

A interação entre as funções executivas e a ansiedade matemática no desempenho matemático: uma revisão sistemática

The interaction between executive functions and math anxiety in mathematical performance: a systematic review

Regina Daniele Ribeiro Torres¹
Paula Caroline Pepa Oliveira²
Magda Cristina Nascimento Rochael³
Estela Costa Ferreira⁴
Jasiele Aparecida de Oliveira Silva⁵
José Jonas de Oliveira⁶

Resumo

Esta revisão sistemática foi motivada pelos baixos índices de proficiência em Matemática evidenciados pelo PISA-2018, visando explorar a relação entre Funções Executivas e Ansiedade Matemática (AM) no Desempenho Matemático (DM). O objetivo principal foi apresentar evidências sobre a influência dessas variáveis no desempenho dos estudantes. Especificamente, o estudo buscou elucidar o fenômeno da AM e seu efeito no desempenho, bem como identificar a correlação entre Funções Executivas (Memória de Trabalho, Controle Inibitório e Flexibilidade Cognitiva) e DM. Seguindo as diretrizes PRISMA, a investigação selecionou 124 artigos de bases de dados como PMC, Sci-Hub, OJS, SCIELO, BPS e ELSEVIER. Após um processo de pré-seleção, 40 artigos foram considerados potencialmente relevantes, e 12 estudos foram incluídos com base em critérios específicos de elegibilidade e inclusão. Os resultados indicaram que a AM induz interferência cognitiva devido à distração emocional, prejudicando a capacidade de processar tarefas matemáticas. Além disso, foi encontrada uma relação positiva significativa entre Funções Executivas e DM, com a Memória de Trabalho Visuoespacial e a Flexibilidade Cognitiva sendo os moderadores mais eficazes da relação AM-DM. Este estudo sugere que intervenções voltadas para a melhoria das Funções Executivas podem mitigar os efeitos negativos da AM, melhorando assim o DM.

Palavras chave: Funções executivas; Ansiedade Matemática; Desempenho Matemático.

¹ Centro Universitário de Itajubá - FEPI | rdanirtorres@yahoo.com.br

² Universidade do Vale do Sapucaí - Univas | paulapepa2016@gmail.com

³ Centro Universitário de Itajubá - FEPI | magda.rochael@gmail.com.br

⁴ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas | estela.ferreira@ifsuldeminas.edu.br

⁵ Centro Universitário de Itajubá - FEPI | jasiele_oliveira@yahoo.com.br

⁶ Centro Universitário de Itajubá - FEPI | joliveira63@gmail.com

Abstract

This systematic review was prompted by the low proficiency rates in Mathematics evidenced by PISA-2018, aiming to explore the relationship between Executive Functions and Math Anxiety (MA) on Math Performance (MP). The primary objective was to present evidence on the influence of these variables on student performance. Specifically, the study aimed to elucidate the phenomenon of MA and its effect on performance, as well as to identify the correlation between Executive Functions (Working Memory, Inhibitory Control, and Cognitive Flexibility) and MP. Following PRISMA guidelines, the investigation selected 124 articles from databases such as PMC, Sci-Hub, OJS, SCIELO, BPS, and ELSEVIER. After a pre-selection process, 40 articles were deemed potentially relevant, and 12 studies were ultimately included based on specific eligibility and inclusion criteria. The results indicated that MA induces cognitive interference due to emotional distraction, impairing the ability to process mathematical tasks. Furthermore, a significant positive relationship was found between Executive Functions and MP, with Visuospatial Working Memory and Cognitive Flexibility being the most effective moderators of the MA-MP relationship. This study suggests that interventions aimed at enhancing Executive Functions can mitigate the negative effects of MA, thereby improving MP.

Keywords: Executive Functions; Math Anxiety; Mathematical Performance.

Introdução

Um estudante matematicamente competente sabe reconhecer o papel que a Matemática desempenha no mundo. Munido dessa competência, ele sabe julgar e tomar decisões de maneira bem fundamentada. Partindo desse princípio, os testes periódicos do Programme for International Student Assessment (PISA) da Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), sobre o desempenho dos alunos, elucidam que “o desempenho matemático mede a literacia matemática de um jovem de 15 anos para formular, empregar e interpretar a matemática numa variedade de contextos para descrever, prever e explicar fenômenos, reconhecendo o papel que a matemática desempenha no mundo” (OECD, 2023, online).

O PISA 2018 revelou estatísticas desconcertantes, especificamente sobre a proficiência em Matemática dos estudantes brasileiros. Os resultados, sob a perspectiva internacional, evidenciam o Brasil, empatado tecnicamente com a Argentina, em último lugar em desempenho, considerando que 0,1%, em uma amostra de 10.691 estudantes, atingiu o nível máximo de proficiência em Matemática. “68,1% dos estudantes brasileiros não alcançaram o nível básico em Matemática, considerado pela OCDE o mínimo necessário para que os jovens possam exercer plenamente sua cidadania. 41% dos estudantes brasileiros são incapazes de resolver questões simples e rotineiras” (BRASIL, 2019, p. 23).

Ao analisarem as bases de dados da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo (SEE) e o INEP (valores referem-se ao ano de 2018), Capelato e Périco (2023) discorrem sobre o desempenho em matemática, destacando a importância de diversos fatores interescolares. O desempenho é principalmente avaliado pela proficiência dos alunos no SARESP (Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar do Estado de São Paulo). As principais variáveis que influenciam esse desempenho são: formação docente, onde professores com formação adequada na disciplina tendem a melhorar o desempenho dos alunos; número de alunos por

turma, onde turmas menores permitem melhor acompanhamento dos alunos, refletindo positivamente no desempenho; esforço docente, que inclui o envolvimento e a dedicação dos professores, considerando a quantidade de turmas e escolas em que lecionam, impactando o desempenho; e o nível socioeconômico, onde alunos em contextos socioeconômicos mais favorecidos tendem a ter melhor desempenho. Utilizando a metodologia de Análise Envoltória de Dados (DEA), Capelato e Périco (2023) mediram a eficiência escolar em diferentes regiões, relacionando esses fatores ao desempenho em matemática. Eles concluíram que a contribuição desses fatores varia entre as regiões, indicando diferentes capacidades de conversão dos recursos em desempenho escolar.

O Sistema Brasileiro de Avaliação da Educação Básica (SAEB) 2021, considerando os dados obtidos no período de 8/11 a 10/12 de 2021, revelou uma queda acentuada na proficiência em Matemática em comparação com os resultados do ano de 2019. O comparativo entre a distribuição percentual dos estudantes, por níveis da escala de proficiência no SAEB (2019 e 2021) em Matemática, evidenciou os seguintes índices: no 2º ano do Ensino Fundamental, uma queda de 8,4 pontos; no 5º ano do Ensino Fundamental, queda de 11 pontos; no 9º ano do Ensino Fundamental, queda de 7 pontos; no Ensino Médio Tradicional, queda de 7 pontos (BRASIL, 2022, online).

Tal cenário reflete muitas questões que envolvem a formação e a atuação dos professores, as políticas educacionais, o contexto econômico, as condições particulares de cada instituição de ensino, além da desenvoltura dos estudantes em relação aos processos cognitivos respectivos à aprendizagem. Entretanto, os dados apresentados pelo PISA 2018 e pelo SAEB 2021 inferem sobre as dificuldades de aprendizagem.

Duro e Dorneles (2020) exploraram a relação entre a precisão da estimativa numérica e o desempenho em aritmética, utilizando dois testes principais: o Teste de Estimativa Numérica de Quantidades (TENQ) e o Teste de Estimativa na Reta Numérica (TERN). Os autores confirmaram que o desempenho aritmético é uma construção complexa, que vai além de cálculos simples como adição e subtração, incluindo a capacidade de operar com números de maneira flexível. Por meio da análise dos dados, eles evidenciaram que há uma correlação moderada a forte entre o desempenho aritmético e a precisão das estimativas numéricas, especialmente no intervalo de 0 a 100, sugerindo que o conhecimento aritmético pode estar intimamente relacionado à habilidade de realizar estimativas.

Discutir e desenvolver estratégias de estimativa numérica nas salas de aula pode ser benéfico para o desenvolvimento aritmético dos alunos. Embora a relação causal entre estimativa e contagem exata ainda não seja completamente compreendida, as correlações observadas no estudo apontam que habilidades em estimativas numéricas tendem a se refletir em outras tarefas relacionadas. O desempenho em estimativa pode ser um bom preditor de sucesso em aritmética, enfatizando a importância de uma abordagem educacional que incorpore atividades de estimativa para melhorar as habilidades matemáticas dos estudantes (DURO; DORNELES, 2020).

Nessa seara, a literatura expõe evidências referentes aos transtornos de aprendizagem, considerando os fatores predominantes do desempenho em matemática, haja vista que “a Matemática envolve sistemas simbólicos e não simbólicos aplicados à manipulação de valores através de operações aritméticas, e seu nível de complexidade aumenta, gradualmente, de acordo com os anos de escolarização” (FIGUEIRA; FREITAS, 2020, p. 679).

A complexidade do cálculo, por mais simples que seja a operação, envolve vários mecanismos cognitivos, a saber: “processamento verbal e/ou gráfico da informação,

percepção, reconhecimento e produção de números, representação número/símbolo, discriminação visuoespacial, memória de curto e longo prazo, memória de trabalho, raciocínio sintático e atenção” (BASTOS, 2016, p. 176).

Por esse ângulo, no processo de aprendizagem, compreendido como um processo neuropsicológico, a atenção, a memória e as funções executivas são essenciais, haja vista que os “distúrbios atencionais e das funções executivas acarretam prejuízo nas funções corticais de percepção, planejamento, organização e inibição comportamental” (OHLWEILER, 2016, p. 110).

Quando se inicia e se desenvolve uma atividade no intuito de obter a resolução de um problema, as Funções Executivas são acionadas, permitindo ao indivíduo uma gama de processos cognitivos, tais como “o estado de alerta, a atenção sustentada e seletiva, o tempo de reação, a fluência e a flexibilidade do pensamento” (CYPEL, 2016, p. 393). Na consecução das Funções Executivas são valorizadas três habilidades básicas, quais sejam: Memória de Trabalho, Controle Inibitório e Flexibilidade Cognitiva (BRAGA; DALTO, 2022, p. 3).

Os distúrbios das Funções Executivas podem gerar a Ansiedade Matemática, um transtorno que afeta o Desempenho Matemático, concebida como “um fenômeno comum caracterizado por atitudes negativas em relação à Matemática, incluindo estresse, frustração e medo ao pensar ou se envolver em manipulação de números e resolução de problemas matemáticos” (DACHES COHEN; RUBINSTEIN, 2022, p. 108).

Domingues *et al.* (2022) descrevem a Ansiedade Matemática como um medo específico que surge em resposta a estímulos ou situações relacionadas ao uso de números ou à resolução de problemas matemáticos. Essa condição gera reações emocionais e sentimentos negativos, como estresse e ansiedade, que prejudicam o desempenho dos alunos em matemática. Além disso, ela é caracterizada por reações fisiológicas desconfortáveis, envolvendo aspectos cognitivos e comportamentais, como medo e aversão, diante de contextos matemáticos.

Diante do exposto, contempla-se a temática desta pesquisa, a qual envolve as Funções Executivas, a Ansiedade Matemática e o Desempenho Matemático. Por ser categorizada como revisão sistemática, esta investigação segue norteadada pela problemática: qual a relação entre as Funções Executivas e a Ansiedade Matemática no Desempenho Matemático?

Assim contextualizada, objetiva-se apresentar evidências sobre a influência da Ansiedade Matemática no Desempenho Matemático. Em específico, objetiva-se explicar o fenômeno da Ansiedade Matemática e seu efeito sobre o Desempenho Matemático; identificar indícios da correlação entre as Funções Executivas (Memória de Trabalho, Controle Inibitório e Flexibilidade Cognitiva), a Ansiedade Matemática e o Desempenho Matemático; apresentar os instrumentos usados para mensurar os construtos: Funções Executivas; Ansiedade Matemática; Desempenho Matemático.

Considera-se a relevância desta investigação, haja vista a pertinência da temática para a realidade contextualizada pelo PISA 2018 e pelo SAEB 2021. Ademais, acredita-se que os resultados a serem apresentados favorecerão a compreensão do fenômeno da Ansiedade Matemática; evidenciarão como os problemas relacionados a esse fenômeno têm sido apreciados pela gama de realidades extraídas dos estudos investigados; possibilitarão um olhar sobre ações que possam amenizar esse transtorno que afeta o Desempenho Matemático; além de poderem favorecer a compreensão, à luz das Funções Executivas, desse transtorno da aprendizagem que envolve a Matemática.

Materiais e métodos

Essa investigação se caracteriza como uma revisão sistemática. Estudos caracterizados assim “normalmente envolvem um plano detalhado e abrangente e uma estratégia de pesquisa derivada, a priori, com o objetivo de reduzir preconceitos através da identificação, avaliação e síntese de todos os estudos relevantes sobre um determinado tópico” (UMAN, 2011, p. 57). Para tanto, segue, criteriosamente, as etapas comuns em uma revisão sistemática, a saber: formulação da pergunta de revisão; definição dos critérios de inclusão e exclusão; desenvolvimento de estratégia de busca e de localização de estudos; seleção de estudos; extração de dados; avaliação da qualidade do estudo investigado; análise e interpretação de resultados; divulgação de resultados.

No desenvolvimento dessa revisão, foram seguidas as diretrizes Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses (PRISMA). Conforme Page *et al.* (2020, p. 2), a declaração PRISMA, publicada em 2009, orienta o pesquisador a relatar, de forma transparente, a pertinência da investigação, identificando o porquê da pesquisa, o percurso feito e as evidências encontradas. Assim, foram pautados os estudos sobre a interação entre as Funções Executivas e a Ansiedade Matemática no Desempenho Matemático, envolvendo a aprendizagem da Matemática na Educação Básica no período de 2016 a 2023.

Critérios de elegibilidade e exclusão

Foram validados os estudos primários que apresentassem objetivos relacionados à temática que envolve as Funções Executivas, a Ansiedade Matemática e o Desempenho Matemático em estudantes da Educação Básica. As bases de dados usadas na busca foram: PubMed Central-PMC, Sci-Hub, Open Journal Systems-OJS, Scientific Electronic Library Online-SCIELO, The British Psychological Society-BPS, Science Direct-ELSEVIER.

Na identificação dos temas de artigos científicos, os seguintes descritores foram utilizados, em combinações diversas nos idiomas português e inglês: Ansiedade Matemática; Ansiedade à Matemática; Funções Executivas; Memória de Trabalho; Controle Inibitório; Flexibilidade Cognitiva; Desempenho Matemático; Educação Básica; Transtornos da Aprendizagem em Matemática; Matemática. No intuito de definir relações entre os descritores, foram utilizados os operadores booleanos “AND” e “OR”.

Os critérios de inclusão dos estudos foram: a) Artigos científicos; b) Estudos escritos nos idiomas Inglês e Português; c) Estudos com temas relacionados a Funções Executivas - Memória de Trabalho, Controle Inibitório e Flexibilidade Cognitiva, Ansiedade Matemática e Desempenho Matemático; d) Estudos que utilizaram instrumentos específicos para mensurar as Funções Executivas, a Ansiedade Matemática e o Desempenho Matemático; e) Estudos que evidenciaram dados estatísticos e/ou a análise descritiva; f) Estudos cujas amostras apresentassem como participantes estudantes da educação Básica; g) Estudos produzidos no período de 2016 a 2023.

Os critérios de exclusão eliminaram as produções científicas que faziam referência ao período pandêmico da Covid-19; dissertações, teses e monografias; capítulos de livros; resenhas; artigos de revisão e meta-análise; artigos de opinião; publicações anteriores a 2016.

A pré-seleção dos estudos considerou a análise dos títulos e dos resumos dos estudos identificados nas bases de dados. Sequencialmente, a leitura na íntegra dos estudos favoreceu uma análise completa, sendo definida a totalidade dos artigos identificados para essa revisão.

Foram identificados 124 estudos. No processo de pré-seleção, 40 foram considerados potencialmente relevantes. Destes, foram escolhidos 12 estudos conforme os critérios de elegibilidade e inclusão.

Resultados e discussão

A amostra de 12 artigos, encontrados no PMC (n = 2); Sci-Hub (n = 6); OJS (n = 1); SCIELO (n = 1); BPS (n = 1); ELSEVIER (n = 1), foi composta por 8 estudos realizados na Europa, 1 na América do Norte, 1 no Oriente Médio; 2 na América do Sul. Na totalidade, o maior número de investigações, que incidem sobre a temática dessa revisão, concentra-se na Europa, sendo a Itália o país com 4 das publicações incluídas. Os estudos desenvolvidos na América do Sul, originários do Brasil, tratam, especificamente, sobre as contribuições das funções executivas para o desempenho matemático.

A totalidade dos participantes envolvidos nos artigos selecionados contabiliza 3.286 estudantes da Educação Básica, portanto investigaram estudantes com faixa etária de 7 a 19 anos, concentrando-se na faixa dos 9 aos 15 anos (Tabela 1).

Tabela 1 – Caracterização das amostras de cada estudo e instrumentos utilizados para cada fenômeno.

Autor, ano, país	Amostra	Fenômenos/Instrumentos utilizados
Passolunghi <i>et al.</i> (2016) Itália	n = 66 F = 43 M = 23 32 estudantes com Alta Ansiedade Matemática (HMA), sendo 11 delas do sexto, 12 do sétimo e 9 da oitava série; 34 com Baixa Ansiedade Matemática (LMA), incluindo 9 do sexto, 16 do sétimo e 9 do oitavo ano.	Ansiedade Matemática: The Abbreviated Math Anxiety Scale-AMAS. Desempenho Matemático: Test AC-MT 11-14; The AC-MT 3. Memória de Trabalho: Word Span Forward task; Listening Span Task –LST.
Ramirez <i>et al.</i> (2016) USA	n = 564 F = 306 M = 258 Alunos da escola primária 256 crianças do primeiro ano (F =139; M = 117); 308 crianças do segundo ano (F =167; M = 141).	Ansiedade Matemática: Child Math Anxiety Questionnaire (CMAQ-R). Desempenho Matemático: The Applied Problems subtest from the Woodcock-Johnson III WJ-III. Memória de Trabalho: The Wechsler Intelligence Scale for Children - Third Edition
Justicia-Galiano <i>et al.</i> (2017) Espanha	n = 167 F = 86 M = 81 Alunos do terceiro e quinto ano com idades entre 8 e 12 anos	Ansiedade Matemática: The Abbreviated Math Anxiety Scale-AMAS. Desempenho Matemático: Subtest of the Woodcock-Munoz III Tests of Achievement; Differential and General Aptitude Test Battery-BADyG; Self Description Questionnaire - SDQ I.

Autor, ano, país	Amostra	Fenômenos/Instrumentos utilizados
Mammarella <i>et al.</i> (2017) Reino Unido	n = 366 F = 173 M = 193 124 crianças do 3º ano, 97 do 4º ano e 145 do 5º ano.	Ansiedade Matemática: The Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS). Memória de Trabalho: Wechsler Intelligence Scale for Children-WISC IV;
Carvalho e Fernandes (2018) Brasil	n = 142 F = 63 M = 79 Alunos do terceiro ano do Ensino Fundamental	Memória de Trabalho: Bateria Informatizada de Capacidades Cognitivas. Controle Inibitório: Teste de Stroop Computadorizado. Flexibilidade Cognitiva: Teste de Trilhas – parte B.
Donolato, Giofrè e Mammarella (2019) Itália	n = 143 F = 71 M = 70 Alunos na 6ª série (n = 65) e na 8ª série (n = 78)	Memória de Trabalho: Matrizes span-Backward-MS-B; Visuospatial Dual Tasks-DT-VS; Dot Matrix-Task DOT; Word Span-Backward-WS-B; Verbal Dual Tasks DT-V; Listening Span Test-LST;
Orbach, Herzog e Fritz (2020) Alemanha	n = 646 F = 303 M = 343 291 crianças na quarta série do ensino primário (F = 125; M = 166) 355 crianças na quinta série (F = 178; M = 177)	Ansiedade Matemática: Mathematics Attitudes and Anxiety Questionnaire for grades 4 and 5 (MAQ 4–5); State-Mathematics Anxiety Questionnaire (state-MAQ). Desempenho Matemático: Basic number skill test; Funções Executivas (Memória de Trabalho, Controle Inibitório, Flexibilidade Cognitiva): Tablet-based Yellow-Red-Test.
Santana, Roazzi e Melo (2020) Brasil	n = 110 F = 56 M = 54 Estudantes do 2º ao 7º ano do ensino fundamental, participantes de escola pública (54,5%) e de escola privada (45,5%).	Desempenho Matemático: Roteiro para Sondagem de Habilidades Matemáticas – Coruja Promat. Funções Executivas: Mini-Exame do Estado Mental (MEEM). Memória de Trabalho: Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve Infantil – NEUPSILIN-Inf. Controle Inibitório e Flexibilidade Cognitiva: Five Digit Test – FDT.
Ashkenazi e Cohen (2021) Israel	n = 94 F = 49 M = 45 31 alunos da 2ª série (F = 16; M = 15); 31 alunos da 3ª série (F = 16; M = 15) e 32 alunos da 5ª série (F = 17; M = 15)	Ansiedade Matemática: The Abbreviated Math Anxiety Scale-AMAS. Memória de Trabalho: Corsi block tapping task forward.
Sorvo <i>et al.</i> (2022) Finlândia	Estudo 1: n = 848 F = 457 M = 391 Os alunos foram acompanhados do sexto ano (Ensino Fundamental) ao sétimo ano (Ensino Secundário inferior). Estudo 2:	Ansiedade Matemática: Achievement Emotions Questionnaire AEQ. Desempenho Matemático: The 3-minute basic arithmetic test

Autor, ano, país	Amostra	Fenômenos/Instrumentos utilizados
	n = 148 alunos da sexta série, sorteados como uma subamostra da amostra maior da comunidade do Estudo 1 do estudo longitudinal abrangente. Duração: 6 meses. Os alunos foram avaliados duas vezes: no outono de 2014 (Estudo 1: 6ª série, outono) e na primavera de 2016 (Estudo 2: 7ª série, primavera).	
Živković <i>et al.</i> (2022) Itália	n = 105 F = 57 M = 48 Alunos do Ensino Médio	Ansiedade Matemática: The Abbreviated Math Anxiety Scale-AMAS. Desempenho Matemático: The AC-MT 3. Controle Inibitório e Flexibilidade Cognitiva: The NEPSY-II Inhibition test.
Cuder <i>et al.</i> (2023) Itália	n = 202 Alunos que frequentavam os últimos 3 anos do Ensino Primário.	Ansiedade Matemática: The Abbreviated Math Anxiety Scale-AMAS. Desempenho Matemático: The AC-MT 3. Memória de Trabalho: Matrices span-Backward-MS-B; Visuospatial Dual Tasks-DT-VS; Verbal Dual Tasks DT-V.

Fonte: elaborada pelos autores partir dos dados obtidos na pesquisa (2023).

A Ansiedade matemática e o Desempenho matemático

As dificuldades percebidas na resolução de questões matemáticas, não apenas em crianças, podem indicar distúrbios específicos de aprendizagem matemática, bem como transtornos emocionais, como a Ansiedade Matemática. Nessa perspectiva que envolve as emoções e os efeitos prejudiciais de certos transtornos emocionais a longo prazo, torna-se imprescindível assimilar os efeitos da Ansiedade Matemática sobre o Desempenho em Matemática (PASSOLUNGHI *et al.*, 2016, p. 1).

Se a relação ansiedade-desempenho em matemática for facilitada pelo uso reduzido de estratégias avançadas de resolução de problemas em termos de desenvolvimento, que predizem um desempenho superior em Matemática em crianças pequenas, então tal descoberta abre uma nova abordagem para reforçar a capacidade de aprender Matemática em um determinado momento da infância. Em particular, técnicas que ajudam as crianças a utilizar estratégias ideais de aprendizagem em matemática podem ajudar a quebrar a ligação entre a Ansiedade Matemática e o desempenho em matemática (RAMIREZ *et al.*, 2016, p. 86).

Entre a Ansiedade Matemática e o Desempenho Matemático ocorre uma relação negativa, dadas as observações sobre tarefas complexas, incluindo resolução de problemas, e até mesmo em Matemática básica, como contagem e adição simples, executadas por adolescentes e adultos. Há constatações de que a Ansiedade Matemática pode ser detectada quando as crianças estão nos estágios iniciais de aprendizagem da matemática. Embora os efeitos prejudiciais da Ansiedade Matemática no Desempenho Matemático possam estar presentes desde os primeiros anos de escolaridade, esta relação parece menos consistente

do que a observada em adultos, talvez devido ao corpo relativamente limitado de investigação sobre crianças (JUSTICIA-GALIANO *et al.*, 2017, p. 574).

Ao investigarem sobre as relações entre Memória de Trabalho, afeto negativo (ansiedade geral, sintomas depressivos) e recursos pessoais (autoconceito, dimensões acadêmicas e de competência e resiliência do ego), e sua influência na matemática e na alfabetização em leitura, Donolato, Giofrè e Mammarella (2019, p. 10) consideraram que o papel do afeto negativo afeta o desempenho acadêmico. Em particular, os autores evidenciam que a ansiedade e os sintomas depressivos podem gerar uma interferência cognitiva devido à distração emocional. Quando os indivíduos ficam ansiosos diante de uma tarefa matemática, parte da capacidade de sua memória de trabalho é bloqueada, resultando na perda da capacidade de processar a tarefa matemática.

Especificamente, a Ansiedade Matemática afeta a função inibitória, causando efeitos inibidores do desempenho. Em outras palavras, o foco da atenção muda da resolução de problemas, sendo orientado para tarefas voltadas à resolução de ameaças (ORBACH; HERZOG; FRITZ, 2020, p. 2).

A redução efetiva na teoria do desempenho sugere que a Ansiedade Matemática afeta negativamente o Desempenho Matemático porque os recursos de Memória de Trabalho necessários para resolver problemas matemáticos são limitados. Isso aparece quando a Matemática é feita dentro do prazo, de forma cronometrada, e em situações de alto risco. Como resultado, tarefas aritméticas que exigem muita Memória de Trabalho têm maior probabilidade de serem afetadas pela Ansiedade Matemática do que tarefas simples que exigem pouca Memória de Trabalho. Portanto, crianças com Ansiedade Matemática elevada deveriam ser mais vulneráveis a problemas complexos do que a problemas simples (ASHKENAZI; COHEN, 2021, p. 1).

Sorvo *et al.* (2022, p. 175), examinando a relação entre Ansiedade Matemática e Desempenho Matemático, consideraram condições sob as quais a Ansiedade Matemática leva a um declínio emocional no desempenho. Os autores acreditam que pessoas com alta Ansiedade Matemática são mais propensas a resolver problemas relacionados à Matemática rapidamente para economizar tempo, o que pode aumentar o número de erros. Além do efeito situacional, esses comportamentos de evitação também parecem ter efeitos a longo prazo no desempenho em matemática.

Em uma investigação sobre as Funções Executivas, Ansiedade Matemática e Desempenho Matemático em estudantes do Ensino Médio, Živković *et al.* (2023, p. 442) argumentam que a ansiedade reduz o controle atencional e aumenta a atenção a estímulos ameaçadores. Indivíduos com Ansiedade Matemática apresentam mecanismos inibitórios defeituosos, nos quais distrações não relacionadas a tarefas consomem recursos da Memória de Trabalho. Os autores enfatizam que a Ansiedade Matemática afeta o sistema de Controle Inibitório, particularmente as habilidades matemáticas.

Além disso, indivíduos com baixa capacidade de memória operacional sofrem mais com as consequências negativas da ansiedade porque têm menos recursos para processar tarefas e situações ansiosas, enquanto indivíduos com maior capacidade de memória operacional são mais propensos a processar sistematicamente pensamentos ansiosos em detrimento dos requisitos de atribuição de matemática (CUDER *et al.*, 2023, p. 3).

As Funções executivas e o Desempenho matemático

Ao discorrerem sobre a importância das capacidades advindas das Funções Executivas no uso bem estabelecido da Matemática, Santana, Roazzi e Melo (2020, p. 653) observam que “o desempenho em matemática é auxiliado pelas Funções Executivas, de modo que crianças com baixo rendimento na disciplina em anos iniciais, mas com alto funcionamento executivo, podem superar o desempenho das demais em anos posteriores”.

Santana, Roazzi e Melo (2020, p. 651) citam Lezak (1982), cunhadora do termo “Funções Executivas”, para elucidar que “essas são capacidades que permitem ao indivíduo realizar condutas criativas, eficazes e aceitas no meio social em que vive”. As Funções Executivas seriam, então, “o coração” das habilidades sociais, sendo fundamentais para a construção da personalidade e das habilidades criativas. Citam, ainda, Miyake et al. (2000) no intuito de esclarecer que tais funções, compreendidas como o modelo da tríade executiva, pressupõem três componentes, a saber: “a Memória de Trabalho (MT), a inibição ou o Controle Inibitório (CI) e a Flexibilidade Cognitiva (FC)”.

Ao investigarem sobre o papel dos mecanismos inibitórios correlacionados à Ansiedade Matemática, Mammarella *et al.* (2017, p. 2) revelaram que a Memória de Trabalho pode ser considerada como um forte preditor do Desempenho Matemático na aritmética simples e na resolução de problemas aritméticos e geométricos. Ademais, apresentaram evidências de que deficiências de Memória de Trabalho foram demonstradas em participantes com discalculia de desenvolvimento.

Sob essa mesma ótica, Carvalho e Fernandes (2018) reportam-se às Funções Executivas como fundamentais ao desempenho acadêmico. Especificamente, foram apresentadas correlações significativas sobre as contribuições das Funções Executivas sobre a aprendizagem em matemática ao longo das séries iniciais da Educação Básica.

Carvalho e Fernandes (2018, p. 165) acrescentam que as Funções Executivas perfazem a complexidade da cognição, por abrangerem os processos cognitivos e metacognitivos acionados a cada vez que um indivíduo necessita de esforço cognitivo para a realização de atividades que precisam de planejamento. Ou seja, “as Funções Executivas são essenciais diante de situações novas ou em ocasiões que exigem adaptação, flexibilidade e ajustamento, como é o caso dos processos de aprendizagem”. Ao pesquisarem sobre as contribuições das Funções Executivas para o desempenho Acadêmico, esses autores elencaram conceituações sobre os processos de Memória de Trabalho, Controle Inibitório e Flexibilidade Cognitiva (Quadro 1).

Conforme Passolunghi *et al.* (2016, p. 2), a Função Executiva Memória de Trabalho detém um papel importante na regulação do desempenho cognitivo. Tal afirmativa encontra embasamento nas teorias sobre eficiência de processamento e controle atencional. Em comprovação a isso, são citados os estudos de Eysenck e Calvo (1992), Richards e Gross (2000), Ashcraft e Kirk (2001), Eysenck *et al.* (2007), Derakshan e Eysenck (2009) e Eysenck e Derakshan (2011). De acordo com as teorias supramencionadas, há uma crença de que a preocupação (componente cognitivo da ansiedade) exige competência de processamento, reduzindo assim a capacidade de Memória de Trabalho disponível para outras tarefas.

Quadro 1 – As Funções Executivas: Memória de Trabalho, Controle Inibitório, Flexibilidade Cognitiva.

Memória de Trabalho	Um sistema de armazenamento de informações ativo, de curto prazo e com capacidade limitada, que permite a retenção e a manipulação ativa dessas informações e é útil para a execução de tarefas cognitivas complexas, como raciocínio, compreensão e estudo. Seus componentes são a central executiva, o buffer episódico, alça fonológica e o esboço visuoespacial (BADDELEY, 2010).
	Central executiva - responsável pelo controle atencional das tarefas em curso.
	Buffer episódico - sistema capaz de armazenar episódios integrados compostos por informações multidimensionais.
	Alça fonológica - responsável pelo armazenamento de informações fonológicas e pela aprendizagem de novas palavras.
Controle Inibitório	Esboço visuoespacial - responsável pelo armazenamento e manipulação de informações visuais e espaciais.
	O processo de gerenciamento de informações envolvidas no desempenho de uma tarefa. Em geral, isso permite que a atenção, o comportamento e as emoções sejam controlados para ignorar tendências internas ou atratividades externas, a fim de agir de forma mais adequada. Existem três funções inibitórias: inibição de respostas prepotentes; resistência à interferência dos distratores; resistência à interferência proativa (DIAMOND, 2013).
	Inibição de respostas prepotentes - significa suprimir as respostas mais fortes ou mais prováveis, o que possibilita que outros pensamentos e ações menos prováveis possam ser considerados.
	Resistência à interferência dos distratores - que se referem à capacidade de selecionar informações não relevantes à tarefa
Flexibilidade Cognitiva	Resistência à interferência proativa - capacidade de não permitir a intrusão de informações que, previamente, eram relevantes para a tarefa, mas deixaram de ser.
	Isto inclui mudar perspectivas ou abordagens aos problemas, adaptando-se de forma flexível a novas necessidades, regras ou prioridades. A flexibilidade tem como base o controle inibitório e a memória de trabalho (DIAMOND, 2013).

Fonte: Carvalho e Fernandes (2018, p. 165) adaptado de Baddeley (2010) e Diamond (2013).

Em suma, a Abordagem sobre o Controle Atencional (ACT) esclarece que a ansiedade causa interferências no sistema atencional quando um indivíduo está focado em objetivos, ou seja, a ansiedade gera o aumento da atenção do indivíduo para estímulos relacionados à ameaça. Portanto, os efeitos negativos da ansiedade na eficiência do processamento resultariam de duas funções executivas que envolvem o controle da atenção: Controle Inibitório e Flexibilidade Cognitiva (PASSOLUNGI *et al.*, 2016, p. 2).

Ramirez *et al.* (2016, p. 84) reforçam a conceituação da Memória de Trabalho pautando-a como uma importante estrutura cognitiva responsável por manter informações relevantes altamente ativas e por suprimir informações que distraem. Além disso, os autores reafirmam as interferências negativas da Ansiedade Matemática que consomem os recursos de Memória de Trabalho, tão necessários ao Desempenho Matemático.

Mammarella *et al.* (2017, p. 2), ao refletirem sobre as Funções Executivas, aludem que tanto a Memória de Trabalho quanto os mecanismos de Controle Inibitório parecem estar implicados no comprometimento de indivíduos com nível grave de Ansiedade Matemática e de crianças com Discalculia de Desenvolvimento (DD).

Ao citarem Friso-van den Bos *et al.* (2013) e Peng *et al.* (2016), Ramirez *et al.* (2016, p. 84) apresentam evidências do importante papel da Memória de Trabalho em Matemática, embora certas tarefas de Memória de Trabalho pareçam correlacionar-se mais fortemente

com o desempenho em matemática do que outras. Especificamente, considera-se que tarefas exigentes de armazenamento e processamento simultâneo de informações (tarefas estendidas complexas) exigem mais recursos atencionais e possuem maior poder preditivo para o Desempenho Matemático.

Justicia-Galiano *et al.* (2017, p. 2) validam os discursos dos autores supramencionados ao confirmarem que os pressupostos teóricos de Eysenck *et al.* (2007) - teoria do controle atencional - e a teoria da eficiência do processamento de Eysenck e Calvo (1992) explicam como a ansiedade pode influenciar o desempenho. Como já enfatizado, essas teorias explicam como a preocupação gera pensamentos perturbadores que reduzem a capacidade da Memória de Trabalho. Portanto, a Memória de Trabalho provavelmente facilitaria a relação entre Ansiedade Matemática e Desempenho Matemático.

Para Donolato, Giofrè e Mammarella (2019, p. 3), dentre as diversas habilidades cognitivas, a Memória de Trabalho parece ser uma das mais importantes para o sucesso acadêmico, pois é entendida como o sistema que permite armazenar e manipular informações. No caso da ansiedade, a preocupação – associada a elementos cognitivos da experiência ansiosa, como as autoexpectativas negativas – gera cognições independentes que reduzem a Memória de Trabalho disponível para completar a tarefa.

Ashkenazi e Cohen (2021, p. 2) acrescentam que a Memória de Trabalho se refere a um espaço de trabalho mental que está envolvido no controle, regulação e manutenção ativa de informações relevantes para realizar tarefas cognitivas complexas. As Funções Executivas, concebidas como habilidades cognitivas, são processos de autocontrole cruciais em situações onde o comportamento intuitivo ou instintivo é inadequado. Elas permitem que os indivíduos planejem, resolvam problemas, desenvolvam estratégias com flexibilidade, suprimam impulsos/informações irrelevantes e monitorem seus comportamentos. É somente na adolescência que as crianças são capazes de resolver tarefas complexas de mudança no nível dos adultos. No entanto, podem ser observadas já na idade pré-escolar as formas básicas de todas as Funções Executivas (ORBACH; HERZOG; FRITZ, 2020, p. 4).

Živković *et al.* (2023, p. 439) baseiam-se na pesquisa de Diamond (2013) para descrever as funções executivas como: “habilidades essenciais para a saúde mental e física; ter sucesso na escola e na vida; e desenvolvimento cognitivo, social e psicológico”. No que diz respeito aos tipos de Funções Executivas, mostram que a Flexibilidade Cognitiva difere da Memória de Trabalho e do Controle Inibitório na medida em que depende deles e surge muito mais tarde no desenvolvimento.

Entre os aspectos cognitivos comuns, a Memória de Trabalho desempenha um papel importante na previsão da habilidade matemática. Ela é definida como um sistema com capacidade limitada de armazenar e processar informações por um curto período de tempo. A teoria mais comum é o seu modelo tripartido, composto por uma unidade operacional central - responsável por armazenar, processar e monitorar dados - e dois sistemas dependentes do modo de processamento da informação verbal. A Memória de Trabalho tem um efeito positivo em Matemática, e há ampla evidência de que crianças com altas habilidades de Memória de Trabalho apresentam vantagens em Matemática, enquanto aquelas com baixa Memória de Trabalho têm pior desempenho em matemática (CUDER *et al.*, 2023, p. 2).

A interação entre as Funções executivas, a Ansiedade matemática e o Desempenho matemático

Com o objetivo de analisar o desempenho acadêmico e o perfil cognitivo de alunos com alta Ansiedade Matemática (High Math Anxiety - HMA) e baixa Ansiedade Matemática (Low Math Anxiety - LMA), Passolunghi, Caviola, De Agostini, Perin e Mammarella (2016) investigaram 34 crianças com LMA, incluindo 9 do sexto, 16 do sétimo e 9 do oitavo ano, e 32 crianças com HMA, sendo 11 delas do sexto, 12 do sétimo e 9 da oitava série. Os resultados dessa pesquisa evidenciaram que, em relação ao desempenho acadêmico, as crianças com HMA tiveram desempenho pior do que aquelas com LMA em todas as tarefas matemáticas, exceto no subteste de cálculo aproximado, enquanto os dois grupos não diferiram na decodificação de leitura, compreensão de leitura e ditado de palavras.

O estudo de Passolunghi *et al.* (2016) evidenciou que níveis elevados de Ansiedade Matemática coincidem com uma elevada probabilidade de um fraco desempenho acadêmico, mas apenas em Matemática. Vale a pena notar que a relação negativa entre a Ansiedade em Matemática e o Desempenho Matemático não produz um prejuízo geral em todas as tarefas de desempenho; na verdade, apenas no desempenho em matemática as crianças com HMA foram especificamente prejudicadas. Quanto ao perfil cognitivo de crianças com altos e baixos níveis de Ansiedade Matemática, os resultados mostraram que as crianças com HMA tiveram pior desempenho em tarefas de Memória de Trabalho, especificamente em tarefas de memória verbal de curto prazo.

Passolunghi *et al.* (2016) concluíram que fracas habilidades matemáticas e baixa capacidade de Memória de Trabalho podem ser vistas como fatores de risco para Ansiedade Matemática. A Ansiedade Matemática parece ter uma influência direta no processamento cognitivo, não só prejudicando a Memória de Trabalho, mas também fazendo com que as crianças com HMA tenham um desempenho inferior ao das crianças com LMA em tarefas matemáticas.

Ramirez *et al.* (2016) investigaram 564 crianças de uma escola primária, sendo 256 crianças do primeiro ano e 308 crianças do segundo ano, com o objetivo de explorar a relação entre a utilização de estratégias, a Ansiedade Matemática e a realização matemática. Os resultados demonstraram que a relação entre a Ansiedade Matemática e as estratégias de resolução de problemas de matemática é mais forte nas crianças com maior capacidade de Memória de Trabalho. Ironicamente, as crianças que têm maior capacidade cognitiva evitam usar estratégias avançadas de resolução de problemas quando têm um nível elevado de Ansiedade Matemática e, como resultado, têm um desempenho inferior em Matemática quando comparadas a seus pares com menor Memória de Trabalho.

A Ansiedade Matemática foi considerada por Ramirez *et al.* (2016) como um problema que pode afetar negativamente o desempenho acadêmico das crianças e as suas perspectivas de emprego futuro. Ou seja, para as crianças que têm um nível mais elevado de Memória de Trabalho, uma maior Ansiedade Matemática está negativamente relacionada com a utilização de estratégias avançadas de resolução de problemas, o que pode ter implicações no seu Desempenho Matemático a longo prazo.

Denota-se que um atraso no desenvolvimento de um repertório diversificado de estratégias pode não só limitar o Desempenho Matemático das crianças, mas também afetar o seu pensamento matemático flexível de uma forma mais geral e reduzir a sua compreensão conceitual da Matemática. Além do exposto, para que os alunos possam utilizar mais

eficazmente as estratégias que remetem ao Desempenho Matemático, é necessário proporcionar-lhes não só a aprendizagem em conteúdos matemáticos, mas também as formas de aliviar a ansiedade que sentem quando se envolvem no pensamento matemático (RAMIREZ *et al.*, 2016).

O estudo de Justicia-Galiano *et al.* (2017) teve como objetivo investigar o papel de dois possíveis mecanismos de mediação entre a Ansiedade Matemática e o Desempenho Matemático. Participaram deste estudo 167 crianças do terceiro e quinto ano, com idades entre 8 e 12 anos. Após a efetuação de uma série de análises de mediação múltipla, os autores consideraram que ambos os mediadores (Memória de Trabalho e autoconceito matemático) contribuíram para explicar a relação entre a Ansiedade Matemática e o Desempenho Matemático, ou seja, os resultados sugerem que a Memória de Trabalho e o autoconceito podem ser úteis na concepção de intervenções destinadas a ajudar os alunos com Ansiedade Matemática.

No intuito de esclarecer a especificidade do perfil de crianças com Ansiedade Matemática ou Discalculia do Desenvolvimento em termos de Memória de Trabalho e funções inibitórias envolvidas, Mammarella *et al.* (2017) observaram uma amostra composta por 366 crianças, sendo 124 crianças do 3º ano, 97 do 4º ano e 145 do 5º ano da escola primária. Foram selecionados quatro grupos de crianças entre os 8 e os 10 anos de idade: um grupo com Discalculia do Desenvolvimento e sem Ansiedade Matemática; um grupo com Ansiedade Matemática grave e Discalculia do Desenvolvimento; um com Ansiedade Matemática grave e sem Discalculia do Desenvolvimento; um com Desenvolvimento Típico. Todas as crianças foram submetidas a tarefas que mensuravam duas funções relacionadas com a inibição, ou seja, a interferência proativa e a resposta prepotente, e uma tarefa de Memória de Trabalho.

Os resultados desse estudo mostraram que as crianças com Ansiedade Matemática grave (mas sem Discalculia do Desenvolvimento) estavam especificamente prejudicadas na tarefa de interferência proativa, enquanto as crianças com Discalculia do Desenvolvimento (com ou sem Ansiedade Matemática) falharam na tarefa de Memória de Trabalho. Conforme Mammarella *et al.* (2017), tais resultados apontam para a importância de distinguir os processos cognitivos subjacentes a estes perfis.

Carvalho e Fernandes (2018) desenvolveram um estudo com 142 alunos do terceiro ano do Ensino Fundamental, cujo objetivo foi explorar as relações entre as Funções Executivas e o desempenho acadêmico. Por meio dos resultados alcançados, os autores observaram o papel importante que a Flexibilidade Cognitiva tem no desempenho acadêmico das crianças investigadas.

Além disso, Carvalho e Fernandes (2018) ressaltaram a não obtenção da correlação entre os dois tipos de Memória de Trabalho (auditiva e visual) avaliados e o desempenho dos alunos nas disciplinas. No entanto, evidenciaram que ao serem considerados os grupos extremos de desempenho mais alto e mais baixo, os tipos de Memória de Trabalho apresentaram correlações inferiores aos desempenhos. As considerações finais apresentadas indicam que as evidências obtidas por meio dessa pesquisa colaboram com os discursos constantes na literatura a respeito da importância das Funções Executivas para o desempenho acadêmico.

Para avaliar os contributos específicos dos afetos negativos (ansiedade geral e sintomas depressivos), do Desempenho Matemático e dos recursos pessoais (autoconceito, dimensões acadêmicas e de competência, e ego-resiliência) para a literacia em Matemática e em leitura em alunos do ensino secundário, Donolato, Giofrè e Mammarella (2019) desenvolveram um estudo com uma amostra de 143 alunos, sendo 65 da 6ª série e 78 da 8ª série. Os resultados

evidenciaram que todos os fatores considerados dão um contributo único para os domínios académicos investigados.

Nas análises dos resultados, Donolato, Giofrè e Mammarella (2019) enxergaram que os recursos pessoais explicam uma parte da variância única da literacia em Matemática e em leitura, mesmo depois de se ter em conta o afeto negativo e a Memória de Trabalho. Quanto ao afeto negativo, os resultados sugerem que pode estar relacionado com a literacia em leitura, bem como com a Matemática, ou seja, a ansiedade e os sintomas depressivos podem gerar uma interferência cognitiva devido à distração emocional. Além do mais, comprovou-se que a contribuição do afeto negativo não pode ser substituída pela Memória de Trabalho nem pelos bens pessoais, ou seja, a contribuição única do afeto negativo foi reduzida, mas não negligenciável.

No que diz respeito à Memória de Trabalho, os resultados indicaram que este fator cognitivo explicou uma parte maior da variância única do que os recursos pessoais ou os afetos negativos, tanto na Matemática como na literacia em leitura. Os autores verificaram também que a variância global da literacia em Matemática e em leitura, explicada pelos afetos negativos, pela Memória de Trabalho e pelos recursos pessoais, diferia ligeiramente. No entanto, isso parece se justificar pelo desempenho da Memória de Trabalho, que tende, tal como outras funções cognitivas superiores, a estar mais fortemente relacionada com a Matemática (DONOLATO; GIOFRÈ; MAMMARELLA, 2019).

Orbach, Herzog e Fritz (2020) examinaram a interação entre a Ansiedade Matemática e as Funções Executivas no Desempenho Matemático de 646 crianças, sendo 291 da quarta série e 355 crianças da quinta série do ensino primário. Esses autores elucidaram a teoria do controle da atenção, para citar que a Ansiedade Matemática afeta as Funções Executivas, desencadeando a função de inibição, de modo que alguma Memória de Trabalho é bloqueada, fator este que reduz a capacidade de processamento da tarefa.

No desenvolvimento do estudo de Orbach, Herzog e Fritz (2020), foi observada a correlação entre o estado de Ansiedade Matemática (ansiedade habitual) e o traço de Ansiedade Matemática (ansiedade momentânea), o Desempenho Matemático, as Funções Executivas e as autoavaliações dos sintomas de Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade – TDAH. Os dados revelaram correlações negativas entre o estado-Ansiedade Matemática e o Desempenho Matemático para todos os níveis das Funções Executivas e processos cognitivos. No entanto, o Controle Inibitório funcionou como moderador da relação entre o estado-Ansiedade Matemática e a realização em Matemática. As crianças com maior capacidade de inibição apresentaram relações negativas mais acentuadas. Não foram identificados efeitos de moderação para a capacidade de Memória de Trabalho e para o índice global das Funções Executivas.

Santana, Roazzi e Melo (2020) avaliaram 110 participantes com idades entre 8 e 12 anos, de escolas públicas e privadas, para verificar a interação entre as Funções Executivas e o Desempenho Matemático. Os resultados levaram os autores a indicarem que o bom desempenho das Funções Executivas tende a permitir aos alunos um bom Desempenho Matemático. Essa correlação entre os desempenhos mencionados foi percebida na observância da performance dos alunos em diferentes áreas da Matemática (resolução de problemas orais e escritos, comparação das quantidades numéricas simbólicas e não simbólicas, resolução de operações aritméticas básicas).

Ademais, comprovou-se o forte poder preditivo que a Memória de Trabalho tem sobre esse desempenho. Consonante a essa análise, verificou-se que a Flexibilidade Cognitiva é uma

função mediadora entre o Controle Inibitório e o Desempenho Matemático, equivalendo à segunda Função Executiva que melhor possibilita esse desempenho.

O estudo desenvolvido por Ashkenazi e Cohen (2021) objetivou explorar a seleção de estratégias em indivíduos com elevada Ansiedade Matemática e testar o papel do desenvolvimento na seleção de estratégias. Foram testados 94 alunos do Ensino Fundamental, sendo 31 alunos da 2ª série, 31 da 3ª série e 32 alunos da 5ª série com elevada ou baixa Ansiedade Matemática em problemas de adição simples e complexos.

Ashkenazi e Cohen (2021) relatam que os participantes começaram por resolver os problemas e, na sequência, indicaram a estratégia utilizada. Eles demonstraram que no ensino básico, as crianças com desenvolvimento típico mudam de estratégia: nos primeiros anos, são frequentes as estratégias de apoio à contagem; e que com a maturação e a escolaridade, podem mudar para estratégias baseadas na memória. Sendo assim, testou-se contagem com os dedos e as estratégias avançadas baseadas na memória em crianças com alto nível de Ansiedade Matemática.

Nessa perspectiva, as crianças com elevada Ansiedade Matemática revelaram um atraso no desenvolvimento ao utilizarem a estratégia da contagem com os dedos. Observou-se que no terceiro ano, as crianças com baixo nível de Ansiedade Matemática deixaram de usar a contagem de dedos, enquanto os participantes com alto nível de Ansiedade Matemática continuaram a usá-la. Entretanto, no caso da utilização de estratégias avançadas, foi observado um padrão diferente: independentemente da idade, as crianças com Ansiedade Matemática elevada utilizaram menos estratégias avançadas em relação aos participantes com Ansiedade Matemática baixa. Além do mais, o emprego de estratégias avançadas baseadas na memória foi modulado pelas capacidades visuoespaciais da Memória de Trabalho nos dois grupos.

Os autores afirmam, diante das evidências, que o aluno com Ansiedade Matemática tem trajetórias de desenvolvimento atípicas na utilização de estratégias (ASHKENAZI; COHEN, 2021).

Sorvo *et al.* (2022) estudaram a relação entre Ansiedade Matemática e Desempenho Matemático, observando o desempenho de estudantes do ensino fundamental. O estudo foi composto por duas etapas: no primeiro estudo, investigou-se a relação longitudinal entre a Ansiedade Matemática e o Desempenho Matemático do sexto para o sétimo ano ($n = 848$) com modelação cross-lagged (modelagem de efeitos defasados cruzados). No segundo, o objeto de estudo foi a relação situacional entre ansiedade e desempenho. Nessa etapa, os estudantes ($n = 149$) - alunos da sexta série, sorteados como uma subamostra da amostra maior da comunidade do estudo 1 - receberam tarefas matemáticas desafiadoras e não desafiadoras adaptadas ao seu nível de habilidade. Na sequência, foi examinada a associação entre ansiedade e desempenho.

Nas considerações finais, Sorvo *et al.* (2022) elucidaram que a Ansiedade Matemática teve um pequeno impacto longitudinal no Desempenho Matemático: altos níveis de ansiedade na sexta série previram baixo desempenho na sétima série. Além disso, a Ansiedade Matemática também teve uma ligação situacional com o desempenho: quando a ansiedade foi evocada, os estudantes apresentaram um desempenho pior do que o seu nível de habilidade. Ao relatarem sobre o duplo impacto da ansiedade no desempenho, os autores refletem que a Ansiedade Matemática parece ter uma ligação em tempo real com o desempenho e um efeito a longo prazo no desenvolvimento de competências aritméticas básicas.

A temática do estudo de Živković *et al.* (2023) aborda a Ansiedade Matemática, as Funções Executivas e o Desempenho Matemático. Assim situados, os autores buscaram examinar com acurácia a relação entre Ansiedade Matemática e Desempenho Matemático; examinar melhor a relação entre Funções Executivas e Desempenho Matemático; investigar a interação entre Funções Executivas e Ansiedade Matemática em Desempenho Matemático.

O estudo envolveu 103 alunos do Ensino Médio na faixa etária de 11 a 14 anos. Para tanto, foram lançadas três hipóteses: a Ansiedade Matemática teria uma relação significativa e negativa com o Desempenho Matemático, referindo-se especificamente aos alunos do Ensino Médio; diferentes componentes das Funções Executivas se correlacionariam positivamente com o Desempenho Matemático em alunos do Ensino Médio, diante dessa afirmativa, levantou-se a hipótese de uma correlação específica com a Memória de Trabalho Visuoespacial, mas não com a Memória de Trabalho Verbal durante este período escolar; a relação entre Ansiedade Matemática e Desempenho Matemático será mediada por fatores cognitivos (Memória de Trabalho Visuoespacial, Controle Inibitório e Flexibilidade Cognitiva) em alunos do ensino médio.

Conforme Živković *et al.* (2023), a primeira hipótese foi confirmada e os resultados mostraram uma relação significativa e negativa entre Ansiedade Matemática e Desempenho Matemático. A segunda hipótese foi parcialmente confirmada por fatores cognitivos (Memória de Trabalho Verbal, Memória de Trabalho Visuoespacial, Controle Inibitório e Flexibilidade Cognitiva) que têm uma relação significativa e positiva com o Desempenho Matemático em alunos do ensino médio. Os resultados mostraram uma relação positiva entre a Memória de Trabalho Visuoespacial e o Desempenho Matemático e entre a Flexibilidade Cognitiva e o Desempenho Matemático, mas não uma relação significativa entre a Memória de Trabalho Verbal e o Desempenho Matemático. Na terceira hipótese, verificou-se que a influência indireta da Ansiedade Matemática, através das medidas cognitivas, foi significativa apenas para a Flexibilidade Cognitiva, mas não para Memória de Trabalho Verbal, Memória de Trabalho Visuoespacial e Controle Inibitório.

Em outras palavras, os resultados apresentados por Živković *et al.* (2023) indicaram que apenas a Flexibilidade Cognitiva mediou as relações entre Ansiedade Matemática e Desempenho Matemático em alunos do Ensino Médio. Devido à influência negativa da Ansiedade Matemática que consome a capacidade de mudança, os participantes apresentaram resultados inferiores nas tarefas de Matemática, quando necessitaram mudar de uma estratégia para outra. Observou-se uma relação não significativa entre Controle Inibitório e Desempenho Matemático. A explicação para isso reflete sobre o tipo de tarefa proposta na avaliação. As tarefas de Controle Inibitório e Flexibilidade Cognitiva foram baseadas no mesmo tipo de material, mas com um nível crescente de Memória de Trabalho necessário.

Cuder *et al.* (2023) exploraram a interação entre a Ansiedade Matemática, a Memória de Trabalho e o Desempenho Matemático (tarefa de fluência matemática e tarefa de raciocínio matemático) em um grupo de 202 crianças do Ensino Fundamental. Os autores constataram que a Memória de Trabalho Visuoespacial pareceu moderar a relação entre Ansiedade Matemática e Desempenho Matemático, quando a tarefa de fluência matemática foi considerada, indicando que os participantes com níveis mais elevados de Memória de Trabalho foram mais afetados negativamente pela Ansiedade Matemática. Nenhum efeito de interação foi encontrado para a tarefa de raciocínio matemático na qual as pontuações dos alunos foram explicadas apenas pela Memória de Trabalho Visuoespacial.

Nas considerações finais, Cuder *et al.* (2023) enfatizam que os resultados sugerem que a Ansiedade Matemática e a Memória de Trabalho Visuoespacial interagem para influenciar o desempenho na tarefa de fluência matemática e que esse efeito pode variar dependendo das estratégias utilizadas para completar a tarefa. Por outro lado, os resultados da tarefa de raciocínio matemático mostraram que a Memória de Trabalho Visuoespacial continua a ter um efeito positivo no Desempenho Matemático, independentemente da Ansiedade Matemática.

Conclusões

Esta revisão, cuja problemática surgiu a partir dos baixos índices de proficiência em Matemática evidenciados pelo PISA-2018, desvelou as constatações de uma série de estudos que buscou entender a Ansiedade Matemática, correlacionando-a às Funções Executivas e ao Desempenho Matemático. Assim, foi norteadada pela problemática: qual a relação entre as Funções Executivas e a Ansiedade Matemática no Desempenho Matemático?

O objetivo geral foi apresentar evidências sobre a influência da Ansiedade Matemática no Desempenho Matemático. Especificamente, objetivou-se explicar o fenômeno da Ansiedade Matemática e seu efeito sobre o Desempenho Matemático; identificar indícios da correlação entre as Funções Executivas (Memória de Trabalho, Controle Inibitório e Flexibilidade Cognitiva), a Ansiedade Matemática e o Desempenho Matemático; e descrever os instrumentos utilizados para mensurar os construtos: Funções Executivas, Ansiedade Matemática e Desempenho Matemático.

No que diz respeito à influência da Ansiedade Matemática no Desempenho Matemático, constatou-se que a Ansiedade Matemática pode gerar uma interferência cognitiva devido à distração emocional, resultando na perda da capacidade de processar a tarefa matemática, ou seja, ocorre o declínio emocional no desempenho, a redução do controle atencional e o aumento da atenção a estímulos ameaçadores. Esse afeto negativo relacionado à Matemática pode ser minimizado, implementando-se, no processo ensino-aprendizagem, estratégias ideais de aprendizagem em detrimento das estratégias avançadas de resolução de problemas em termos de desenvolvimento, haja vista que as crianças ansiosas, preocupadas com o tempo, têm maior propensão a resolver problemas mais rapidamente, fator esse comprometedor do desempenho.

A Ansiedade Matemática aponta para a probabilidade de um fraco desempenho acadêmico, pois afeta as Funções Executivas, desencadeando a função de inibição e reduzindo a capacidade de processamento da tarefa. As Funções Executivas, no contexto do processo ensino-aprendizagem, são essenciais por exigirem dos indivíduos estratégias que os possibilitem se adaptarem, serem flexíveis e se ajustarem a situações complexas ou problemáticas, auxiliando assim o desempenho em matemática.

A partir da análise dos resultados dos estudos inclusos nesta revisão, comprovou-se a relação significativa e positiva que as Funções Executivas (Memória de Trabalho Verbal, Memória de Trabalho Visuoespacial, Controle Inibitório e Flexibilidade Cognitiva) têm com o Desempenho Matemático. Constatou-se que a Memória de Trabalho Visuoespacial e a Flexibilidade Cognitiva são as funções cognitivas que melhor moderam a relação entre Ansiedade Matemática e Desempenho Matemático. Considerando que as crianças com maior capacidade de inibição apresentam relações negativas mais acentuadas com a Matemática, verificou-se que o Controle Inibitório funciona também como moderador da relação entre o

estado de Ansiedade Matemática e a realização em Matemática. Além disso, comprovou-se o poder preditivo que a Memória de Trabalho tem sobre o Desempenho Matemático, bem como se verificou que a Flexibilidade Cognitiva é a segunda Função Executiva que melhor possibilita esse desempenho, dada a sua função mediadora entre o Controle Inibitório e o Desempenho Matemático.

O ponto principal da convergência desses estudos refletiu sobre a Ansiedade Matemática em estudantes da Educação Básica e seus efeitos negativos na performance matemática, destacando a relevância das correlações percebidas entre as Funções Executivas e o Desempenho Matemático. Como sugestão para pesquisas futuras, indica-se a busca por perspectivas sobre o que fazer para evitar que as crianças desenvolvam esse transtorno de ansiedade à matemática, bem como para reduzir o seu elevado nível em estudantes que já experimentaram seus efeitos negativos no desempenho. Uma investigação com esse foco seria de grande relevância para a pesquisa científica.

Referências

- ASHKENAZI, S.; COHEN, N. Developmental trajectories of strategy use in children with mathematical anxiety. *Acta Psychologica*, v. 215, p. 103293, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001691821000433> Acesso em: 12 mai. 2023.
- BASTOS, J. A. Matemática: distúrbios específicos e dificuldades. In: ROTTA, N. T.; OHLWEILER, L.; RIESGO, R. S. (org.). **Transtornos da aprendizagem**: abordagem neurobiológica e Multidisciplinar. 2. ed. – Porto Alegre: Artmed, 2016.
- BRAGA, D. G. A.; DALTO, J. O. **Funções Executivas e aprendizagem de Matemática**: uma revisão de literatura. Disponível em: <http://sbemparana.com.br/xvieprem/anais/545531.pdf> Acesso em: 12 abr. 2023.
- BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP. **Programa Internacional de Avaliação de Estudantes-PISA 2018**. 2019. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/images/03.12.2019_Pisa-apresentacao-coletiva.pdf Acesso em: 12 jun. 2023.
- BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP. **Sistema Brasileiro de Avaliação da Educação Básica - SAEB 2021**. 2022. Disponível em: https://download.inep.gov.br/saeb/resultados/apresentacao_saeb_2021.pdf Acesso em: 20 jul. 2023.
- CAPELATO, É.; PÉRICO, A. E. Eficiência escolar no estado de São Paulo: fatores interescolares e desempenho em matemática. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, Belém, v. 19, n. 42, p. 211-231, ago. 2023. ISSN 2317-5125. Disponível em: <https://www.periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/14377> Acesso em: 05 jul. 2024. doi:<http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v19i42.14377>.
- CARVALHO, C. S.; FERNANDES, D. C. Contribuições das funções executivas para o desempenho acadêmico. *Argumentos Pró-Educação*, v. 3, n. 7, 16 abr. 2018. Disponível em: <http://ojs.univas.edu.br/index.php/argumentosproeducacao/article/view/292> Acesso em: 22 jul. 2023.

CUDER, A.; ŽIVKOVIĆ, M.; DOZ, E.; PELLIZZONI, S.; PASSOLUNGI, M. C. The relationship between math anxiety and math performance: The moderating role of visuospatial working memory. **Journal of Experimental Child Psychology**, v. 233, p. 105688, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022096523000644?via%3Dihub> Acesso em: 22 ago. 2023.

CYPEL, S. Funções Executivas: seu processo de estruturação e a participação no processo de aprendizagem. In: ROTTA, N. T.; OHLWEILER, L.; RIESGO, R. S. (org.). **Transtornos da aprendizagem: abordagem neurobiológica e Multidisciplinar**. 2. ed. – Porto Alegre: Artmed, 2016.

DACHES COHEN, L.; RUBINSTEN, O. Math anxiety and deficient executive control: does reappraisal modulate this link? **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1513, n. 1, p. 108-120, 2022. Disponível em: <https://nyaspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdfdirect/10.1111/nyas.14772> Acesso em: 12 abr. 2023.

DOMINGUES, M. R. de S. et al. Exercício físico e ansiedade matemática: perspectivas para educação matemática a partir das neurociências. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, Belém, v. 18, n. 40, p. 81-104, abr. 2022. ISSN 2317-5125. Disponível em: <https://www.periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/11170> Acesso em: 05 jul. 2024. doi:<http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v18i40.11170>.

DONOLATO, E.; GIOFRÈ, D.; MAMMARELLA, I. C. Working memory, negative affect and personal assets: How do they relate to mathematics and reading literacy? **PloS one**, v. 14, n. 6, p. e0218921, 2019. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6597163/> Acesso em: 12 mai. 2023.

DURO, M. L.; DORNELES, B. V. Estimativa numérica e desempenho aritmético. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, Belém, v. 16, n. 37, p. 106-118, dez. 2020. ISSN 2317-5125. Disponível em: <https://www.periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/8460> Acesso em: 05 jul. 2024. doi:<http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v16i37.8460>.

FIGUEIRA, P. V. S. T.; FREITAS, P. M. Relação entre Ansiedade Matemática, Memória de Trabalho e Controle Inibitório: uma meta-análise. **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 34, n. 67, p. 678-696, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bolema/a/CrFHHTy9BXhgzXqGrFD4dCx/?format=pdf> Acesso em: 12 abr. 2023.

JUSTICIA-GALIANO M. J.; MARTÍN-PUGA, M. E.; LINARES, R.; PELEGRINA, S. Math anxiety and math performance in children: The mediating roles of working memory and math self-concept. **British Journal of Developmental Psychology**, v. 87, n. 4, p. 573-589, 2017. Disponível em: <https://sci-hub.se/10.1111/bjep.12165> Acesso em: 13 jul. 2023.

MAMMARELLA, I. C.; CAVIOLA, S.; GIOFRÈ, D.; BORELLA, E. Separating math from anxiety: The role of inhibitory mechanisms. **Applied Neuropsychology: Child**, v. 7, n. 4, p. 342-353, 2017. Disponível em: <https://sci-hub.se/10.1080/21622965.2017.1341836> Acesso em: 12 jul. 2023.

OECD. **Mathematics performance (PISA)**. 2023. Disponível em: <https://data.oecd.org/pisa/mathematics-performance-pisa.htm> Acesso em: 12 jun. 2023.

OHLWEILER, L. Introdução aos transtornos da aprendizagem. In: ROTTA, N. T.; OHLWEILER, L.; RIESGO, R. S. (org.). **Transtornos da aprendizagem**: abordagem neurobiológica e Multidisciplinar. 2. ed. – Porto Alegre: Artmed, 2016.

ORBACH, L.; HERZOG, M.; FRITZ, A. State- and trait-math anxiety and their relation to math performance in children: The role of core executive functions. **Cognition**, v. 200, p. 104271, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32428703/> Acesso em: 12 jul. 2023.

PASSOLUNGHY, M. C.; CAVIOLA, S.; DE AGOSTINI, R.; PERIN, C.; MAMMARELLA, I. C. Mathematics Anxiety, Working Memory, and Mathematics Performance in Secondary-School Children. **Frontiers in psychology**, v. 7, n. 42, 2016. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4735424/> Acesso em: 19 mai. 2023.

RAMIREZ, G.; CHANG, H.; MALONEY, E. A.; LEVINE, S. C.; BEILOCK, S. L. On the relationship between math anxiety and math achievement in early elementary school: The role of problem solving strategies. **Journal of Experimental Child Psychology**, v. 141, p. 83-100, 2016. Disponível em: <https://sci-hub.se/10.1016/j.jecp.2015.07.014> Acesso em: 12 mai. 2023.

SANTANA, A. N.; ROAZZI, A; MELO, M R. A. Os três componentes executivos básicos e o desempenho matemático escolar. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 101, n. 259, p. 649-69, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeped/a/ggLTy6LbGcwmQ4rjZVpf5YF/#> Acesso em: 12 jul. 2023.

SORVO, R.; KIURU, N.; KOPONEN, T.; ARO, T.; VIHOLAINEN, H.; AHONEN, T.; ARO, M. Longitudinal and situational associations between math anxiety and performance among early adolescents. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1514, n. 1, p. 174-186, 2022. Disponível em: <https://nyaspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/nyas.14788> Acesso em: 12 mai. 2023.

UMAN, L. S. Systematic reviews and meta-analyses. **J Can Acad Child Adolesc Psychiatry**, v. 20, n. 1, p. 57-59, 2011. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3024725/> Acesso em: 20 jun. 2023.

ŽIVKOVIĆ, M.; PELLIZZONI, S.; MAMMARELLA, I. C.; PASSOLUNGHY, M. C. Executive functions, math anxiety and math performance in middle school students. **British Journal of Developmental Psychology**, v. 40, n. 3, p. 438-452, 2022. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9543615/> Acesso em: 22 ago 2023.