnick y Fidell (2001), ausencia de multicolinealidad o redundancia significativa entre las variables, dado que no se acercó a cero. Al analizar las correlaciones de la Tabla 3, se identificaron correlaciones moderadas, bajas, e incluso negativas, como la de 0,620 entre Em5 y Em6, evidenciando falta de multicolinealidad sustancial entre las variables. Antes del análisis factorial, se validó la idoneidad de los datos para dicho análisis (Kaiser, 1970), empleando la Medida Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la Prueba de Esfericidad de Bartlett, esenciales para evaluar la estructura de correlaciones entre ítems y la adecuación de la muestra para la factorización (Field, 2018), garantizando así la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos.

A continuación, se detallan los resultados de la Prueba de KMO y Bartlett: (ver Tabla III).

Tabla III: Prueba de KMO Y BARTLETT

| | | |
|---|---------------------|----------|
| Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo | | ,790 |
| Prueba de esfericidad de Bartlett | Aprox. Chi-cuadrado | 2742,975 |
| | gl | 45 |
| | Sig. | ,000 |

La "Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo", presentada en la Tabla III, es un índice propuesto por Kaiser (1970), conocida comúnmente como KMO, es un índice que varía entre 0 y 1. Valores cercanos a 1 sugieren que las correlaciones

parciales entre variables son bajas en comparación con las correlaciones totales, lo que es deseable para un análisis factorial. En este caso, un KMO de 0,790 indica que el tamaño de la muestra es bastante adecuado para el análisis factorial.

Por otro lado, la "Prueba de esfericidad de Bartlett", también mostrada en la Tabla IV, examina la hipótesis nula de que las variables en el análisis no están correlacionadas en la población; en otras palabras, la matriz de correlación es una matriz de identidad (Bartlett, 1954). Un valor significativo ($p < 0,05$) sugiere que las correlaciones entre ítems no son una identidad y, por lo tanto, se puede continuar con el análisis factorial. En este estudio, la Prueba de esfericidad de Bartlett muestra un valor aproximado de Chi-cuadrado de 2742,975 con un nivel de significancia de 0,000, lo que indica que las correlaciones entre los ítems no son triviales.

Varianza total explicada

El análisis factorial tiene como finalidad descubrir factores inherentes que agrupan variables observables, evaluándose habitualmente mediante los autovalores y el porcentaje de varianza explicada por los factores. El criterio de Kaiser, que aconseja retener únicamente factores con autovalores mayores a 1, es comúnmente aplicado en este contexto (Kaiser, 1960). Previo a profundizar en la varianza total explicada, resulta vital analizar las

comunalidades, que manifiestan el volumen de varianza de cada ítem compartida con los factores derivados. Así, las comunales revelan la proporción de varianza de cada variable interrelacionada con todos los ítems del conjunto de datos. Esta métrica es de crucial importancia, pues un ítem con baja comunalidad podría no ser pertinente para el análisis factorial al no compartir información suficiente con los demás ítems (Stevens, 2002).

La **Tabla IV** presenta un desglose de estas comunales para cada ítem:

| | Inicial | Extracción |
|------|---------|------------|
| Em1 | 1,000 | ,534 |
| Em2 | 1,000 | ,414 |
| Em3 | 1,000 | ,573 |
| Em4 | 1,000 | ,323 |
| Em5 | 1,000 | ,649 |
| Em6 | 1,000 | ,599 |
| Em7 | 1,000 | ,591 |
| Em8 | 1,000 | ,527 |
| Em9 | 1,000 | ,610 |
| Em10 | 1,000 | ,523 |

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Las comunales reflejan la proporción de varianza de cada variable que es compartida con todos los demás (ver **Tabla IV**). En otras palabras, nos muestra la cantidad de información que cada ítem comparte con los factores extraídos (Stevens, 2002). Por ejemplo, para el ítem Em5, un 64,9% de su varianza es explicada por los dos factores identificados.

La **Tabla V** a continuación presenta la varianza total explicada por cada uno de los factores identificados:

| COMPONENTE | AUTOVALORES INICIALES | | | SUMAS DE CARGAS AL CUADRADO DE LA EXTRACCIÓN | | | SUMAS DE CARGAS AL CUADRADO DE LA ROTACIÓN | | |
|------------|-----------------------|---------------|-------------|--|---------------|-------------|--|---------------|-------------|
| | Total | % de varianza | % acumulado | Total | % de varianza | % acumulado | Total | % de varianza | % acumulado |
| 1 | 2,829 | 28,295 | 28,295 | 2,829 | 28,295 | 28,295 | 2,773 | 27,729 | 27,729 |
| 2 | 2,513 | 25,132 | 53,427 | 2,513 | 25,132 | 53,427 | 2,570 | 25,698 | 53,427 |

La tabla de varianza total explicada nos brinda información sobre la cantidad de varianza que cada factor puede explicar. En este caso, el primer factor explica aproximadamente el 28,29% de la varianza, mientras que el segundo factor aporta un 25,13%. Juntos, estos dos factores explican más del 53% de la varianza total, lo cual es una proporción sustancial (Cattell, 1966).

A continuación, se presenta el **Gráfico 1**, conocido como gráfico de sedimentación:

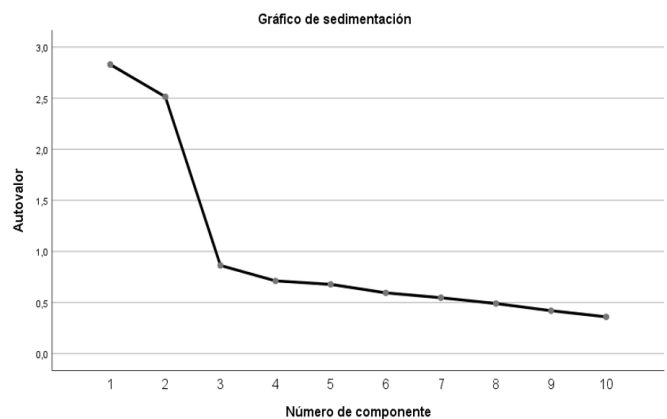


Gráfico 1. Gráfico de sedimentación

El gráfico de sedimentación es una representación visual que ayuda a determinar el número de factores a retener (Cattell, 1966). En este gráfico (ver Gráfico 1), se observa cómo cada factor adicional contribuye con menos a la varianza explicada, y es una herramienta útil para visualizar el "punto de codo" donde la contribución marginal de cada factor adicional se vuelve mínima. La identificación de dos factores dominantes que juntos explican más del 53% de la varianza es un hallazgo importante. Estos factores, dada su prominencia, capturan una cantidad significativa de la información contenida en los ítems y sugieren una estructura latente subyacente que es esencial para entender las interrelaciones entre las variables (Field, 2009).

Rotación

La rotación es una técnica utilizada en el análisis factorial para maximizar las cargas factoriales de variables en uno de los factores mientras se minimizan las cargas en otros factores. Esto facilita la interpretación de los resultados (Cattell, 1978).

Primero, examinemos la matriz de componente rotado para observar las cargas factoriales de cada ítem en los dos factores (ver Tabla VI):

Tabla VI. Matriz De Componente Rotado a

| | COMPONENTE | |
|--|------------|-------|
| | 1 | 2 |
| Em1 | -,194 | ,704 |
| Em2 | ,643 | ,004 |
| Em3 | ,195 | ,732 |
| Em4 | ,495 | ,279 |
| Em5 | ,154 | ,791 |
| Em6 | -,005 | ,774 |
| Em7 | ,745 | ,188 |
| Em8 | ,708 | -,160 |
| Em9 | ,775 | ,095 |
| Em10 | ,597 | -,408 |
| Método de extracción: análisis de componentes principales. Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser | | |
| a. La rotación ha convergido en 3 iteraciones. | | |

Como se observa en la Tabla VI, ciertos ítems, como Em1, tienen cargas factoriales más elevadas en el segundo componente en comparación con el primero. El método utilizado para la extracción fue el análisis de componentes principales y la rotación se realizó utilizando el método Varimax con normalización Kaiser, que es una técnica de rotación ampliamente aceptada y utilizada en análisis factorial (Kaiser, 1958).

A continuación, se presenta la matriz de transformación de componente que muestra cómo se relacionan los componentes originales con los componentes rotados (ver Tabla VII):

Tabla VII. Matriz de Transformación de Componente

| COMPONENTE | 1 | 2 |
|---|-------|------|
| 1 | ,906 | ,423 |
| 2 | -,423 | ,906 |
| Método de extracción: análisis de componentes principales. Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser. | | |

La Tabla VII es útil para entender cómo se transforman los componentes a través de la rotación. Al igual que en la matriz anterior, el método utilizado para la extracción fue el análisis de componentes principales y la rotación se realizó empleando el método Varimax con normalización Kaiser. La rotación permite una mejor diferenciación entre los ítems y los factores. Con la ayuda de las matrices presentadas anteriormente, se puede identificar y entender mejor la naturaleza de cada factor y determinar qué ítems están más fuertemente asociados con cada uno (Kaiser, 1958).

Correlaciones entre factores

La relación entre los factores identificados en un análisis factorial puede proporcionar información sobre la posible redundancia o la independencia de los constructos que están midiendo (Costello & Osborne, 2005). Para evaluar esto, se calcularon las correlaciones entre los dos factores extraídos (ver Tabla VIII).

Tabla VIII. Correlaciones

| | | Factor1Em | Factor2Em |
|-----------|---|----------------------|----------------------|
| Factor1Em | Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N | 1 1039 | ,046 ,141 1039 |
| Factor2Em | Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N | ,046 ,141 1039 | 1 1039 |

De la Tabla VIII, se observa que la correlación entre el Factor1Em y el Factor2Em es de ,046, que no es significativa. Esto indica que no hay una correlación fuerte entre estos dos factores, consistente con las recomendaciones de Tabachnick y Fidell (2001) que señalan que correlaciones bajas entre factores sugieren que estos son distintos. La falta de correlación significativa entre los dos factores sugiere que son independientes entre sí (Field, 2009). En términos prácticos, esto implica

que los dos factores están midiendo constructos distintos y que uno no es simplemente una repetición o variación del otro (Hair et al., 2010).

Análisis factorial confirmatorio

El Análisis Factorial Confirmatorio (AFC) es una técnica avanzada que se utiliza para validar y confirmar la estructura factorial sugerida por investigaciones previas o derivada de análisis exploratorios (Byrne, 2016). Las medidas de ajuste resultantes del AFC permiten discernir cómo se ajusta el modelo teórico propuesto a los datos recolectados.

A continuación, se presenta la Tabla IX sobre medidas de ajuste de modelos en el análisis factorial confirmatorio.

Tabla IX. Medidas de Ajuste de Modelos en el Análisis Factorial Confirmatorio

| MEDIDAS DE AJUSTE ABSOLUTO | | | | MEDIDAS DE AJUSTE INCREMENTAL | | | MEDIDAS DE AJUSTE DE LA PARSIMONIA | | | |
|----------------------------|---------|--------------|-------|-------------------------------|------|------|------------------------------------|------|------|---------|
| Modelos | CMIN/DF | Chi cuadrado | RMSEA | CFI | TLI | NFI | PRATIO | PCFI | PNFI | AIC |
| | 14.484 | 0.000 | .114 | .831 | .776 | .821 | .756 | .628 | .620 | 554.440 |
| | 10.481 | 0.000 | .096 | .894 | .853 | .885 | .722 | .646 | .639 | 328.505 |
| | 9.714 | 0.000 | .092 | .914 | .865 | .905 | .639 | .584 | .578 | 285.412 |
| | 7.467 | 0.000 | .079 | .944 | .908 | .936 | .607 | .573 | .569 | 180.932 |

Con el propósito de validar el modelo, se evaluaron diferentes alternativas. En la Tabla X se presentan los resultados de estas evaluaciones. Después de realizar ciertas modificaciones, el cuarto modelo listado en la Tabla X demostró tener el mejor ajuste en términos de las estadísticas de ajuste. Específicamente, esta tabla desglosa las medidas en ajuste absoluto, ajuste incremental y ajuste de la parsimonia. Se destaca que el cuarto modelo presenta un RMSEA de .079, acercándose al umbral recomendado de 0.06, y valores de CFI, TLI y NFI que están cercanos al ideal de 1, conforme a las directrices de Hu y Bentler (1999). Una vez evaluadas las medidas de ajuste y determinado que el cuarto modelo presenta el mejor ajuste, es crucial visualizar cómo quedan configurados los ítems en relación con los factores subyacentes.

En el Gráfico 2 se presenta la estructura factorial asociada al mejor modelo del AFC, ilustrando claramente las relaciones entre los ítems y los factores identificados.

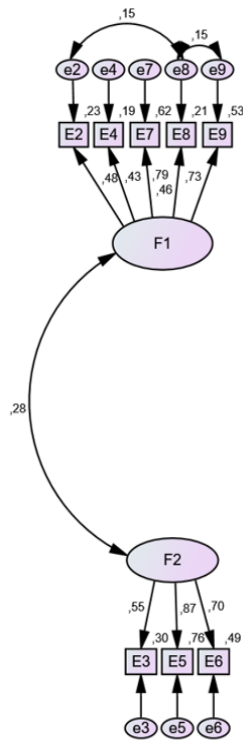


Gráfico 2. Estructura factorial asociada al mejor modelo del AFC

A raíz de este análisis y como se observa en la Tabla IX, se tomó la decisión de eliminar dos ítems, específicamente Em10 y Em1. Las consecuencias de estas eliminaciones y otros ajustes se reflejan en el Gráfico 2, que ilustra la estructura factorial asociada al mejor modelo del AFC. A través de este gráfico, es posible discernir con claridad cuáles ítems conforman cada factor después del análisis factorial confirmatorio.

La eliminación de ítems y las modificaciones al modelo, como se refleja en la Tabla X, son prácticas comunes en el AFC para mejorar el ajuste del modelo (Brown, 2015). El cuarto modelo, con las modificaciones propuestas, resalta como el más adecuado para describir la estructura subyacente de los ítems, sugiriendo que los ítems restantes representan fielmente los constructos que se buscan medir y que estos constructos están claramente diferenciados entre sí.

Resultados del análisis factorial confirmatorio detallado

El Análisis Factorial Confirmatorio (AFC) es una técnica estadística que busca validar y confirmar la estructura factorial propuesta a partir de investigaciones previas o análisis exploratorios. A través del AFC, se pueden determinar cómo los diferentes ítems se asocian o cargan en factores específicos, permitiendo una comprensión más profunda de los constructos que estos ítems pretenden medir (Byrne, 2016). El análisis llevado a cabo en este estudio sugiere una agrupación específica de ítems bajo factores determinados. Según los datos, los ítems Em2, Em4, Em7, Em8 y Em9 parecen conformar el Factor 1, mientras que los ítems Em3, Em5 y Em6 se agrupan consistentemente bajo el Factor 2.

Estos resultados se presentan de manera detallada en la Tabla X:

Tabla X. Ítems para cada factor

| FACTOR | MUESTRA TOTAL |
|--------|--------------------------|
| 1 | Em2, Em4, Em7, Em8 y Em9 |
| 2 | Em3, Em5 y Em6 |

La forma en que se han agrupado los ítems sugiere patrones subyacentes en los datos. Estos agrupamientos indican cómo los ítems tienden a agruparse y, por lo tanto, proporcionan una idea sobre los constructos subyacentes que miden. Esta estructuración nos ayuda a entender mejor las dimensiones latentes o características que están siendo evaluadas a través de estos ítems (Brown, 2015).

Factor 1 "Satisfacción hacia las Matemáticas": Los ítems agrupados bajo este factor destacan las emociones positivas y constructivas que los estudiantes experimentan en relación con las matemáticas. Estas emociones no solo indican un interés en el aprendizaje, sino también un sentido de logro y satisfacción al enfrentar y resolver desafíos matemáticos. Por ejemplo, la curiosidad (Em2) y la

sensación de felicidad al lograr una solución correcta (Em7) sugieren una predisposición positiva hacia la materia. Además, la perseverancia y la resiliencia se destacan en ítems como Em8 y Em9, donde los estudiantes no se rinden ante las adversidades, sino que buscan enfoques alternativos o reconocen la necesidad de esfuerzo y paciencia. La agrupación de estas emociones bajo un solo factor refleja una disposición general de "satisfacción" hacia las matemáticas, lo que valida su posible denominación.

Factor 2: "Inseguridad hacia las Matemáticas": Este factor agrupa ítems que claramente resaltan emociones negativas asociadas con las matemáticas. Las respuestas reflejan sentimientos de ansiedad, nerviosismo e inseguridad, especialmente cuando se enfrentan a desafíos o situaciones inesperadas en la materia, como resolver un problema frente a la clase (Em3) o no poder encontrar una solución (Em5, Em6). El uso recurrente de palabras como "nervioso", "inseguro" y "fracasado" en estos ítems destaca una tendencia clara hacia la inseguridad y la duda sobre las propias habilidades en matemáticas. Esta concentración de emociones negativas justifica plenamente la denominación del factor como "Inseguridad hacia las Matemáticas".

Discusión

El principal objetivo de este estudio consistió en explorar la estructura de las emociones relacionadas con las matemáticas y en evaluar la consistencia de una escala creada para medirlas. Nos enfocamos en entender cómo los estudiantes de Cúcuta, Colombia, experimentaban estas emociones, y se destacó la claridad en nuestros objetivos. Los hallazgos de esta investigación son significativos para entender cómo impactan estas emociones en el aprendizaje y rendimiento en matemáticas, brindando información crucial para los educadores.

Es fundamental señalar las limitaciones del estudio, admitiendo que, a pesar de contar con una muestra representativa de estudiantes en Cúcuta, las restricciones en la generalización

a diferentes poblaciones y entornos educativos son considerables, tanto a nivel nacional como internacional. El contexto cultural y geográfico de Cúcuta, caracterizado por su ubicación fronteriza y diversidad única, pudo haber influenciado nuestras observaciones, subrayando la importancia de contextualizar en futuras investigaciones (Gómezescobar et al., 2010).

Para contextualizar nuestra investigación, se realizó en el área metropolitana de Cúcuta, Colombia, basándose en 1039 casos. El análisis otorgó particular importancia al estudio de la "Correlación total de elementos corregida", revelando cómo cada ítem individual se correlaciona con la puntuación total del cuestionario. Se utilizó el coeficiente Alfa de Cronbach (Cronbach, 1951) para evaluar la confiabilidad del cuestionario de 10 ítems, obteniendo un valor de 0,681, que, aunque está en el límite inferior de "aceptable" (Nunnally, 1978), es aceptable en investigaciones exploratorias (Darren & Mallery, 2003).

Este valor respalda la coherencia y confiabilidad de nuestro instrumento en la evaluación de las emociones que se procuraba analizar. Se observó que la eliminación de elementos individuales no aumentaba significativamente el coeficiente alfa, indicando que todos los elementos contribuyen de manera similar a la medición de estas emociones, siguiendo las pautas de Nunnally & Bernstein (1994). No obstante, es imprescindible considerar la revisión de ítems con correlaciones bajas en futuros estudios para asegurar su relevancia.

El análisis factorial confirmó la ausencia de correlaciones significativas entre las variables, validando la ausencia de redundancia o multicolinealidad y garantizando la captura de aspectos únicos de las emociones hacia las matemáticas. Las pruebas de adecuación para el análisis factorial, respaldadas por un valor KMO de 0,790 y la significativa prueba de Bartlett, afirmaron

la presencia de una estructura factorial clara y pertinente (Dowker et al., 2016).

Al analizar la consistencia interna de la escala, se observó que ciertos ítems, como "Estoy calmado y tranquilo cuando resuelvo ejercicios de Matemáticas", tenían correlaciones inusualmente bajas (0,088). Este hallazgo podría inicialmente llevar a pensar que tales ítems no capturan el mismo constructo que el resto del cuestionario. Sin embargo, es crucial comprender este resultado en el contexto más amplio de la influencia del dominio afectivo en la educación matemática, especialmente cómo emociones y actitudes, que Fernández et al. (2016) y otros estudios han destacado, pueden afectar las respuestas de los estudiantes a cuestionarios como el nuestro.

La estructura factorial revelada por el análisis presentó dos factores dominantes que explicaron el 53% de la varianza en los datos. Estos factores parecen estar en consonancia con emociones positivas y negativas hacia las matemáticas. El Factor 1, denominado "Satisfacción hacia las Matemáticas", captura emociones y actitudes positivas, en línea con lo argumentado por Dowker et al. (2016). Por otro lado, el Factor 2, "Inseguridad hacia las Matemáticas", abarca emociones negativas, especialmente la ampliamente estudiada "ansiedad matemática", cuyo impacto en el rendimiento académico ha sido un tema recurrente en la literatura (Ashcraft & Moore, 2009; Casis et al., 2017). Cabe destacar que, en sintonía con estos hallazgos, Prada et al. (2021) también encontraron que las emociones se agrupan en dos factores cada una, con al menos 4 ítems o reactivos en ellos.

El estudio mostró una correlación baja ($r = 0,046$) y una falta de significación estadística ($p > 0,05$) entre los dos factores evaluados, indicando que son independientes entre sí. Esta observación posee implicaciones significativas, sugiriendo que, en nuestra muestra de estudio, las emociones positivas y negativas hacia las matemáticas no están

fuertemente interrelacionadas. Así, los estudiantes podrían experimentar emociones tanto positivas como negativas hacia las matemáticas de manera independiente, añadiendo una capa de complejidad al entendimiento de cómo estas emociones impactan el aprendizaje y el rendimiento en matemáticas. Esta independencia de factores resalta la necesidad de abordar de manera diferenciada las emociones positivas y negativas en el contexto educativo y sugiere que las estrategias para fomentar actitudes positivas hacia las matemáticas pueden no ser efectivas para reducir las emociones negativas, y viceversa.

La interacción entre el dominio afectivo y las prácticas pedagógicas, evidenciada en trabajos anteriores (Fernández et al., 2016; Fernández et al., 2018; Fernández-César et al., 2020), resulta crucial para comprender las variaciones interculturales y su impacto en el rendimiento estudiantil, especialmente en contextos únicos como Cúcuta. La consideración de la ansiedad matemática y otras emociones como constructos distintos, pero interrelacionados (Bandura, 1986; Pajares & Miller, 1994), intensifica la importancia de esta interrelación, siendo fundamental abordarla para entender y mejorar la educación matemática, ajustándose a las distintas influencias culturales y emocionales presentes en el aprendizaje de las matemáticas.

Este estudio subraya la necesidad de explorar más factores en diversas muestras y de incluir metodologías alternativas o ítems adicionales para comprender a fondo las emociones matemáticas en diferentes contextos. La cautela es esencial al generalizar estos resultados a diferentes contextos, dada la influencia potencial de elementos específicos de Cúcuta. La aplicación de estos hallazgos puede guiar a educadores en adaptar estrategias de enseñanza que aborden las emociones hacia las matemáticas y mejoren el aprendizaje.

Conclusiones

Este estudio realizado en el área metropolitana de Cúcuta, Colombia, presentó descubrimientos significativos acerca de las emociones hacia las matemáticas, los cuales poseen profundas implicaciones en el campo de la educación matemática. Se destacó la identificación de una estructura bidimensional clave para describir las emociones de los estudiantes hacia dicha disciplina. Los factores denominados "Satisfacción hacia las Matemáticas" e "Inseguridad hacia las Matemáticas" facilitaron una exploración más profunda de cómo los estudiantes experimentan emociones en relación con las matemáticas.

Se evidenció que las emociones juegan un papel esencial en la educación matemática, incidiendo de manera considerable en el aprendizaje y el rendimiento académico de los estudiantes. Fue crucial que los educadores identifiquen y manejen dichas emociones para fomentar un entorno de aprendizaje más eficiente y positivo. Los resultados adquirieron relevancia adicional, ya que estuvieron intrínsecamente vinculados al contexto geográfico y cultural específico de Cúcuta.

A pesar de que los hallazgos brindan ideas valiosas sobre la experiencia estudiantil en esta región, también se subrayó la necesidad de prudencia al extrapolar estos resultados a diferentes contextos y poblaciones educativas. Esto enfatizó la premisa de considerar la contextualización en investigaciones subsiguientes respecto a las emociones relacionadas con las matemáticas.

La investigación destacó la interacción entre el dominio afectivo de los estudiantes y las prácticas pedagógicas, y subrayó la necesidad de explorar factores adicionales en diversos subgrupos para lograr un entendimiento más holístico de las emociones hacia las matemáticas en distintos contextos. Se propuso la inclusión de metodologías alternativas y la evaluación de la pertinencia de los ítems en contextos culturales y educativos

específicos para asegurar la precisión y la relevancia de los instrumentos de medición en el entorno particular.

En suma, el estudio arrojó luz sobre el espectro multidimensional de las emociones relacionadas con las matemáticas, sentando un precedente sólido para investigaciones futuras y la optimización de estrategias pedagógicas. Se reforzó la necesidad de que los educadores estén conscientes de cómo las emociones de los estudiantes pueden influir en su aprendizaje y de implementar estrategias educativas que aborden de manera efectiva estas emociones.

Referencias

- Ashcraft, M. H., & Moore, A. M. (2009). Mathematics Anxiety and the Affective Drop in Performance. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 27(3), 197–205.
- Arnau, A., & Sellas, I. (2017). Las emociones de los estudiantes de magisterio en relación a los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias y de las matemáticas. *Enseñanza de las Ciencias*, (Ext), 2053-5058.
- Auzmendi, E. (1992). *Las actitudes hacia la matemática-estadística en las enseñanzas medias y universitarias*. Mensajero.
- Bandura, A. (1986). *Los fundamentos sociales del pensamiento y acción*. Prentice Hall.
- Bartlett, M. S. (1954). A Note on the Multiplying Factors for Various χ^2 Approximations”, *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 16(2), 296-298. <https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1954.tb00174.x>
- Beilock, S. L., & Maloney, E. A. (2015). Math Anxiety: A Factor in Math Achievement Not to Be Ignored. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, 2(1), 4-12. <https://doi.org/10.1177/2372732215601438>

- Bell, J., & Waters, S. (2014). *Doing Your Research Project: A Guide for First-Time Researchers*. McGraw-Hill Education.
- Bishop, A. J. (1988). *Mathematical enculturation: A cultural perspective on mathematics education*. Kluwer Publication.
- Blanco, L., Caballero, A., & Piedehierro, A., Guerrero, E., & Gómez, R. (2010). El Dominio afectivo en la Enseñanza/Aprendizaje de las Matemáticas. Una revisión de investigaciones locales. *Campo Abierto*, 29(1), 13-31.
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I, cognitive domain*. Longmans, Green.
- Boaler, J. (2015). *Mathematical Mindsets: Unleashing Students' Potential through Creative Math, Inspiring Messages and Innovative Teaching*. Jossey-Bass.
- Brown, T. A. (2015). *Confirmatory factor analysis for applied research* (2nd Ed.). The Guilford Press.
- Byrne, B. M. (2016). *Structural Equation Modeling with AMOS. Basic Concepts, Applications, and Programmin*. Routledge. Caballero, A., & Blanco, L. J. (2007). Las actitudes y emociones ante las Matemáticas de los estudiantes para Maestros de la Facultad de Educación de la Universidad de Extremadura. Comunicación presentada en el Grupo de Trabajo "Conocimiento y desarrollo profesional del profesor. XI SEIEM. Simposio de Investigación y Educación Matemática, La Laguna.
- Carpenter, T., & Fennema, E. (1992). Cognitively guided instruction: Building on the knowledge of students and teachers. *International Journal of Research in Education*, 17, 457-470.
- Casis, M., Rico, N., & Castro, E. (2017). Motivación, autoconfianza y ansiedad como descriptores de la actitud hacia las matemáticas de los futuros profesores de educación básica de Chile. *PNA*, 11(3), 181-203.
- Cattell, R. B. (1966). The Scree Test For The Number Of Factors. *Multivariate Behav Res*, 1(2), 245-76. https://doi.org/10.1207/s15327906mbr0102_10
- Cattell, R. B. (1978). *The Scientific Use of Factor Analysis in Behavioral and Life Sciences*. Plenum. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4684-2262-7>
- Coca, A. (2016). Estudio de las emociones y su persistencia en la clase de matemáticas usando un enfoque cognitivo. En A. M. Rosas (Ed.), *Avances en Matemática Educativa. Tecnología y matemáticas* (pp. 17-31). Editorial Lectorum, S. A. de C.V. <http://funes.uniandes.edu.co/22330/1/Coca2016Estudio.pdf>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2013). *Research methods in education*. Routledge.
- Costello, A. B., & Osborne, J. W. (2005). Best practices in exploratory factor analysis: Four recommendations for getting the most from your analysis. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 10(7), 1-9. <https://doi.org/10.7275/jyj1-4868>
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. SAGE Publications.
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297-334. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>
- Darren, G., & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference, 11.0 Update* (4th Ed.). Allyn & Bacon.

- DeBellis, V. A., & Goldin, G. A. (2006). Affect and Meta-Affect in Mathematical Problem Solving: A Representational Perspective”, *Educational Studies in Mathematics*, 63(2), 131-147. <https://doi.org/10.1007/s10649-006-9026-4>
- Denscombe, M. (2010). *The Good Research Guide. For small-scale social research projects*. McGraw-Hill Education.
- Dörnyei, Z. (2007). *Research Methods in Applied Linguistics*. Oxford University Press.
- Dowker, A., Sarkar, A., & Looi, C. Y. (2016). Mathematics anxiety: What have we learned in 60 years? *Frontiers in Psychology*, 7(508). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00508>
- Fernández, R. (2017). Dominio afectivo de docentes de matemáticas. En R. Prada-Núñez, P. Ramírez, C. Hernández, H. Gallardo, S. Mendoza, G. Rincó (Ed.), *Encuentro Internacional en Educación Matemática* (pp. 7-16). Universidad Francisco de Paula Santander. <http://funes.uniandes.edu.co/12768/1/Fernandez2017Dominio.pdf>
- Fernández, R., Hérnanez, C. A., Prada, R., & Ramírez, P. (2018). Dominio afectivo y prácticas pedagógicas de docentes de Matemáticas: Un estudio de revisión. *Revista Espacios*, 39(23). <https://www.revistaespacios.com/a18v39n23/a18v39n23p25.pdf>
- Fernández, R., Solano, N., Rizzo, K., Gomezescobar, A., Iglesias, L. M., & Espinosa, A. (2016). Las actitudes hacia las matemáticas en estudiantes y maestros de educación infantil y primaria: revisión de la adecuación de una escala para su medida. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS*, 11(33), 227-238. <https://doi.org/10.52712/issn.1850-0013-456>
- Fernández-Cézar, R., Hernández-Suárez, C. A., Prada-Núñez, R., & Ramírez-Leal, P. (2020). Creencias y ansiedad hacia las matemáticas: un estudio comparativo entre maestros de Colombia y España, *Bolema*, 34(68), 1174-1205. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v34n68a16>
- Field, A. (2009). *Discovering Statistics Using SPSS* (3rd Ed.). Sage Publications Ltd.
- Field, A. P. (2018). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*. SAGE Publications.
- Gamboa, R. (2014). Relación entre la dimensión afectiva y el aprendizaje de las matemáticas. *Revista Electrónica Educare*, 18(2), 1117-139. <https://doi.org/10.15359/ree.18-2.6>
- García, E. Martín, M. D., & Jiménez, M. P. (2003). *Emoción y motivación la adaptación humana*. Editorial Centro de Estudios Ramón Areces.
- Gómez-Chacón, I. M. (2000). *Matemática emocional. Los afectos en el aprendizaje matemático*. Narcea.
- Gómezescobar, A., León, C. M., & Fernández, R. (2019). Actitudes hacia las Matemáticas y prácticas docentes: un estudio exploratorio en maestros. *Revista Perspectivas*, 4(1), 23-31. <https://doi.org/10.22463/25909215.1752>
- Gross, J. (1999). Emotion and emotion regulation. En L. A. Pervin, O. P. John (Eds.), *Handbook of Personality: Theory and Research* (pp. 525-552). Guilford.
- Gross, J., & John, O. (2003). Individual Differences in two emotions regulations processes. Implications for affect, relationships, and well-being”, *Journal of Personality and Social Psychology*, 85(2), 348-362. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.85.2.348>
- Hair, J. F., Blach, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). *Multivariate Data Analysis* (7th

- Ed.). Pearson.
- Harman, H. H. (1976). *Modern Factor Analysis* (3rd Ed.). The University of Chicago Press.
- Hidalgo, A., Maroto, A., & Palacios, A. (2005). El perfil emocional matemático como predictor de rechazo escolar: una relación con las destrezas y conocimientos desde una perspectiva evaluativo. *Educación Matemática*, 17(2), 86-116. https://www.revista-educacion-matematica.org.mx/descargas/vol17/2/vol17-2-02_REM_17-4.pdf
- Hu, L., & Bentler, P. M. (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>
- Jiménez, A. (2022). Afectividad en la educación matemática: El caso de la ansiedad por las matemáticas. *Revista de Educación & Pensamiento*, 27(29), 60-83. <https://educacionypensamiento.colegiohispano.edu.co/index.php/revistaeypp/article/view/155>
- Kaiser, H. F. (1958). The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis", *Psychometrika*, 23, 187-200. <https://doi.org/10.1007/BF02289233>
- Kaiser, H. F. (1960). The application of electronic computers to factor analysis", *Educational and Psychological Measurement*, 20(1), 141-151. <https://doi.org/10.1177/001316446002000116>
- Kaiser, H. F. (1970). A second generation little jiffy. *Psychometrika*, 35(4), 401-415. <https://doi.org/10.1007/BF02291817>
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes", *Archives of Psychology*, 22(140), 5-55.
- Mandler, G. (1975). The search of emotion. En L. Levi (Ed.). *Emotions: Their Parameters and Measurement* (pp. 121-148). Raven Press.
- Mandler, G. (1976). *Mind and Emotion*. Wiley.
- Marbán, J. M., Palacios, A., & Maroto, A. (2020). Desarrollo del domino afectivo matemático en la formación inicial de maestros de primaria. *Avances De Investigación En Educación Matemática*, (18), 73-86. <https://doi.org/10.35763/aiem.v0i18.286>
- McLeod, D. B. (1992). Research on affect in mathematics education: A reconceptualization. En D. Grouws (Ed.). *Handbook of Research on mathematics Teaching and Learning* (pp. 575-598). Macmillan.
- Meece, J. L., & Wigfield, A., Eccles, J. S. (1990). Predictors of math anxiety and its influence on young adolescents' course enrollment intentions and performance in mathematics. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 60-70. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.82.1.60>
- Prada-Núñez, R., Hernández-Suarez, C. A., & Avendaño-Castro, W. R. (2022). Attitudes Toward Mathematics Of Prospective Teachers In Border Educational Context. *Journal of Language and Linguistic Studies*, 18(Special 1), 907-920.
- Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric Theory* (2nd Ed.). McGraw-Hill.
- Nunnally, J. C., & Bernstein, I. H. (1994). The Assessment of Reliability. *Psychometric Theory*, 3, 248-292.
- Ortony, A., Clore, G. L., & Collins, A. (1988). *The Cognitive Structure of Emotions*. Cambridge University Press.
- Palma-Delgado, G. M., & Barcia-Briones, M. F.

- (2020). El estado emocional en el rendimiento académico de los estudiantes en Portoviejo, Ecuador. *Dominio de las Ciencias*, 6(2), 72-100. <https://doi.org/10.23857/dc.v6i3.1207>
- Pajares, F., & Miller, M. D. (1994). Role of self-efficacy and self-concept beliefs in mathematical problem solving: A path analysis. *Journal of Educational Psychology*, 86(2), 193–203. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.86.2.193>
- Pekrun, R., & Linnenbrink-Garcia, L. (2014). *Introduction to emotions in education*. Routledge.
- Prada, R., Hernández, C. A., Fernández-César, R. (2021). Determinantes afectivos, procedimentales y pedagógicos del rendimiento académico en matemáticas. Aproximación a una escala de valoración. *Revista Boletín Redipe*, 10(3), 202–224. <https://doi.org/10.36260/rbr.v10i3.1229>
- Ramírez, G., Shaw, S. T., & Maloney, E. A. (2018). Math Anxiety: Past Research, Promising Interventions, and a New Interpretation Framework. *Educational Psychologist*, 53(2), 1-20. <https://doi.org/10.1080/00461520.2018.1447384>
- Richardson, F. C., & Suinn, R. M. (1972). The Mathematics Anxiety Rating Scale”, *Journal of Counseling Psychology*, 19, 551–554. <https://doi.org/10.1037/h0033456>
- Rodríguez, K. C., & Magaña, E. (2018). Elección de carreras universitarias en áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM): revisión de la literatura. *Revista Interamericana de Educación de Adultos*, 40(1), 154-173.
- Sagasti-Escalona, M. (2019). La ansiedad matemática. *Matemáticas, Educación y Sociedad*, 2(2), 1-18.
- Stevens, J. P. (2002). *Applied multivariate statistics for the social sciences*. Lawrence Erlbaum.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2001). *Using Multivariate Statistics* (4th Ed.). Allyn and Bacon.