



Bolema: Boletim de Educação Matemática

ISSN: 0103-636X

ISSN: 1980-4415

UNESP - Universidade Estadual Paulista, Pró-Reitoria de Pesquisa Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática

Figueira, Priscila Virgínia Salles Teixeira; Freitas, Patrícia Martins de
Relação entre Ansiedade Matemática, Memória de Trabalho e Controle Inibitório: uma meta-análise

Bolema: Boletim de Educação Matemática, vol. 34, núm. 67, 2020, pp. 678-696

UNESP - Universidade Estadual Paulista, Pró-Reitoria de
Pesquisa Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática

DOI: 10.1590/1980-4415v34n67a16

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=291265340018>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais informações do artigo
- Site da revista em redalyc.org

redalyc.org
UAEM

Sistema de Informação Científica Redalyc

Rede de Revistas Científicas da América Latina e do Caribe, Espanha e Portugal

Sem fins lucrativos acadêmica projeto, desenvolvido no âmbito da iniciativa
acesso aberto

Relação entre Ansiedade Matemática, Memória de Trabalho e Controle Inibitório: uma meta-análise

The relationship between Math Anxiety, Working Memory, and Inhibitory Control: A meta-analysis

Priscila Virgínia Salles Teixeira Figueira*

 ORCID iD 0000-0001-9211-0714

Patrícia Martins de Freitas**

 ORCID iD 0000-0002-2065-1236

Resumo

O processamento numérico demanda funções que podem apresentar interferência de reações ansiogênicas. A relação entre matemática e situações ameaçadoras é demonstrada pela ansiedade matemática (AM), que é um sentimento de tensão e desorganização mental quando a manipulação de números é necessária. É consequência de preditores genéticos e ambientais, mas, também pode estar associado ao baixo desempenho na memória de trabalho (MT) e controle inibitório (CI). O objetivo deste estudo foi demonstrar o tamanho do efeito da AM sobre o desempenho em tarefas de MT, e investigar a força e significância das correlações entre AM, MT e CI. Para isso, foi realizado um novo teste de hipóteses com dados de artigos que possuem um mesmo padrão de informações estatísticas, comparando grupos com alta e baixa AM. O software utilizado foi o R, na versão 3.6.4, e os pacotes Revmeta, Metafor e Forest. O tamanho do efeito da AM sobre a MT foi uma diferença das médias padronizadas (DMP) = -0,22, IC = 100%, [-0,38; -0,07]; $p = 0,01$, demonstrando que existe diferença significativa entre as médias da MT para grupos com alta e baixa AM. Porém, foi encontrado um alto índice de heterogeneidade ($I^2 = 81\%$), que demonstra pouca robustez em relação à variedade de dados obtidos. Foi demonstrado que os grupos com altos níveis de AM possuem maior taxa de erro e tempo de reação em tarefas de inibição de estímulos irrelevantes, o que verifica dificuldades em resistir a interferências durante a realização de tarefas matemáticas apresentadas por esses indivíduos.

Palavras-chave: Ansiedade Matemática. Memória de Trabalho. Controle Inibitório. Funções Executivas. Matemática.

Abstract

* Mestrado em Ensino pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). Professora Substituta na Universidade Federal da Bahia – Instituto Multidisciplinar em Saúde/Campus Anísio Teixeira (UFBA – IMS/CAT) e Professora Assistente no Centro Universitário UniFTC, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil. Endereço para correspondência: Praça Sá Barreto, 115, casa 80, Cruzeiro, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil. CEP: 45003-215. E-mail: psallesfigueira@gmail.com.

** Doutorado em Saúde da Criança e do Adolescente pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Professora Associada na Universidade Federal da Bahia – Instituto Multidisciplinar em Saúde/Campus Anísio Teixeira (UFBA – IMS/CAT), Vitória da Conquista, Bahia, Brasil. Endereço para correspondência: Rua Hormindo Barros, 58, Quadra 17, Lote 58, Candeias, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil, CEP: 45.029-094. E-mail: patriciafreitasufba@gmail.com.

Numerical processing demands functions that may show interference from anxiogenic reactions. The relationship between mathematics and threatening situations is called math anxiety (MA), which is a feeling of tension and mental disorganization when number manipulation is required. It is a consequence of genetic and environmental predictors, but may also be associated with poor working memory (WM) performance and inhibitory control (IC). The aim of this study was to demonstrate the size effect of MA on performance in WM tasks, and to investigate the strength and significance of correlations between MA, WM, and IC. A new hypothesis test was performed with data from articles that have the same pattern of statistical information, comparing groups with high and low MA. The software R, version 3.6.4, and the packages Revmeta, Metafor, and Forest were used. The size of the effect of MA on WM was $SMD = -0.22$, $CI = 100\%$, $[-0.38; -0.07]$; $p = 0.01$, demonstrating that there is a significant difference between the WM means for groups with high and low MA. However, a high heterogeneity index ($I^2 = 81\%$) was found, which shows little robustness about the variety of our data. Groups with high levels of MA have been shown to have higher error rate and reaction time in irrelevant stimulus inhibition tasks, which shows difficulties in resisting interference while performing mathematical tasks presented by these individuals.

Keywords: Math Anxiety. Working Memory. Inhibitory Control. Executive Functions. Mathematics.

1 Introdução

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. As habilidades matemáticas englobam diversos processos, como contagem, classificação ordinal, quantificação e aprendizagem de códigos numéricos, até a compreensão de fatos aritméticos e conhecimentos de operações matemáticas para realização de cálculos de alta complexidade. Essas habilidades também recrutam mecanismos específicos do processamento numérico, bem como mecanismos mais gerais, ligados às funções executivas, como a memória de trabalho e atenção (GEARY, 2011; HAASE et al., 2012).

O estudo sobre a matemática e suas implicações para o processo de aprendizagem é analisado pelas neurociências por meio da cognição numérica, que pode ser influenciada tanto por fatores biológicos e cognitivos, quanto sociais e culturais. O desenvolvimento da cognição numérica envolve habilidades primárias e secundárias. As habilidades primárias, assim como a linguagem, são de ordem biológica e se desenvolvem já nos anos pré-escolares a partir de uma compreensão implícita dos fatores numerais e ordinais. Enquanto isso, as habilidades secundárias são desenvolvidas a partir do contato com práticas de ensino (GEARY, 2000).

As habilidades primárias são mais básicas e envolvem o início da contagem e aritmética simples, e servem como base para o desenvolvimento das habilidades secundárias; podem envolver a representação simbólica dos números, contagem, aritmética, cálculo e o envolvimento de habilidades mais complexas como a resolução de problemas, interpretação e modelação de situações-problema bem como a capacidade de pensar criticamente (GEARY,

2000; MOLINA et al., 2015).

Esse processo de aprendizagem parte de atividades neurocognitivas (ROTTA; OHLWEILER; RIESGO, 2016) e demanda funções de controle atencional, memória de trabalho e flexibilidade cognitiva para a resolução de problemas, funções que podem ter o desempenho abaixo do esperado por interferência de reações ansiogênicas. Os mecanismos neurocognitivos sofrem importantes modificações diante de situações de ameaça. A relação entre a aprendizagem da matemática e sensação de ameaça vem sendo demonstrada por um padrão de comportamento denominado ansiedade matemática (AM) (ASHCRAFT; FAUST, 1994).

O objetivo deste estudo foi demonstrar o tamanho do efeito da ansiedade matemática sobre o desempenho em tarefas de memória de trabalho. Para isso, utilizamos o delineamento da meta-análise, com a seleção criteriosa de artigos que possuem um mesmo padrão de informações estatísticas, e comparam as médias de desempenho em tarefas de memória de trabalho entre grupos com alta e baixa AM. Através desses dados foi realizado um novo teste de hipóteses, a fim de certificar a probabilidade de que a diferença entre as médias não fosse fruto do acaso ou de viés metodológico, permitindo a convergência dos resultados de diferentes estudos.

Este texto está organizado em tópicos que apresentam a matemática e os processos cognitivos necessários para as habilidades numéricas, o componente emocional envolvido com a aprendizagem da matemática, o método utilizado, resultados, discussão do que foi encontrado e as conclusões feitas a partir dos resultados.

1.1 Cognição Numérica, Memória de Trabalho e Controle Inibitório

Para explicar o funcionamento dos mecanismos de base para habilidades aritméticas, o Modelo do Código Triplo foi desenvolvido por Dehaene (1992) com base em evidências de que a representação de magnitudes possui um caráter analógico, arábico e verbal. Esse modelo apresenta uma estrutura tripla para as representações mentais do processamento numérico e das operações numéricas sendo: (1) uma representação semântica de magnitude, mais primitiva e não simbólica, a qual origina duas formas de representação simbólica, (2) as numerais verbais (orais e escritos) e (3) as numerais arábicas (visuais).

A representação semântica não simbólica, também chamada de *senso numérico*, demonstra ser espacialmente orientada e logaritmicamente comprimida, sendo assim, caracterizada pelas leis psicofísicas de Weber e de Fechner, que correspondem,

respectivamente, aos efeitos da distância e da magnitude. Além disso, é automaticamente ativada sempre que os dois outros códigos simbólicos são utilizados (DEHAENE, 1992).

As bases neurocognitivas desses mecanismos foram demonstradas por meio dos estudos de Dehaene e Cohen (1995) e Dehaene et al. (2003). Segundo o Modelo do Código Triplo, a representação não simbólica ou representação analógica de magnitude é processada por áreas do sulco intraparietal, tanto do hemisfério esquerdo quanto direito. Já a representação visual arábica depende de áreas do giro fusiforme bilateralmente, e envolve funções como juízo de paridade e cálculo multidigital. As atividades referentes às representações numéricas verbais estão localizadas no giro angular esquerdo, mais especificamente nas áreas perisilvianas da linguagem, sendo, também, responsáveis pelos processos de automatização dos fatos aritméticos, ou seja, contagem, adição e multiplicação.

Além desses aspectos específicos do processamento numérico, a cognição matemática também depende de funções executivas complexas, que auxiliam em processos como a memorização, manipulação de informações e inibição de estímulos irrelevantes. Essas habilidades são executadas pela memória de trabalho e pelo controle inibitório, que são mecanismos cognitivos mais gerais, representados por regiões médio-dorsais e dorsolaterais do córtex pré-frontal, (DIAMOND, 2013; GEARY, 2011; HAASE et al, 2012).

A memória de trabalho, também chamada memória operacional, é definida como a capacidade de armazenar e manipular informações à curto prazo, sendo sua função armazenar essas informações enquanto são processadas. Essa função possui quatro componentes: no centro do modelo se encontra (1) executivo central, que é um sistema limitado de controle atencional e processamento cognitivo, sendo auxiliado por dois sistemas subordinados a ele, chamados (2) alça fonológica – direcionada a manipular sons e informações baseadas em falas – e (3) esboço visuoespacial, que desempenha um papel similar para informações visuais. O quarto componente, chamado de (4) buffer ou retentor episódico, desempenha um papel construtivo na vinculação de informações, permitindo, por meio do vínculo com a memória de longo prazo, gerenciar uma quantidade de informações superior à capacidade dos componentes fonológico e visuoespacial, e de maneira independente ao executivo central (BADDELEY; HICHT, 1974; BADDELEY, 2000; BADDELEY, 2006).

Sobre a relação da memória de trabalho e o desempenho em aritmética, Raghubar, Barnes e Hetch (2010) apontaram evidências de que a memória de trabalho e seus componentes influenciam o desempenho, tanto em tarefas aritméticas de dígitos simples quanto multidígitos. Para tarefas de dígitos simples, o papel do *loop* fonológico em adição e subtração depende do tipo de estratégia de resolução de problemas utilizada, e a interferência

do esboço visuoespacial mostrou interromper o desempenho apenas em tarefas de subtração. Já as tarefas multidígitos envolvem procedimentos de incrementar (transportar) ou decrementar (emprestimo) através de colunas numéricas, o que requer recursos tanto do central executivo quanto do *loop* fonológico, sendo o esboço visuoespacial requerido apenas para tarefas representadas visualmente.

As variáveis relacionadas à tarefa de memória de trabalho secundária (por exemplo, visual ou espacial, e a influência do tipo de tarefa executada) e a tarefa matemática primária (por exemplo, tipo e tamanho da operação, formato de apresentação e outros fatores que afetam o uso da estratégia) são extremamente importantes para entender a relação entre a memória de trabalho e a matemática. A análise dos estudos, realizada pelos autores, demonstrou que fontes de variação individual, sejam elas idade, experiência, uso de estratégia ou fatores instrucionais e de linguagem, funcionam como moderadoras para as maneiras pelas quais diferentes componentes da memória operacional e do desempenho matemático estão relacionados. (RAGHUBAR; BARNES; HETCH, 2010).

Os componentes da memória de trabalho exercem influência em funções específicas do aprendizado. Os resultados com pré-escolares, escolares do ensino fundamental e adolescentes sugerem que habilidades executivas e visuais-espaciais podem ser recrutadas para o aprendizado e aplicação de novos conceitos matemáticos, enquanto a alça fonológica é recrutada após essas habilidades serem aprendidas (RAGHUBAR; BARNES; HETCH, 2010).

Segundo o modelo das funções executivas elaborado por Diamond (2013), a memória de trabalho age como suporte para o funcionamento de processos inibitórios, uma vez que, ao concentrar-se especialmente nas informações a serem armazenadas e manipuladas, o indivíduo aumenta a probabilidade de que essas informações guiem seu comportamento e diminui a probabilidade de um erro inibitório. Já os mecanismos atencionais de inibição também fornecem suporte, liberando informações irrelevantes do espaço de trabalho da memória de trabalho e excluindo informações que não são mais relevantes, aliviando a carga para a memória de trabalho, uma vez que esta dispõe de uma capacidade limitada de armazenamento.

Os processos de atenção e inibição são necessários para a resolução de problemas matemáticos, já as competências conceituais e procedimentais também são representadas pelos componentes fonológico e visuoespaciais da memória de trabalho. Dificuldades de aprendizagem na matemática podem, assim, estar ligadas ao sistema executivo central, com déficits em funções como articulação de palavras-número e manipulação de informação na memória de trabalho, bem como a representação conceitual do tipo magnitude de número,

além da representação e manipulação de informação matemática que é apresentada de uma forma espacial (DEHAENE; COHEN, 1997).

A memória de trabalho desempenha uma função importante até para processos mais básicos da matemática, como armazenar as informações de problemas matemáticos, processamento das informações numéricas e recuperação de procedimentos relevantes para realização de cálculos, e até mesmo para tarefas de comparação numérica simples (PASSOLUNGHI; COSTA, 2019).

Mazzocco e Thompson (2005) apresentaram evidências longitudinais de que o desempenho na memória de trabalho verificada em pré-escolares foi um preditor para o desempenho em matemática quatro anos depois. Essa relação é fundamentada pelo modelo postulado por Diamond (2013), uma vez que se verifica que o *lócus* de controle interfere no gerenciamento da informação, não sendo essas funções isoladas. A capacidade de inibição e memória de trabalho interferem no desempenho de tarefas matemáticas, sendo funções altamente exigidas para a resolução de problemas complexos. O correlato neural associado a áreas do córtex pré-frontal indica uma rede fronto-têmpero-parietal para a cognição matemática (DEHAENE et al., 2003).

1.2 Componentes emocionais da aprendizagem da matemática

Segundo Haase, Guimarães e Wood (2019) por sua complexidade e importância, a matemática frequentemente provoca emoções negativas quando associada a um baixo desempenho. A AM é definida por Ashcraft e Faust (1994) como um sentimento de tensão, pavor, desamparo e desorganização mental que a manipulação de números e a solução de problemas matemáticos exige. Esse quadro é consequência de preditores genéticos e ambientais, mas, também, está associado ao baixo desempenho em funções executivas, como a memória de trabalho e controle atencional (HAASE; GUIMARÃES; WOOD, 2019).

Carmo (2011) especificou a definição como padrões de reações cognitivas, fisiológicas e comportamentais, desagradáveis diante de situações que envolvam conhecimentos matemáticos. Em seu componente cognitivo, o indivíduo avalia, antecipadamente, os riscos de eventos; em seu componente fisiológico, apresenta quadros de taquicardia, tremor, sudorese e náuseas, dentre outros sintomas físicos de quadros de ansiedade e, a nível comportamental, apresenta respostas de fuga e evitação das situações que envolvam matemática. A ansiedade matemática é considerada, então, uma fobia específica, tendo como aversivo o objeto específico: a matemática (ASHCRAFT; RIDLEY, 2005).

A pressão exercida para que alunos aprendam matemática, mesmo em situações de ansiedade, podem provocar efeitos na memória de trabalho e na capacidade de inibir respostas, que interfere nos mecanismos atencionais e de autorregulação. Essas funções são importantes para execução de problemas matemáticos e, consequentemente, afetam o desempenho de alunos na disciplina (RAGHUBAR; BARNES; HETCH, 2010; NAVARRO et al., 2011).

A Teoria do Controle Atencional (EYSENCK et al., 2007), e a Teoria da Inibição (HASHER; ZACKS, 1988) assumem que a ansiedade prejudica a eficiência de dois tipos de controle da atenção. Primeiramente, a ansiedade atua no controle de atenção negativo, responsável pela inibição da atenção aos estímulos irrelevantes de uma tarefa. Já o segundo tipo se refere ao controle atencional positivo, o qual é envolvido na flexibilização da atenção das tarefas para maximizar o desempenho (DERAKSHAN et al., 2009).

Essas teorias são complementares, uma vez que a Teoria da Inibição assume que, além de diminuir o controle da atenção, a ansiedade aumenta a atenção aos estímulos relacionados à ameaça. Ao mesmo tempo, a Teoria do Controle Atencional demonstra que a ansiedade prejudica a eficiência do componente executivo central do sistema de memória de trabalho, uma vez que os pensamentos intrusivos de preocupação, presentes nos indivíduos com alta ansiedade, interferem na execução de tarefas cognitivas. Tendo a memória de trabalho uma capacidade limitada de armazenamento, a presença de estímulos aversivos chama a atenção, resultando em uma quantidade reduzida de recursos de memória de trabalho deixados para alocar a tarefa cognitiva a ser realizada (EYSENCK et al., 2007; ASHCRAFT; KIRK, 2001).

Estudos sobre genética e sua relação com AM apontam para interação de fatores ambientais e experiências negativas com a matemática, e para a influência de fatores genéticos ligados à ansiedade geral e cognição matemática (WANG et al., 2014; MALANCHINI et al., 2017). Estudos de genética molecular também encontraram alterações na COMT (Catechol-O-methyltransferase), uma enzima importante para o metabolismo da dopamina, que possui um efeito sobre o desempenho da memória e no desempenho da matemática. Essa enzima está associada ao funcionamento da memória de trabalho e ao processamento de magnitudes e representações, habilidades importantes para o desempenho na matemática (JÚLIO-COSTA et al., 2013), bem como à diferença entre sexos presente em casos de AM, na qual meninas possuem a maior prevalência (JÚLIO-COSTA et al., 2019).

Os estudos sobre o efeito das respostas ansiogênicas no desempenho da matemática são consistentes (NAMKUNG; PENG; LIN, 2019). Por outro lado, o efeito da ansiedade matemática sobre o desempenho cognitivo ainda não é tão claro. Considerando essa lacuna e a

importância de verificarmos o perfil cognitivo de indivíduos que apresentam altos níveis de ansiedade matemática foi realizada a presente meta-análise.

2 Método

Foi utilizada a meta-análise, calculando o tamanho do efeito a partir dos dados estatísticos de média, desvio padrão e n de estudos com comparação de grupos independentes de alta e baixa AM. A análise quantitativa dos dados foi realizada pelo *software R*, na versão 3.6.4. Foram utilizados os pacotes Revmeta, Metafor e Forest.

As bases de dados utilizadas foram Pubmed, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), e Google Acadêmico, com seguintes descritores: *ansiedade matemática e memória de trabalho, controle inibitório e funções executivas*, em inglês e português, entre 1988 a 2018. Os critérios de inclusão dos estudos foram: a) tipo de estudo, sendo selecionados estudos de caráter empírico; b) ser escrito em língua inglesa ou portuguesa; c) possuir resumo que relate a ansiedade matemática à memória de trabalho e/ou controle inibitório; d) utilizar, para medida de ansiedade, um instrumento específico da ansiedade matemática; e) apresentar os dados estatísticos que permitissem o cálculo do tamanho do efeito ou a análise descritiva. Foi definido como critério de exclusão o estudo ser uma dissertação ou tese, sendo selecionadas apenas pesquisas na modalidade de artigos científicos.

Os artigos foram pré-selecionados, considerando a adequação aos critérios por meio da análise do título e do resumo. Posteriormente, uma análise completa foi realizada com a leitura dos estudos na íntegra, a fim de definir o número final de estudos revisados (Figura 1). Nem todos os artigos sobre o tema fornecem os dados estatísticos necessários para uma meta-análise quantitativa, para esses estudos foi feita análise descritiva das medidas de correlação.

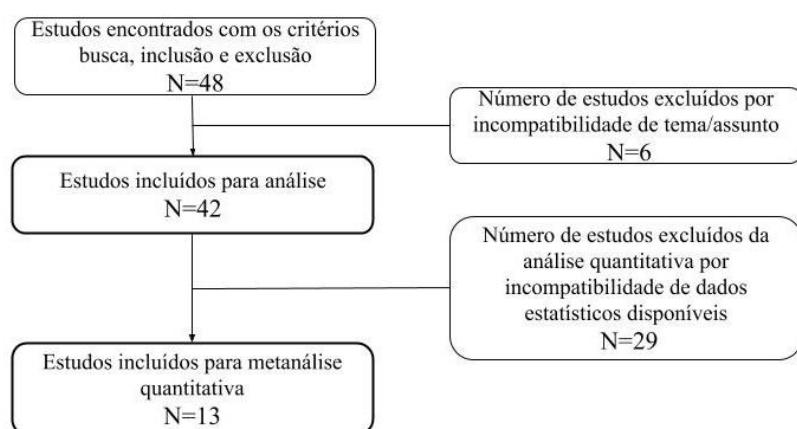


Figura 1 – Processo de busca e seleção dos artigos
Fonte: elaborado pelo autor

Os treze artigos incluídos para a meta-análise quantitativa estão marcados com um * na lista de referências, a fim de facilitar a reprodução futura do estudo.

3 Resultados

Os dados descritivos do estudo demonstram uma alta variabilidade para a média de idades dos estudos incluídos na análise quantitativa. Na Tabela 1 estão os dados de n dos estudos, média de idade, distribuição dos sexos e tarefas utilizadas para mensurar a MT.

Tabela 1 – Caraterização das amostras de cada estudo e tarefas utilizadas para mensurar a memória de trabalho

Primeiro autor, ano	n	M (idade)	Distribuição de sexo (F/M)	Tarefas utilizadas para mensurar a MT
Aschraft, 2001 (exp.3)	45	25,3	35/10	Transformação de letras e números
Brunyé, 2013	36	20,8	18/18	Span de Operação (OSSPAN)
Georges, 2016	61	23,3	27/24	Tarefa de Dígitos
Maloney, 2010	28	NI	16/12	Tarefa <i>Grid/No Grid</i> e Teste de Dígitos – Ordem Inversa
Mammarella, 2017	77	9,8	43/34	Tarefa de span auditivo
Morsyani, 2014	89	22,3	66/23	Tarefa de memorização de pontos – <i>Dot Memory Task (DMT)</i>
Park, 2014	80	NI	NI	Taxa de erro e tempo de reação para tarefa com alta demanda para a MT
Passolunghi, 2016	66	12,5	43/23	Tarefa de span auditivo – número de palavras e erros de intrusão
Supekar, 2015	28	8,6	16/12	Tarefa de Dígitos – Ordem direta e inversa,
Witt, 2012	55	10,0	37/18	Recordação de letras e dígitos na ordem inversa, e Tarefa de padrões de letras e dígitos
Young, 2012	46	8,4	18/28	Bateria de Testes de MT para Crianças - <i>Working Memory Test Battery for Children</i>
Liu, 2019	74	19,7	35/40	Tarefa de Dígitos
Passolunghi, 2018	145	10,3	71/74	Tarefa de Dígitos – Ordem Inversa, Span de Palavras – Ordem Inversa, e Span de audição

M= Média; NI= Não informado; n= número de participantes de cada estudo; MT = Memória de Trabalho.

Fonte: elaborado pelo autor

Na Tabela 2 estão dispostos os dados gerais – média de idade, mínimo e máximo, frequência de sexos, e total de participantes – de todos os estudos participantes da meta-análise quantitativa.

Tabela 2 – Média de idade, mínimo e máximo, frequência de sexos, e total de participantes dos estudos

M geral (idade)	Mín-Máx	Porcentagem de sexo feminino	Porcentagem de sexo masculino	n total
15,5	8,4 – 25,3	57,4%	42,6%	830

M = Média; Min = Valor mínimo; Máx = Valor Máximo; n = Número total de participantes dos estudos incluídos na meta-análise quantitativa.

Fonte: elaborado pelo autor

Dos 48 estudos selecionados com base nos critérios de inclusão e exclusão, 37 forneceram, também, medidas da relação entre AM e desempenho em matemática/aritmética. 86,5% dos estudos que testaram essas variáveis encontraram resultados que apontam para uma relação entre alta AM e baixo desempenho em matemática. As correlações avaliadas variaram entre $r = -0,19$ e $r = -0,52$, com valores de p entre 0,05 e 0,001.

Os resultados da meta-análise mostram a diferença entre as médias do grupo de alta e baixa AM. Na Figura 2 é possível ver os resultados de cada estudo que fez parte da amostra. A linha horizontal de cada estudo representa o tamanho da amostra, sendo que, quanto maior a linha, menor a amostra que o estudo utilizou. Na figura 2 podemos verificar que os estudos de Brunyé et al. (2013), Passolunghi et al. (2016) e Supekar et al. (2015) apresentaram amostras maiores. O tamanho do quadro mostra o peso que cada estudo teve na meta-análise, podemos ver que os estudos de Park, Ramirez e Beilock (2014), Passolunghi, Cargnelutti e Pellizzoni (2018), Morsanyi, Busdraghi e Primi (2014) e Witt (2012) tiveram contribuições mais robustas. O tamanho do efeito da ansiedade matemática sobre a memória de trabalho foi de uma diferença das médias padronizadas (DMP) = $-0,22$, IC = 100%, [-0.38; -0.07]; $p = 0,01$, demonstrando que existe diferença significativa entre as médias da memória de trabalho para a comparação de grupos com alta e baixa ansiedade matemática. Porém, os dados também apontam para um alto índice de heterogeneidade, com um valor de $I^2 = 81\%$ que demonstram pouca robustez em relação à variedade de dados obtidos.

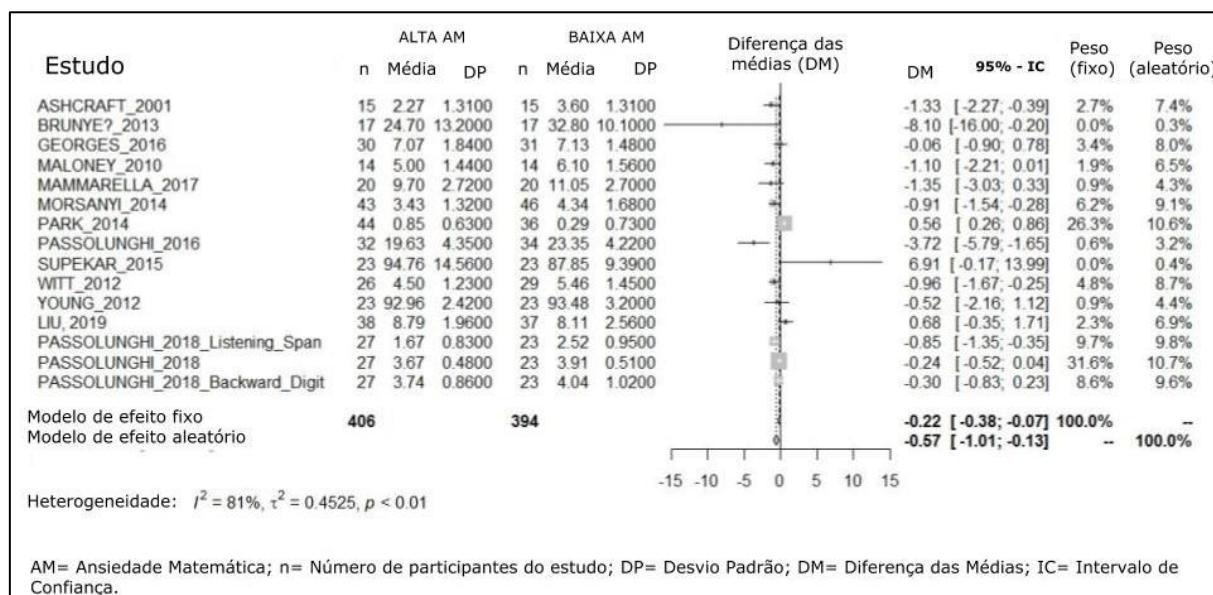


Figura 2 – Gráfico Forest Plot para comparação do desempenho na memória de trabalho de grupos com alta e baixa AM
 Fonte: elaborado pelo autor

Em relação às medidas de correlação, os valores de r variaram entre $-0,44$ e $0,313$ com

valores de p entre 0,001 e 0,05. Considerando os valores determinados por Cohen (1988) nove experimentos demonstraram um valor moderado de correlação, variando entre 0,30 e 0,49, enquanto dez apontaram para uma correlação fraca, que variou entre 0,10 e 0,29. Nenhum estudo apontou uma correlação forte entre AM e MT. 69,2% dos estudos apontaram significância para o nível de correlação entre AM e MT.

Sobre o controle inibitório, apenas dois estudos utilizaram a técnica de correlação entre AM e CI ou alguma medida de controle atencional. As correlações encontradas foram fracas, com o valor de r variando entre 0,24 e 0,32 (HARTWRIGHT et al., 2018; GEORGES; HOFFMAN; SHILTZ, 2016). A única correlação significativa evidenciou que quanto mais altos os níveis de AM maior será a falha no controle atencional ($r=0,320$; $p=0,007$) (HARTWRIGHT et al., 2018). Em relação às medidas específicas de CI, nenhum estudo apontou uma correlação forte ou significativa.

4 Discussão

Os estudos de meta-análise têm o objetivo de gerar resultados que possam sintetizar os achados apresentados nos estudos independentes, demonstrando de forma quantitativa o tamanho do efeito de uma variável sobre outra. O alto nível de AM tem apresentado forte relação com o baixo desempenho da matemática. Como a matemática é uma habilidade escolar que depende de funções cognitivas como a MT e CI, a hipótese sobre um possível efeito da AM matemática sobre o funcionamento cognitivo tem sido investigada.

O objetivo deste estudo foi gerar evidências sobre o tamanho do efeito da AM sobre o desempenho na MT e a análise descritiva dos resultados dos estudos da relação entre a AM e a função do CI. Para testar a hipótese inicial do estudo, foi verificado o efeito da diferença do desempenho da memória de trabalho entre os grupos com alta e baixa AM. De maneira geral, grupos com altos índices de AM possuem uma tendência para escores mais baixos para as medidas de MT (BRUNYÉ et al., 2013; MAMMARELLA et al., 2015; PASSOLUNGHI et al., 2016; GEORGES; HOFFMAN; SHILTZ, 2016; MALONEY et al., 2010; YOUNG; WU; MENON, 2012).

Os resultados demonstraram que o tamanho de efeito não foi suficientemente robusto. De maneira individual, os estudos demonstraram que o grupo de indivíduos com alta AM obtiveram escores mais baixos para as medidas de MT, entretanto essa diferença no desempenho da MT entre os grupos de alta AM e baixa AM só podem ser consideradas como uma tendência pelos achados da meta-análise realizada. Foi encontrado, também, um menor

desempenho nas tarefas matemáticas para os grupos com altos níveis de AM.

Haase, Guimarães e Wood (2019) apontam para mecanismos evidenciados na literatura sobre a relação da AM e MT. As duas hipóteses mais descritas são complementares, a Teoria do Controle Atencional (EYSENCK et al., 2007) e a Teoria da Inibição (HASHER; ZACKS, 1988), que apontam para uma sobrecarga cognitiva causada pela presença da AM que, ao mesmo tempo, rouba recursos da MT e torna os indivíduos mais suscetíveis à estímulos distratores.

A acurácia e tempo de reação para tarefas de MT de indivíduos com altos níveis de AM também são maiores em comparação com indivíduos com baixa AM (GEORGES; HOFFMAN; SHILTZ, 2016; HOPKO et al., 1998). Esses resultados apoiam a hipótese de que indivíduos com alta ansiedade possuem maior dificuldade em resistir a interferências durante a realização de tarefas matemáticas apresentada por indivíduos com alta AM. Além disso, estímulos ligados à matemática predizem um maior número de erros do que estímulos neutros, bem como sofrem mais interferência por estímulos distratores numéricos (SUÁREZ-PELLICIONI; NÚÑEZ-PEÑA; COLOMÉ, 2014).

Por outro lado, um dos aspectos responsáveis pela variabilidade dos resultados sobre AM e MT é biológico: o nível de excitação e cortisol presentes durante atividades relacionadas à matemática. Mattarella-Micke et al. (2011) apontam para o nível de cortisol como uma resposta fisiológica dependente da capacidade da MT, bem como do nível de AM apresentado. Indivíduos com melhor desempenho na memória de trabalho e altos níveis de AM, quando apresentam níveis altos de cortisol, apresentam uma queda no desempenho, o que indica que esses indivíduos confiam e se apoiam em suas habilidades, e o nível de estresse provocado pelo cortisol afeta o seu desempenho (HAASE; GUIMARÃES; WOOD, 2019). Estudos como esse ainda necessitam ser mais explorados e complementam as outras hipóteses descritas na literatura.

Os resultados apontados pelas medidas de correlação analisadas apoiam o que foi encontrado na análise de comparação de grupos, uma vez que, apesar de significativos, os níveis de correlação encontrados apresentaram alta variabilidade de acordo com os instrumentos utilizados e o tipo de técnica estatística utilizada. Foi evidenciada uma tendência para menor desempenho em tarefas de MT em indivíduos com altos níveis de AM.

A variabilidade encontrada evidencia que a AM não é um constructo unidimensional, e possui tanto dimensões cognitivas quanto comportamentais. Estudos como o de Orbach (2019) demonstram, por exemplo, que a AM pode se manifestar como traço ou estado, que se manifestam com efeitos diferentes sobre o desempenho da matemática. As próprias medidas

de AM apresentam diferentes dimensões, mesmo mensurada por questionários específicos (HO et al, 2000).

O Questionário de Ansiedade Matemática (*Math Anxiety Questionnaire*), por exemplo, traz como subcategorias: a autopercepção do desempenho na matemática; atitudes na matemática; infelicidade relacionada aos problemas matemáticos; e ansiedade relacionada à matemática (WIGFIELD; MEECE, 1988; HAASE et al, 2012; WOOD et al., 2012). Essa variedade de subconstrutos também pode explicar o efeito da alta heterogeneidade encontrado por essa meta-análise.

Outros estudos utilizaram, além de comparação de grupos com alta e baixa AM e coeficientes de correlação, análises de regressão e comparação de grupos com diferentes parâmetros, por exemplo, comparando indivíduos com discalculia do desenvolvimento, AM e desenvolvimento típico, o que impossibilitou a inclusão na análise quantitativa.

O número de estudos que investigaram o CI e AM não foram suficientes para uma meta-análise quantitativa. Apesar disso, foi demonstrado, que os grupos com altos níveis de AM possuem uma taxa de erro maior em tarefas de inibição de estímulos irrelevantes, bem como um maior tempo de reação. Esses dados evidenciam que indivíduos com alta AM podem possuir maior dificuldade em resistir a interferências durante a realização de tarefas matemáticas (GEORGES; HOFFMAN; SHILTZ, 2016; HOPKO et al., 1998).

Esses resultados apoiam a hipótese inicial, proposta por Hasher e Zacks (1988) na Teoria da Inibição, que aponta o funcionamento de um mecanismo de inibição que controla o impacto negativo que estímulos distratores podem ter em objetivos relevantes de uma tarefa. Segundo essa teoria, quando esse mecanismo é impedido de funcionar, por uma sobrecarga de estímulos distratores ligados às emoções negativas e sentimento de ansiedade, os componentes atencionais e de MT são consumidos por estímulos irrelevantes, o que leva a um desempenho abaixo do esperado na tarefa matemática.

Consistente com essa hipótese, a literatura também apresenta resultados que integram a Teoria do Controle Atencional (EYSENCK et al., 2007), explicando que a AM sobrecarrega componentes atencionais e o CI, reduzindo a eficiência desses processos, bem como por resultado de uma falha no mecanismo de inibição, torna indivíduos mais suscetíveis aos pensamentos intrusivos (HOPKO et al., 1998; GEORGES; HOFFMAN; SHILTZ, 2016; MAMMARELLA et al., 2017; PLETZER et al., 2015; LIU et al., 2019, HOPKO; HUNT; ARMENTO, 2005; SUÁREZ-PELLICIONI; NÚÑEZ-PEÑA; COLOMÉ, 2014).

Também, as evidências de neuroimagem têm apontado para áreas corticais específicas associadas ao desempenho matemático de indivíduos com alto nível de AM utilizando

técnicas como o fMRI (ressonância magnética funcional), ERP (*event-related brain potentials*) e EEG (eletroencefalograma). Dentre essas áreas, o córtex pré-frontal é um consenso entre a maior parte dos estudos analisados, sendo citado por alguns estudos de maneira mais geral, bem como o giro do cíngulo, indicando a ativação de funções executivas como a memória de trabalho e deslocamento atencional durante reações emocionais negativas (PLETZER et al., 2015; SUPEKAR et al. 2015; PIZZIE, 2019; KLADOS et al., 2019). Esses resultados apoiam a hipótese da Teoria com Controle Atencional (EYSENCK et al., 2007) e da Teoria da Inibição (HASHE; ZACKS, 1988), apontando uma sobrecarga cognitiva nos processos atencionais de inibição e de MT em indivíduos com maior nível de AM, causando um menor desempenho para tarefas matemáticas.

Outra área convergente em alguns estudos é o lobo parietal, que indica a ativação de funções ligadas ao processamento emocional, à autopercepção e à reação a estímulos de ameaça enquanto são realizadas tarefas matemáticas. Além disso, AM ativa áreas ligadas às respostas de medo e reações emocionais de ansiedade, como amígdala (SUPEKAR et al. 2015; SUÁREZ-PELLICIONI; NÚÑEZ-PEÑA; COLOMÉ, 2014; PLETZER et al., 2015; LYONS; BEILOCK, 2012; YOUNG; WU; MENON, 2012).

Estudos de intervenção também tem evidenciado que técnicas de manejo para AM incluem técnicas baseadas na hipótese da Teoria do Controle Atencional (EYSENCK et al., 2007), que buscam reduzir os níveis de preocupação e ansiedade imediatamente antes da tarefa de matemática, a fim de limitar a sobrecarga mental que a ansiedade provoca. Resultados positivos têm sido verificados em estudos que exploram, por exemplo, exercícios de respiração (BRUNYÉ et al., 2013), e escrita expressiva (PARK; RAMIREZ; BEILOCK, 2014), fornecendo evidências de que intervenções que buscam diminuir sentimentos de ansiedade ajudam no controle atencional e permitindo que o indivíduo se distraia das emoções e pensamentos negativos utilizando seus recursos cognitivos para a realização das tarefas propostas.

Apesar de este não ser o tema central do estudo, as correlações encontradas evidenciaram uma relação entre um baixo desempenho nas tarefas de matemática/aritmética para indivíduos com altos índices de AM. As correlações significativas encontradas foram baixas e moderadas, em concordância com os resultados de Namkung, Peng e Lin (2019) que, no seu estudo de meta-análise, encontraram um valor de correlação de $r=-0,34$; IC 95% para essas variáveis.

Sobre as limitações do estudo, destaca-se o pouco número de estudos disponíveis que utilizaram da comparação de grupos entre alta e baixa AM, e a incompatibilidade de dados

estatísticos disponíveis em grande parte dos estudos. Além disso, houve, também, uma alta variabilidade nos instrumentos utilizados para mensurar a MT, o que pode ter contribuído para as diferenças encontradas nos resultados de cada estudo incluído na meta-análise. Esses fatores contribuíram para a pouca robustez dos resultados encontrados.

Outra limitação encontrada foi a distância observada entre os valores mínimo e máximo para as médias de idades dos participantes dos estudos [Min – 8,4; Máx – 25,3]. Evidências sugerem que variáveis como idade e série escolar representam importantes mudanças no desenvolvimento, que podem modificar o link entre AM e desempenho na matemática (HILL et al, 2016; ZHANG; ZHAO; PING KONG, 2019).

Estudos anteriores demonstram que os níveis de AM influenciam o desempenho em estudantes mais velhos, enquanto esse efeito pode não ser encontrado em crianças mais novas, ou de séries mais iniciais (KRINZINGER; KAUFMANN; WILLMES 2009; DOWKER, 2005; HILL et al, 2016). Essa diferença de médias, encontrada em nosso estudo, também pode ajudar a explicar a alta variabilidade nos resultados obtidos. Apesar disso, em relação ao número de estudos analisados e à idade dos participantes, houve um equilíbrio entre participantes crianças (cinco estudos) e adolescentes/jovens adultos (seis estudos), enquanto dois estudos não informaram o público alvo da pesquisa.

Zhang, Zhao e Ping Kong (2019) discutem que durante as séries mais avançadas do período educacional os assuntos se tornam mais difíceis e demandam um maior engajamento cognitivo, o que pode, consequentemente, aumentar os níveis de AM. Além disso, destaca-se a pré-adolescência e adolescência como períodos de destaque para o desenvolvimento de habilidades emocionais e sociais, sendo mais propensos a associar reações emocionais à um assunto específico – por exemplo, a matemática.

5 Consideração Finais

Os resultados encontrados apresentam impactos, tanto teóricos quanto metodológicos. Por um lado, demonstram a importância de considerar a memória de trabalho e o controle inibitório para a compreensão e elaboração de um modelo mais consistente que explique as consequências cognitivas da AM. Outro achado foi a necessidade de replicação de estudos com instrumentos e técnicas estatísticas semelhantes, porém com diferentes amostras de participantes, a fim de que possam se obter resultados mais robustos em futuras meta-análises sobre o tema.

Considerando o período de seleção dos artigos (últimos 30 anos), o número de

estudos encontrados foi baixo, o que aponta para a necessidade de se investigar mais o tema para que resultados quantitativos mais robustos sejam encontrados. Para futuras investigações sobre o tema, ressalta-se a necessidade de estudos sobre as consequências da AM na MT, no CI e outras funções relacionadas ao controle atencional, e como intervenções voltadas para essas funções podem auxiliar em casos de alta AM.

Referências

- ASHCRAFT, M. H.; FAUST, M. W. Mathematics anxiety and mental arithmetic performance: An exploratory investigation. **Cognition and Emotion**, London, v. 8, p. 97-125, 1994.
- * ASHCRAFT, M. A.; KIRK, E. P. The relationships among working memory, math anxiety, and performance. **Journal of Experimental Psychology**, Washington, v. 130, n. 2, p. 224-237, 2001.
- ASHCRAFT, M. H.; RIDLEY, K. S. Math anxiety and its cognitive consequences: A tutorial review. In: CAMPBELL, I. D. (org.). **Handbook of mathematical cognition**. New York: Psychology Press, 2005. p. 315-327.
- BADDELEY, A. D.; HITCH, G. Working Memory. In: BOWER, G. A. (ed.). **Recent advances in learning and motivation**. New York: Academic Press, 1974. p. 47-89.
- BADDELEY, A. D. The episodic buffer: a new component of working memory? **Trends in Cognitive Science**, Cambridge, v. 4, p. 417-423, 2000.
- BADDELEY, A. D. Working memory: an overview. In: PICKERING, S. J. (org.). **Working memory and education**. Amsterdam: Elsevier Press, 2006. p. 1-31.
- * BRUNYÉ, T. T. et al. Learning to relax: Evaluating four brief interventions for overcoming the negative emotions accompanying math anxiety. **Learning and Individual Differences**, Amsterdam, n. 27, p. 1-7, 2013.
- CARMO, J. S. Ansiedade à matemática: identificação, descrição operacional e estratégias de intervenção. In: CAPOVILLA, F. (org.). **Transtornos de aprendizagem: progressos em avaliação e intervenção preventiva e remediativa**. São Paulo: Memnon, 2011. p. 249-255.
- COHEN J. **Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences**. New York, NY: Routledge Academic, 1988.
- DEHAENE, S. Varieties of numerical abilities. **Cognition**, Amsterdam, v. 44, p. 1-42, 1992.
- DEHAENE, S.; COHEN, L. Towards an anatomical and functional model of number processing. **Mathematical Cognition**, Hove, v. 1, p. 83-120, 1995.
- DEHAENE, S.; COHEN L. Cerebral pathways for calculation: double dissociation between rote verbal and quantitative knowledge of arithmetic. **Cortex**, Amsterdam, v. 33, p. 219-250, 1997.
- DEHAENE, S. et al. Three parietal circuits for number processing. **Cognitive Neuropsychology**, London, v. 20, p. 487-506, 2003.
- DERAKSHAN, N. et al. Anxiety, inhibition, efficiency, and effectiveness: An investigation using the antisaccade task. **Experimental Psychology**, Göttingen, n. 56, p. 48-55, 2009.

DIAMOND, A. Executive functions. **Annual Review of Psychology**, Danvers, v. 64, p. 135–168, 2013.

DOWKER, A. **Individual differences in arithmetic: Implications for psychology, neuroscience and education**. New York: Psychology Press, 2005.

EYSENCK, M. W. et al. Anxiety and cognitive performance: Attentional control theory. **Emotion**, Washington, v. 7, p. 336-353, 2007.

GEARY, D. C. From infancy to adulthood: the development of numerical abilities. **Europe Child & Adolescent Psychiatry**, Berlim, v. 1, n. 9, p.11-16, 2000.

GEARY, D. C. Consequences, characteristics, and causes of mathematical learning disabilities and persistent low achievement in mathematics. **Journal of developmental and behavioral pediatrics**, Philadelphia, v. 32, n. 3, p. 250-263, 2011.

* GEORGES, C.; HOFFMAN, D.; SHILTZ, C. How Math Anxiety Relates to Number–Space Associations. **Frontiers in Psychology**, Washington, v. 7, n. 1401, p.1-15, 2016.

HAASE, V. G. et al. Heterogeneidade Cognitiva nas Dificuldades de Aprendizagem da Matemática: Uma Revisão Bibliográfica. **Psicologia em Pesquisa**, Juiz de Fora, v. 2, n. 6, p. 139-150, 2012.

HAASE, V. G.; GUIMARÃES, A. P. L.; WOOD, G. Mathematics and Emotions: The Case of Math Anxiety. In: FRITZ, A.; HAASE, V. G.; RÄSÄNEN, P. (ed.). **International Handbook of Mathematical Learning Difficulties**. Switzerland: Springer, 2019. p. 469-503.

HARTWRIGHT, C. E. et al. The Neurocognitive Architecture of Individual Differences in Math Anxiety in Typical Children. **Scientific Reports**, Switzerland, v. 8, n. 8500, p. 1-10, 2018.

HASHER, L.; ZACKS, R. T. Working memory, comprehension, and aging: A review and a new view. **Psychology of Learning and Motivation**, Amsterdam, v. 22, p. 193–225, 1988.

HILL, F. et al. Maths anxiety in primary and secondary school students: Gender differences, developmental changes and anxiety specificity. **Learning and Individual Differences**. Amsterdam, v. 48, p. 45-53, 2016.

HO, H. Z. et al. The Affective and Cognitive Dimensions of Math Anxiety: A Cross-National Study. **Journal for Research in Mathematics Education**, Reston, v. 31, n. 3, p. 362-379, 2000.

HOPKO, D. R. et al. Mathematics anxiety and working memory: Support for the existence of a deficient inhibition mechanism. **Journal of Anxiety Disorders**, Amsterdam, v. 12, p. 343–355, 1998.

HOPKO, D. R.; HUNT, M. K; ARMENTO, M. E. A., Attentional Task Aptitude and Performance Anxiety. **International Journal of Stress Management**, Washington, v. 12, n. 4, p. 389–408, 2005.

JÚLIO-COSTA, A. et al. Count on dopamine: influences of COMT polymorphisms on numerical cognition. **Frontiers in Psychology**, Washington, v. 4, n. 532, p. 1-10, 2013.

JÚLIO-COSTA, A. et al. Heterosis in COMT Val158Met Polymorphism Contributes to Sex-Differences in Children's Math Anxiety. **Frontiers in Psychology**, Washington, v. 10, n. 1013, p. 1-17 2019.

KLADOS, M. A. et al. The impact of math anxiety on working memory: A cortical activations and cortical functional connectivity EEG study. **IEEE Access**, New York, v. 7, n. 8611320, p. 15027-15039, 2019.

KRINZINGER, H.; KAUFMANN, L.; WILLMES, K. Math anxiety and math ability in early primary school years. **Journal of Psychoeducational Assessment**, Los Angeles, v. 27, p. 206–225, 2009.

* LIU, J. et al. EEG correlates of math anxiety during arithmetic problem solving: Implication for attention deficits, **Neuroscience Letters**, Amsterdam, v. 703, p. 191–197, 2019.

LYONS, I. M.; BEILOCK, S. L. Mathematics anxiety: Separating the math from the anxiety. **Cerebral Cortex**, New York, v. 22, n. 9, p. 2102–2110, 2012.

MALANCHINI, M. et al. The genetic and environmental aetiology of spatial, mathematics and general anxiety. **Scientific Reports**, Switzerland, v. 7, n. 42218, p. 1-11, 2017.

* MALONEY, E. A.; RISKO, E. F.; ANSARI, D.; FUGELSANG, J. Mathematics anxiety affects counting but not subitizing during visual enumeration. **Cognition**, Amsterdam, v. 114, p. 293–297, 2010.

MAMMARELLA, I. C. et al. Math anxiety and developmental dyscalculia: A study on working memory processes. **Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology**, London, v. 37, n. 8, p. 878–887, 2015.

* MAMMARELLA, I. C. et al. Separating math from anxiety: The role of inhibitory mechanisms. **Applied Neuropsychology: Child**, London, v. 7, n. 4, p. 342-353, 2017.

MATTARELLA-MICKE, A. et al. Choke or thrive? The relation between salivary cortisol and math performance depends on individual differences in working memory and math-anxiety. **Emotion**, London, v. 11, n. 4, p. 1000–1005, 2011.

MAZZOCCO, M. M.; THOMPSON, R. E. Kindergarten predictors of math learning disability. **Learning Disabilities Research & Practice**, New Jersey, v. 20, n. 3, p.142–155, 2005.

MOLINA, J. et al. Cognição numérica de crianças pré-escolares brasileiras pela ZAREKI-K. **Temas em Psicologia**, Ribeirão Preto, v. 23, n. 1, p.123-135, 2015.

* MORSANYI, K.; BUSDRAGHI, C.; PRIMI, C. Mathematical anxiety is linked to reduced cognitive reflection: a potential road from discomfort in the mathematics classroom to susceptibility to biases. **Behavioral and Brain Functions**, Switzerland, v. 10, n. 31, p. 1-13 2014.

NAMKUNG, J. M.; PENG, P.; LIN, X. The Relation Between Mathematics Anxiety and Mathematics Performance Among School-Aged Students: A Meta-Analysis. **Review of Educational Research**, Los Angeles, v. 20, n. 10. p. 1-38, 2019.

NAVARRO, J. I. et al. Inhibitory processes, working memory, phonological awareness, naming speed, and early arithmetic achievement. **The Spanish Journal of Psychology**, Cambridge, v. 14, p. 580–588, 2011.

ORBACH, L.; HERZOG, M.; FRITZ, A. Relation of State- and Trait-Math Anxiety to Intelligence, Math Achievement and Learning Motivation. **Journal of Numerical Cognition**, Trier, v. 5, n. 3, p. 371-399, 2019.

* PARK, D.; RAMIREZ, G.; BEILOCK, S. L. The role of expressive writing in math anxiety. **Journal of Experimental Psychology: Applied**, Washington, v. 20, n. 2, p. 103-111 2014.

* PASSOLUNGHI, M. C. et al. Mathematics Anxiety, Working Memory, and Mathematics Performance in Secondary-School Children, **Frontiers in Psychology**, Washington, v. 7, n. 42, p. 1-8,

2016.

* PASSOLUNGHI, M. C.; CARGNELUTTI, E.; PELLIZZONI, S. The relation between cognitive and emotional factors and arithmetic problem-solving. **Educational Studies in Mathematics**, Switzerland, v. 100, n. 3, p. 271-290, 2018.

PASSOLUNGHI, M. C.; COSTA, H. M. Working Memory and Mathematical Learning. In: FRITZ, A.; HAASE, V. G.; RÄSÄNEN, P. (ed.). **International Handbook of Mathematical Learning Difficulties**. Switzerland: Springer, 2019. p. 407-421.

PIZZIE, R.; RAMAN, N.; KRAEMER, D. J. M. Math anxiety and executive function: Neural influences on task switching on arithmetic processing, **Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience**, Switzerland, v. 20, n. 2, p. 309-325, 2019.

PLETZER, B. et al. Mathematics anxiety reduces default mode network deactivation in response to numerical tasks. **Frontiers in Human Neuroscience**, Switzerland, v. 9., n. 202, p. 1-12 2015.

RAGHUBAR, K. P.; BARNES, M. A.; HECHT, S. A. Working memory and mathematics: A review of developmental, individual differences and cognitive approaches. **Learning and Individual Differences**, Amsterdam, v. 20, p. 110– 122, 2010.

ROTTA, N. T.; OHLWEILER, L.; RIESGO, R. S. **Transtornos da aprendizagem**: abordagem neurobiológica e multidisciplinar. Porto Alegre: Artmed, 2016.

SUÁREZ-PELLICIONI, M.; NÚÑEZ-PEÑA, M. I.; COLOMÉ, A. Reactive recruitment of attentional control in math anxiety: An ERP study of numeric conflict monitoring and adaptation. **PLOS ONE**, San Francisco, v. 9, n. 6, p. 1-15 2014.

* SUPEKAR, K. et al. Remediation of childhood math anxiety and associated neural circuits through cognitive tutoring. **Journal of Neuroscience**, Washington, v. 35, n. 36, p. 12574–12583, 2015.

WANG, Z. et al. Who is afraid of math? Two sources of genetic variance for mathematical anxiety. **Journal of Child Psychology and Psychiatry**, New Jersey, v. 55, n. 9, p. 1056–1064, 2014.

WIGFIELD, A.; MEECE, J. L. Math anxiety in elementary and secondary school students. **Journal of Educational Psychology**, Washington, v. 80, n. 2, p. 210-216, 1988.

* WITT, M. Impact of Mathematics Anxiety on Primary School Children's Working Memory. **Europe's Journal of Psychology**, Switzerland, v. 8., n. 2, p. 263–274, 2012.

WOOD, G. et al. Math anxiety questionnaire: Similar latent structure in Brazilian and German school children. **Child Development Research**, London, v. 2012, n. 610192. p 1-10, 2012.

* YOUNG, C. B.; WU, S. S.; MENON, V. The neurodevelopmental basis of math anxiety. **Psychological Science**, Los Angeles, v. 23, p. 492–501, 2012.

ZHANG, J.; ZHAO, N.; KONG, Q. P. The Relationship Between Math Anxiety and Math Performance: A Meta-Analytic Investigation. **Frontiers in Psychology**, Washington, v. 10, n. 1613, p. 1-17 2019.

**Submetido em 11 de Dezembro de 2019
Aprovado em 22 de Abril de 2020**