

Exploración de creencias sobre el aprendizaje de las matemáticas: Un estudio de fiabilidad y análisis factorial con estudiantes de educación básica y media

Exploring Beliefs about Learning Mathematics: A Reliability and Factor Analysis Study with Elementary and Middle School Students

Cesar-Augusto Hernández-Suarez¹

Universidad Francisco de Paula Santander – Cúcuta, Colombia
cesaraugusto@ufps.edu.co; cesaraugusto.hernandez@alu.uclm.es

Raquel Fernández-César²

Universidad de Castilla La Mancha – Castilla La Mancha, España
raquel.fcezar@uclm.es

Pastor Ramírez-Leal³

Universidad Francisco de Paula Santander – Cúcuta, Colombia
pastorramirez@ufps.edu.co

Cómo citar/ How to cite: Hernández, C., Fernández, R. & Ramírez, P. (2024). Exploración de creencias sobre el aprendizaje de las matemáticas: Un estudio de fiabilidad y análisis factorial con estudiantes de educación básica y media. *Revista Saber, Ciencia y Libertad*, 19(1), 391 – 418. <https://doi.org/10.18041/2382-3240/saber.2024v19n1.11413>

Resumen

En el ámbito educativo, las creencias de los estudiantes acerca de las matemáticas tienen un impacto significativo en su rendimiento académico y motivación. Este estudio, realizado en el área metropolitana de Cúcuta, Colombia, tuvo como propósito validar un instrumento para cuantificar dichas creencias, evaluando su fiabilidad, consistencia interna y estructura factorial. Se adoptó una metodología cuantitativa,

Fecha de recepción: 14 de septiembre de 2023 Este es un artículo Open Access bajo la licencia BY-NC-SA
Fecha de evaluación: 30 de octubre de 2023 (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)
Fecha de aceptación: 7 de diciembre de 2023 Published by Universidad Libre

- 1 Universidad Francisco de Paula Santander.
- 2 Universidad de Castilla La Mancha, España.
- 3 Universidad Francisco de Paula Santander.

mediante un diseño descriptivo y correlacional, y se seleccionó una muestra de 1039 estudiantes de educación básica y media. El instrumento utilizado fue un cuestionario compuesto por 36 ítems con un coeficiente Alfa de Cronbach de 0.941, lo que evidencia alta fiabilidad. Se realizaron análisis factorial exploratorio y confirmatorio para identificar las dimensiones que estructuran las creencias sobre matemáticas. Los resultados revelan cinco factores predominantes que explican más del 56.7% de la variabilidad en las creencias de los estudiantes: sobre el profesor de matemáticas y su enseñanza, las dificultades del aprendizaje de las matemáticas, el dominio y autoeficacia en Matemáticas, la utilidad de las matemáticas y en ser matemáticamente competente. Estos factores abarcan un espectro amplio de percepciones y resaltan la importancia de abordar estas creencias para optimizar el rendimiento académico. Los hallazgos son esclarecedores para orientar la creación de intervenciones pedagógicas efectivas para potenciar la educación matemática.

Palabras clave

Creencias; aprendizaje; matemáticas; análisis factorial; fiabilidad.

Abstract

In education, students' beliefs about mathematics have a significant impact on their academic performance and motivation. This study, conducted in the metropolitan area of Cúcuta, Colombia, aimed to validate an instrument to quantify these beliefs, evaluating its reliability, internal consistency and factorial structure. A quantitative methodology was adopted, using a descriptive and correlational design, and a sample of 1039 elementary and middle school students was selected. The instrument used was a questionnaire composed of 36 items with a Cronbach's Alpha coefficient of 0.941, which shows high reliability. Exploratory and confirmatory factor analysis was carried out to identify the dimensions that structure beliefs about mathematics. The results reveal five predominant factors that explain more than 56.7% of the variability in students' beliefs: about the mathematics teacher and his or her teaching, the difficulties of learning mathematics, mastery and self-efficacy in mathematics, the usefulness of mathematics, and being mathematically competent. These factors span a broad spectrum of perceptions and

highlight the importance of addressing these beliefs in order to optimise academic performance. The findings are illuminating for guiding the creation of effective pedagogical interventions to enhance mathematics education.

Keywords

Children; adolescents; migration; refugee; ICT; children; research.

Introducción

La educación matemática se halla inmersa en un contexto dinámico y multifacético, donde el dominio afectivo ha ganado reconocimiento como elemento crucial en el proceso educativo (Lester, 2013). Este dominio incluye una serie de constructos interrelacionados como actitudes, valores, emociones, creencias, motivaciones e interés, los cuales los estudiantes albergan respecto a las matemáticas (Boaler, 2002; Caballero et al., 2015). Dentro de este dominio, las creencias en matemáticas se erigen como evaluaciones y juicios subjetivos que los individuos poseen sobre distintos aspectos de esta disciplina (Ernest, 1991; Clarkson, 1992).

Caballero et al. (2015) articulan que estas creencias abarcan distintas dimensiones y áreas, manifestándose e influenciando de diversas maneras en la educación matemática. En cuanto a la naturaleza y aprendizaje de las matemáticas, las creencias de los estudiantes sobre qué son las matemáticas y cómo se aprenden pueden afectar su enfoque de aprendizaje y su actitud hacia la materia. Respecto a sí mismos como estudiantes, estos desarrollan creencias significativas sobre su capacidad para aprender matemáticas, impactando su motivación, esfuerzo y, su éxito en la materia. En lo referente al papel de los docentes, las creencias que los estudiantes tienen respecto al rol de estos en el aprendizaje de las matemáticas pueden influir en la interacción educativa y, por ende, en el proceso de aprendizaje. Desde el contexto socio-familiar, el entorno inmediato y la sociedad en general inculcan y moldean creencias acerca de las matemáticas, afectando la actitud de los estudiantes hacia esta disciplina.

Estas creencias matemáticas, por su naturaleza subjetiva y multifactorial, tienen implicancias sustanciales en la formación educativa de los estudiantes, modulando no solo su percepción y aprendizaje de las matemáticas, sino también su rendimiento y las estrategias de aprendizaje y resolución de problemas que seleccionan

y emplean (Bandura, 1977; Dweck, 2006). La indagación y el entendimiento de las creencias que los estudiantes sostienen en relación a las matemáticas son imperativos en el actual contexto educativo (Ernest, 1991; Boaler, 2002). Comprender y abordar estas creencias es crucial, pues forman la base sobre la cual se pueden desarrollar estrategias de enseñanza efectivas que respaldan de manera óptima a los estudiantes en su trayectoria de aprendizaje en matemáticas (Bandura, 1977; Dweck, 2006).

Es esencial modificar cualquier creencia limitante o errónea que los estudiantes puedan tener acerca de las matemáticas (Dweck, 2006; Boaler, 2002). Hacerlo no solo puede mejorar la actitud de los estudiantes hacia esta disciplina esencial (Surren & Kandemir, 2020), sino que también puede, por ende, potenciar sus resultados académicos y su compromiso con el aprendizaje (Bandura, 1977). Además, un manejo y comprensión de estas creencias proporcionan información (Clarkson, 1992), la cual es esencial para el diseño de intervenciones educativas y ajustes curriculares (Ernest, 1991). Estas intervenciones y ajustes son fundamentales para buscar la mejora continua de la educación matemática, con el objetivo de cultivar una relación positiva y productiva de los estudiantes con las matemáticas (Boaler, 2002).

En este contexto, el estudio tiene como objetivo evaluar la estructura factorial, la confiabilidad y otras propiedades psicométricas de una escala de creencias matemáticas. Asimismo, se busca generar ideas valiosas sobre cómo las creencias en matemáticas inciden en los procesos de aprendizaje y en la conformación de actitudes y comportamientos en estudiantes de básica y media.

En consecuencia, este estudio se propone no solo como una exploración del estado actual de las creencias matemáticas en estudiantes de niveles educativos específicos, sino también como una base para futuras investigaciones y desarrollos en el campo de la educación matemática, poniendo especial énfasis en el diseño de intervenciones educativas centradas en el estudiante y en la optimización de estrategias de enseñanza que promuevan una relación más positiva y enriquecedora con las matemáticas.

Antecedentes

En el marco de la investigación sobre el dominio afectivo en la enseñanza de las matemáticas, se destaca la importancia de comprender las creencias de los docentes hacia esta disciplina. Investigaciones previas (Fernández, 2017; León-Man-

tero et al., 2020) han subrayado la influencia de estas creencias en las prácticas pedagógicas de los educadores, explorando diferencias entre maestros españoles y colombianos (Fernández-César et al., 2020). Además, Prada et al. (2020) desarrollaron un instrumento que abarca creencias y evaluaron su fiabilidad y validez. Realizaron un análisis factorial para avanzar en la creación de una escala conjunta que permita estudiar cómo estos factores influyen en el desempeño académico en matemáticas. Prada et al. (2021) evaluó cómo estas creencias afectan el rendimiento académico de los estudiantes en matemáticas. Finalmente, Rincón-Álvarez et al. (2022) se centraron en las propiedades psicométricas de un cuestionario para evaluar las creencias sobre las matemáticas, diferenciando entre estudiantes en contextos de vulnerabilidad social y otros. El presente artículo comparten la misma muestra de estudiantes de Rincón-Álvarez et al. (2022), pero se enfoca en la necesidad de abordar la complejidad de las creencias sobre las matemáticas desde diversas perspectivas para obtener una comprensión más completa. Las creencias de los estudiantes en este campo son multidimensionales (Ernest, 1991), abarcando aspectos generales y específicos relacionados con diversos contextos. Los enfoques, uno centrado en creencias generales y otro en creencias contextualizadas, brindan una visión integral de su influencia en variables como el rendimiento y la motivación estudiantil. Se complementan ofreciendo una perspectiva enriquecedora del impacto de las creencias de los estudiantes en la educación. En este contexto, el presente artículo forma parte de una investigación más amplia que busca abordar el dominio afectivo en la enseñanza de las matemáticas, explorando las creencias de los estudiantes como un componente esencial para mejorar la calidad de la educación en este campo. En el siguiente marco teórico, se profundiza en la conceptualización de las creencias y su influencia en el aprendizaje de las matemáticas, estableciendo así la base para este estudio.

Marco Teórico

En el campo del aprendizaje en matemáticas, el estudio de las creencias en el dominio afectivo es vital para comprender la adquisición de conocimientos y habilidades matemáticas. Este marco teórico abordará distintos autores y teorías que han explorado las creencias relacionadas con el aprendizaje en matemáticas, centrándose especialmente en el impacto y la interconexión de estas creencias.

Simon (1955) propuso un modelo de elección racional que explica cómo los estudiantes toman decisiones basadas en sus creencias y conocimientos previos. Schoenfeld (1985) se enfocó en la influencia de las creencias en la resolución de

problemas matemáticos. Rotter (1966) y Bandura (1977) destacaron la relevancia de la percepción de control y la autoeficacia en la motivación y el aprendizaje en matemáticas. Vygotsky (1978) y Ernest (1991) subrayaron el rol del contexto social y cultural en la construcción de creencias y conocimientos matemáticos. Dweck (2006) y Boaler (2006) exploraron conceptos de mentalidades de crecimiento y la influencia de un enfoque detracking en los resultados matemáticos. Hiebert y Grouws (2007), Grootenboer y Zevenbergen (2008) investigaron la relación entre creencias, actitudes y prácticas docentes en el aprendizaje matemático. Eccles et al. (1983) y Hannula (2002) conectaron investigaciones sobre expectativas y valores con actitudes y compromiso hacia el aprendizaje matemático. Ryan & Deci (2000) integraron diversos aspectos de estas investigaciones en su Teoría de la autodeterminación, vinculando autonomía y motivación intrínseca con el aprendizaje de las matemáticas.

Estas investigaciones diversas no operan en silos; en cambio, interactúan y se complementan para brindar un entendimiento más holístico sobre el impacto de las creencias en el aprendizaje matemático. Por ejemplo, los estudios de Simon (1955) y Schoenfeld (1985) concuerdan en cómo las creencias pueden influenciar la toma de decisiones y resolución de problemas. Asimismo, la conexión entre Vygotsky (1978) y Ernest (1991) subraya la importancia del contexto social y cultural en la formación de creencias matemáticas. Finalmente, la mentalidad de crecimiento de Dweck (2006) y las estrategias de detracking de Boaler (2006) abordan directamente las creencias acerca de la capacidad para aprender y mejorar.

Este marco teórico proporciona una base sólida para explorar a fondo cómo las creencias en el dominio afectivo influyen en el aprendizaje en matemáticas. La interconexión y convergencia entre diferentes investigaciones y teorías destacan la complejidad del impacto de las creencias en el aprendizaje de las matemáticas, subrayando la importancia de explorar este dominio para mejorar las prácticas educativas y los resultados de los estudiantes.

Método

Diseño del Estudio. El estudio adopta una naturaleza cuantitativa con un diseño descriptivo y correlacional, basado en la metodología propuesta por Creswell (2014). Se eligió este diseño para proporcionar una comprensión profunda de las creencias de los estudiantes sobre las matemáticas, permitiendo una descripción detallada de los fenómenos y análisis de las relaciones entre variables.

Participantes o Muestra. Se seleccionó una muestra de 1039 estudiantes mediante muestreo aleatorio simple (Babbie, 2010), provenientes de instituciones educativas de básica y media en el área metropolitana de Cúcuta, Colombia, matriculados entre 2019 y 2020, desde cuarto hasta undécimo grado. La edad de los participantes osciló entre 16 y 18 años ($M = 17,3$; $SD = 0,85$), con un 52,6% de mujeres y un 47,4% de hombres.

Instrumentos. Se parte del cuestionario desarrollado por Caballero et al. (2015) creado para evaluar creencias en cuatro dimensiones: la naturaleza y aprendizaje de las matemáticas, la percepción de sí mismos como estudiantes, el rol de los docentes y las influencias del contexto socio-familiar. Este cuestionario consta de 36 ítems y se basa en el trabajo previo titulado “Dominio Afectivo en las Matemáticas y la Formación Inicial de los Maestros” de Prada et al. (2020).

Procedimiento. Se informó a los estudiantes sobre los objetivos del estudio, garantizando el anonimato y la confidencialidad. Se obtuvieron consentimientos informados de los directivos y acudientes siguiendo las directrices de Meo (2010). Los cuestionarios en formato impreso se completaron durante horas de clase regulares.

Análisis de Datos. Los datos fueron procesados con SPSS versión 25 y IBM SPSS Amos 23. Se llevó a cabo un análisis factorial exploratorio utilizando las pruebas de Kaiser-Meyer-Olkin y Bartlett, y se confirmaron los factores identificados mediante un Análisis Factorial Confirmatorio para validar el modelo de medición de creencias hacia las matemáticas. Adicionalmente, se evaluó la confiabilidad de cada uno de los factores resultantes.

Resultados

Fiabilidad

Tabla 1.

Ítems del cuestionario de creencias

Estadísticas de fiabilidad		
Total		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
0.940	0.941	36

En este caso, se tiene una alfa de Cronbach de 0.940 y una alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados de 0.941 para un test de 36 ítems. Este valor superior a .9 sugiere que el instrumento tiene una excelente confiabilidad o consistencia interna Cronbach (1951). Esto indica que los ítems del instrumento están altamente interrelacionados y miden el mismo constructo subyacente.

Adicionalmente, Cronbach (1951) resalta la importancia de considerar el número de ítems al interpretar el alfa de Cronbach, ya que test con un mayor número de ítems tienden a tener alfas más altas. En este contexto, es crucial tener en cuenta tanto el número de ítems como el valor de alfa de Cronbach al evaluar la confiabilidad de un instrumento.

Análisis Factorial

La Medida Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la Prueba de Esfericidad de Bartlett son pruebas preliminares para evaluar la idoneidad de realizar un Análisis Factorial.

Tabla 2.

Medida de Adecuación Kaiser-Meyer-Olkin y Prueba de Esfericidad de Bartlett.

	Total
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo	0,965
Aprox. Chi-cuadrado	20039,948
PRUEBA DE ESFERICIDAD DE BARTLETT	
Gl	630
Sig.	0,000

Según Kaiser (1970, 1974), la Medida Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) es un índice para examinar la adecuación de la aplicación de un Análisis Factorial. La medida KMO varía entre 0 y 1. Un valor de KMO cercano a 1 indica que los patrones de correlación son relativamente compactos, sugiriendo la idoneidad del análisis factorial para el conjunto de datos. En el presente análisis, un valor de 0.965 sugiere una excelente adecuación de los datos para un análisis factorial.

Por otro lado, la Prueba de Esfericidad de Bartlett, introducida por Bartlett (1950), se utiliza para examinar la hipótesis nula de que las variables en el análisis están intercorrelacionadas en la población. En este análisis, la significatividad de la Prueba de Esfericidad de Bartlett ($\chi^2 = 20039.948$, $p < 0.000$) justifica proceder con el análisis factorial, indicando la adecuación de los datos para el análisis.

Comunalidades

La Tabla 3 muestra las comunalidades iniciales y las comunalidades después de la extracción en un análisis factorial.

Tabla 3.
Comunalidades

Ítem	Inicial	Extracción Total	Ítem	Inicial	Extracción Total	Ítem	Inicial	Extracción Total
C1.	1.000	0,634	C13.	1.000	0,685	C25.	1.000	0,724
C2.	1.000	0,516	C14.	1.000	0,568	C26.	1.000	0,637
C3.	1.000	0,389	C15.	1.000	0,695	C27.	1.000	0,359
C4.	1.000	0,468	C16.	1.000	0,723	C28.	1.000	0,521
C5.	1.000	0,327	C17.	1.000	0,682	C29.	1.000	0,572
C6.	1.000	0,413	C18.	1.000	0,647	C30.	1.000	0,441
C7.	1.000	0,515	C19.	1.000	0,529	C31.	1.000	0,562
C8.	1.000	0,603	C20.	1.000	0,623	C32.	1.000	0,471
C9.	1.000	0,430	C21.	1.000	0,773	C33.	1.000	0,624
C10.	1.000	0,455	C22.	1.000	0,709	C34.	1.000	0,651
C11.	1.000	0,450	C23.	1.000	0,736	C35.	1.000	0,511
C12.	1.000	0,470	C24.	1.000	0,775	C36.	1.000	0,554

En la Tabla 3 se observan las comunalidades antes y después de un proceso de extracción en el análisis factorial. Inicialmente, todas las comunalidades presentan un valor de 1.000, indicando que, previo al proceso, se asumió que la totalidad de la varianza de cada ítem podría ser explicada por el análisis. Sin embargo, después de dicho proceso, las comunalidades, como es usual, experimentan una disminución.

Las comunalidades, que son representativas de la proporción de varianza de cada ítem que es compartida con otros, fluctúan entre 0.327 y 0.775 en los ítems presentados. Esto resalta que entre el 32.7% y el 77.5% de la varianza de cada ítem es esclarecida por el análisis, evidenciando que el proceso comprende de manera efectiva la varianza de la mayor parte de los ítems.

Este análisis refleja que ítems como C21, C24, y C23, con comunalidades elevadas, son considerablemente influenciados por el proceso, abarcando una amplia proporción de su varianza.

Contrastando, ítems como C5, C27, y C3, presentan comunalidades inferiores, señalando que estos podrían ser menos representativos del proceso subyacente o que podrían estar influenciados por otros aspectos no identificados.

Hair et al. (2010) enfatizan la importancia de estas comunalidades, sugiriendo que valores bajos pueden indicar una representación insuficiente de los ítems por el proceso empleado, y podrían requerir revisión para asegurar la validez de constructo del modelo. Es crucial, al interpretar estas comunalidades, ponderar tanto los valores elevados como los reducidos, y considerar las implicaciones teóricas, la relevancia de los ítems y la coherencia interna de la escala, evaluada mediante el coeficiente alfa de Cronbach, para decidir sobre la retención o exclusión de un ítem.

Por ejemplo, el ítem C5, a pesar de su comunalidad más baja de 0.327, ha sido retenido en el análisis por consideraciones relativas a la consistencia interna de la escala y a los resultados de fiabilidad, donde su eliminación no promovería una mejora significativa en el coeficiente alfa de Cronbach.

Varianza total explicada

El análisis factorial identifica estructuras en los datos, representándolos mediante factores. Es vital determinar qué porción de la varianza original es explicada por estos factores. La tabla 4 muestra cuánta varianza explica cada componente y su acumulación. Los autovalores indican la importancia de cada componente en relación con la varianza explicada.

Tabla 4.

Varianza total explicada del total de la muestra

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
1	13,090	36,360	36,360	13,090	36,360	36,360	11,742
2	3,388	9,410	45,770	3,388	9,410	45,770	3,182
3	1,704	4,733	50,503	1,704	4,733	50,503	4,219
4	1,193	3,315	53,818	1,193	3,315	53,818	7,884
5	1,068	2,968	56,786	1,068	2,968	56,786	3,614

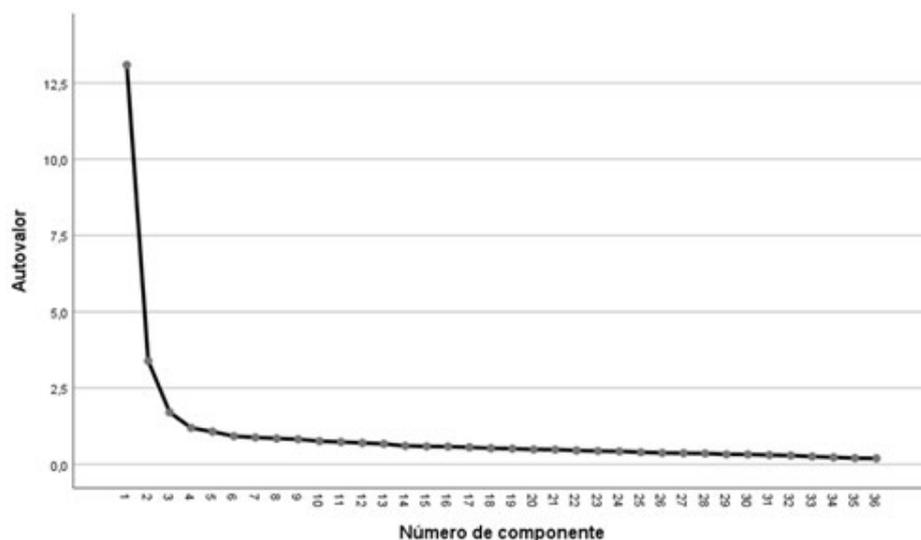
La Tabla 4 evidencia los resultados de un análisis factorial exploratorio, presentando los autovalores iniciales, que denotan la varianza total asignada a cada factor antes de su extracción, y funcionan como una medida de la importancia relativa de cada factor (Hair et al., 2010). Estos autores subrayan la relevancia de considerar el porcentaje de varianza que cada factor explica, así como el acumulado, para valorar la significancia de cada factor en el contexto del conjunto total de los datos. En este caso, el primer factor contribuye con un 36,360% de la varianza total, y en conjunto, los dos primeros factores abarcan el 45,770% de la varianza total.

Además, Hair et al. (2010) ponen énfasis en la relevancia de las sumas de cargas al cuadrado después de la extracción y rotación, ya que estos valores posibilitan una interpretación más transparente y coherente de los factores al redistribuir la varianza entre los factores extraídos. En particular, la rotación es esencial para clarificar la interpretación de los factores, asegurando así una representación más exacta de la relación entre los factores y las variables observadas.

En conclusión, los cinco factores identificados, cada uno con un autovalor superior a 1, representan más del 56,7% de la varianza total, proporcionando una visión significativa de la estructura factorial inherente en el conjunto de datos (Hair et al., 2010). Además, la Figura 1 ofrece una perspectiva detallada de esta estructura factorial, facilitando la decisión sobre cuántos factores deberían retenerse para una representación fiel de los datos.

Figura 1.

Gráfico de sedimentación muestra total.



Cargas factoriales

La Tabla 5 que presentas muestra las cargas factoriales de diversos ítems en un análisis factorial exploratorio.

Tabla 5.
Cargas factoriales muestra total

Ítems	Componente				
	1	2	3	4	5
C1 [Las Matemáticas son útiles y necesarias en todos los aspectos de la vida.]	0,669				
C3 [En Matemáticas es fundamental aprenderse de memoria los conceptos, fórmulas y reglas.]	0,369				
C4 [Casi todos los problemas de matemáticas se resuelven en pocos minutos, si se conoce la fórmula, regla o procedimiento que ha explicado el profesor o que está en el libro o guía.]	0,565				
C8 [Al resolver un problema en matemáticas, busco distintas formas o métodos de solución]	0,701				
C9 [El gusto por las matemáticas, ha influido a la hora de tomar decisiones académicas]	0,31				
C13 [Cuando se dedica más tiempo de estudio a las matemáticas, se obtienen mejores resultados]	0,775				
C14 [Cuando resuelvo un problema suelo dudar de si el resultado es correcto]	0,615				
C18 [Cuando me esfuerzo en la resolución de un ejercicio o problema en matemáticas, suelo llegar a la respuesta correcta]	0,609				
C20 [En clases de matemáticas los profesores emplean variedad de medios y ejemplos prácticos que permiten al estudiante relacionar las matemáticas con la vida diaria]	0,72				
C21 [Los profesores de matemáticas están siempre dispuestos a prestar ayuda para aclarar las dudas o dificultades que surjan durante la clase]	0,901				
C22 [Mis relaciones con los profesores de matemáticas han sido satisfactorias]	0,808				
C23 [Los buenos profesores de matemáticas se caracterizan por explicar con entusiasmo y claridad produciendo agrado y gusto por las matemáticas]	0,843				
C24 [Los profesores de matemáticas se interesan por la evolución y el rendimiento académico del estudiante]	0,889				
C25 [En clase de matemáticas los profesores valoran el esfuerzo y reconocen el trabajo diario del estudiante en la asignatura]	0,819				

Ítems	Componente				
	1	2	3	4	5
C26 [Alguno de mis padres ha esperado de mi, buenos resultados en matemáticas]	0,707				
C27 [Mis padres me han animado y ayudado con los problemas de matemáticas]	0,444				
C2 [Las Matemáticas son difíciles, aburridas y alejadas de la realidad]		-0,635			
C6 [Al intentar resolver un problema es más importante el resultado que el proceso seguido]		0,586			
C11 [Como no comprendo las matemáticas, se me dificulta entender y dominar otras asignaturas relacionadas con ella]		0,512			
C19 [La suerte influye a la hora de resolver con éxito un ejercicio o problema de matemáticas]		0,721			
C36 [Ante un problema complicado, suelo darme por vencido fácilmente]		0,605			
C5 [La mejor forma de aprender matemáticas es a través del estudio individual]			0,302		
C15 [Tengo confianza en mi mismo cuando me enfrento a los ejercicios o problemas de matemáticas]			0,689		
C16 [Me considero muy capaz y hábil en matemáticas]			0,687		
C17 [Estoy calmado y tranquilo cuando resuelvo ejercicios o problemas de matemáticas]			0,687		
C10 [Los buenos estudiantes en matemáticas son más valorados y admirados por los compañeros]				-0,454	
C29 [Las matemáticas son importantes porque las profesiones mejor pagadas están relacionadas con ellas]				-0,684	
C31 [Aumentar los conocimientos matemáticos hace que la persona se sienta competente en la sociedad]				-0,642	
C32 [Las matemáticas son para personas inteligentes y creativas]				-0,564	
C33 [Al dominar las matemáticas se facilita tener éxito en otras asignaturas]				-0,679	
C34 [Al dominar las matemáticas me permitirá ser una persona exitosa en el futuro]				-0,678	
C35 [Las personas que son buenas en matemáticas, no tienen que gastar mucho tiempo pensando en cómo resolver un problema]				-0,519	
C7 [Las destrezas o habilidades utilizadas en las clases de matemáticas para resolver problemas, no tienen nada que ver con las utilizadas para resolver problemas de la cotidianidad]					0,561
C12 [El rendimiento en matemáticas depende en gran medida de la actitud del profesor hacia el estudiante]					0,462

Ítems	Componente				
	1	2	3	4	5
C28 [A mis amigos no les gustan las matemáticas]					0,656
C30 [Suelen ser un poco raras las personas a las que le gustan las matemáticas]					0,402

La Tabla 5, interpretada a través de las teorías de Boaler (1998), muestra las cargas factoriales de cada ítem en los cinco componentes derivados del análisis factorial exploratorio. El autor destaca la importancia de interpretar adecuadamente estas cargas para revelar las dimensiones ocultas en los datos. Siguiendo esta perspectiva, los componentes agrupan diferentes conjuntos de ítems, señalando la presencia de diversas dimensiones subyacentes.

Componente 1: Este componente refleja cargas factoriales significativas para ítems vinculados con la utilidad de las matemáticas, el papel de los profesores, y la conexión de los estudiantes con las matemáticas y sus docentes. Los ítems agrupados aquí respaldan la idea de que este componente podría relacionarse con percepciones de apoyo y utilidad en el aprendizaje en matemáticas.

Componente 2: Los ítems en este componente están principalmente relacionados con las dificultades y actitudes negativas hacia las matemáticas, sugiriendo que podría representar percepciones de dificultad y aversión hacia las matemáticas.

Componente 3: Agrupa ítems relacionados con la confianza y la tranquilidad al enfrentar problemas matemáticos, asociándose potencialmente con la autoeficacia en matemáticas.

Componente 4: Los ítems aquí relacionados versan sobre la valoración de las matemáticas en relación con el éxito y la competencia social, sugiriendo una asociación con la percepción del valor y la relevancia de las matemáticas en la sociedad y el desarrollo personal.

Componente 5: Este componente integra ítems referidos a las actitudes y percepciones de los pares acerca de las matemáticas, indicando una posible correlación con la influencia social y las percepciones externas sobre las matemáticas.

La interpretación de los componentes extraídos en un análisis factorial exploratorio no es una tarea trivial, sino que está profundamente arraigada en un marco teórico que brinda un sostén conceptual robusto. En este sentido, Skemp (1976),

destaca que tanto el contexto como el marco teórico sirven proveen los cimientos necesarios para la interpretación de estos componentes, delineando la estructura conceptual para interpretar y concluir. Sumado a ello, se resalta una preocupación por la coherencia y relevancia de los ítems dentro de los componentes identificados. Cattell, (1966) propone que aquellos ítems sin cargas factoriales significativas en algún componente deben ser revisados adicionalmente y podrían considerarse para eliminación en futuros estudios. Por otro lado, la interpretación precisa de los factores identificados también se encuentra en el foco de la discusión metodológica. Tall (1992) sostiene que explorar en profundidad cada componente mediante la rotación de factores y la evaluación de la consistencia interna son pasos ineludibles para refinar la interpretación de los factores discernidos.

De acuerdo a lo anterior, este estudio no solo pretende identificar sino también interpretar los componentes y factores subyacentes en los datos analizados con una mirada que es, simultáneamente, integral y profundamente contextualizada.

Análisis factorial confirmatorio

La Tabla 6 presenta resultados de un análisis factorial confirmatorio, mostrando diversas medidas de ajuste para diferentes modelos.

Tabla 6.

Análisis factorial confirmatorio

Modelos	Medidas de ajuste absoluto			Medidas de ajuste incremental			Medidas de ajuste de la parsimonia			
	CMIN/DF	Chi cuadrado	RMSEA	CFI	TLI	NFI	PRATIO	PCFI	PNFI	AIC
	4.994	0.000	0.062	0.881	0.872	0.856	0.927	0.817	0.794	3152.583
	4.644	0.000	0.059	0.895	0.886	0.870	0.924	0.827	0.804	2784.192
	4.312	0.000	0.056	0.906	0.897	0.881	0.914	0.828	0.805	2587.859

La Tabla 6 representa un análisis factorial confirmatorio (Jöreskog, 1969), diseñada para evaluar la estructura factorial de los datos observados. Los diferentes modelos aquí presentados son evaluados por su ajuste a los datos, utilizando varias medidas de ajuste (Bentler, 1990; Hu & Bentler, 1999).

Las medidas de ajuste implementadas se dividen en categorías absolutas, incrementales y de parsimonia. En el ámbito del ajuste absoluto se contempla el

CMIN/DF, Chi cuadrado y RMSEA (Steiger, 1990); mientras que, en cuanto al ajuste incremental, se tienen en cuenta el CFI, TLI y NFI. Por otro lado, para apreciar la parsimonia del modelo, se utilizan PRATIO, PCFI, PNFI y AIC (Akaike, 1974).

Los resultados específicos de los modelos son variados. El Modelo 1 presenta un ajuste relativo aceptable, mientras que el Modelo 2 muestra un ajuste mejorado con respecto al Modelo 1. Por último, el Modelo 3 proporciona el mejor ajuste entre los modelos presentados, con medidas de ajuste superiores y un RMSEA más bajo.

A través de un balance entre coherencia teórica y criterios empíricos de ajuste del modelo a los datos, se efectuaron ajustes y modificaciones modeladas, como la eliminación del ítem C14 y la reespecificación del ítem C5 al Factor 5 (F5).

Se interpretaron los resultados y se realizaron modificaciones al modelo en alineación con el marco teórico y los objetivos del estudio. Asimismo, se implementó una evaluación continua centrada en la relevancia y significación de cada ítem y factor, asegurando la coherencia y validez de los ajustes y resultados a través de cada fase del análisis.

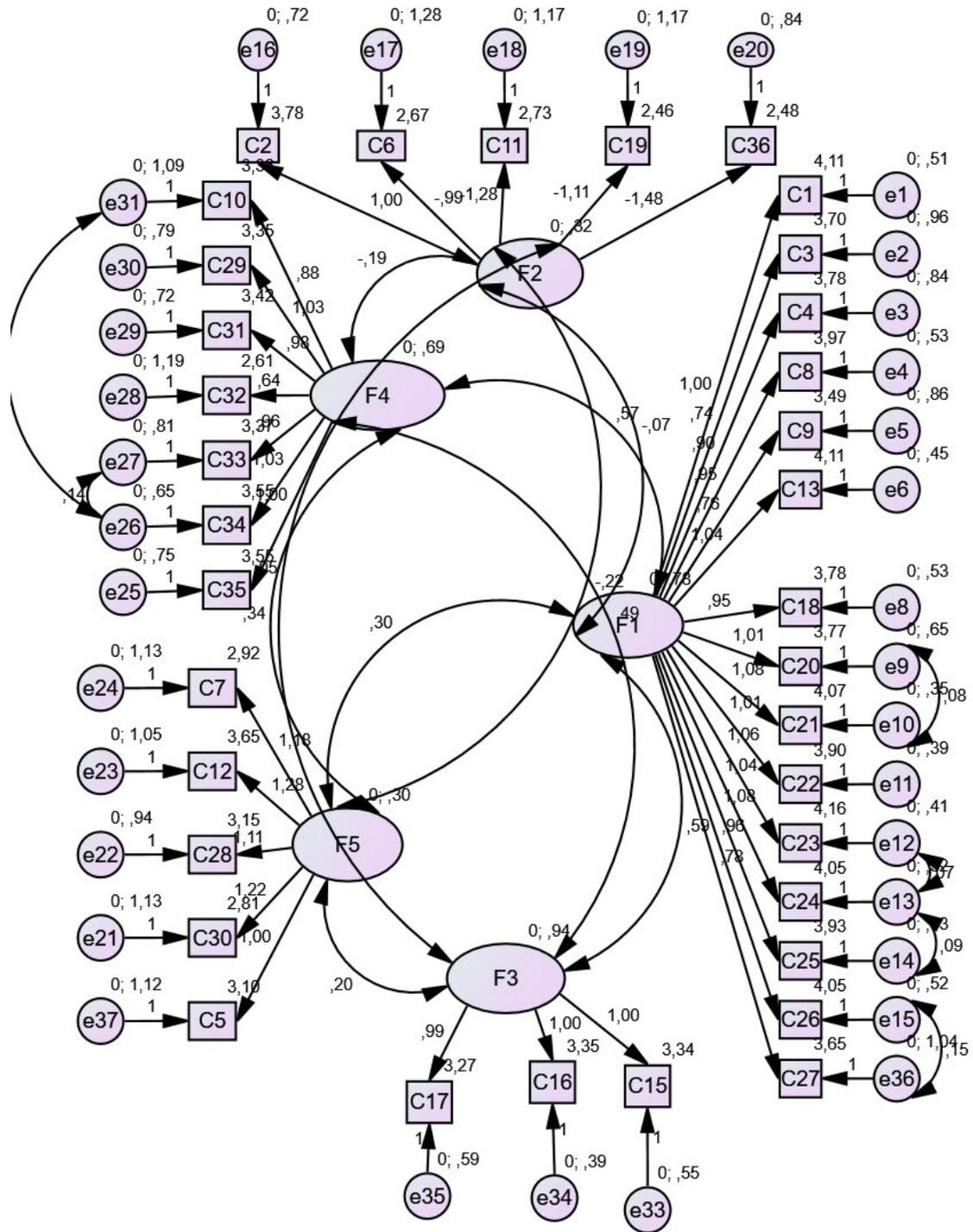
La estructura extraída de este modelo del AFC se muestra en la Figura 2 (ver siguiente página).

La Figura 2 detalla la estructura extraída del AFC, ilustrando las cargas factoriales, que son coeficientes que indican la relación de cada ítem con el factor subyacente (Cattell, 1966; Jöreskog, 1969). Los factores representan dimensiones subyacentes de creencias sobre las matemáticas (Cattell, 1966), cuya interpretación meticulosa es vital para una comprensión profunda de las creencias inherentes respecto a las matemáticas y su aprendizaje (Jöreskog, 1969).

Cada factor revelado en la Figura 2 encapsula una dimensión diferente de las creencias en matemáticas. Por ejemplo:

Factor 1: Representando ítems como C1, C3, C4, hasta C27, este factor se centra en dimensiones específicas, como la percepción del valor y la utilidad de las matemáticas, lo que es coherente con los modelos de ecuaciones estructurales propuestos por Jöreskog.

Figura 2.
Estructura extraída del AFC



Factor 2: Abarcando ítems como C2, C6, hasta C36, este factor puede explorar dimensiones tales como las emociones asociadas con las matemáticas, un aspecto vital en el análisis de creencias matemáticas.

Factor 3: Incluyendo ítems como C5, C15, hasta C17, este factor podría reflejar aspectos como la autoeficacia y la confianza en la resolución de problemas matemáticos.

Factor 4: Con ítems de C10 a C35, este factor podría estar asociado con creencias relacionadas con la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, como el rol del profesor y el estilo de enseñanza.

Factor 5: Este factor, que agrupa ítems como C7, C12, hasta C30, puede estar relacionado con las percepciones sobre los pares y la influencia social respecto a las matemáticas.

La asignación de ítems a cada factor se basa en sus cargas factoriales y debe ser interpretada en el contexto de la teoría subyacente y el marco conceptual de la investigación (Byrne, 2016), asegurando que cada ítem represente de manera precisa aspectos vinculados a las creencias sobre las matemáticas.

Los diferentes factores extraídos a través del AFC reflejan diversas dimensiones de creencias sobre las matemáticas y su análisis requiere considerar el ajuste del modelo (Bentler & Bonett, 1980). Se llevó a cabo una interpretación exhaustiva de estos factores e ítems en el contexto del marco teórico de la investigación, teniendo en cuenta tanto las implicaciones prácticas como teóricas de cada dimensión identificada. Este proceso se respaldó en los fundamentos teóricos y empíricos proporcionados por los autores mencionados, garantizando así una interpretación sólida y completa de los resultados.

Análisis e Interpretación de Factores e Ítems Relacionados a Creencias sobre Matemáticas

Esta sección de tu trabajo sería donde discutes la relación entre los factores identificados y los ítems, interpretando los resultados en el contexto de tu investigación y en relación con las creencias sobre las matemáticas.

Tabla 7.*Factores Identificados y sus Ítems Correspondientes*

Factor	Ítems Correspondientes	Nombre del factor
Factor 1:	C1, C3, C4, C8, C9, C13, C14, C18, C20, C21, C22, C23, C24, C25, C26, C27	Creencias sobre el profesor de Matemáticas y su Enseñanza
Factor 2:	C2, C6, C11, C19, C36	Creencias en las dificultades del aprendizaje de las matemáticas
Factor 3:	C5, C15, C16, C17	Creencias en el dominio y Autoeficacia en las matemáticas
Factor 4:	C10, C29, C31, C32, C33, C34, C35	Creencias de la utilidad de las matemáticas
Factor 5:	C7, C12, C28, C30	Creencias en ser matemáticamente competente

Cada factor identificado en la Tabla 7 representa una dimensión única de las creencias sobre las matemáticas y está compuesto por ítems específicos. Por ejemplo, el Factor 1 incluye ítems como C1 y C27, que reflejan aspectos relacionados con el rol del profesor de matemáticas y su metodología de enseñanza. Esto resalta la diversidad de creencias en torno a las matemáticas y subraya la necesidad de enfoques pedagógicos diferenciados para atender las distintas necesidades y creencias de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas.

Contextualización de Factores

Antes de profundizar en cada factor identificado, es esencial ubicarlos dentro del contexto más amplio de las creencias sobre las matemáticas. Cada factor representa diferentes dimensiones de las creencias de los estudiantes acerca de las matemáticas. Estos reflejan diversas facetas de la relación estudiante-matemáticas y, a través de un análisis detenido, revelarán la riqueza y la diversidad de estas percepciones. Así, con una visión integral y contextualizada, exploraremos de manera más específica cada uno de estos factores y su contribución al conjunto general de creencias sobre la disciplina matemática.

Factor 1: Profesor de Matemáticas y su Enseñanza

El Factor 1 aborda las creencias sobre la impactante influencia del profesor de matemáticas y su metodología en la adquisición de conocimientos matemáticos, destacando la aplicabilidad de estas en el día a día y la necesidad de entender con-

ceptos para resolver problemas, evidenciado por ítems como: “Los profesores de matemáticas están siempre dispuestos a prestar ayuda para aclarar dudas” y “Los buenos profesores...producen agrado y gusto por las matemáticas”. Resalta la importancia de diversificar estrategias pedagógicas para un entendimiento profundo de las matemáticas (Hiebert & Grouws, 2007) y el rol crucial del docente en el aprendizaje, enmarcado en la teoría sociocultural de Vygotsky (1978), resaltando el impacto de las interacciones sociales y el contexto cultural en el aprendizaje en matemáticas, con los profesores como mediadores culturales clave. Según Caballero et al. (2015), se analiza cómo estas creencias afectan la interacción educativa y el proceso de aprendizaje en matemáticas.

Factor 2: Creencias en las dificultades del aprendizaje de las matemáticas

Este factor analiza creencias respecto a la naturaleza de las matemáticas, a menudo percibidas como difíciles y ajenas a la realidad cotidiana, ejemplificado por el ítem: “Las Matemáticas son difíciles, aburridas y alejadas de la realidad”. Refleja el valor asignado más a la resolución de problemas que al proceso, como lo muestra el ítem: “Ante un problema complicado, suelo darme por vencido fácilmente”. Resalta cómo la percepción de dificultad y desconexión afecta la actitud estudiantil y genera creencias negativas acerca de la capacidad para aprender matemáticas. Dweck (2006) sostiene que una mentalidad fija puede potenciar dichas creencias, interpretando desafíos matemáticos como signos de incapacidad en vez de oportunidades de aprendizaje. Este factor, subrayando el valor del proceso de resolución (Simon, 1955; Schoenfeld, 1985), muestra cómo la visión de las matemáticas como complicadas influye en la percepción del aprendizaje y en la actitud negativa hacia la disciplina. Según Caballero et al. (2015), impactan significativamente en su enfoque de aprendizaje y actitud hacia las matemáticas, enfocándose en cómo se conceptualizan y aprenden las matemáticas y el papel del entorno en la formación de creencias sobre esta disciplina.

Factor 3: Creencias en el dominio y autoeficacia en las matemáticas

Este factor concentra creencias sobre la autoconfianza y percepción de competencia matemática, ilustradas en ítems como “Tengo confianza en mí mismo cuando me enfrento a los ejercicios o problemas de matemáticas” y “Me considero muy capaz y hábil en matemáticas”, denotando autoeficacia y dominio. Es crucial la confianza al enfrentar desafíos matemáticos y la percepción de capacidad para manejar conceptos matemáticos. Las altas puntuaciones en este factor indican se-

guridad y competencia matemática. Apoyado por la teoría de autoeficacia de Bandura (1977) y la teoría de mentalidad de crecimiento de Dweck (2006), se resalta cómo la creencia en la capacidad para aprender y dominar matemáticas potencia el aprendizaje y rendimiento. Caballero et al. (2015), destacan la significatividad de las percepciones estudiantiles en esta dimensión y su impacto en motivación, esfuerzo y éxito matemático.

Factor 4: Creencias de la utilidad de las matemáticas

Este factor explora creencias acerca de la importancia y utilidad de las matemáticas, reflejadas en ítems como: “Las matemáticas son importantes porque las profesiones mejor pagadas están relacionadas con ellas” y “Al dominar las matemáticas me permitirá ser una persona exitosa en el futuro”, resaltando la influencia de estas creencias en la motivación y decisiones académicas. Eccles. (1983) y la Teoría de la Autodeterminación de Ryan & Deci (2000) respaldan cómo estas percepciones impactan la elección de carreras y fomentan la motivación intrínseca para aprender matemáticas. Caballero et al. (2015) indican que las percepciones de los estudiantes sobre su capacidad matemática son significativas, afectando su motivación y éxito en la materia, y resaltan la influencia del entorno socio-familiar en la formación de creencias sobre matemáticas y la actitud de los estudiantes hacia esta disciplina.

Factor 5: Creencias en ser matemáticamente competente

Este factor aborda las percepciones sobre la competencia individual en matemáticas, resaltando el contraste entre las habilidades adquiridas en el aula y las aplicadas en situaciones cotidianas, como se ejemplifica en el ítem: ‘Las destrezas utilizadas en clases de matemáticas no tienen relación con las empleadas en problemas cotidianos’. Subraya el papel crucial del profesor en el rendimiento del estudiante y se basa en la teoría de la mentalidad de crecimiento de Dweck (2006) y las investigaciones de Ernest (1991) y Cobb y Hodge (2002) sobre cómo las percepciones de competencia y las creencias sobre la naturaleza de las matemáticas pueden moldear la autopercepción de competencia matemática de los estudiantes. En suma, evidencia cómo estas creencias afectan la motivación, el compromiso y el rendimiento en matemáticas. Caballero et al. (2015) concluyen que estas creencias impactan significativamente el enfoque de aprendizaje y la actitud de los estudiantes hacia las matemáticas, explorando cómo los estudiantes conciben las matemáticas y su aprendizaje.

Discusión

Este estudio, realizado con el propósito principal de validar un instrumento destinado a cuantificar las creencias de los estudiantes sobre las matemáticas en el área metropolitana de Cúcuta, Colombia, ha logrado examinar con profundidad la fiabilidad, consistencia interna y estructura factorial del instrumento.

Los resultados representados por un alfa de Cronbach de .940 y una alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados de .941 demuestran una excelente confiabilidad del instrumento. Esto indica que los ítems del cuestionario están altamente interrelacionados y miden las creencias sobre las matemáticas de los estudiantes de manera fiable, proporcionando un fundamento para el análisis e interpretación de estas creencias en contextos educativos. El estudio respalda y expande las investigaciones previas de Caballero et al. (2015) y Prada et al. (2020), aportando una validación adicional del instrumento en un contexto y una población específicos.

El análisis factorial exploratorio reveló cinco factores subyacentes que explican una parte significativa de la varianza total. La Medida Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) de .965 y la Prueba de Esfericidad de Bartlett respaldaron la idoneidad del análisis. Al cotejar con estudios anteriores, se observan similitudes en la estructura factorial y en las dimensiones subyacentes identificadas. Estas similitudes podrían deberse a la universalidad de ciertos constructos psicométricos y conceptos educativos en el campo de la enseñanza de las matemáticas. Sin embargo, cualquier diferencia observada podría estar ligada a diferencias en la muestra, metodología, o contexto educativo. Los cinco componentes discernidos se alinean bien con las dimensiones conceptualizadas en la literatura, ofreciendo así una validación empírica adicional de estas teorías en el contexto educativo actual.

Los resultados pueden interpretarse como una representación multifacética de las creencias sobre las matemáticas, abarcando dimensiones como el valor percibido, autoeficacia, métodos de enseñanza y aprendizaje, así como la percepción de competencia matemática (Bandura, 1977; Dweck, 2006). Las correlaciones y variaciones entre los ítems y factores, aseguraron que las interpretaciones estuvieran alineadas con el marco teórico. Al compararlos con estudios anteriores, se observa una coherencia en la importancia atribuida a las creencias hacia las matemáticas. No obstante, la diversidad y especificidad de los factores identificados pueden ofrecer nuevas perspectivas y dimensiones que no se han explorado completamente en estudios previos.

La distribución de ítems entre los factores identificados proporciona una imagen matizada de las diversas creencias sobre matemáticas que mantienen los estudiantes. Acorde a los resultados, el Factor 1 sugiere que los profesores de matemáticas y sus métodos de enseñanza son críticos para moldear las percepciones estudiantiles, lo cual resuena con nuestras hipótesis iniciales que postulan el significativo impacto del docente en la formación de creencias matemáticas. El Factor 2 resalta la prevalencia de creencias relativas a la dificultad de las matemáticas y su desconexión de la realidad cotidiana, corroborando las preguntas de investigación sobre la percepción de inaccesibilidad de las matemáticas. Comparativamente, los hallazgos son coherentes con investigaciones anteriores que delinear el rol crucial del docente (Caballero et al., 2015) y la importancia de la percepción de autoeficacia (Bandura, 1977; Dweck, 2006) en el aprendizaje en matemáticas. Las creencias negativas sobre la dificultad de las matemáticas, identificadas en el Factor 2, también encuentran eco en estudios previos, subrayando una tendencia de visualizar las matemáticas como una disciplina ardua y complicada. Las diferencias entre los resultados actuales y estudios anteriores podrían residir en la demografía de los participantes y las diferencias contextuales y culturales. La muestra podría tener experiencias educativas y antecedentes culturales únicos que influyen sus creencias de maneras distintas.

Este estudio enriquece la comprensión teórica de las creencias matemáticas al destacar su relación con la autoeficacia y utilidad, fortaleciendo el campo educativo. Además, subraya la importancia de las creencias en el aprendizaje de las matemáticas y proporciona una base sólida para futuras investigaciones y aplicaciones en diversos contextos y poblaciones. Los resultados también resaltan la necesidad de estrategias de enseñanza y desarrollo profesional adaptadas a las creencias de estudiantes y docentes, promoviendo intervenciones efectivas y contextualizadas. Asimismo, se destaca la importancia de cambiar las creencias desde las primeras etapas educativas, fomentando métodos que contrarresten creencias negativas y mejoren la relación con las matemáticas. Estos hallazgos ofrecen una base sólida para diseñar intervenciones pedagógicas, desarrollo curricular y estrategias de enseñanza más efectivas y adaptadas, con implicaciones prácticas significativas. No obstante, el estudio reconoce limitaciones en diseño y metodología que afectan la generalización de hallazgos, enfatizando la necesidad de futuras investigaciones en diversos contextos y poblaciones. Por último, es crucial evaluar la relevancia y aplicabilidad de estos resultados, adaptando y mejorando intervenciones y estrategias según las necesidades y características específicas de los estudiantes.

Conclusión

Este estudio se embarcó con el objetivo principal de validar un instrumento para cuantificar las creencias de estudiantes sobre las matemáticas en el área metropolitana de Cúcuta, Colombia, con el fin de entender la relación entre estas creencias y el aprendizaje en matemáticas. A través de un análisis detallado y aplicando pruebas estadísticas como el alfa de Cronbach y el análisis factorial, este estudio ha examinado la fiabilidad, consistencia interna y estructura factorial del instrumento. Los resultados evidencian una excelente confiabilidad del instrumento, con un alfa de Cronbach de .940 y una estructura factorial que explica una proporción significativa de la varianza total, resaltando la presencia de cinco componentes o factores subyacentes que están alineados con las dimensiones conceptualizadas en la literatura existente.

Este estudio corrobora y amplía trabajos previos, proporcionando validación adicional en un contexto y población específicos. Los hallazgos son coherentes con las teorías propuestas y enriquecen el conocimiento existente en el campo educativo, respaldando sólidamente las dimensiones de creencias matemáticas identificadas. También subrayan la importancia de remodelar creencias matemáticas desde tempranas etapas educativas y apuntan hacia la necesidad de intervenciones educativas más efectivas, inclusivas y contextualizadas, y desarrollo profesional que respondan a las creencias y percepciones de los estudiantes y profesores sobre las matemáticas.

El estudio reconoce limitaciones inherentes al diseño y a la metodología, que afectan la capacidad para inferir causalidad y la representatividad de la muestra. Asimismo, la inclusión de ítems con comunalidades bajas también representa una limitación. Futuras investigaciones deberían abordar estas limitaciones y explorar más profundamente las dimensiones de las creencias y actitudes matemáticas en distintos contextos y poblaciones, adaptando y mejorando constantemente las intervenciones y estrategias según las características específicas de los estudiantes.

Referencias

Akaike, H. (1974) A New Look at the Statistical Model Identification. *IEEE Transactions on Automatic Control*, AC-19, 716-723. <http://doi.org/10.1109/TAC.1974.1100705>

Babbie, E. (2010). *The practice of social research* (12a. ed.). Belmont: Wadsworth, Cengage Learning.

- Bartlett, M. S. (1950). Tests of significance in factor analysis. *British Journal of Psychology*, 3, 77–85.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191-215.
- Bentler, P. M. (1990). Comparative fit indexes in structural models. *Psychological Bulletin*, 107(2), 238–246. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.107.2.238>
- Bentler, P. M., & Bonett, D. G. (1980). Significance tests and goodness of fit in the analysis of covariance structures. *Psychological Bulletin*, 88(3), 588–606. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.88.3.588>
- Boaler, J. (1998). Open and Closed Mathematics: Student Experiences and Understandings. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29(1), 41-62.
- Boaler, J. (2002). *Experiencing School Mathematics: Traditional and Reform Approaches to Teaching and Their Impact on Student Learning*. Routledge.
- Boaler, J. (2006). How a Detracked Mathematics Approach Promoted Respect, Responsibility, and High Achievement. *Theory Into Practice*, 45(1), 40-46.
- Caballero, A., Guerrero, E., & Blanco, L. J. (2015). Construcción y administración de un instrumento para la evaluación de los afectos hacia las matemáticas. *Campo Abierto. Revista De Educación*, 33(1), 47-72.
- Byrne, B. M. (2016). *Structural Equation Modelling with AMOS: Basic Concepts, Applications, and Programming* (3rd ed.). Routledge.
- Cattell, R. B. (1966). The Scree Plot Test for the Number of Factors. *Multivariate Behavioral Research*, 1, 140-161. http://doi.org/10.1207/s15327906mbr0102_1
- Clarkson, P. C. (1992). Language and Mathematics: A Comparison of Bilingual and Monolingual Students of Mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 23(4), 417–429.
- Cobb, P., & Hodge, L. L. (2002). A relational perspective on issues of cultural diversity and equity as they play out in the mathematics classroom. *Mathematical Thinking and Learning*, 4(2-3), 249–284. https://doi.org/10.1207/S15327833MTL04023_7
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4^a. ed.). Sage Publications.

- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of test. *Psychometrika*, 16, 297-334.
- Dweck, C. S. (2006). *Mindset: The new psychology of success*. Random House.
- Eccles, J. (1983). Expectancies, values and academic behaviors. In J. T. Spence (Ed.), *Achievement and achievement motives: Psychological and sociological approaches* (pp. 75-146). San Francisco, CA: Free man.
- Ernest, P. (1991). *The philosophy of mathematics education*. Routledge.
- Fernández, R. (2017). Dominio afectivo de docentes de matemáticas. *II Encuentro Internacional en Educación Matemática*, 7-16. <http://funes.uniandes.edu.co/12768/1/Fernandez2017Dominio.pdf>
- Fernández-César, R., Garrido, D., & Solano-Pinto, N. (2020). Do Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Experimentation Outreach Programs Affect Attitudes towards Mathematics and Science? A Quasi-Experiment in Primary Education. *Mathematics*, 8(9), 1490. <https://doi.org/10.3390/math8091490>
- Grootenboer, P., & Zevenbergen, R. (2008). Mathematics and Affect. In P. Clarkson & N. Presmeg (Eds.), *Critical Issues in Mathematics Education* (pp. 107-121). Springer.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). *Multivariate Data Analysis* (7^a. ed.). Edition, Pearson.
- Hannula, M. S. (2002). Attitude towards mathematics: Emotions, expectations and values. *Educational Studies in Mathematics*, 49(1), 25-46.
- Hiebert, J., & Grouws, D. A. (2007). The effects of classroom mathematics teaching on students' learning. In F. K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 371-404). Information Age.
- Hu, L., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling*, 6(1), 1-55.
- Jöreskog, K. G. (1969). A General Approach to Confirmatory Factor Analyses. *Psychometrika*, 34(2), 183-202.
- Kaiser, H. F. (1970). A second generation little jiffy. *Psychometrika*, 35, 401-415.
- Kaiser, H. F. (1974). An index of factorial simplicity. *Psychometrika*, 39(1), 31-36. <https://doi.org/10.1007/BF02291575>

- León-Mantero, C., Casas-Rosal, J. C., Pedrosa-Jesús, C., & Maz-Machado, A. (2020). Measuring attitude towards mathematics using Likert scale surveys: The weighted average. *PLoS One*, *15*(10), e0239626. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239626>
- Lester, F. K. (2013). Thoughts about Research on Mathematical Problem-Solving Instruction. *The Mathematics Enthusiast*, *10*(1), 245-278.
- Meo, A. I. (2010). Consentimiento informado, anonimato y confidencialidad en investigación social. La experiencia internacional y el caso de la sociología en Argentina. *Aposta. Revista de Ciencias Sociales*, (44), 1-30.
- Prada, R., Fernández, R., & Hernández, C. A. (2020). A model of structural equations of possible factors that cause poor academic performance in mathematics. *Revista Espacios*, *41*(Issue 11). <https://www.revistaespacios.com/a20v41n11/20411119.html>
- 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>
- Rincón-Álvarez, G. A., Hernández-Suárez, C. A., Prada-Núñez, R., Solano-Pinto, N., & Fernández-César, R. (2022). Cuestionario de creencias sobre las matemáticas: propiedades psicométricas. *Educación y Ciudad*, (43), 215-236. <https://doi.org/10.36737/01230425.n43.2022.2687>
- Rotter, J. B. (1966). Generalized expectancies for internal versus external control of reinforcement. *Psychological Monographs: General and Applied*, *80*(1), 1–28. <https://doi.org/10.1037/h0092976>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, *55*(1), 68-78.
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Academic Press.
- Simon, H. A. (1955). A behavioral model of rational choice. *The Quarterly Journal of Economics*, *69*(1), 99-118.
- Skemp, R. R. (1976). Relational understanding and instrumental understanding. *Mathematics Teaching*, *77*, 20-26.
- Steiger, J.H. (1990) Structural Model Evaluation and Modification: An Interval Estimation Approach. *Multivariate Behavioral Research*, *25*, 173-180. https://doi.org/10.1207/s15327906mbr2502_4

- Suren, N., & Kandemir, M. A. (2020). The effects of mathematics anxiety and motivation on students' mathematics achievement. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 8(3), 190-218.
- Tall, D. (1992). Students' Difficulties in Calculus In *Proceedings of Working ICME-7* (pp. 13–28). Québec, Canada.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher mental processes*. Harvard University Press.