

Tradução e validação da escala de ansiedade matemática do ensino fundamental- forma elementar- MARS-E para o português/brasil

Cross-cultural adaptation and validation of the elementary school mathematics anxiety scale - elementary form - Mars-E into portuguese/Brazil

Traducción y validación de la escala de ansiedad matemática de la escuela primaria - formulario elemental - MARS-E al portugués/Brasil

Traduction et validation de l'échelle d'anxiété mathématique a l'école primaire - forme élémentaire - MARS-E vers le portugais/brésil

Marcos Guilherme Moura-Silva¹
Universidade Federal do Pará (UFPA)
Doutor em Educação em Ciências e Matemática
<http://orcid.org/0000-0002-8934-8614>

Isis Fernanda Alves²
Universidade Federal do Pará (UFPA)
Graduada em Terapia Ocupacional
<https://orcid.org/0000-0001-5509-9392>

Mauro Roberto de Souza Domingues³
Universidade Federal do Pará (UFPA)
Doutor em Educação em Ciências e Matemática
<https://orcid.org/0000-0001-6516-3714>

Felipe Barradas Cordeiro⁴
Universidade Federal do Pará (UFPA)
Mestre em Ciências do Movimento Humano
<https://orcid.org/0000-0003-4854-2653>

Tadeu Oliver Gonçalves⁵
Universidade Federal do Pará (UFPA)
Doutor em Educação Matemática
<http://orcid.org/0000-0002-2704-5853>

Natáli Valim Oliver Bento-Torres⁶
Universidade Federal do Pará (UFPA)
Doutora em Neurociências e Biologia Celular
<http://orcid.org/0000-0003-0978-211X>

¹ marcosgmouras@yahoo.com.br

² isisfernandalves@outlook.com

³ mauro.domingues@hotmail.com

⁴ fbarradascordeiro@gmail.com

⁵ tadeuoliver@yahoo.com.br

⁶ natalivalim@ufpa.br

João Bento-Torres⁷
Universidade Federal do Pará (UFPA)
Doutorado em Neurociências e Biologia Celular
<http://orcid.org/0000-0002-9155-9445>

Resumo

Neste estudo, traduzimos e validamos para o português brasileiro a escala de ansiedade matemática para o Ensino Fundamental - Forma Elementar - MARS-E. Avaliamos suas evidências de validade a partir da estrutura, consistência interna e parâmetros individuais dos itens do instrumento, baseados no paradigma da Teoria de Resposta ao Item (TRI). Os dados psicométricos consideraram uma amostra de 214 alunos com idades entre 9 e 12 anos. Os resultados da Análise Fatorial Confirmatória apontaram que o modelo bifatorial semelhante ao instrumento original, apresentou indicadores de ajuste satisfatórios, indicando que a ansiedade matemática pode ser explicada através dos fatores “Ansiedade de Performance Matemática (APM)” e “Testes matemáticos (TM)”, com todas as cargas fatoriais apresentando magnitudes suficientes e diferentes de zero. Além disso, os indicadores de consistência interna demonstraram alta precisão do instrumento ($\alpha_{F1} = 0,875$ e $\omega_{F1} = 0,857$; $\alpha_{TM} = 0,850$ e $\omega_{TM} = 0,866$). Sendo assim, pode-se inferir que o MARS-E apresentou adequados parâmetros psicométricos de validade, baseada na estrutura interna, bons parâmetros individuais dos itens, tanto no fator APM quanto no fator TM, indicando serem itens que mensuram adequadamente seus respectivos fatores latentes. Considera-se que o instrumento é apropriado psicometricamente para o uso em larga escala no contexto brasileiro.

Palavras-chave: Ansiedade matemática, Análise fatorial confirmatória, MARS-E, Adaptação transcultural.

Abstract

In this study, we translated and validated the Mathematical Anxiety Scale for Elementary School - Elementary Form - MARS-E into Brazilian Portuguese. We assessed its validity evidence based on the structure, internal consistency and individual parameters of the instrument's items, based on the Item Response Theory (IRT) paradigm. The psychometric data considered a sample of 214 students aged between 9 and 12 years. The results of the Confirmatory Factor Analysis indicated that the bifactorial model, similar to the original instrument, presented satisfactory adjustment indicators, indicating that mathematical anxiety

⁷ bentotorres@gmail.com

can be explained by the factors “Mathematical Performance Anxiety (MPA)” and “Mathematical Tests (MT)”, with all factor loadings presenting sufficient magnitudes and different from zero. In addition, the internal consistency indicators demonstrated high precision of the instrument ($\alpha_{F1} = 0.875$ and $\omega_{F1} = 0.857$; $\alpha_{TM} = 0.850$ and $\omega_{TM} = 0.866$). Therefore, it can be inferred that the MARS-E presented adequate psychometric parameters of validity, based on the internal structure, good individual parameters of the items, both in the APM factor and in the TM factor, indicating that they are items that adequately measure their respective latent factors. It is considered that the instrument is psychometrically appropriate for large-scale use in the Brazilian context.

Keywords: Math anxiety, Confirmatory factor analysis, MARS-E, Cross-cultural adaptation.

Resumen

En este estudio, traducimos y validamos la escala de ansiedad matemática para la Escuela Primaria - Forma Elemental - MARS-E al portugués brasileño. Se evaluó su evidencia de validez con base en la estructura, consistencia interna y parámetros individuales de los ítems del instrumento, con base en el paradigma de la Teoría de Respuesta al Ítem (TRI). Los datos psicométricos consideraron una muestra de 214 estudiantes con edades entre 9 y 12 años. Los resultados del Análisis Factorial Confirmatorio mostraron que el modelo bifactor, similar al instrumento original, presentó indicadores de ajuste satisfactorios, indicando que la ansiedad matemática puede explicarse a través de los factores “Ansiedad por el Desempeño Matemático (APM)” y “Pruebas Matemáticas (TM)”, con todas las cargas factoriales presentando magnitudes suficientes y distintas de cero. Además, los indicadores de consistencia interna demostraron alta precisión del instrumento ($\alpha_{F1} = 0,875$ y $\omega_{F1} = 0,857$; $\alpha_{TM} = 0,850$ y $\omega_{TM} = 0,866$). Por lo tanto, se puede inferir que el MARS-E presentó adecuados parámetros de validez psicométrica, basados en la estructura interna, buenos parámetros individuales de los ítems, tanto en el factor APM como en el factor TM, indicando que son ítems que miden adecuadamente sus respectivos factores latentes. Se considera que el instrumento es psicométricamente apropiado para uso a gran escala en el contexto brasileño.

Palabras clave: Ansiedad matemática, Análisis factorial confirmatorio, MARS-E, Adaptación transcultural.

Résumé

Dans cette étude, nous avons traduit et validé l'échelle d'anxiété mathématique pour l'école primaire - Forme élémentaire - MARS-E en portugais brésilien. Nous avons évalué ses preuves

de validité sur la base de la structure, de la cohérence interne et des paramètres individuels des items de l'instrument, sur la base du paradigme de la théorie de la réponse aux items (IRT). Les données psychométriques ont porté sur un échantillon de 214 étudiants âgés de 9 à 12 ans. Les résultats de l'analyse factorielle de confirmation ont montré que le modèle bifactoriel, similaire à l'instrument original, présentait des indicateurs d'ajustement satisfaisants, indiquant que l'anxiété mathématique peut être expliquée par les facteurs « Anxiété liée à la performance mathématique (APM) » et « Tests mathématiques (TM) ». , avec toutes les saturations factorielles présentant des ampleurs suffisantes et non nulles. De plus, les indicateurs de cohérence interne ont démontré une grande précision de l'instrument ($\alpha_{F1} = 0,875$ et $\omega_{F1} = 0,857$; $\alpha_{TM} = 0,850$ et $\omega_{TM} = 0,866$). Par conséquent, on peut en déduire que le MARS-E a présenté des paramètres de validité psychométrique adéquats, basés sur la structure interne, de bons paramètres individuels des items, tant dans le facteur APM que dans le facteur TM, indiquant qu'il s'agit d'items qui mesurent de manière adéquate leurs facteurs latents respectifs. On considère que l'instrument est psychométriquement approprié pour une utilisation à grande échelle dans le contexte brésilien.

Mots-clés : Anxiété mathématique, Analyse factorielle de confirmation, MARS-E, Adaptation transculturelle.

Tradução e Validação da Escala de Ansiedade Matemática do Ensino Fundamental- Forma Elementar- MARS-E para o Português/Brasil

A ansiedade matemática (AM) é uma reação emocional adversa em relação aos números, que pode impactar crianças, desde os anos iniciais até a vida adulta. Está associada à baixa proficiência matemática e traz consigo repercussões em nível cognitivo, fisiológico e comportamental (Richardson e Suinn, 1972; Hembree, 1990; Ashcraft & Ridley, 2005; Ashcraft & Kirk, 2001; Suárez-Pellicioni, 2014; Lyons & Beilock, 2012, Moura-silva et al., 2020).

Devido às consequências negativas advindas desse construto emocional, vários instrumentos foram desenvolvidos para avaliação de crianças e adultos ao longo das décadas (Campos, 2022). O primeiro instrumento de autorrelato capaz de mensurar a ansiedade matemática, denominado Escala de Ansiedade Numérica, foi desenvolvido por Dreger e Aiken em 1957 a partir de uma adaptação da Escala de Ansiedade Manifesta de Taylor (Taylor, 1953). Posteriormente, escalas mais abrangentes, como a Escala de Avaliação de Ansiedade Matemática (MARS; Richardson, & Suinn, 1972), passaram a ser investigadas, sendo atualmente, um dos instrumentos de medida de ansiedade matemática mais consistentes e frequentes utilizados na literatura. A Escala de Ansiedade Matemática Elementar- MARS-E, direcionada ao público infantojuvenil, é composta por 26 itens e avalia o grau em que os alunos vivenciam ansiedade matemática em situações específicas da vida (Suinn et.al, 1988).

Múltiplos estudos ao redor do mundo propuseram adaptações e validações ao MARS-E, buscando desenvolver sua estrutura fatorial (Brush, 1978; Rounds & Hendel, 1980; Plake & Parker, 1982; Suinn & Winston, 2003; Hopko, 2003; Daharnis et al., 2018). Esses instrumentos apresentam semelhanças entre si, como a análise das dimensões de ansiedade à avaliação matemática e ansiedade numérica, (Suinn, 1988; Alexander & Cobb, 1987; Alexander; Martray, 1989; Pletzer et al., 2016 Ho et.al., 2000) abordando aspectos cognitivos, comportamentais e afetivos, a partir de uma escala tipo Likert de 5 pontos variando de (1) “discordo totalmente” a (5) “concordo plenamente”, para identificar possíveis padrões de comportamentos a partir de atitudes, crenças, valores e ansiedade relativos à matemática. O MARS-E apresentou bons índices de confiabilidade e robustas propriedades psicométricas tanto em sua versão original quanto em suas versões adaptadas.

Apesar das diferentes versões desenvolvidas da escala ao redor do mundo, nenhuma escala de AM, mesmo aquelas adaptadas do MARS-E foi traduzida e adaptada para o contexto brasileiro. No Brasil, 68% da população em idade escolar está abaixo do nível 2 (dois) de proficiência matemática — considerado pela OCDE o nível básico de proficiência para que o

jovem possa aproveitar oportunidades de aprendizagem e participar de um mundo globalizado. Os dados do PISA confirmam esses resultados dentro e entre países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico- OCDE, considerando seus últimos anos de aplicação (2018 e 2022). Tais evidências se mostram críticas, haja vista que a baixa proficiência matemática está associada à ansiedade matemática, indicando a necessidade de instrumentos que mensurem esse construto no âmbito brasileiro, para tomada de decisões tanto por parte dos educadores quanto dos tomadores de decisões políticas, científicas e educacionais.

Neste estudo, traduzimos e validamos adaptamos transculturalmente para o português brasileiro a Escala de Ansiedade Matemática para o Ensino Fundamental- Forma Elementar (MARS-E) e avaliamos suas evidências de validade a partir da estrutura e consistência interna e dos parâmetros individuais dos itens do instrumento, baseados no paradigma da Teoria de Resposta ao Item (TRI).

Método

A adaptação transcultural do instrumento seguiu os passos indicados por Beaton et al. (2000), quais sejam: (1) Traduções Independentes, (2) Síntese das Traduções, (3) Comitê de Peritos, (4) Pré-teste. A retrotradução não foi realizada. Desse modo, o instrumento foi traduzido do inglês para o português brasileiro por dois falantes fluentes em ambas as línguas, sendo sintetizado posteriormente pelos autores deste estudo. Um estudo piloto foi conduzido na sequência, permitindo verificar a interpretação da escala traduzida, tanto por especialistas da área (Comitê de Especialistas) quanto pelo público-alvo da escala (crianças entre 9 e 12 anos). Após o teste piloto, nenhum item da escala precisou ser suprimido ou reformulado, mantendo-se o padrão dos 26 itens da escala original.

Após o estudo piloto, 214 crianças, entre 9 e 12 anos, responderam individualmente ao questionário. As crianças indicaram a intensidade de sua resposta a cada item em uma escala Likert de cinco pontos: (1) Nada Nervoso, (2) Não muito nervoso, (3) Bastante Nervoso, (4) Muito Nervoso, (5) Extremamente Nervoso. A pontuação foi a soma de todos os pontos das 26 questões, onde cada ponto bruto tem equivalentes percentuais para a interpretação dos resultados. Por exemplo, se um aluno do sexto ano obtiver uma pontuação igual a 57, esse resultado corresponde a 75% de nível em AM, indicando que o aluno expressa uma grande quantidade de ansiedade matemática, conforme a tabela 1 abaixo:

Tabela 1.

Correlações quantitativas do Instrumento, conforme o ano escolar

PERCENTILE	FOURTH GRADE	FIFTH GRADE	SIXTH GRADE	ALL SUBJECTS
10%	43	42	42	42
30%	47	46	46	46
50%	52	50	49	50
75%	63	59	57	60
95%	85	82	76	81

Na tabela acima, nota-se a correlação entre o percentil, os anos escolares e os escores brutos em relação à escala de ansiedade matemática (MARS-E). Quanto mais alta a pontuação, maior é o parâmetro percentual do nível de AM, conforme o ano escolar.

Análise Estatística

Os dados foram tabulados em planilhas de Excel e analisados via linguagem R de programação (R CORE TEAM, 2022). Para tanto, os pacotes *lavaan* (Rosseel et al., 2017), *semTools* (Jorgensen et al., 2016) e *semPlot* (Epskamp; Epskamp, 2017) foram utilizados. O pacote *lavaan* foi empregado para calcular os indicadores de ajuste do modelo de mensuração, enquanto o pacote *semPlot* foi utilizado para calcular a consistência interna do instrumento e para obter a figura do modelo de equações estruturais. Para testar os parâmetros individuais dos itens, conforme o paradigma da Teoria de Resposta ao Item (TRI), utilizou-se do pacote *mirt* (Chalmers, 2012), baseado no Modelo de Resposta Gradual (Samejima, 1969).

Como evidências de validade baseadas na estrutura interna do instrumento, utilizou-se a Análise Fatorial Confirmatória (AFC), considerando a estrutura fatorial do instrumento (Suinn; Taylor; Edwards, 1988). Trata-se de uma análise que avalia o ajuste de um modelo (delimitado *a priori*) aos dados reais a partir de indicadores de qualidade de ajuste (Hair et al., 2009). Dessa maneira, testou-se a presença de dois fatores latentes: “Ansiedade de Performance Matemática” (APM) — referente as situações ordinárias que envolvem a manipulação numérica — e “Testes Matemáticos” (TM) — relativa às situações que envolvem avaliação matemática, — a partir do estimador *Weighted Least Squares Mean and Variance Adjusted* (WLSMV) (Li, 2016; Múthen; Múthen, 2017). Por se tratar de análise fatorial confirmatória, os dois fatores

considerados foram escolhidos em razão de serem os fatores da escala original (Suinn et.al., 1988).

Os indicadores de ajuste utilizados neste estudo para interpretação da qualidade do modelo foram: a) χ^2 , para o qual se esperam valores não significativos ($p > 0,05$); b) a razão χ^2/gl , com valores adequados quando ≤ 5 ; c) *Comparative Fit Index* (CFI) e d) *Tucker-Lewis Index* (TLI), com pontos de corte alcançados quando $\geq 0,90$; e) *Root Mean Square Error of Approximation* (RMSEA), com valores adequados quando $\leq 0,08$, além do limite superior do intervalo de confiança $\leq 0,10$; e f) *Standardized Root Mean Square Residual* (SRMR), com valores satisfatórios quando $\leq 0,08$ (Brown, 2015; Byrne, 2016; Tabachnick; Fidell, 2007).

A consistência interna do instrumento foi mensurada através dos coeficientes α de Cronbach e ω de McDonald. Tratam-se de indicadores que avaliam o grau no qual um fator latente apresenta itens altamente correlacionados entre si, e seus pontos de corte adotam valores $\geq 0,70$ (Hayes & Coutts, 2020; Bland & Altman, 1997). O coeficiente α de Cronbach é calculado com base na análise da variância dos itens e da variância total do teste ($\alpha = (k / (k - 1)) * (1 - (\sum \sigma^2_i / \sigma^2_t))$, onde: k é o número de itens, σ^2_i é a variância de cada item e σ^2_t é a variância total do teste).

Por fim, utilizou-se do paradigma da Teoria de Resposta ao Item (TRI) com o intuito de verificar traços latentes de um indivíduo em relação ao padrão de respostas aos itens da escala, investigando os parâmetros individuais dos itens, sendo eles: (a) Discriminação e (b) Dificuldade. Para tanto, utilizou-se o pacote *mirt* (Chalmers, 2012), para calcular os indicadores, baseado no Modelo de Resposta Gradual (Samejima, 1969).

É importante ressaltar que o parâmetro de discriminação indica a capacidade de um item diferenciar pessoas com diferentes níveis de traço latente (Hutz; Bandeira; Trentini, 2015). Já o parâmetro de dificuldade apresenta o nível de traço latente que a pessoa precisa demonstrar para ter 50% de chance de assinalar uma categoria de resposta em detrimento de outra (Pasquali; Primi, 2003).

Como interpretação básica dos indicadores supracitados, consideram-se os pontos de corte delimitados por Pasquali (2020) para o poder de discriminação, de acordo com os intervalos de valores a seguir: entre 0,01 e 0,034 é muito baixa; entre 0,35 e 0,64 baixa; entre 0,65 e 1,34 média; entre 1,35 e 1,69 altas; igual ou acima de 1,70 são resultados de discriminação muito altas. Por outro lado, os níveis de dificuldade são mensurados em uma amplitude de -3 a +3, sendo que valores mais próximos de -3 indicam itens fáceis, enquanto valores mais próximos de +3 indicam itens com dificuldade elevada (Pasquali; Primi, 2003).

Finalmente, as Curvas Características dos Itens (CCIs) e Curvas de Informação do Teste (CITs) foram analisadas. As CCIs indicam a quantidade de informação mensurada a partir do nível de traço latente captado pelo participante avaliado, em que gráficos mais acentuados indicam itens com maior quantidade de informação mensurada, enquanto gráficos mais achatados indicam maior amplitude de nível de traço latente mensurado. Já as CITs apresentam a quantidade de informação que o teste mensura (o conjunto de itens). A interpretação da CIT é semelhante à da CCI, contudo, o ponto de encontro entre as linhas azul (quantidade de informação) e vermelha (resíduo) delimita a amplitude de nível de traço latente mensurada pela medida.

Resultados

Os resultados da Análise Fatorial Confirmatória (AFC) apontaram que o modelo bifatorial apresentou indicadores de ajuste satisfatórios (Tabela 1), indicando que a ansiedade matemática pode ser explicada através dos fatores “Ansiedade da Performance Matemática” e “Testes matemáticos”, com todas as cargas fatoriais apresentando magnitudes suficientes e diferentes de zero ($\lambda > |0,40|$, $p < 0,05$; Tabela 2).

Além disso, os indicadores de consistência interna demonstraram alta precisão do instrumento ($\alpha_{APM} = 0,875$ e $\omega_{APM} = 0,857$; $\alpha_{TM} = 0,850$ e $\omega_{TM} = 0,866$). Sendo assim, pode-se inferir que o instrumento apresentou bons parâmetros psicométricos de validade baseada na estrutura interna (Figura 1).

Tabela 2.

Indicadores de ajuste do modelo MARS-E-BR

	χ^2 (df)	χ^2/df	CFI	TLI	SRMR	RMSEA (IC90%)
MARS-E	416,202	1,396	0,970	0,967	0,073	0,052 (0,039 – 0,063)
	(298)					

χ^2 (df); χ^2/df ; CFI: Comparative Fit Index; TLI: Tucker-Lewis Index; SRMR: Standardized Root Mean Square Residual; RMSEA: Root Mean Square Error of Approximation

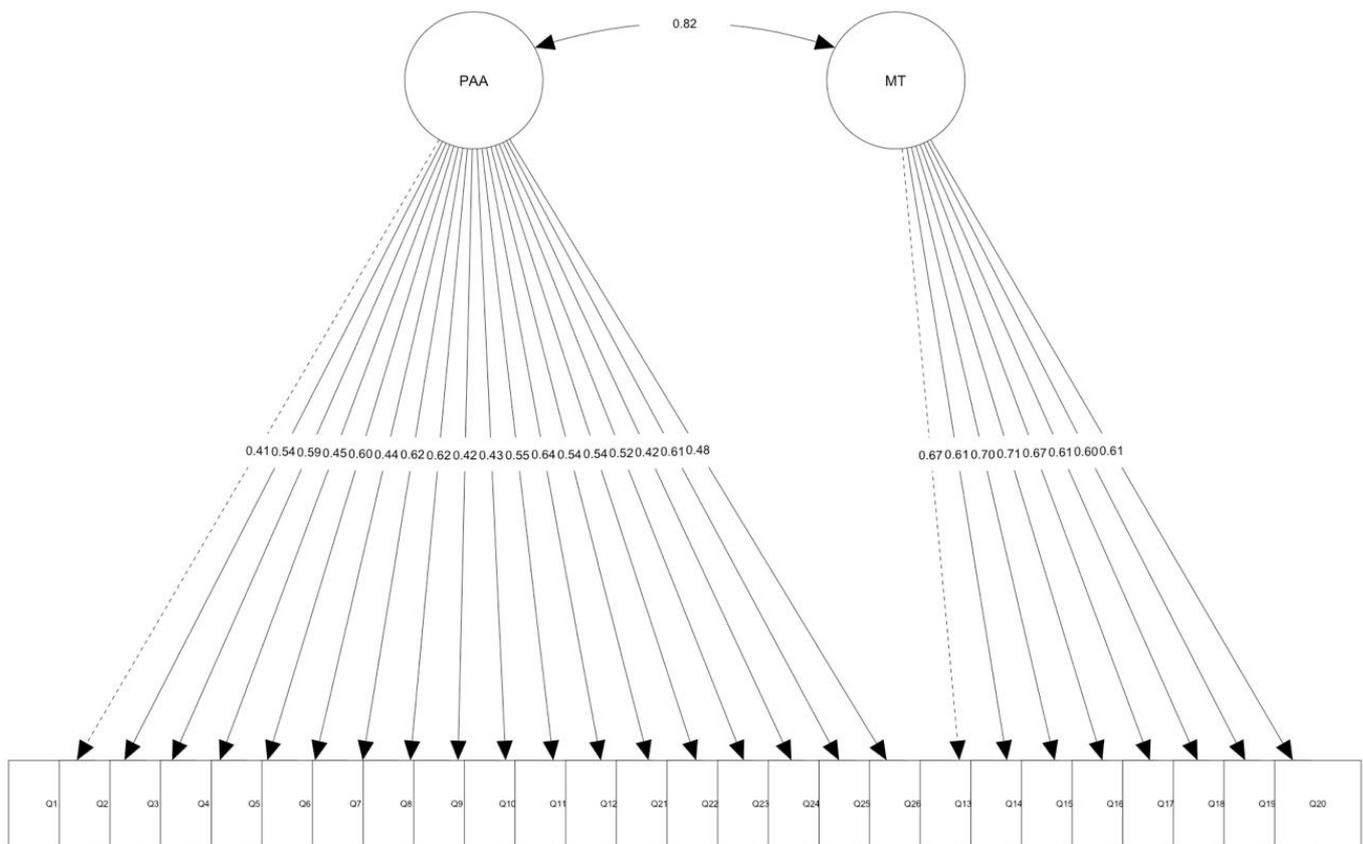


Figura 1.

Modelo de Equações Estruturais do instrumento MARS-E-BR

Ademais, uma vez que a estrutura fatorial do instrumento apresentou indicadores satisfatórios (Tabela 2), realizou-se a análise dos parâmetros individuais dos itens, com o objetivo de analisar possíveis itens problemáticos. Os resultados apontaram que os itens do fator Ansiedade de Performance Matemática apresentaram discriminação alta ($a_{APM} = 1,225$), enquanto o fator Teste Matemático apresentou discriminação muito alta ($a_{TM} = 1,801$).

Ressalta-se que o item com menor índice de discriminação do fator APM foi Q6 ($a = 1,009$), enquanto o item com maior discriminação do fator foi Q12 ($a = 1,459$), ambos apresentando discriminação alta. Por outro lado, considerando o fator Teste Matemático, os resultados indicaram que o item com menor nível de discriminação foi o Q19 ($b = 0,918$; moderada), enquanto o item com maior discriminação foi o Q16 ($b = 2,979$; muito alta).

Tabela 3.

Parâmetros individuais dos itens da MARS-E e cargas fatoriais

A	b1	b2	b3	b4	b _x	λ
Ansiedade de Performance Matemática						

Q1	1,141	0,089	2,249	3,314	4,219	2,468	0,408
Q2	1,131	-1,247	0,440	1,869	3,513	1,144	0,545
Q3	1,408	-1,268	-0,149	0,933	1,918	0,359	0,586
Q4	1,176	-0,589	0,715	1,494	2,625	1,061	0,453
Q5	1,352	-0,808	0,380	1,354	2,117	0,761	0,598
Q6	1,009	-0,216	1,512	2,480	4,139	1,979	0,438
Q7	1,319	-1,236	0,195	1,087	1,904	0,488	0,617
Q8	1,239	-1,644	-0,398	0,209	1,193	-0,160	0,616
Q9	1,063	-0,504	0,854	1,655	3,308	1,328	0,425
Q10	1,036	-0,224	1,592	2,705	3,471	1,886	0,427
Q11	1,289	-0,055	1,451	2,499	3,156	1,763	0,547
Q12	1,459	-1,385	-0,249	1,137	1,989	0,373	0,643
Q21	1,281	-0,227	1,312	2,182	3,318	1,646	0,537
Q22	1,311	-0,534	0,707	1,702	2,697	1,143	0,540
Q23	1,348	-0,107	1,120	1,871	2,405	1,322	0,520
Q24	1,064	0,061	1,392	2,268	3,165	1,722	0,424
Q25	1,340	-1,458	-0,214	0,660	1,434	0,106	0,607
Q26	1,086	-0,504	0,909	1,862	2,723	1,248	0,481
Testes matemáticos							
Q13	1,985	-1,902	-0,590	0,131	0,690	-0,418	0,675
Q14	1,067	-0,900	0,832	1,785	2,570	1,072	0,610
Q15	2,318	-1,288	-0,358	0,416	1,086	-0,036	0,699

Q16	2,979	-1,023	-0,467	0,142	0,757	-0,148	0,710
Q17	2,272	-1,328	-0,654	-0,123	0,677	-0,357	0,674
Q18	1,826	-2,351	-1,410	-0,415	0,305	-0,968	0,615
Q19	0,918	-1,122	0,403	1,514	2,846	0,910	0,603
Q20	1,040	-1,495	-0,284	0,789	1,652	0,166	0,608

Quando investigados os parâmetros de dificuldade dos itens, percebe-se que o item mais fácil do fator de APM foi o Q8 ($b_x = -0,160$), enquanto o item mais difícil foi o Q1 ($b_x = 2,468$). Nota-se, ainda, que a maior parte dos itens apresentou dificuldade entre 0 e 1, indicando dificuldade ligeiramente superior ao ponto médio da mensuração por meio da TRI.

Ao observar o fator TM, verificou-se que o item com menor dificuldade foi o Q18 ($b_x = -0,968$), enquanto o item mais difícil foi o Q14 ($b_x = 1,072$). Ademais, pode-se inferir que a maior parte dos indicadores apresentou dificuldade média entre -1 e 0, indicando itens com dificuldade ligeiramente inferior ao ponto médio da mensuração por meio da TRI.

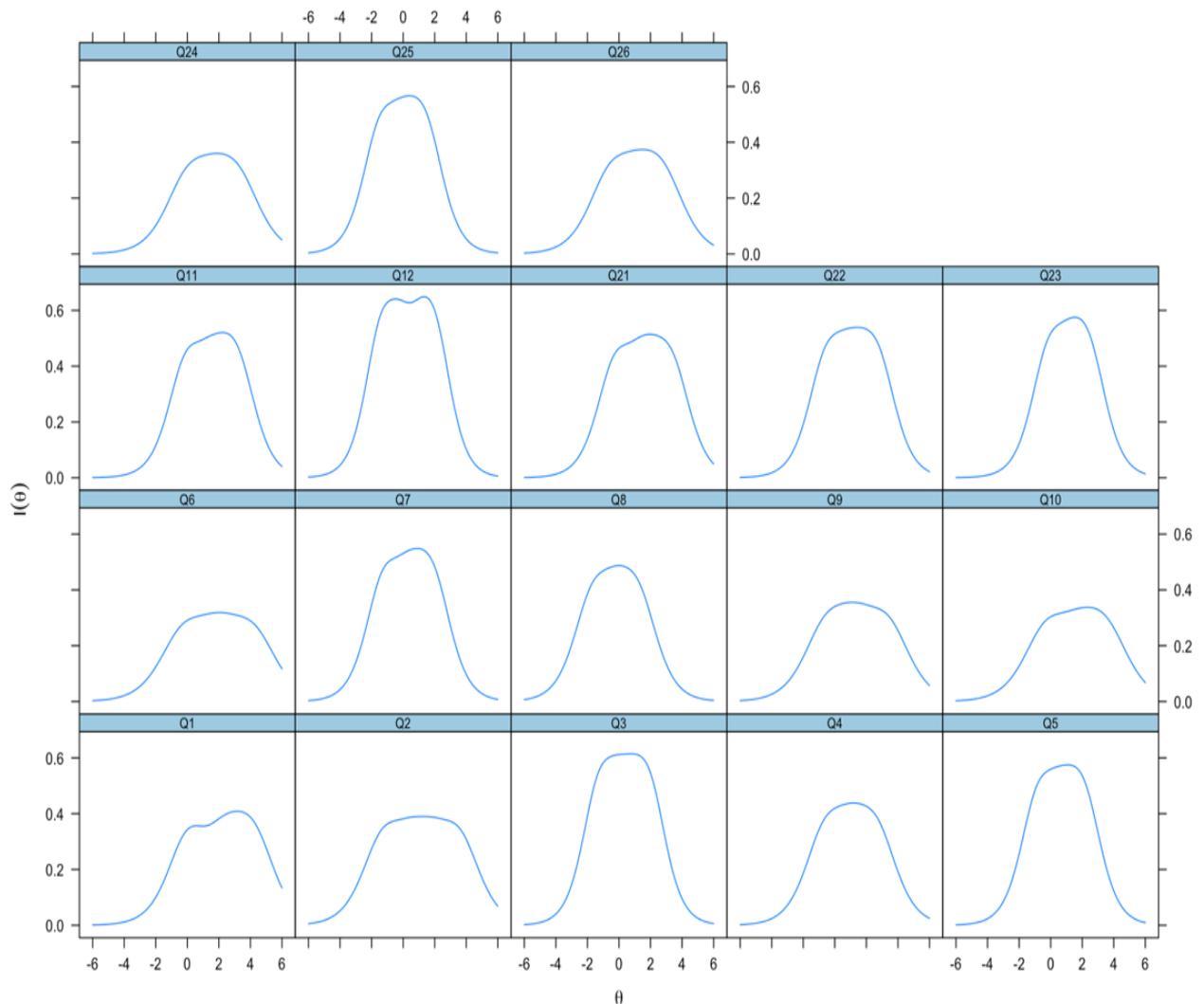


Figura 2.

Curva de Informação do item do fator APM

Além disso, observaram-se as Curvas Características dos Itens (CCI) e as Curvas Características dos Testes (CIT). Para o fator APM, os itens apresentaram boa quantidade de informação mensurada (Figura 2), indicando que conseguem captar com precisão os níveis do construto investigado. Ademais, a CIT indicou que o fator APM consegue mensurar a amplitude de aproximadamente -3,3 a +4,5 níveis de θ , com pico de precisão em torno de +1,2 (Figura 3).

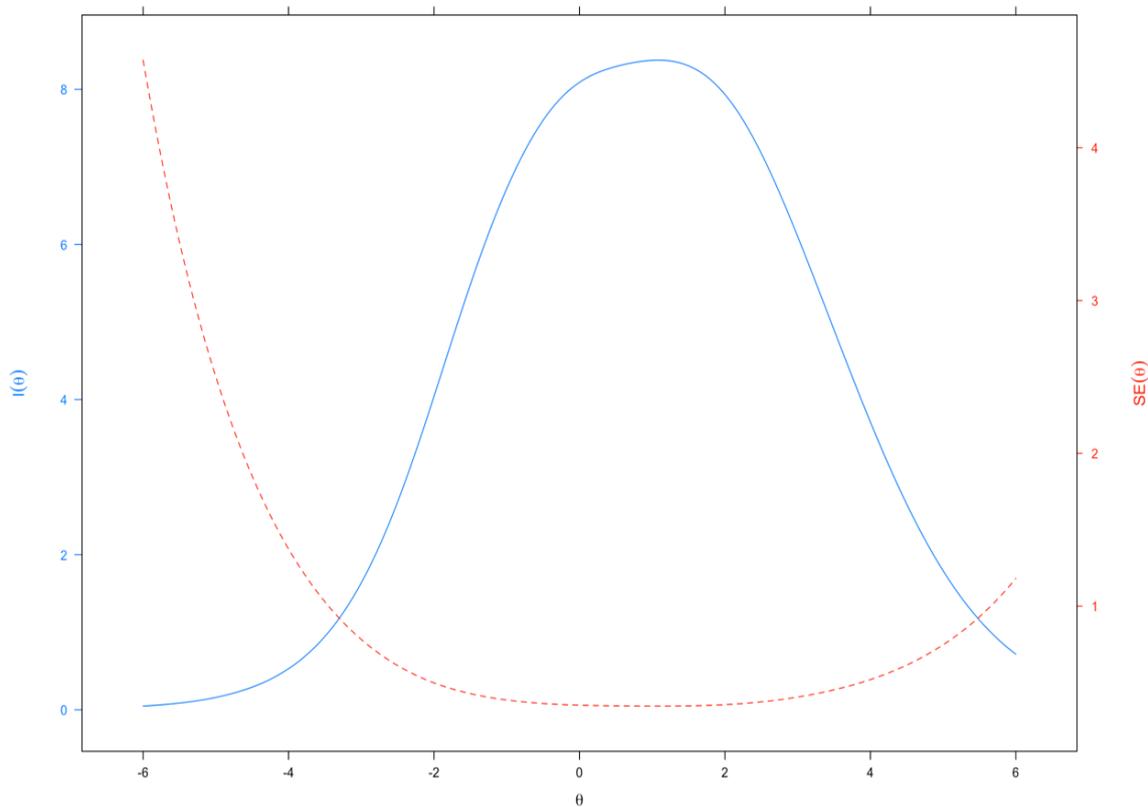


Figura 3.

Curva Característica do Teste do fator AAP

Quando investigado o fator TM, a CCI indicou a presença de itens com baixa quantidade de mensuração do construto, como Q14, Q19 e Q20 (Figura 4), ou seja, itens que apresentaram menor discriminação e maior dificuldade. Por outro lado, os itens mais fáceis do fator TM demonstraram maior quantidade de informação mensurada, indicando maior precisão desses indicadores. Por fim, os resultados da CIT apontaram uma amplitude de mensuração entre -3,3 e +2,9, aproximadamente, com pico de precisão próximo a 0 (Figura 5).

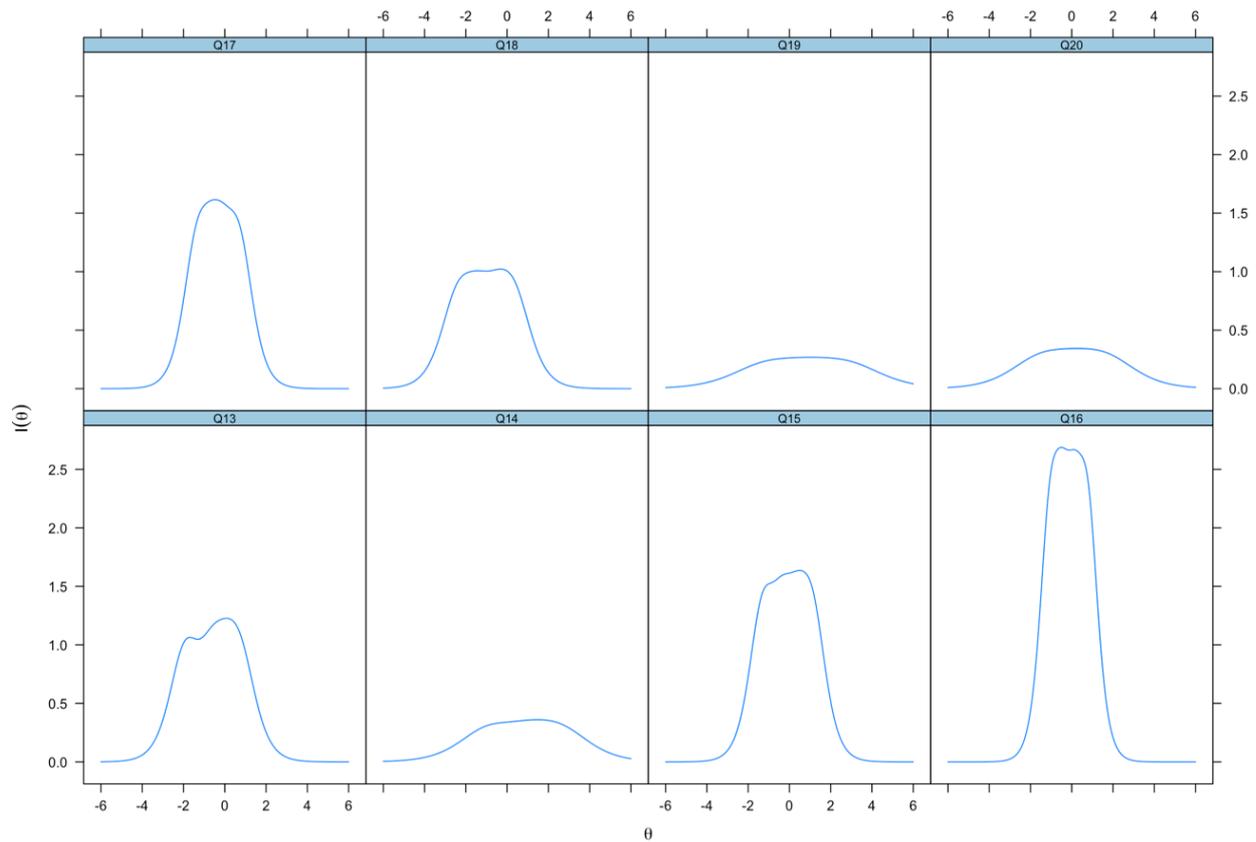


Figura 4.

Curva de Informação do item do fator TM

Sendo assim, pode-se inferir que a escala MARS-E apresentou bons parâmetros individuais dos itens, tanto no fator APM quanto no fator TM, indicando que são itens capazes de mensurar adequadamente seus respectivos fatores latentes. Desta maneira, considera-se que o instrumento é psicometricamente adequado para utilização em larga escala no contexto brasileiro.

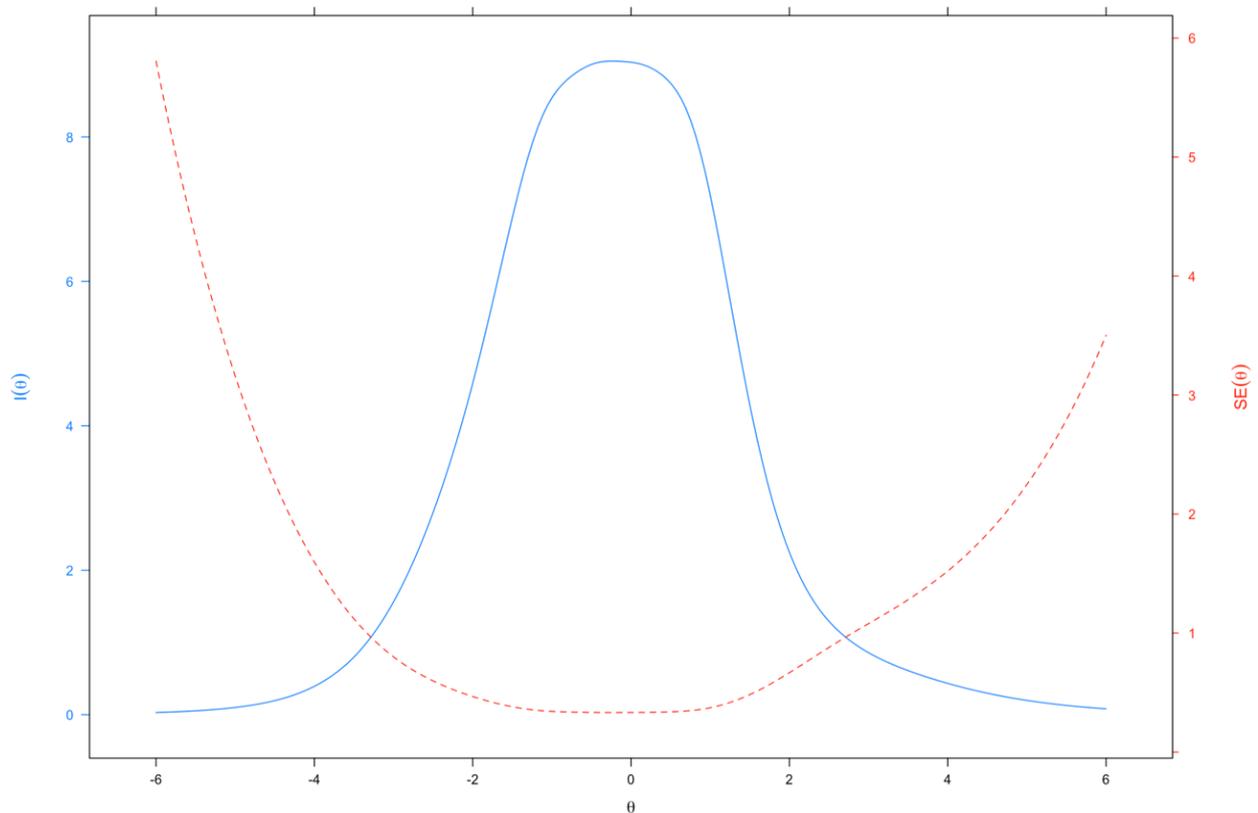


Figura 5.

Curva Característica do Teste do fator TM

Discussão

Nosso estudo traduziu e estabeleceu as propriedades psicométricas do MARS-E para o contexto brasileiro. Para a validade estrutural do instrumento, foi utilizada a análise fatorial confirmatória (AFC), considerando uma estrutura bifatorial: Ansiedade de Performance Matemática e Ansiedade ao Teste Matemático. Tal estrutura é condizente com os estudos anteriores que indicaram a ansiedade matemática como um construto multidimensional (Bessant, 1995; Lukowski et. al., 2016, Wang, 2018), incluindo a validação do próprio instrumento original (Suinn et al., 1988). Os quatro fatores mais comuns encontrados em estudos de rastreio quanto às dimensões da ansiedade matemática foram aqueles associados à ansiedade em relação a testes de matemática, à ansiedade ao resolver operações, à ansiedade em lidar com matemática em situações sociais/ordinárias e à ansiedade em observar e interagir com materiais de matemática englobando, portanto, os fatores validados na estrutura considerada (Suinn et. al., 1988; Hopko, 2003; Gierl e Bisanz, 1995; Lukowski et. al., 2016; Chiu e Henry, 1990; Bessant, 1995).

Devido à natureza transitória dos estados de ansiedade, especificamente da ansiedade matemática, Spielberger et al., (1983) indicaram que técnicas de confiabilidade por teste-reteste podem não ser adequadas. Portanto, o MARS-E foi analisado apenas por meio da consistência interna dos itens.

Os coeficientes para consistência interna, tanto alfa de Cronbach quanto o ômega de McDonald, foram altos para os dois fatores considerados: Ansiedade de Performance Matemática e Ansiedade ao Teste Matemático ($\alpha_{APM}= 0,875$ e $\omega_{APM}= 0,857$; $\alpha_{TM}= 0,850$ e $\omega_{TM}= 0,866$), sendo condizentes com os valores encontrados no instrumento original ($\alpha= .0.88$), conforme Suinn et al., (1988), e com diferentes versões adaptadas ao redor do mundo. Por exemplo, na versão turca (Baloğlu e Balgalmiç, 2010), os coeficientes nas suas subescalas variaram entre 0,77 e 0,86. Na versão espanhola (Brown e Sifuentes, 2016) validada em dois fatores, o índice de confiabilidade variou entre 0.85 e 0.88. Na versão japonesa (Satake e Amato, 1995), validada em quatro fatores, a consistência interna, a partir do alfa de Cronbach, ficou estimada em 0.96. Portanto, nosso resultado está em consonância com os parâmetros encontrados em estudos anteriores e apoia a proposição amplamente discutida de que a ansiedade matemática é um construto multidimensional.

Conclusão

Neste estudo, apresentamos evidências de validade da escala MARS-E para uso com crianças e adolescentes no contexto brasileiro. A partir da Análise Fatorial Confirmatória, demonstramos que o modelo bifatorial, semelhante ao instrumento original, apresentou indicadores de ajuste satisfatórios, indicando que a ansiedade matemática pode ser explicada pelos dois fatores: “Ansiedade de Performance Matemática (APM)” e “Teste matemático (TM)”, com todas as cargas fatoriais apresentando bons parâmetros de magnitude. Esse achado contribui para a discussão sobre a estrutura fatorial da ansiedade matemática, fornecendo novos insights a partir de uma amostra com estudantes brasileiros.

Nossos indicadores de consistência interna, obtidos pelos coeficientes de Cronbach ω de McDonald, mostraram alta precisão do instrumento. Ao se avaliar os parâmetros individuais dos itens, observamos que aqueles associados ao fator APM apresentaram discriminação alta, enquanto os itens do fator TM apresentaram discriminação muito alta, indicando que os itens mensuram adequadamente seus respectivos fatores latentes.

Apesar dos resultados promissores, o estudo apresenta algumas limitações. A amostragem por conglomerados, embora representativa, significa que os resultados não são completamente generalizáveis. Embora as escolas participantes tenham sido distintas e

aleatórias a dimensão geográfica do Brasil justifica novos estudos com amostras maiores de diferentes contextos sociodemográficos, a fim de avaliar a invariância da estrutura fatorial.

Dentro dos limites do estudo, a versão de 26 itens do MARS-E, traduzida, adaptada e validada para o português brasileiro, pode ser usada por educadores ou pesquisadores como um instrumento objetivo e psicometricamente sólido para mensurar e acompanhar os níveis de ansiedade matemática dos alunos do ensino fundamental em escolas brasileiras. Sua aplicação permitirá identificar e monitorar potenciais alunos com AM, possibilitando a implementação de estratégias e metodologias adequadas para minimizar os efeitos negativos desse construto emocional associado ao ensino de matemática. Isso é especialmente relevante, dado o alto índice de alunos brasileiros com baixa proficiência nessa disciplina.

Como próximos passos, incentivamos estudos que utilizem o instrumento em diferentes contextos educacionais, tanto para monitorar a ansiedade matemática em curtos períodos quanto em pesquisas longitudinais. Além disso, pesquisas que associem o instrumento a estratégias didáticas poderão ser particularmente úteis para avaliar a eficácia das abordagens pedagógicas no aspecto emocional dos estudantes.

Referências

- Alexander, L., & Cobb, R. (1987). Identification of the dimensions and predictors of mathematics anxiety among college students. *Journal of Human Behavior and Learning*, 4(1), 25–32.
- Alexander, L., & Martray, C. R. (1989). The development of an abbreviated version of the Mathematics Anxiety Rating Scale. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, 22(2), 143–150. <https://doi.org/10.1080/07481756.1989.12022923>
- Ashcraft, M. H., & Kirk, E. P. (2001). The relationships among working memory, math anxiety, and performance. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130(2), 224–237. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.130.2.224>
- Ashcraft, M. H., & Ridley, K. (2005). Math anxiety and its cognitive consequences: A tutorial review. In J. I. D. Campbell (Ed.), *Handbook of mathematical cognition* (pp. 315–325). Psychology Press.
- Beaton, D. E., Bombardier, C., Guillemin, F., & Ferraz, M. B. (2002). Recommendations for the cross-cultural adaptation of health status measures. *American Academy of Orthopaedic Surgeons Institute for Work & Health*.
- Bland, J. M., & Altman, D. G. (1997). Statistics notes: Cronbach's alpha. *BMJ*, 314(7080), 572. <https://doi.org/10.1136/bmj.314.7080.572>
- Bessant, K. C. (1995). Factors associated with types of mathematics anxiety in college students. *Journal for Research in Mathematics Education*, 26(4), 327–345. <https://doi.org/10.2307/749480>
- Brasil. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). (2023). *Notas sobre o Brasil no Pisa 2022*. Brasília, DF: Inep.

- Baloğlu, M., & Balgalmiş, E. (2010). Adapting the mathematics anxiety rating scale-elementary form into Turkish: Language validity and preliminary psychometric investigation. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 10(1), 101–110.
- Brown, T. A. (2015). *Confirmatory factor analysis for applied research* (2nd ed.). Guilford Publications.
- Brown, J. L., & Sifuentes, L. M. (2016). Validation study of the abbreviated math anxiety scale: Spanish adaptation. *Journal of Curriculum and Teaching*, 5(2), 76–82. <https://doi.org/10.5430/jct.v5n2p76>
- Byrne, B. M. (2013). *Structural equation modeling with Mplus: Basic concepts, applications, and programming*. Routledge.
- Brush, L. R. (1978). A validation study of the Mathematics Anxiety Rating Scale (MARS). *Educational and Psychological Measurement*, 38(2), 485–499. <https://doi.org/10.1177/001316447803800236>
- Campos, A. M. A. de. (2022). Ansiedade matemática: Fatores cognitivos e afetivos. *Revista Psicopedagogia*. <https://doi.org/10.51207/2179-4057.20220019>.
- Chalmers, R. P. (2012). *MIRT: A multidimensional item response theory package for the R environment*. *Journal of Statistical Software*, 48(6), 1–29. <https://doi.org/10.18637/jss.v048.i06>
- Chiu, L. H., & Henry, L. L. (1990). Development and validation of the Mathematics Anxiety Scale for Children. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, 23(3), 121–127.
- Daharnis, D., et al. (2018). Adaptation and validation of mathematics anxiety: Rasch and network psychometrics analysis. *Revista de Física: Série de Conferências*. 10.1088/1742-6596/1114/1/012113
- Dreger, R. M., & Aiken, L. R., Jr. (1957). The identification of number anxiety in a college population. *Journal of Educational Psychology*, 48(6), 344–351. <https://doi.org/10.1037/h0045894>
- Epskamp, S., & Maintainer, S. (2017). *Package 'semplot'*. Retrieved from <https://cran.r-project.org/web/packages/semPlot/semPlot.pdf>
- Gierl, M. J., & Bisanz, J. (1995). Anxieties and attitudes related to mathematics in Grades 3 and 6. *Journal of Experimental Education*, 63(2), 139–158. <https://doi.org/10.1080/00220973.1995.9943818>
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2009). *Análise multivariada de dados*. Bookman Editora.
- Hayes, A. F., & Coutts, J. J. (2020). Use omega rather than Cronbach's alpha for estimating reliability. *But. Communication Methods and Measures*, 14(1), 1–24. <https://doi.org/10.1080/19312458.2020.1718629>
- Hembree, R. (1990). The nature, effects, and relief of mathematics anxiety. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21(1), 33–46. <https://doi.org/10.2307/749455>
- Hutz, C. S., Bandeira, D. R., & Trentini, C. M. (2015). *Psicometria*. Artmed Editora.
- Ho, H.-Z., Senturk, D., Lam, A. G., Zimmer, J. M., Hong, S., Okamoto, Y., & Wang, C.-P. (2000). The affective and cognitive dimensions of math anxiety: A cross-national study.

- Journal for Research in Mathematics Education*, 31(3), 362–379.
<https://doi.org/10.2307/749811>
- Hopko, D. R., Mahadevan, R., Bare, R. L., & Hunt, M. K. (2003). The Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS). *Assessment*, 10(2), 178–182.
<https://doi.org/10.1177/1073191103010002008>
- Jorgensen, T. D., Pornprasertmanit, S., Schoemann, A. M., Rosseel, Y., Miller, P., Quick, C., ... & Coffman, D. (2016). Package ‘semtools’. Retrieved from <https://cran.r-project.org/web/packages/semTools/semTools.pdf>
- Li, C.-H. (2016). Confirmatory factor analysis with ordinal data: Comparing robust maximum likelihood and diagonally weighted least squares. *Behavior Research Methods*, 48, 936–949. <https://doi.org/10.3758/s13428-015-0619-7>
- Lyons, I. M., & Beilock, S. L. (2012). Mathematics anxiety: Separating the math from the anxiety. *Cerebral Cortex*, 22(9), 2102–2110. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhr289>
- Lukowski, S. L., Ditrapani, J. B., Jeon, M., Wang, Z., Schenker, V. J., Doran, M. M., Hart, S. A., Mazzocco, M. M. M., Willcutt, E. G., Thompson, L. A., & Petrill, S. A. (2019). Multidimensionality in the measurement of math-specific anxiety and its relationship with mathematical performance. *Learning and Individual Differences*, 70, 228–235. [10.1016/j.lindif.2016.07.007](https://doi.org/10.1016/j.lindif.2016.07.007)
- Moura-Silva, M. G., Torres-Neto, J. B., & Gonçalves, T. O. (2020). Bases neurais da ansiedade matemática: Implicações para o processo de ensino-aprendizagem. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 34, 246–267. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v34n66a12>
- Muthén, L. K., & Muthén, B. (2017). *Mplus user's guide: Statistical analysis with latent variables* (8th ed.). Muthén & Muthén.
- OCDE. (2019). *PISA 2018. Assessment and Analytical Framework*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>
- Pasquali, L. (2020). *TRI—Teoria de resposta ao item: Teoria, procedimentos e aplicações*. Editora Appris.
- Pasquali, L., & Primi, R. (2003). Basic theory of Item Response Theory: IRT. *Avaliação Psicológica*, 2(2), 99–110.
- Plake, B. S., & Parker, C. S. (1982). The development and validation of a revised version of the Mathematics Anxiety Rating Scale. *Educational and Psychological Measurement*, 42(2), 551–557. <https://doi.org/10.1177/001316448204200218>
- Pletzer, B., Kronbichler, M., Kerschbaum, H., & Witte, B. (2016). Components of mathematics anxiety: Factor modeling of the MARS30-Brief. *Frontiers in Psychology*, 7, 91. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00091>
- Richardson, F. C., & Suinn, R. M. (1972). The Mathematics Anxiety Rating Scale: Psychometric data. *Journal of Counseling Psychology*, 19(6), 551–554. <https://doi.org/10.1037/h0033456>
- Rosseel, Y. (2017). Package ‘lavaan’. Retrieved from <https://cran.r-project.org/web/packages/lavaan/index.html>
- Rounds, J. B., & Hendel, D. D. (1980). Measurement and dimensionality of mathematics anxiety. *Journal of Counseling Psychology*, 27(2), 138–149. <https://doi.org/10.1037/0022-0167.27.2.138>

- Satake, E., & Amato, P. P. (1995). Mathematics anxiety and achievement among Japanese elementary school students. *Educational and Psychological Measurement*, 55(6), 1000–1007. <https://doi.org/10.1177/0013164495055006009>
- Samejima, F. (1969). Estimation of latent ability using a response pattern of graded scores. *Psychometrika Monograph Supplement*, 34(4), 1–97. <https://doi.org/10.1007/BF03372160>
- Spielberger, C. D. (1983). *State-Trait Anxiety Inventory for Adults (STAI-AD)* [Database record]. APA PsycTests. <https://doi.org/10.1037/t06496-000>
- Suinn, R. M., & Winston, E. H. (2003). The mathematics anxiety rating scale, a brief version: Psychometric data. *Psychological Reports*, 92(1), 167–173. <https://doi.org/10.2466/PRO.92.1.167-173>
- Suinn, R. M., Taylor, S., & Edwards, R. W. (1988). Suinn mathematics anxiety rating scale for elementary school students (MARS-E): Psychometric and normative data. *Educational and Psychological Measurement*, 48(4), 979–986. <https://doi.org/10.1177/0013164488484013>
- Suárez-Pellicioni, M., Núñez-Peña, M. I., & Colomé, A. (2014). Reactive recruitment of attentional control in math anxiety: An ERP study of numeric conflict monitoring and adaptation. *PLoS ONE*, 9(6), e101548. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0099579>
- Suinn, R. M., Taylor, S., & Edwards, R. W. (1989). The Suinn Mathematics Anxiety Scale (MARS-E) for Hispanic elementary school students. *Hispanic Journal of Behavioral Sciences*, 11(1), 83–90. <https://doi.org/10.1177/07399863890111007>
- Tabachnick, B. G., Fidell, L. S., & Ullman, J. B. (2007). *Using multivariate statistics* (5th ed.). Pearson.
- Taylor, J. A. (1953). A personality scale of manifest anxiety. *The Journal of Abnormal and Social Psychology*, 48(2), 285–290. <https://doi.org/10.1037/h0056264>
- Wang, Z., Shakeshaft, N., Schofield, K., & Malanchini, M. (2018). Anxiety is not enough to drive me away: A latent profile analysis on math anxiety and math motivation. *PLoS ONE*, 13(2), e0192072. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192072>