



Universidade de Brasília

Instituto de Psicologia

Departamento de Processos Psicológicos Básicos

Programa de Pós-Graduação em Ciências do Comportamento

Investigação das Evidências de Validade da sMARS Traduzida para o Português Brasileiro

Guilherme Santos Novaes

Brasília/DF, Junho de 2022



Universidade de Brasília

Instituto de Psicologia

Departamento de Processos Psicológicos Básicos

Programa de Pós-Graduação em Ciências do Comportamento

Investigação das Evidências de Validade da sMARS Traduzida para o Português Brasileiro

Guilherme Santos Novaes

Orientador: Prof. Dr. Ricardo José Moura

Dissertação apresentada ao Instituto de Psicologia da Universidade de Brasília, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências do Comportamento

Brasília/DF, Junho de 2022

ESTA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO FOI EXAMINADA E APROVADA PELA
SEGUINTE COMISSÃO EXAMINADORA:

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Ricardo José Moura (Presidente)
Universidade de Brasília - UnB

Profa. Dra. Goiara Mendonça de Castilho (Membro Interno)
Universidade de Brasília – UnB

Prof. Dr. Sérgio Eduardo Silva de Oliveira (Membro Externo)
Universidade de São Paulo - USP

Prof. Dr. Rui de Moraes Júnior (Suplente)
Universidade de Brasília - UnB

*“Nem tudo o que reluz é ouro,
Nem todos os que vagueiam estão perdidos”*

Tolkien

Agradecimentos

Gostaria de agradecer à UnB. É onde passei a maior parte da minha vida adulta, onde conheci pessoas maravilhosas e onde aprendi a lidar com desafios. A UnB foi incrivelmente paciente e gentil comigo e espero apenas conseguir carregar esses valores comigo.

Gostaria de agradecer ao meu orientador que sempre foi responsável, conselheiro e respeitoso mesmo nos períodos mais difíceis.

Gostaria de agradecer aos meus amigos. Vocês são maravilhosos e me ajudaram tanto.

Gostaria de agradecer aos meus pacientes que me ensinam todo dia a como ser um psicólogo e uma pessoa melhor. Especificamente, para uma paciente que ama matemática.

Por fim, gostaria de agradecer à minha família. Eu não teria chegado aqui sem o apoio de vocês.

Índice

Introdução.....	1
Hipóteses.....	10
Método.....	10
Procedimentos	10
Participantes	11
Instrumentos	11
Tradução e adaptação da sMARS.....	13
Análise dos dados	14
Resultados	15
Discussão	21
Referências	24
Apêndices.....	34

Lista de Figuras

Figura 1. Proporção de respostas para cada item da escala sMARS	18
---	----

Lista de Tabelas

Tabela 1. Valores dos testes t entre as áreas de estudos (exatas e humanas) para as variáveis Idade, escore da sMARS, escores do BAI e escores da EARM	16
Tabela 2. Valores dos testes t entre sexo para as variáveis Idade, escore da sMARS, escores do BAI e escores da EARM	17
Tabela 3. Estruturas e cargas fatoriais de cada item com dois fatores e um fator.....	20

Lista de Apêndices

Apêndice 1 sMARS original.....	34
Apêndice 2 sMARS traduzida	35

Resumo

Ansiedade matemática (AM) tem ganhado considerável atenção no campo da cognição numérica na última década. Um dos principais achados da literatura internacional é que AM é um importante fator que interfere negativamente na performance matemática em estudantes de todas as idades. No entanto, o estudo de AM no Brasil é escasso. Esta pesquisa teve como objetivo traduzir e adaptar a short Mathematics Anxiety Rating Scale (sMARS) para o português brasileiro. Resultados indicam que a escala apresenta altos índices de consistência interna e temporal, em sintonia com achados de outras pesquisas. No entanto, em uma análise fatorial exploratória, a escala não alcançou bons parâmetros psicométricos. Apesar da escala ser capaz de medir AM, ela o faz de maneira pouco eficaz na amostra investigada pelo presente estudo, lançando dúvidas sobre seu amplo uso.

Palavras-chaves: ansiedade matemática, sMARS, psicometria, análise fatorial

Abstract

Mathematical anxiety (MA) has gained considerable attention in the field of numerical cognition in the last decade. One of the main findings in the international literature is that AM is an important factor that negatively interferes with mathematical performance in students of all ages. However, the study of AM in Brazil is scarce. This research aimed to translate and adapt the short Mathematics Anxiety Rating Scale (sMARS) into Brazilian Portuguese. Results indicate that the scale has high internal consistency, as well as high temporal consistency, which converge with findings in other studies. However, in an exploratory factor analysis, the scale did not achieve good psychometric parameters. Despite the scale being able to measure AM, it does so in an ineffective way, casting doubts on its wide use.

Keywords: math anxiety, sMARS, psychometrics, factor analysis

Com o aumento da demanda sobre conhecimentos numérico-matemáticos nas sociedades tecnológicas, a competência em atividades matemáticas extrapola a dimensão acadêmica se tornando também um importante ativo social e econômico (Beddington et al., 2008). Assim, vários países desenvolvem políticas públicas educacionais visando incentivar a formação em ciências exatas visando o fomento à inovação tecnológica e soluções para problemas altamente complexos, ainda que a adesão e performance dos estudantes esteja abaixo do esperado (Kayan-Fadlelmula et al., 2022). Os EUA, por exemplo, desenvolvem vários programas nacionais de incentivo aos estudantes para seguirem carreiras na área de exatas (Kitchen et al., 2018). Há uma clara preocupação do governo em criar mais profissionais nessa área para se manterem em sua histórica posição de avanços tecnológicos (Xue & Larson, 2015).

O sucesso da formação matemática sofre impacto de fatores cognitivos e emocionais muitas vezes não contemplados pelas políticas públicas vigentes. Uma vasta literatura tem investigado, nas últimas décadas, o impacto de variáveis como processamento visuoespacial, memória de trabalho e as representações numéricas básicas na aprendizagem da matemática (Cornu et al., 2018; Geary & van Marle, 2016; Gimbert et al., 2019). A influência de variáveis emocionais, no entanto, ainda é menos investigada. Como mostra a análise de Foley e colegas (2017), dados experimentais e de avaliações em escala internacional sugerem que o medo e a apreensão em lidar com a matemática é um fator que impede o pleno sucesso desses programas.

A ansiedade matemática (AM) é definida como um conjunto de sentimentos de apreensão e maior reatividade fisiológica quando indivíduos lidam com matemática, como manipulação de números, resolvendo problemas numéricos ou quando expostos a situações avaliativas relacionadas ao seu desempenho matemático (Luttenberger et al., 2018). Ela se manifesta em diferentes níveis: cognitivo (atitudes, ruminação, autoeficácia, autoconceito),

afetivo (motivação, excitação, disforia, interesse), comportamental (esquiva, fuga, procrastinação ou fazer rápido para se livrar) e fisiológico (suor, frequência cardíaca, cortisol) (Haase et al., 2019).

O interesse sobre essa relação entre emoção e matemática começou há mais de sessenta anos quando Dreger e Aiken (1957) cunharam o termo “*number anxiety*”. Vinte e cinco anos depois, Richardson e Suinn (1972) atualizaram o termo para “*math anxiety*” e definiram como um sentimento de tensão e ansiedade que interfere com a manipulação de números e na resolução de problemas matemáticos na vida cotidiana e em situações acadêmicas. Além disso, os autores elaboraram o primeiro questionário para medir esse construto. A partir da década de 90, houve um significativo aumento de pesquisas sobre a AM, assim como o desenvolvimento de várias escalas para medi-la. (Haase et al., 2019).

A pesquisa de Hembree (1990), uma das mais citadas na literatura sobre AM, realizada com estudantes universitários nos EUA, foi a primeira a mostrar uma correlação inesperada e de alto interesse para o avanço dos estudos sobre cognição numérica: AM está negativamente correlacionada com desempenho matemático. Mais de 30 anos depois, e usando dados de vários países espalhados pelo mundo, meta-análises continuam encontrando essa mesma correlação negativa. Por exemplo, analisando 747 efeitos acumulados entre pesquisas feitas entre 1992 e 2018, Barroso et al., (2021) encontraram uma correlação negativa, pequena para moderada ($r = -0,28$), entre AM e desempenho matemático. Zhang e colegas (2019) fizeram uma meta-análise com publicações feitas entre 2000 e 2019 (84 amostras, $N = 8680$) e encontraram resultado semelhante ($r = -0,35$). Outra meta-análise feita apenas com pesquisas com crianças em idade escolar encontrou um valor semelhante, $r = -0,34$ (Namkung et al., 2019).

Apesar da correlação entre AM e desempenho ser frequentemente reportada na literatura, não estão claros os mecanismos e a estrutura dessa relação. Sobretudo, há um

especial interesse na investigação dos mecanismos que explicam como a AM prejudica o desempenho matemático. Sabe-se que há prejuízo tanto na performance em matemática avançada como na básica e que há muitas variáveis confundidoras como idade, gênero, cultura e partes específicas da matemática (Dowker, 2019). Algumas teorias que propuseram explicar essa correlação serão discutidas mais à frente.

A maior meta-análise, com múltiplos níveis e mais culturalmente diversa foi feita por Lau e colegas (2022). Os autores estavam interessados em ir além de fatores individuais para compreender a correlação entre AM e desempenho matemático. Diversos fatores contextuais tiveram correlação significativa com AM como, por exemplo, frequência de tarefas de casa, estado emocional dos pais, estado emocional dos professores, o índice de evitação de incerteza da cultura e índice de desenvolvimento humano. Os autores ressaltam a importância de ver AM não apenas como fator individual mas como um construto que é afetado, em modos complexos, por fatores que estão dentro do ambiente escolar e do país do estudante.

Nos próximos parágrafos será feita uma conceituação da AM e revisão dos principais achados científicos sobre as bases cognitivas da AM e sua relação com aprendizagem da matemática. Em seguida, serão apresentadas as escalas de avaliação da AM disponíveis na literatura, como escolhemos a escala a ser adaptada para o português, o processo de tradução e adaptação e a análise de dados para corroborar a discussão.

A AM é um construto que não é completamente explicado pela ansiedade geral ou pela ansiedade de teste. Estudos conduzidos por Hembree (1990) e Ashcraft et al. (1998) mostraram que a AM tem correlação entre 0,30 a 0,50 com ansiedade de teste e 0,35 com ansiedade geral, não sendo completamente explicada por elas. De fato, diferentes medidas de AM têm correlação entre si muito maiores (aproximadamente 0,80) do que ansiedade de teste ou ansiedade geral (Ashcraft & Ridley, 2005). A AM, portanto, é um fenômeno que possui relativa independência da ansiedade geral e da ansiedade de teste.

Atitudes são avaliações globais (e.g., bom ou ruim) e relativamente duradouras sobre um objeto, pessoa ou assunto (Banaji & Heiphetz, 2010). As atitudes em relação à matemática têm alta correlação com a AM. Em crianças em idade escolar, Hembree (1990) encontrou correlação de -0,73 entre AM e prazer em estudar matemática, e de -0,82 com confiança em resolver problemas de matemática. Akin e Kurbanoglu (2011) encontraram uma correlação de 0,68 entre AM e atitudes negativas em relação à matemática em estudantes universitários. Um estudo longitudinal recente nos EUA (Casanova et al., 2021) acompanhou crianças dos 6 até 9 anos. Os pesquisadores encontraram uma correlação -0,58 para meninas e -0,62 entre AM e atitudes para meninos no primeiro ano do estudo. No entanto, como mostrado pelos diferentes níveis de manifestação da AM, ela é um construto multidimensional e não pode ser reduzida a apenas atitudes negativas em relação à matemática apesar da alta correlação entre as duas ser bem definida na literatura.

Como há considerável falta de estudos longitudinais nesta área, ainda não é possível estabelecer uma conexão causal entre AM e atitudes negativas em relação à matemática. Um estudo longitudinal conduzido ao longo de um ano (Ahmed et al., 2012) sugere que esses fatores têm uma relação recíproca, influenciando um ao outro. Já a pesquisa de Casanova e colegas (2021) sugere que atitudes sobre matemática são mais importantes para o desenvolvimento de AM do que vice-versa.

Não há consenso na literatura sobre a prevalência de AM. Apesar de conceitualmente bem definida na literatura científica, não existem ainda parâmetros universais definidos para avaliação da AM. Diferentes autores medem AM de diferentes maneiras com diferentes populações e relatam diferentes resultados. No entanto, sabe-se que AM é um fenômeno global pois os dados do PISA (*Programme for International Student Assessment*; OECD, 2013) mostram que aproximadamente 60% dos estudantes têm preocupações com aulas de

matemática, e aproximadamente 30% dos estudantes dizem se sentir impotentes quanto tem que fazer um problema matemático.

As tentativas já feitas para estimar a prevalência da AM em diversas populações encontram valores altamente dispares. Por exemplo, enquanto Richardson e Suinn (1972) reportaram que aproximadamente 11% dos estudantes universitários teriam níveis tão altos de AM que precisariam de psicoterapia, Johnston-Wilder e colegas (2014) afirmam que essa proporção é na realidade 30% dos estudantes. Por outro lado, Chinn (2009), que usou critérios bem restritos para definir AM, sugere que 2% a 6% dos adolescentes na Inglaterra apresentam níveis relevantes de AM. Mais recentemente, Hart & Ganley (2019), encontraram que 5,4% de uma população adulta relatou alta AM. Segundo Dowker et al. (2016), mesmo considerando os menores valores de prevalência, AM é ainda um problema significativo.

Mulheres relatam maior AM do que homens, mas raramente apresentam pior desempenho matemático (Bieg et al., 2015). Há muitas variáveis confundidoras nessa relação como tipos de educação de cada país, ameaça de estereótipo e ansiedade-estado e ansiedade-traço (Tomasetto, 2019).

Em países que focam em educação igualitária, há pouca ou nenhuma diferença na performance em matemática (Spelke, 2005). No entanto, garotas ainda relatam maior AM e se avaliam de modo mais negativo do que meninos (Devine et al., 2012) e essa discrepância entre valores pode vir de muitas fontes diferentes. Por exemplo, um estudo de Beilock et al. (2010) mostrou como garotas podem sofrer influência da exposição dos estereótipos de gênero e transmissão social de AM por professoras que elas mesmas têm alta AM.

A AM parece piorar consideravelmente com a idade (Dowker et al., 2016). Em parte tem a ver com a tendência das pessoas com AM em evitar as situações e contextos que possam envolver matemática e, como consequência, não tem sucesso em aprender matemática. Há outros fatores também como memória de trabalho e cultura, mas esta área

ainda precisa de mais estudos. Sabemos, no entanto, que alta AM já foi encontrada em crianças no ensino primário (Wu et al, 2012).

A necessidade de pesquisar maneiras de mitigar os prejuízos associados com AM se torna clara ao considerar que ela afeta as decisões que os indivíduos tomam em suas vidas acadêmicas e financeiras (Geist, 2010). Pessoas com alta AM tendem a evitar cursos com conteúdo matemático e, quando tentam, costumam obter notas mais baixas (Ashcraft & Kirk, 2001; Hembree, 1990; Zhang et al., 2019). AM também afasta os estudantes de seguir carreiras em áreas de ciências exatas, sendo assim mais prevalente em estudantes de humanas (Núñez-Peña et al., 2013)

Ainda estão sendo estudadas maneiras efetivas de como prevenir AM e como incentivar o estudo de matemática. No entanto, ainda há muitos desafios dentro e fora da escola como, por exemplo, o fato de que os próprios pais e educadores possuem AM e podem favorecer a manifestação da mesma nas crianças. De fato, é possível ver AM como um fenômeno intergeracional (Vanbinst et al., 2020)

Técnicas já estabelecidas para remediação da ansiedade geral e para fobias, como exposição sistemática e reavaliação cognitiva, podem ser usados para intervenção em AM (Dowker et al., 2016; Pizzie & Kraemer, 2021). Além disso, outros métodos mais simples também estão sendo estudados. Por exemplo, uma pesquisa feita por Ramirez & Beilock, (2011) mostrou como o simples ato de escrever sobre sua dificuldade e pensamentos relacionados à matemática trouxe um aumento no desempenho matemático.

É importante considerar, também, que faltam estudos longitudinais sobre AM que possam prover evidências mais diretas e robustas sobre seu impacto na educação e nas escolhas dos alunos.

Um estudo longitudinal que acompanhou os participantes por quatro anos (Daker et al., 2021) mostrou como AM é um ótimo preditor para baixo envolvimento em matérias com

conteúdo matemático e menores notas finais dessas matérias mesmo controlando habilidade matemática, sexo e idade. Com base nos resultados, os autores afirmam que a baixa participação em disciplinas com conteúdo relacionados à matemática, além de pior desempenho matemático, não podem ser atribuídos apenas a baixas habilidades matemáticas como também é preciso considerar a AM para explicar esses dados.

Ramirez et al. (2018) propõem dois modelos para explicar a relação entre AM e desempenho aritmético: o Modelo de Disrupção e o Modelo de Competência Diminuída. O Modelo de Disrupção é baseado na redução temporária de recursos cognitivos necessários para cálculos bem-sucedidos como, por exemplo, memória de trabalho. Pesquisas sugerem que pensamentos intrusivos e ruminatórias relacionados à AM são disruptivos para a memória de trabalho (Ashcraft & Kirk, 2001; Eysenck & Calvo, 1992). O importante papel da inibição aqui é referente à supressão desses pensamentos intrusivos, ruminatórias e outros estímulos não relacionados a tarefas matemáticas. Assim, o argumento central do modelo é que a AM causa baixo desempenho matemático.

O segundo modelo, de modo oposto, argumenta que a AM resulta de prejuízos nas representações numéricas básicas. De acordo com esse modelo, indivíduos com piores habilidades numéricas e espaciais terão desempenho prejudicado na matemática, o que, por sua vez, facilitaria o surgimento de AM.

Há várias evidências para este modelo. Primeiro, experimentos feitos com contagem simples (Maloney et al., 2010) em que indivíduos com alta AM divergiram do grupo de baixa AM em tarefas de enumeração de itens. Segundo, tarefa de escolha do maior número entre dois dígitos (Maloney et al., 2011) onde indivíduos com alta AM mostram representações de magnitudes numéricas menos precisas do que o grupo de baixa AM. E, terceiro, rotação mental de objetos em três dimensões (Ferguson et al., 2015) onde indivíduos com alta AM

tiveram pior performance em mensurar objetos mentalmente e, por fim, representações menos precisas de magnitudes numéricas (Nuñez-Peña & Suárez-Pellicioni, 2014).

Assim, o argumento central do modelo é que o baixo desempenho matemático causa AM devido às sucessivas experiências aversivas causadas no ambiente escolar.

É importante notar que esses dois modelos não são excludentes. É inteiramente possível que o déficit em habilidades matemáticas básicas cause AM e que depois a AM gaste recursos da memória de trabalho. Essa possível relação bidirecional sugeria que AM é tanto a causa quanto o resultado de baixas habilidades matemáticas.

O modo mais usado para medir AM é através de questionários (Dowker et al., 2016). Em língua inglesa, existem vários instrumentos psicométricos que visam medir AM em adultos (para uma revisão ver Haase et al., 2019). Entre os mais usados, destaca-se a sMARS, ou *short Mathematics Anxiety Rating Scale*, originalmente desenvolvida por Richardson e Suinn (1972), e posteriormente abreviada por Alexander e Martray (1989). A sMARS é uma escala de 25 itens que visa avaliar a AM em três dimensões: ansiedade para provas de matemática, ansiedade para aulas de matemática e ansiedade para cálculos matemáticos. Esse modelo tridimensional permite uma visão mais detalhada da AM e foi usado em várias pesquisas e em diferentes culturas (por exemplo, Núñez-Peña, Suárez-Pellicioni & Guilera, 2013; Geyik, 2015).

Há ainda tentativas de avaliar AM através de medidas fisiológicas ou neuroimagens. Por exemplo, Pletzer et al. (2010) encontrou correlação entre AM e excreção salivar de cortisol. Núñez-Peña e Suárez-Pellicioni (2014) fizeram uma análise de ERP (*event-related potential*) em um estudo de EEG (*electroencephalogram*) e encontraram padrões diferentes para pessoas com alta AM e Liu et al., (2019), também com EEG, mostraram como indivíduos com alta AM usam mais recursos atencionais para lidar tanto com manifestações da AM como com a tarefa matemática, enquanto indivíduos com baixa AM podem se focar

apenas na tarefa . Usando ressonância magnética funcional (fMRI), Lyons & Beilock (2012) encontraram que quando se antecipa uma tarefa de matemática e quanto maior for a AM do participante, maior aumento na atividade de regiões cerebrais relacionados a antecipação de ameaças assim como ativação em áreas relacionadas à experiência de dor. Young et al., (2012), também usaram fMRI para identificar as bases de neurodesenvolvimento da AM em crianças.

Apesar de estudos prévios reportarem uma estrutura trifatorial para a sMARS, como o trabalho de Núñez-Peña, Suárez-Pellicioni, Guilera e Mercadé-Carranza (2013), ainda não há consenso na literatura sobre a estrutura interna da AM (Cipora et al., 2019). Por exemplo, outro questionário desenvolvido para avaliar AM (Hopko et al., 2003), encontrou uma estrutura bifatorial: um fator para o uso de matemática (ansiedade numérica) e outro para ser avaliado em matemática (ansiedade de avaliação em matemática). A MAS-UK (*Math Anxiety Scale for United Kingdom*), escala desenvolvida especificamente para o Reino Unido, encontrou três fatores: ansiedade matemática de performance, ansiedade de matemática cotidiana e ver matemática sendo feita por alguém como professores ou outros alunos (Hunt et al., 2011). Pletzer e equipe (2016) encontraram um resultado diferente na literatura. Através de análises fatoriais confirmatórias, eles encontraram seis fatores de AM: fazer provas de matemática, pensar sobre uma prova futura, ansiedade de aprendizado de matemática, uso cotidiano de matemática, ansiedade de performance e ansiedade de responsabilidade social. Portanto, um consenso importante na literatura atual é que AM não é um construto unifatorial.

Mesmo com aumento significativo do interesse científico na última década, há apenas um instrumento validado no Brasil para medir AM no público infantil (Wood et al., 2012) e ainda não há um instrumento para adultos. O presente estudo visa começar a preencher essa lacuna a partir da tradução e adaptação para o português da escala sMARS. Além disso,

busca-se contribuir com a literatura internacional sobre AM investigando evidências de validade da escala em uma nova população e contexto.

Hipóteses

Hipotetiza-se que a versão brasileira da sMARS terá, a) alta consistência interna e consistência temporal, b) alta correlação positiva com atitudes negativas em relação à matemática, c) moderada correlação positiva com ansiedade geral, d) maiores níveis de AM em estudantes de ciências humanas do que estudantes de ciências exatas mesmo controlando sexo, e) maiores níveis de AM em mulheres do que em homens mesmo controlando área de estudo e, por fim, f) análise fatorial exploratória (AFE) irá encontrar três fatores como previsto na teoria.

Método

Procedimentos

Participaram do estudo estudantes de graduação e pós-graduação da Universidade de Brasília (Brasília, Brasil). A coleta de dados foi online e todos os participantes foram contactados através de divulgação nas redes sociais da universidade e por e-mails encaminhados aos departamentos. A divulgação da pesquisa foi direcionada para estudantes dos cursos dos institutos de ciências humanas (ex: Letras, Sociologia) e de ciências exatas (ex: Engenharia Eletrônica, Física, Matemática), a fim de favorecer a presença de participantes com diferentes perfis de experiência e atitudes em relação à matemática.

A ferramenta usada para a coleta de dados foi o *Google Forms*. O link para participação na pesquisa foi deixado em livre acesso por um período de aproximadamente quatro meses. A primeira página apresentava o TCLE e o acesso aos questionários só era

disponibilizado àqueles que concordassem com o termo. Os dados de cada participante só foram salvos quando todos os itens das escalas e do questionário sociodemográfico foram respondidos. Depois de alguns meses, esses participantes que responderam todos os questionários foram então chamados novamente para participar do teste-reteste.

A pesquisa foi avaliada e aprovada pela CONEP (Comissão Nacional de Ética em Pesquisa) através da Plataforma Brasil e pelo CEP/CHS (Comitê de Ética em Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais da Universidade de Brasília) por regimento interno.

Participantes

Ao todo 198 indivíduos responderam a todos os instrumentos da pesquisa. Como há interesse em caracterizar áreas de estudo (humanas e exatas), foram removidos 11 participantes por serem de cursos de saúde ou biológicas. Foram encontradas e removidas respostas duplicadas de 5 participantes. Seguindo orientação e método de Huang et al. (2012), participantes sem engajamento (isto é, com variância igual a zero para todas as suas respostas) foram removidos para reduzir o ruído na amostra. Assim, um participante foi removido pela falta de engajamento. Por fim, um participante foi removido por não ter ou estar cursando Ensino Superior.. A amostra final foi composta por 180 estudantes.

Instrumentos

1. sMARS (Alexander & Martray, 1989). A sMARS (*short Mathematical Anxiety Rating Scale*) é um versão reduzida, composta por 25 itens, do original MARS. Os itens da sMARS apresentam uma série de situações cotidianas relacionadas ao desempenho e à aprendizagem da matemática, e os participantes devem indicar o quão ansiosos eles se sentem em cada uma delas. São apresentadas, por exemplo, afirmações como “Estudar para uma prova de matemática” e “Pensar sobre o teste de matemática que acontecerá em uma hora”.

As respostas são feitas em uma escala tipo-Likert de cinco opções (“Nenhum pouco”, “Um pouco”, “Mais ou menos”, “Muito” e “Em excesso”). A pontuação total na escala varia de 25 até 125 pontos.

Os itens da sMARS são agrupados em três fatores: i) ansiedade matemática relacionada às provas; ii) ansiedade matemática relacionada à tarefa matemática; e iii) ansiedade matemática relacionada à aulas de matemática. O questionário apresenta boa consistência interna com $\alpha = 0,96$ e teste-reteste de duas semanas $r = 0,86$ (Núñez-Peña, Suárez-Pellicioni, Guilera, & Mercadé-Carranza, 2013).

2. Escala de Atitudes em Relação à Matemática (EARM). Questionário composto por 20 itens (Aiken & Dreger, 1961; traduzida e validada por Brito, 1998) em que o participante avalia proposições positivas e negativas sobre matemática (e.g., “Eu acho a matemática muito interessante” e “gosto de dar aulas sobre esse conteúdo,”). Apresenta boa consistência interna com $\alpha = 0,95$ e teste-reteste $r = 0,94$ (Brito, 1998). Não há opção neutra na escala, dado que o probando é forçado a escolher uma das seguintes alternativas em cada item: concordo totalmente, concordo, discordo e discordo totalmente. Há itens que expressam atitudes positivas (3, 4, 5, 9, 11, 14, 15, 18, 19 e 20) e itens que expressam atitudes negativas (1, 2, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 16 e 17). O item 21 tem o intuito de verificar a autoeficácia do indivíduo e Brito (1998) sugere analisar separadamente.

Os itens do instrumento foram enumerados na seguinte ordem: discordo totalmente (1), discordo (2), concordo (3) e concordo totalmente (4). Para não haver neutralização entre itens positivos e negativos, inverte-se valores dos itens positivos (ou seja, $4 = 1$, $3 = 2$, $2 = 3$ e $1 = 4$). Assim, o valor que representa a maior aversão possível é o valor máximo de 80, enquanto o valor mínimo de 20 representa atitudes completamente positivas em relação à matemática.

3. Inventário Beck de Ansiedade (BAI). É um questionário de 21 itens produzido por Beck et al. (1996) e traduzido e adaptado por Cunha (2001) que mede a intensidade dos sintomas de ansiedade (e.g., coração acelerado, medo de morrer, mãos tremendo) dentro de uma escala de resposta (“Ausente”, “Suave, não me incomoda muito”, “Moderado, é desagradável mas consigo controlar”, “Severo, quase não consigo suportar”). A escala varia de 0 até 63 pontos. Apresenta boa consistência interna com $\alpha = 0,92$ e teste-reteste $r = 0,56$ (Cunha, 2001)

4. Questionário sócio-demográfico. Foram coletadas informações sobre idade, sexo, área de estudo e trajetória acadêmica.

Tradução e Adaptação da sMARS

A adaptação da escala sMARS foi feita em etapas delimitadas por Borsa et al., (2012). Primeiro, foi feita a tradução direta do instrumento da língua inglesa para a língua portuguesa por quatro tradutores com expertise em cognição numérica. Segundo, as quatro versões foram comparadas e a versão final é uma síntese das quatro versões traduzidas. Terceiro, uma tradutora formada fez a tradução reversa (de português para inglês) e a coerência entre as versões inglês/português e português/inglês foi avaliada pelos juízes junto com a tradutora. Quarto, avaliação qualitativa do questionário, item por item, pelo público-alvo (três estudantes de humanas e três estudantes de exatas), convidados por conveniência. Quinto, depois das mudanças sugeridas pelos estudantes, eles responderam e avaliaram de novo a escala. Como não levantaram nenhum questionamento na segunda avaliação, a versão adaptada da sMARS estava pronta para ser distribuída.

Análise dos Dados

Análise descritiva dos questionários, correlações e ANOVAs foram conduzidas através do *software* SPSS, versão 25. Para fazer a análise fatorial exploratória da sMARS foi usado o *software* FACTOR, versão 11 (Lorenzo-Seva & Ferrando, 2013). Primeiro foi medido a adequação da matriz de correlação através do teste KMO (Kaiser-Meyer-Olkin). Em seguida, três procedimentos para determinar o número de fatores foram feitos: eigenvalues, análise paralela e Hull. O FACTOR também permite hipotetizar diferentes modelos para a adequação dos dados entre diferentes números de fatores. Assim, de acordo com a teoria sobre AM, há três modelos predominantes para serem testados: unifatorial, bifatorial e trifatorial.

Considerando que os itens da sMARS são respondidos em escala ordinal, e não são normalmente distribuídos, este trabalho seguiu as orientações de Bandalos (2014) e Finney et al., (2016). Foi, portanto, usado o método de estimação *Weighted Least Squares Mean and Variance-Adjusted* (WLSMV; Média dos Mínimos Quadrados Ponderados e Variância Ajustada) para estimar fatores. No *software* FACTOR e no R, este método também é chamado de *Robust Diagonally Weighted Least Square* (RDWLS).

Sobre o tamanho amostral necessário para realizar AFE, não há consenso na literatura. Sapnas & Zeller (2002) argumentam que uma amostra entre 50 e 100 é suficiente. Hogarty et al. (2005) não encontraram resultados que provem uma razão participante:item mínima necessária (i.e., 3:1, 5:1, 10:1, 15:1). Costello & Osborne (2005) ressaltam que não há mais uma regra clara e que o tamanho adequado da amostra depende da natureza dos dados. Quanto melhores forem os dados, menor é o tamanho da amostra necessário.

Por fim, a matriz inter-item da sMARS foi analisada pelo método de correlação policórica (com 500 reamostragem por meio de *bootstrap*) e rotação usada foi promin. Até

onde fomos capazes de averiguar, é a primeira vez que a sMARS está passando por este tratamento psicométrico.

Resultados

Os 180 participantes que compuseram a amostra final apresentaram média de idade igual a 23,69 anos ($DP = 4,89$), com 104 (57,78%) estudantes do sexo feminino. A área de exatas foi composta por 95 participantes (52,78%) da amostra total, sendo 40 participantes (42,11%) do sexo feminino, com uma média de idade igual a 24,35 anos ($DP = 4,76$). A área de ciências humanas foi composta por 85 participantes, sendo 64 participantes (75,29%) estudantes do sexo feminino, com uma média de idade de 22,95 anos ($DP = 4,95$).

Um Teste Qui-Quadrado de independência entre amostras mostrou uma frequência significativamente maior de participantes do sexo feminino na área de ciências humanas ($\chi^2[1, 180] = 20,26, p < 0,001$).

Uma série de testes Kolmogorov-Smirnov mostrou que os escores de nenhuma das escalas apresentou distribuição normal (todos os p 's $< 0,05$).

A versão adaptada da escala sMARS apresentou excelente consistência interna com Alfa de Cronbach igual a 0,96, assim como a escala de atitudes ($\alpha = 0,97$) e a escala Beck de ansiedade ($\alpha = 0,94$). Foi também calculada a consistência temporal da sMARS a partir do índice de teste-reteste. Seguindo as normas propostas por Terwee *et al.* (2007), para encontrar o valor teste-reteste a partir de dados ordinais, como dos questionários desta pesquisa, é recomendado o uso Kappa ponderado quadrático com pelo menos 50 participantes. O teste-reteste da sMARS foi realizado com 73 participantes um mês após o fim da aplicação original da escala com o resultado de $\kappa = 0,89$, valor considerado indicativo de consistência

forte (McHugh, 2012). Portanto, os índices de Cronbach e de teste-reteste indicaram que a sMARS tem alta consistência interna mesmo aplicando normas psicométricas mais recentes.

Análises de correlação de Spearman indicaram forte correlação entre sMARS e EARM $r(179) = 0,80, p < 0,01$, e moderada entre sMARS e BAI, $r(179) = 0,45, p < 0,01$. Foi observado também uma correlação fraca, mas significativa, entre BAI e EARM, $r(179) = 0,36, p < 0,01$.

Uma estratégia para usar testes estatísticos paramétricos ainda que a distribuição dos dados não seja normal é o bootstrapping (Hesterberg, 2011). O mesmo padrão de respostas foi observado a partir de testes de Pearson, com resultados mostrando forte correlação entre sMARS e EARM, $r(180) = 0,81, p < 0,01$, correlação moderada entre sMARS e BAI, $r(180) = 0,44, p < 0,01$, e correlação fraca, mas significativa, entre sMARS e EARM, $r(180) = 0,34, p < 0,01$.

Na tabela 1 e 2, encontram-se as comparações de médias entre os grupos de área de estudo e sexo.

Tabela 1

Valores dos testes t entre as áreas de estudos (exatas e humanas) para as variáveis Idade, escore da sMARS, escores do BAI e escores da EARM.

Variáveis	Exatas ($n = 95$)		Humanas ($n = 85$)		t	p	d
	Média	DP	Média	DP			
Idade	24,35	4,76	22,95	4,95	-1,92	0,56	0,29
sMARS	57,09	2,02	67,28	2,47	3,22	0,002	0,48
BAI	36,82	1,38	41,74	1,44	2,47	0,14	0,37
EARM	39,79	1,49	51,66	1,65	5,34	< 0,001	0,81

Tabela 2

Valores dos testes *t* entre sexo para as variáveis Idade, escore da sMARS, escores do BAI e escores da EARM.

Variáveis	Feminino (<i>n</i> = 104)		Masculino (<i>n</i> = 76)		<i>t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
	Média	DP	Média	DP			
Idade	22,38	3,74	25,48	5,66	-4,42	< 0,001	0,64
sMARS	66,94	2,15	55,01	2,24	3,76	< 0,001	0,58
BAI	42,81	1,37	34,13	1,29	4,47	< 0,001	0,68
EARM	49,86	1,58	39,29	1,59	4,62	< 0,001	0,71

Para investigar os efeitos da área de estudo sobre os escores na versão adaptada da sMARS, foram realizados dois testes *t* para amostras independentes com *bootstrapping* para os grupos de área de estudo. O teste mostrou que, em média, o grupo de estudantes da área de humanas ($M = 67,28$, $DP = 2,47$) teve maiores escores na sMARS do que o grupo da área de exatas ($M = 57,09$, $DP = 2,02$), $t(178) = 3,217$, $p < 0,01$, d de Cohen = 0,49.

Uma vez que a distribuição dos sexos entre as áreas de estudo não é homogênea, e há pesquisas anteriores indicando diferenças de gênero em relação à AM (Devine et al., 2012), investigamos também os escores da sMARS de acordo com o sexo dos participantes. Os resultados mostraram que o sexo feminino ($M = 66,94$, $DP = 2,15$) apresenta escores significativamente maiores do que o sexo masculino ($M = 55,01$, $DP = 2,24$), $t(178) = 3,76$, $p < 0,001$, d de Cohen = 0,56.

A fim de investigar mais detalhadamente os efeitos que a área de estudo dos participantes e a ansiedade geral exercem sobre os escores da sMARS, foram realizados testes de ANCOVA com *bootstrapping*. Os escores na sMARS foram inseridos na análise como a variável dependente, a área de estudo (humanas vs exatas) como fator entre-sujeitos,

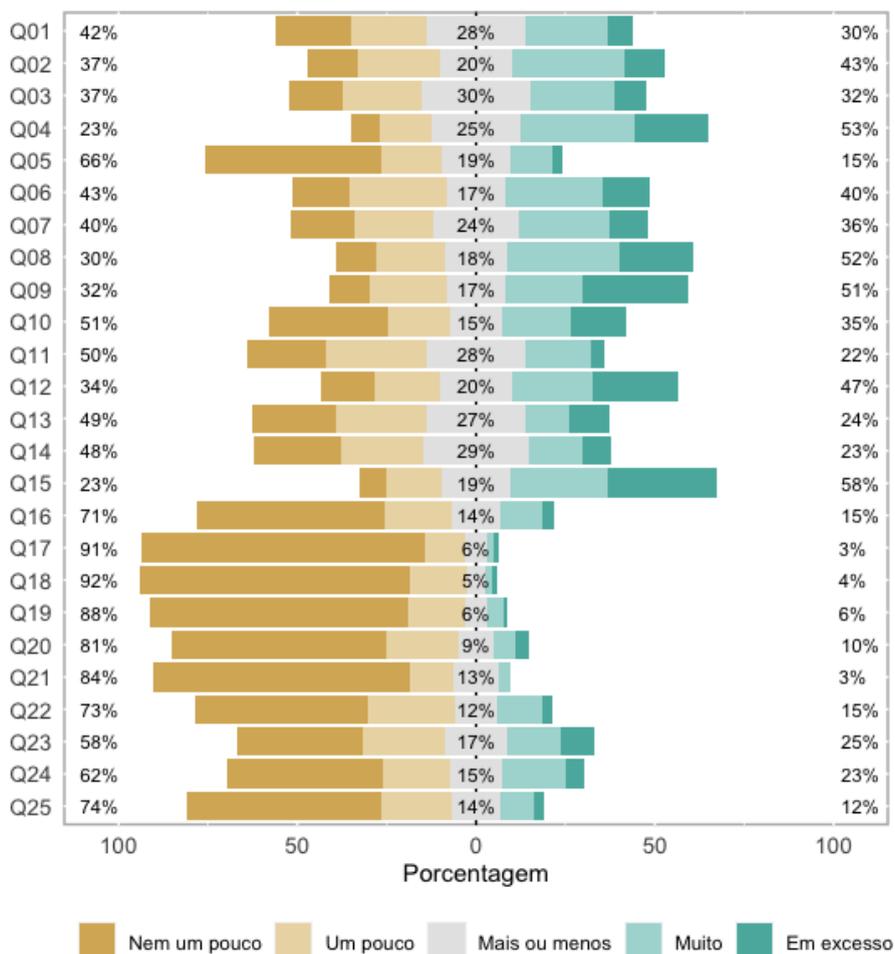
e BAI como covariável. Os resultados indicaram que, mesmo quando controlada pelos escores do BAI, os efeitos da área de estudo sobre a AM se mantêm significativos ($F[1, 179] = 5,58, p = 0,019, \eta^2 = 0,031$).

Uma vez que o sexo demonstrou efeito significativo sobre a AM, a mesma análise foi realizada novamente incluindo a variável sexo como covariável, juntamente com os escores do BAI. Porém os resultados mostraram que o efeito da área de estudo sobre a AM não é mais significativo se controlada por BAI e sexo ao mesmo tempo ($F[1,179] = 3,34, p = 0,69$).

A Figura 1 mostra as porcentagens de respostas para cada item da sMARS. É possível ver como alguns itens (i.e., 17, 18 e 19) tiveram baixíssima variabilidade de respostas, indicando serem pouco informativos sobre o construto psicológico que almejam medir.

Figura 1

Proporção de respostas para cada item da escala sMARS



Seguindo as recomendações de Watkins (2018) e Izquierdo et al. (2014) para uso de AFE com construtos psicológicos, a análise foi realizada a partir de uma matriz de correlação policórica. Aqui a AFE não encontrou uma matriz positiva definida de correlação entre os itens. Como tal matriz é fundamental para o restante dos cálculos, o *software* interrompe a AFE. Lorenzo-Seva e Ferrando (2021) criaram um método para resolver o problema da matriz não positiva definida chamado *smoothing*. No entanto, esse método também não produziu uma matriz positiva definida.

Assim, seguindo a recomendação de Rigdon (1997), para a análise de dados continuar, é preciso descobrir se há dependência linear entre os itens, isto é, se dois itens tem tão pouca variabilidade que quase são perfeitamente correlacionados um com o outro. Caso encontrada, então um dos itens deve ser deletado. Um modo simples de aplicar essa sugestão é fazer a AFE um item por vez. Caso o software de estatística aponte matriz não positiva definida, deve ser removido o último item inserido. Assim, como foi observada dependência linear entre os itens 7, 17 e 18, os mesmos foram removidos.

A adequação da amostra foi testada usando KMO, que pede um mínimo de 0,50, e teste de esfericidade de Bartlett, que precisa ser significativo. Ambos apontaram bons resultados (KMO = 0,90 e $\chi^2 [231] = 1996.8$, $p < .001$).

Houve divergência quanto ao número de fatores. O *software* FACTOR oferece quatro métodos para extração dos fatores e os quatro foram usados. Pelo critério de Kaiser, 3 *eigenvalues* acima de 1 explicam 76% dos dados. O Critério de Informação Bayesiano sugere 2 fatores, assim como a Análise Paralela. No entanto, o Método Hull, considerado o mais recomendável (Lorenzo-Seva et al., 2011), sugere apenas 1 fator (CFI = 0,995, *Scree* = 226,05). Os testes de unidimensionalidade vão ao encontro do valor encontrado por Hull indicando apenas um fator: UniCo (*Unidimensional Congruence*) = 0,957 IC 95% [0,923 -

0,989], ECV (*Explained Common Variance*) = 0,890 IC 95% [0,859 - 0,922] e MIREAL (*Mean of Item Residual Absolute Loadings*) = 0,216 IC 95% = 0,166 - 0,260). Os pontos de corte são UniCo > 0,95, ECV > 0,85 e MIREAL < 0,300.

Na tabela 3, encontram-se as estruturas e cargas fatoriais sugeridas para modelo com dois fatores e com um fator.

Tabela 3

Estruturas e cargas fatoriais de cada item com dois fatores e um fator

	UM FATOR	DOIS FATORES	
	F1	F1	F2
Q 01	0,78		0,73
Q 02	0,75		0,81
Q 03	0,82		1,04
Q 04	0,81	-0,36	1,17
Q 05	0,79	0,36	0,47
Q 06	0,77		0,65
Q 08	0,86		0,96
Q 09	0,83		1,03
Q 10	0,87	0,51	0,39
Q 11	0,82	0,36	0,49
Q 12	0,73		0,92
Q 13	0,78	0,31	0,51
Q 14	0,85		0,71
Q 15	0,78		0,94
Q 16	0,41	0,75	
Q 19	0,67	0,98	
Q 20	0,63	0,94	
Q 21	0,74	0,73	
Q 22	0,83	0,85	

	UM FATOR	DOIS FATORES	
Q 23	0,84	0,52	0,36
Q 24	0,80	0,70	
Q 25	0,84	0,51	0,38

Discussão

Os objetivos deste trabalho eram traduzir, adaptar e validar a sMARS para o público adulto brasileiro. Especificamente, buscamos avaliar se essa versão tem bons níveis de consistência interna e temporal, se tem convergência com atitudes negativas em relação à matemática, se tem convergência média ou baixa com ansiedade geral. A partir desses dados, o presente estudo analisou se a sMARS poderia ser um instrumento útil para estudar AM no Brasil, se os dados encontrados são semelhantes aos dados da literatura internacional em relação ao sexo e à área de estudo mesmo controlando covariáveis, se AFE e AFC encontrariam o modelo trifatorial e reforçaria a relativa popularidade da escala sMARS.

Os resultados indicaram que a versão adaptada da sMARS de fato apresentou bons valores para consistência interna mesmo usando mais de um método para medir esse parâmetro. Os resultados encontrados também confirmaram achados da literatura internacional ao indicar que os escores na sMARS são altamente correlacionados com atitudes negativas em relação à matemática (Kargar et al., 2010) e moderadamente correlacionados com a ansiedade geral (Hembree, 1990; Zettle & Raines, 2000). Esses dados mostram como a versão adaptada da sMARS produz resultados convergentes com estudos clássicos na área que indicam como a AM é correlacionada, mas não totalmente explicada, por atitudes e ansiedade.

Ademais, de modo semelhante aos resultados da literatura internacional, resultados também mostram que mulheres apresentam maior AM se comparados com homens (Goetz et al., 2013) e alunos da área de humanas apresentam maior AM se comparados com alunos da área de exatas (Scarpello, 2007). Há uma complexa relação entre AM, sexo e escolha profissional que ainda carece de estudos longitudinais para ser melhor entendida. Até aqui, a conclusão é que a sMARS de fato pode ser usada para medir AM em futuras pesquisas.

Um desafio foi encontrar uma maneira de lidar com a matriz não positiva definida da sMARS. Segundo Lorenzo-Seva e Ferrando (2021), a melhor forma de conseguir uma matriz positiva definida é seguir algumas regras de ouro: sem itens redundantes ou repetitivos, itens que produzem pouca ou nenhuma informação e itens que todos os indivíduos tendem a responder da mesma maneira precisam ser evitados. Se esses passos forem tomados, a qualidade da matriz será uma questão do tamanho da amostra. A escala sMARS não parece seguir essas regras de ouro. Por exemplo, os itens 17, 18 e 19 tiveram fortíssima tendência em serem respondidos da mesma maneira por todos os participantes. Esses itens pressupõem receber listas de exercícios matemáticos. Alguns participantes que preferem conteúdo da área de humanas podem não compreender as diferenças entre os itens ou até mesmo não ter a experiência de fazer uma lista de exercícios matemáticos.

Não há um número certo ou regra geral para definir o tamanho da amostra, mas nosso n seria suficiente se os dados coletados pela sMARS pudessem ser chamados de “strong data” (Costello & Osborne, 2005), isto é, altas e uniformes comunalidades (proporção de variabilidade de cada variável que é explicada pelos fatores) sem cargas fatoriais cruzadas. Alguns itens da sMARS apresentam baixíssima variabilidade de respostas e outros apresentam cargas cruzadas quando mais de um fator são considerados.

Há problemas com a AFE aplicada à sMARS. Feita de modo adequado à natureza dos dados, ou seja, para escalas ordinais, a AFE só foi possível com a remoção dos itens 7, 17 e

18 e ainda assim apresentou o número de fatores diferente do que os autores da escala apresentaram, isto é, três dimensões: ansiedade para provas de matemática, ansiedade para aulas de matemática e ansiedade para cálculos matemáticos (Alexander & Martray, 1989). Esses mesmos três fatores foram encontrados por análise fatorial confirmatória na adaptação para o espanhol (Núñez-Peña, Suárez-Pellicioni, Guilera, & Mercadé-Carranza, 2013).

A AFE apresentou resultados parecidos tanto para o modelo unifatorial como para o modelo bifatorial, mas, considerando os testes de unidimensionalidade, os resultados aqui indicam que a sMARS é um instrumento com apenas um fator.

Há motivos alternativos que podem explicar a discrepância dos números de fatores encontrados aqui com a literatura internacional. A escala sMARS foi construída em 1989 (Alexander & Martray, 1989) nos EUA. Assim, é possível haver diferenças culturais e contextuais, como mudanças nos níveis de ansiedade da sociedade e maior presença de matemática no cotidiano, para com o atual momento desta pesquisa que influenciam a percepção da matemática. Além disso, vale ressaltar, os dados foram coletados durante crise sanitária e de saúde pública provocadas pela pandemia de COVID-19, o que pode ter influenciado os resultados encontrados (i.e., aumento na ansiedade geral, uso excessivo de computadores, ensino remoto, etc). Por fim, como dito acima, a falta de conteúdo matemático nos cursos de humanas pode ter influenciado os participantes a responderem de maneira muito parecida entre si e, assim, alterado a estrutura interna do sMARS.

Considerando a discrepância entre o presente estudo e estudos anteriores, uma replicação seria interessante, principalmente considerando a popularidade da escala sMARS na pesquisa sobre ansiedade matemática. A partir dos presentes resultados, sugerimos que estudos futuros desenvolvam uma nova escala para avaliação da ansiedade matemática no contexto brasileiro, mais moderna e com itens mais informativos e mais adequados ao contexto atual de educação matemática.

Referências

- Ahmed, W., Minnaert, A., Kuyper, H., & Van der Werf, G. (2012). Reciprocal relationships between math self-concept and math anxiety. *Learning and Individual Differences*, 22(3), 385-389.
- Alexander, L., & Martray, C. (1989). The development of an abbreviated version of the Mathematics Anxiety Rating Scale. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, 22(3), 143-150.
- Aiken Jr, L. R., & Dreger, R. M. (1961). The effect of attitudes on performance in mathematics. *Journal of Educational Psychology*, 52(1).
- Akin, A., & Kurbanoglu, I. N. (2011). The relationships between math anxiety, math attitudes, and self-efficacy: A structural equation model. *Studia Psychologica*, 53(3), 263.
- Ashcraft, M. H., Kirk, E. P., & Hopko, D. (1998). On the cognitive consequences of mathematics anxiety. In *The Development of Mathematical Skills* (pp. 174-196). Psychology Press.
- Ashcraft, M. H., & Kirk, E. P. (2001). The relationships among working memory, math anxiety, and performance. *Journal of experimental psychology: General*, 130(2)
- Ashcraft, M. H., & Ridley, K. S. (2005). Math anxiety and its cognitive consequences. *Handbook of Mathematical Cognition*, 315-327.
- Baloglu, M. (1999). A comparison of mathematics anxiety and statistics anxiety in relation to general anxiety. *Texas A&M University*
- Banaji, M. R., & Heiphetz, L. (2010). Attitudes. In S. T. Fiske, D. T. Gilbert, & G. Lindzey (Eds.), *Handbook of social psychology* (pp. 353–393). John Wiley & Sons, Inc..

- Bandalos, D. L. (2014). Relative performance of categorical diagonally weighted least squares and robust maximum likelihood estimation. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 21(1), 102-116.
- Barroso, C., Ganley, C. M., McGraw, A. L., Geer, E. A., Hart, S. A., & Daucourt, M. C. (2021). A meta-analysis of the relation between math anxiety and math achievement. *Psychological Bulletin*, 147(2), 134-168.
- Beck, A. T., Steer, R. A., & Brown, G. K. (1996). *Beck depression inventory (BDI-II)* (Vol. 10, No. 3). London, UK: Pearson.
- Beddington, J., Cooper, C. L., Field, J., Goswami, U., Huppert, F. A., Jenkins, R., ... & Thomas, S. M. (2008). The mental wealth of nations. *Nature*, 455(7216), 1057-1060.
- Beilock, S. L., Gunderson, E. A., Ramirez, G., & Levine, S. C. (2010). Female teachers' math anxiety affects girls' math achievement. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(5), 1860-1863.
- Bieg, M., Goetz, T., Wolter, I., & Hall, N. C. (2015). Gender stereotype endorsement differentially predicts girls' and boys' trait-state discrepancy in math anxiety. *Frontiers in Psychology*, 6, 1404.
- Brito, M. R. F. D. (1998). Adaptação e validação de uma escala de atitudes em relação à matemática (primeira parte). ZETETIKÉ. *Revista de Educação Matemática*, 6(1), 109-125.
- Borsa, J. C., Damásio, B. F., & Bandeira, D. R. (2012). Cross-cultural adaptation and validation of psychological instruments: Some considerations. *Paidéia (Ribeirão Preto)*, 22, 423-432.
- Casanova, S., Vukovic, R. K., & Kieffer, M. J. (2021). Do girls pay an unequal price? Black and Latina girls' math attitudes, math anxiety, and mathematics achievement. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 73, 101256.

- Cipora, K., Artemenko, C., & Nuerk, H.-C. (2019). Different ways to measure math anxiety. In I. C. Mammarella, S. Caviola, & A. Dowker (Eds.), *Mathematics anxiety: What is known and what is still to be understood* (pp. 20–41). Routledge/Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.4324/9780429199981-2>
- Chinn, S. (2009). Mathematics anxiety in secondary students in England. *Dyslexia, 15*(1), 61-68.
- Cornu, V., Schiltz, C., Martin, R., & Hornung, C. (2018). Visuo-spatial abilities are key for young children's verbal number skills. *Journal of Experimental Child Psychology, 166*, 604-620.
- Costello, A. B., & Osborne, J. (2005). Best practices in exploratory factor analysis: Four recommendations for getting the most from your analysis. *Practical Assessment, Research, and Evaluation, 10*(1), 7.
- Cunha, J. A. (2001). Manual da versão em português das Escalas Beck. *São Paulo: Casa do Psicólogo, 256*, 11-3.
- Daker, R. J., Gattas, S. U., Sokolowski, H. M., Green, A. E., & Lyons, I. M. (2021). First-year students' math anxiety predicts STEM avoidance and underperformance throughout university, independently of math ability. *Science of Learning, 6*(1), 1-13.
- Devine, A., Fawcett, K., Szűcs, D., & Dowker, A. (2012). Gender differences in mathematics anxiety and the relation to mathematics performance while controlling for test anxiety. *Behavioral and Brain Functions, 8*(1), 1-9.
- Dowker, A. (2019). Mathematics anxiety and performance. In I. C. Mammarella, S. Caviola, & A. Dowker (Eds.) *Mathematics Anxiety* (pp. 62-76). Routledge.
- Dowker, A., Sarkar, A., & Looi, C. Y. (2016). Mathematics anxiety: What have we learned in 60 years?. *Frontiers in psychology, 7*, 508.

- Dreger, R. M., & Aiken Jr, L. R. (1957). The identification of number anxiety in a college population. *Journal of Educational Psychology*, 48(6), 344.
- Eysenck, M. W., & Calvo, M. G. (1992). Anxiety and performance: The processing efficiency theory. *Cognition & Emotion*, 6(6), 409-434.
- Ferguson, A. M., Maloney, E. A., Fugelsang, J., & Risko, E. F. (2015). On the relation between math and spatial ability: The case of math anxiety. *Learning and Individual Differences*, 39, 1-12.
- Finney, S. J., DiStefano, C., & Kopp, J. P. (2016). Overview of estimation methods and preconditions for their application with structural equation modeling. In K. Schweizer & C. DiStefano (Eds.), *Principles and methods of test construction: Standards and recent advances* (pp. 135–165). Hogrefe Publishing.
- Foley, A. E., Herts, J. B., Borgonovi, F., Guerriero, S., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2017). The math anxiety-performance link: A global phenomenon. *Current Directions in Psychological Science*, 26(1), 52-58.
- Geary, D. C., & van Marle, K. (2016). Young children's core symbolic and nonsymbolic quantitative knowledge in the prediction of later mathematics achievement. *Developmental Psychology*, 52(12), 2130–2144. <https://doi.org/10.1037/dev0000214>
- Geist, E. (2010). The anti-anxiety curriculum: Combating math anxiety in the classroom. *Journal of Instructional Psychology*, 37(1), 24–31.
- Geyik, S. K. (2015). The effects of parents' socio economic status on mathematics anxiety among social sciences students in turkey. *International Journal of Education and Research*, 3(1), 311-324.
- Gimbert, F., Camos, V., Gentaz, E., & Mazens, K. (2019). What predicts mathematics achievement? Developmental change in 5- and 7-year-old children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 178, 104–120. doi.org/10.1016/j.jecp.2018.09.013

- Goetz, T., Bieg, M., Lüdtke, O., Pekrun, R., & Hall, N. C. (2013). Do girls really experience more anxiety in mathematics?. *Psychological science, 24*(10), 2079-2087.
- Haase, V. G., & Carvalho, M. R. S. (2018). Genetics of dyscalculia. 2: In search of endophenotypes. In A. Fritz-Stratmann, V. G. Haase, & P. Räsänen (Eds.), *International handbook of math learning difficulties: From the lab to the classroom*. São Paulo: Springer Brazil.
- Hart, S. A., & Ganley, C. M. (2019). The nature of math anxiety in adults: Prevalence and correlates. *Journal of Numerical Cognition, 5*(2), 122-139.
- Hesterberg, T. (2011). Bootstrap. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics, 3*(6), 497-526.
- Hembree, R. (1990). The nature, effects, and relief of mathematics anxiety. *Journal for Research in Mathematics Education, 21*(1), 33-46.
- Hogarty, K. Y., Hines, C. V., Kromrey, J. D., Ferron, J. M., & Mumford, K. R. (2005). The quality of factor solutions in exploratory factor analysis: The influence of sample size, communality, and overdetermination. *Educational and Psychological Measurement, 65*(2), 202-226.
- Hopko, D. R., Mahadevan, R., Bare, R. L., & Hunt, M. K. (2003). The abbreviated math anxiety scale (AMAS) construction, validity, and reliability. *Assessment, 10*(2), 178-182.
- Huang, J. L., Curran, P. G., Keeney, J., Poposki, E. M., & DeShon, R. P. (2012). Detecting and deterring insufficient effort responding to surveys. *Journal of Business and Psychology, 27*(1), 99-114.
- Hunt, T. E., Clark-Carter, D., & Sheffield, D. (2011). The development and part validation of a UK scale for mathematics anxiety. *Journal of Psychoeducational Assessment, 29*(5), 455-466.

- Izquierdo Alfaro, I., Olea Díaz, J., & Abad García, F. J. (2014). Exploratory factor analysis in validation studies: Uses and recommendations. *Psicothema*, *26*(3), 395–400.
- Johnston-Wilder, S., Brindley, J., & Dent, P. (2014). A survey of mathematics anxiety and mathematical resilience among existing apprentices. *London: The Gatsby Foundation*.
- Kargar, M., Tarmizi, R. A., & Bayat, S. (2010). Relationship between mathematical thinking, mathematics anxiety and mathematics attitudes among university students. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *8*, 537-542.
- Kayan-Fadlelmula, F., Sellami, A., Abdelkader, N., & Umer, S. (2022). A systematic review of STEM education research in the GCC countries: trends, gaps and barriers. *International Journal of STEM Education*, *9*(1), 1-24.
- Kitchen, J. A., Sonnert, G., & Sadler, P. M. (2018). The impact of college- and university-run high school summer programs on students' end of high school STEM career aspirations. *Science Education*, *102*(3), 529-547.
- Lau, N. T., Hawes, Z., Tremblay, P., & Ansari, D. (2022). Disentangling the individual and contextual effects of math anxiety: A global perspective. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *119*(7).
- Liu, J., Li, J., Peng, W., Feng, M., & Luo, Y. (2019). EEG correlates of math anxiety during arithmetic problem solving: Implication for attention deficits. *Neuroscience Letters*, *703*, 191-197.
- Lorenzo-Seva, U. & Ferrando, P. J. (2013). Factor 9.2: A comprehensive program for fitting exploratory and semiconfirmatory factor analysis and IRT models. *Applied Psychological Measurement*, *37*(6), 497–498.
- Lorenzo-Seva, U. & Ferrando, P. J. (2021). Not positive definite correlation matrices in exploratory item factor analysis: causes, consequences and a proposed solution. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, *28*(1), 138-147.

- Lorenzo-Seva, U., Timmerman, M. E., & Kiers, H. A. (2011). The Hull method for selecting the number of common factors. *Multivariate Behavioral Research*, *46*(2), 340-364.
- Love, J., Selker, R., Marsman, M., Jamil, T., Dropmann, D., Verhagen, J., ... & Wagenmakers, E. J. (2019). JASP: Graphical statistical software for common statistical designs. *Journal of Statistical Software*, *88*(1), 1-17.
- Lyons, I. M., & Beilock, S. L. (2012). When math hurts: math anxiety predicts pain network activation in anticipation of doing math. *PloS one*, *7*(10), e48076.
- Luttenberger, S., Wimmer, S., & Paechter, M. (2018). Spotlight on math anxiety. *Psychology Research and Behavior Management*, *11*, Article 311-322.
- Maloney, E. A., Ansari, D., & Fugelsang, J. A. (2011). Rapid communication: The effect of mathematics anxiety on the processing of numerical magnitude. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *64*(1), 10-16.
- Maloney, E. A., Risko, E. F., Ansari, D., & Fugelsang, J. (2010). Mathematics anxiety affects counting but not subitizing during visual enumeration. *Cognition*, *114*(2), 293-297.
- McHugh, M. L. (2012). Interrater reliability: The kappa statistic. *Biochemia medica*, *22*(3), 276-282.
- Namkung, J. M., Peng, P., & Lin, X. (2019). The relation between mathematics anxiety and mathematics performance among school-aged students: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, *89*(3), 459-496.
- Núñez-Peña, M. I., & Suárez-Pellicioni, M. (2014). Less precise representation of numerical magnitude in high math-anxious individuals: an ERP study of the size and distance effects. *Biological Psychology*, *103*, 176-183.
- Núñez-Peña, M. I., Suárez-Pellicioni, M., & Bono, R. (2013). Effects of math anxiety on student success in higher education. *International Journal of Educational Research*, *58*, 36-43.

- Núñez-Peña, M. I., Suárez-Pellicioni, M., Guilera, G., & Mercadé-Carranza, C. (2013). A Spanish version of the short mathematics anxiety rating scale (sMARS). *Learning and Individual Differences, 24*, 204-210.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2013). PISA 2012 results: *Ready to learn. Students' engagement, drive and self-beliefs* (Vol. 3). Paris, France: OECD Publishing.
- Pletzer, B., Wood, G., Moeller, K., Nuerk, H. C., & Kerschbaum, H. H. (2010). Predictors of performance in a real-life statistics examination depend on the individual cortisol profile. *Biological Psychology, 85*(3), 410-416.
- Pletzer, B., Wood, G., Scherndl, T., Kerschbaum, H. H., & Nuerk, H. C. (2016). Components of mathematics anxiety: Factor modeling of the MARS30-Brief. *Frontiers in Psychology, 7*, Article 91.
- Pizzie, R. G., & Kraemer, D. J. (2021). The association between emotion regulation, physiological arousal, and performance in math anxiety. *Frontiers in psychology, 12*.
- Ramirez, G., & Beilock, S. L. (2011). Writing about testing worries boosts exam performance in the classroom. *Science, 331*(6014), 211-213.
- Ramirez, G., Shaw, S. T., & Maloney, E. A. (2018). Math anxiety: Past research, promising interventions, and a new interpretation framework. *Educational Psychologist, 53*(3), 145-164.
- Richardson, F. C., & Suinn, R. M. (1972). The mathematics anxiety rating scale: psychometric data. *Journal of Counseling Psychology, 19*(6), 551-554.
- Rigdon, E. (1997). Not positive definite matrices—causes and cures. *Georgia State University web site*, 1-6.
- Sapnas, K. G., & Zeller, R. A. (2002). Minimizing sample size when using exploratory factor analysis for measurement. *Journal of Nursing Measurement, 10*(2), 135-154.

- Scarpello, G. (2007). Helping students get past math anxiety. *Techniques: Connecting Education and Careers (J1)*, 82(6), 34-35.
- Spelke, E. S. (2005). Sex differences in intrinsic aptitude for mathematics and science?: A critical review. *American Psychologist*, 60(9), 950.
- Terwee, C. B., Bot, S. D., de Boer, M. R., van der Windt, D. A., Knol, D. L., Dekker, J., ... & de Vet, H. C. (2007). Quality criteria were proposed for measurement properties of health status questionnaires. *Journal of Clinical Epidemiology*, 60(1), 34-42.
- Tomasetto, C. (2019). Gender Stereotypes, Anxiety, and Math Outcomes in Adults and Children. I. C. Mammarella, S. Caviola, & A. Dowker (Eds.), *Mathematics anxiety: What is known and what is still to be understood* (pp. 178-189). Routledge.
- Vanbinst, K., Bellon, E., & Dowker, A. (2020). Mathematics anxiety: an intergenerational approach. *Frontiers in Psychology*, 11, 1648.
- Xue, Y., & Larson, R. C. (2015). STEM crisis or STEM surplus? Yes and yes. *Monthly Labor Review*, 2015, 10.21916/mlr.2015.14.
- Watkins, M. W. (2018). Exploratory factor analysis: A guide to best practice. *Journal of Black Psychology*, 44(3), 219-246.
- Wood, G., Pinheiro-Chagas, P., Julio-Costa, A., Micheli, L. R., Krinzinger, H., Kaufmann, L., ... & Haase, V. G. (2012). Math anxiety questionnaire: similar latent structure in Brazilian and German school children. *Child Development Research*.
- Wu, S., Amin, H., Barth, M., Malcarne, V., & Menon, V. (2012). Math anxiety in second and third graders and its relation to mathematics achievement. *Frontiers in Psychology*, 3, Article 162.
- Young, C. B., Wu, S. S., & Menon, V. (2012). The neurodevelopmental basis of math anxiety. *Psychological Science*, 23(5), 492-501.

Zettle, R. D., & Raines, S. J. (2000). The relationship of trait and test anxiety with mathematics anxiety. *College Student Journal*, *34*(2), 246-259.

Zhang, J., Zhao, N., & Kong, Q. P. (2019). The relationship between math anxiety and math performance: A meta-analytic investigation. *Frontiers in Psychology*, *10*, 1613.

Instructions: Please indicate the level of your anxiety in the following situations. Please choose ONE box on each line.

	<i>Not at all</i>	<i>A little</i>	<i>A fair amount</i>	<i>Much</i>	<i>Very much</i>
1. Studying for a math test	1	2	3	4	5
2. Taking math section of the college entrance exam	1	2	3	4	5
3. Taking an exam (quiz) in a math course	1	2	3	4	5
4. Taking an exam (final) in a math course	1	2	3	4	5
5. Picking up math textbook to begin working on a homework assignment	1	2	3	4	5
6. Being given homework assignments of many difficult problems that are due the next class meeting	1	2	3	4	5
7. Thinking about an upcoming math test 1 week before	1	2	3	4	5
8. Thinking about an upcoming math test 1 day before	1	2	3	4	5
9. Thinking about an upcoming math test 1 hour before	1	2	3	4	5
10. Realizing you have to take a certain number of math classes to fulfill requirements	1	2	3	4	5
11. Picking up math textbook to begin a difficult reading assignment	1	2	3	4	5
12. Receiving your final math grade in the mail	1	2	3	4	5
13. Opening a math or stat book and seeing a page full of problems	1	2	3	4	5
14. Getting ready to study for a math test	1	2	3	4	5
15. Being given a "pop" quiz in a math class	1	2	3	4	5
16. Reading a cash register receipt after your purchase	1	2	3	4	5
17. Being given a set of numerical problems involving addition to solve on paper	1	2	3	4	5
18. Being given a set of subtraction problems to solve	1	2	3	4	5
19. Being given a set of multiplication problems to solve	1	2	3	4	5
20. Being given a set of division problems to solve	1	2	3	4	5
21. Buying a math textbook	1	2	3	4	5
22. Watching a teacher work on an algebraic equation on the blackboard	1	2	3	4	5
23. Signing up for a math course	1	2	3	4	5
24. Listening to another student explain a math formula	1	2	3	4	5
25. Walking into a math class	1	2	3	4	5

Instruções: Por favor, indique o nível de ansiedade que você sente em cada uma das situações a seguir. Escolha apenas UMA resposta em cada frase

	<i>Nenhum Pouco</i>	<i>Um pouco</i>	<i>Mais ou Menos</i>	<i>Muito</i>	<i>Em excesso</i>
1. Enquanto você estuda para uma prova de matemática	1	2	3	4	5
2. Enquanto você faz a parte de matemática do vestibular	1	2	3	4	5
3. Enquanto você faz um teste de matemática	1	2	3	4	5
4. Enquanto você faz uma prova final de matemática	1	2	3	4	5
5. Ao pegar o livro de matemática para começar a tarefa de casa	1	2	3	4	5
6. Ao receber tarefa de casa com muitos problemas difíceis de matemática para a próxima aula	1	2	3	4	5
7. Ao se lembrar que vai ter prova de matemática na próxima semana	1	2	3	4	5
8. Ao se lembrar que vai ter prova de matemática no dia seguinte	1	2	3	4	5
9. Ao se lembrar que vai ter prova de matemática em uma hora	1	2	3	4	5
10. Ao descobrir que você terá que fazer aulas de matemática para concluir um curso	1	2	3	4	5
11. Ao pegar o livro de matemática para começar uma tarefa de leitura difícil	1	2	3	4	5
12. Ao receber sua nota final de matemática	1	2	3	4	5
13. Ao abrir um livro de matemática ou estatística e ver uma página cheia de exercícios	1	2	3	4	5
14. Enquanto você se prepara para estudar para uma prova de matemática	1	2	3	4	5
15. Ao receber um teste surpresa de matemática	1	2	3	4	5
16. Ter que contar o troco depois de comprar algo	1	2	3	4	5
17. Ao receber uma lista de problemas de adição para resolver no papel	1	2	3	4	5
18. Ao receber uma lista de problemas de subtração para resolver no papel	1	2	3	4	5
19. Ao receber uma lista de problemas de multiplicação para resolver no papel	1	2	3	4	5
20. Ao receber uma lista de problemas de divisão para resolver no papel	1	2	3	4	5
21. Ao comprar um livro de matemática	1	2	3	4	5
22. Enquanto você assiste um professor resolver uma equação de álgebra no quadro	1	2	3	4	5
23. Ao se matricular em uma disciplina de matemática	1	2	3	4	5
24. Enquanto você escuta outro estudante explicando uma fórmula matemática	1	2	3	4	5
25. Enquanto está indo para a aula de matemática	1	2	3	4	5

Apêndice 2