



LAERTE SILVA DA FONSECA

**A ANSIEDADE MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: o que precisamos saber?
O que revela a neurociência cognitiva?**

Relatório apresentado à Universidade Fernando Pessoa como parte dos requisitos para cumprimento do programa de pós-doutoramento em e-learning, sob a supervisão do Prof. Doutor Luis Borges Gouveia.

Universidade Fernando Pessoa
Porto 2022

RESUMO

O objetivo principal deste trabalho foi descrever uma análise sobre a ansiedade matemática, buscando caracterizar sua definição, etiologia, tipos e níveis, bem como apresentar alguns exemplos de como contorná-la na sala de aula. Como motivação inicial foi focado o desenvolvimento da aprendizagem matemática. Verificou-se que as causas da ansiedade matemática podem ser externas ou internas ao meio escolar e que as consequências são, geralmente, mal interpretadas por professores e pais. No Brasil, ainda existem poucas pesquisas a respeito do tema, entretanto os trabalhos de Keow Ng (2012), Smith (2004), Mutawah (2015) e Marshall *et al.* (2017) impulsionaram a pesquisa bibliográfica a respeito do objeto em jogo. Como resultado inicial, atribuiu-se a uma disfunção do sistema límbico a natureza da ansiedade matemática, onde a substância química denominada noradrenalina é a principal representante desse fenômeno de desequilíbrio emocional. Alternativas foram elencadas para tentar dirimir esse desconforto na população de alunos que sofrem por conta de crenças ou de um ensino de matemática que promove aversão, resultando na precariedade da aprendizagem.

Palavras-chaves: Ansiedade Matemática, Emoção, Neurociência Cognitiva.

ABSTRACT

The main objective of this work was to describe an analysis of mathematical anxiety, aiming to characterize its definition, etiology, types and levels, as well as to present some examples of how to circumvent it in the classroom. The initial motivation was the development of mathematical learning. It has been found that the causes of mathematical anxiety may be external or internal to the school environment and that the consequences are often misinterpreted by teachers and parents. In Brazil, there is still little research on the subject, however the works of Keow Ng (2012), Smith (2004), Mutawah (2015) and Marshall *et al.* (2017) stimulated bibliographical research regarding the object at stake. As an initial result, a dysfunction of the limbic system was attributed to the nature of mathematical anxiety, where the chemical called noradrenaline is the main representative of this phenomenon of emotional imbalance. Alternatives have been listed to try to resolve this discomfort in the population of students who suffer from beliefs or a teaching of mathematics that promotes aversion, resulting in the precariousness of learning.

Keywords: Mathematical Anxiety, Emotion, Cognitive Neuroscience.

DEDICATÓRIA

Esta pesquisa é dedicada a todos os pesquisadores da área de didática da matemática, neurociência cognitiva e aqueles interessados em discutir os fenômenos que circundam a aprendizagem matemática.

AGRADECIMENTOS

É sempre uma alegria poder agradecer por tudo que acontece em nossa vida. Especialmente, começo agradecendo ao prof. Doutor Luis Borges Gouveia por ter aceitado supervisionar este estágio de Pós-Doutorado sobre o que ocorre nos bastidores da aprendizagem matemática escolarizada. Minha eterna gratidão, prof. Luis.

Também considero muito importante agradecer a Universidade Fernando Pessoa pela oportunidade concedida que, de facto, ampliou os meus horizontes no debate sobre questões relacionadas a aprendizagem matemática.

Não menos importante, agradeço a todos os meus familiares, amigos e colegas que torceram por mim antes, durante e depois desse estágio ter sido concluído.

TABELA DE CONTEÚDOS

AGRADECIMENTOS	4
LISTA DE ABREVIATURAS	6
Capítulo 1: INTRODUÇÃO	7
Capítulo 2: ANSIEDADE MATEMÁTICA: DEFINIÇÃO, ETIOLOGIAS, TIPOS E NÍVEIS	10
Capítulo 3: EMOÇÃO E ANSIEDADE MATEMÁTICA: O QUE DIZEM ALGUNS ACHADOS DA NEUROCIÊNCIA COGNITIVA?	14
Capítulo 4: ALTERNATIVAS PARA REBAIXAR OS NÍVEIS DE ANSIEDADE MATEMÁTICA: SITUAÇÃO NACIONAL E INTERNACIONAL, EXEMPLOS DE ESTRATÉGIAS E METODOLOGIAS	18
Capítulo 5: CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
REFERÊNCIAS	25

LISTA DE ABREVIATURAS

BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
DAM	Dificuldade de Aprendizagem Matemática

Capítulo 1. Introdução

Inicialmente, ainda em nível de projeto de pesquisa, o objetivo geral era analisar os possíveis impactos que os tipos e níveis de atenção requisitados em tarefas trigonométricas causam nos variados níveis de funcionamento do conhecimento. Entretanto, ao deparar-se com as fontes investigadas, observou-se que tais impactos estariam relacionados a ansiedade produzida sempre que os estudantes se deparavam com tarefas matemáticas, principalmente, as trigonométricas. Cabe ainda destacar que o surgimento da ansiedade interfere diretamente no sistema atencional do cérebro humano, sendo essa, mais uma justificativa para investigar os bastidores dessa específica ansiedade.

Dessa forma, optou-se pela reconstrução do objetivo principal desse trabalho que passou a ser: descrever uma análise sobre a ansiedade matemática, buscando caracterizar sua definição, etiologia, tipos e níveis, bem como apresentar alguns exemplos de como contorná-la na sala de aula.

A motivação para levantar esse estudo está abrigada sob as preocupações dos autores quando refletem sobre o desenvolvimento da aprendizagem matemática escolarizada, sobretudo, enfatizando-se a importância de se considerar estudos recentes do campo da neurociência cognitiva para tentar esclarecer sobre como o cérebro aprende (FONSECA, 2015).

Essa ausência institucional é uma das contribuintes para potencializar a ansiedade matemática nos alunos, já que não há conhecimento e domínio das formas para rebaixar seus níveis. Geralmente, um estudante fica ansioso pelo simples fato de pensar que precisará assistir a uma aula de matemática ou ainda quando mantém em sua mente que não dominar matemática causa ansiedade, pois se sente excluído de grupos de colegas. Para Keow Ng (2012), o simples fato de evitar se envolver ou pensar em matemática se constitui em um sinal de ansiedade, o que pode funcionar como um obstáculo para a sua aprendizagem escolar.

Do ponto de vista neurobiológico, a ansiedade em geral ocorre por causa de uma descarga não esperada de adrenalina ou epinefrina no cérebro, especificamente, em subestruturas do sistema límbico, onde a amígdala é a responsável por avaliar se uma dada situação representa perigo preparando o corpo para movimentos de fuga, luta, apatia ou ansiedade. Quimicamente, esse neurotransmissor é representado pela fórmula $C_9H_{13}NO_3$ que é

lembrado por situações geradoras de estresse, aumentando-se os batimentos cardíacos, perdendo o foco atencional, bloqueando a evocação de importantes memórias e, principalmente, impulsionando o surgimento de comportamentos disfuncionais causadores de prejuízos e sofrimentos, após serem avaliados.

Autores como Smith (2004), Lyons e Beilock (2012) caracterizam a ansiedade matemática como um sentimento emocional intenso que põe em cheque a capacidade de alguns alunos diante de tarefas que requisitem compreensão e realização de cálculos matemáticos. Smith (2004) atribui a baixa autoestima escolar de alguns alunos ao fato de se autoavaliarem como incapazes em realizar atividades matemáticas designadas pelos professores. Para ela, no nível mais elevado essa ansiedade pode ser denominada de fobia matemática.

Segundo Mutawah (2015), tal fenômeno de impacto negativo reflete diretamente na escolha de cursos universitários, em que cursos com pouco ou quase nada de matemática acabam sendo procurados. Segundo esse autor, algumas universidades precisaram desenvolver programas especiais de aconselhamento para auxiliar os alunos ansiosos em matemática. Tal como Smith (2004), Mutawah (2015) concorda que a ansiedade matemática representa um problema de ordem emocional e não intelectual, muito embora interfira diretamente na capacidade de raciocínio lógico e impacte nos desempenhos dos estudantes e, por conta disso, torna-se, também, um problema intelectual.

No presente estudo, foram abordadas possíveis etiologias dessa ansiedade. Keow Ng (2012) sinaliza que ela pode ser resultado de resíduos ou experiências culturais, onde pessoas mais velhas desabafam em seus ambientes que “*matemática é uma disciplina difícil*” ou, até mesmo, os pais falam para seus filhos que não eram “*bons*” em matemática. De certa forma, essas escutas são captadas e armazenadas podendo ser associadas em algum episódio de realização de tarefas em que o feedback seja negativo.

Nesse caso, o pesquisador destaca que a formação dessa ansiedade foi baseada em crenças e não em evidências que decorreriam do confronto do aluno com uma tarefa matemática, por exemplo. Outros mitos também podem ser considerados causadores de ansiedade matemática, tais como: homens são melhores que as mulheres em matemática; existe a melhor forma para resolver uma tarefa de matemática; há pessoas que nasceram com uma

mente matemática; contar nos dedos é ruim e feio; bons são aqueles que resolvem problemas “*de cabeça*”; entre outros.

Por outro lado, afirma Mutawah (2015), esse tipo particular de ansiedade escolar também pode ser gerado a partir das formas e escolhas didáticas dos professores dessa área, sobretudo, quando negligenciam princípios teóricos de aprendizagem, apresentando os conteúdos de forma obsoleta, impositiva e congelada, utilizando-se da disciplina como instrumento de poder.

Dessa forma, buscou-se apresentar algumas alternativas para gerenciar, sempre que possível, os tipos e níveis de ansiedade matemática nas mais variadas instituições da Educação Básica. Marshall *et al.* (2017) elencam dez estratégias para que o aluno tente superar sua ansiedade matemática. Dentre elas, destacam-se: revisar e buscar aprender os princípios básicos de aritmética, fonte de muitas dúvidas relacionadas ao sistema decimal; buscar utilizar o vocabulário matemático fora das aulas, pois ajuda a mente a relacioná-lo em diferentes necessidades; use jogos que ativem o raciocínio matemático, considerando que ao brincar os níveis de ansiedade são “*esquecidos*” cedendo lugar aos objetivos do jogo etc.

Diante desse cenário, o artigo em tela foi pensado em três etapas para discutir com mais profundidade alguns aspectos atrelados ao objeto em jogo. Inicialmente, tratou-se da epistemologia da ansiedade matemática, evidenciando suas diferentes perspectivas teóricas (definições), bem como suas etiologias, tipos e níveis para que se possa compreendê-la como um todo e poder intervir em favor de seu rebaixamento.

Posteriormente, foi apresentada a neuropsicofisiologia do sistema límbico responsável pelas emoções humanas. Nessa etapa, buscou-se situar a região ocupada pelo mesmo no cérebro, suas principais estruturas e funcionamento para ativações dos principais tipos de emoções, sobretudo, aquelas que contribuem para a ansiedade matemática.

Por fim, o último item aborda alternativas para tentar rebaixar esse tipo de ansiedade que prejudica o desenvolvimento da aprendizagem matemática, colabora para o fracasso e evasão escolar, sem que, muitas vezes, professores e pais nem desconfiem que esse fenômeno emocional esteja contagiando seus alunos/filhos. Mas, acusam os mesmos de preguiçosos ou incapazes de aprender matemática.

Dessa forma, o trabalho foi desenvolvido sob o olhar da investigação bibliográfica, nesse primeiro momento, justificando essa escolha pelo fato de não haver ainda reflexões dessa natureza apresentadas pela área de Educação Matemática brasileira.

Finalizou-se destacando os principais pontos abordados e confrontando os resultados com os objetivos iniciais, arriscando, também, indicar alguns vieses para outra pesquisa que considere o empirismo das discussões aqui desenvolvidas.

Capítulo 2. Ansiedade matemática: definição, etilogias, tipos e níveis

Um desconforto comum entre alguns estudantes quando estão diante de problemas matemáticos, ou mesmo ao imaginar sua presença na aula de matemática. A ansiedade matemática existe mesmo, é o que conclui um grupo de investigadores de Stanford. Para além da crença de que existe, é necessário compreender seu conceito, tipos e níveis como forma de mitigar seus efeitos na aprendizagem matemática.

O indivíduo não nasce com ansiedade à matemática, e esta não tem uma relação direta com transtornos de aprendizagem como a discalculia ou a acalculia (CARMO; SIMIONATO, 2012). Uma das fontes dessa modalidade de ansiedade é a história de vida dos indivíduos, na escola. Até a década de 1970 ainda era chamada de ansiedade a números, mas em Tobias & Weissbrod (1980) substituiu-se por ansiedade à matemática, pois os relatos que se multiplicavam naquela época eram mais condizentes com o novo termo devido aos processos diversos de matematização.

A ansiedade matemática é um fenômeno que compreende reações emocionais negativas diante de situações que requisitam o uso de conhecimentos matemáticos (CARMO; SIMIONATO, 2012). Pode ser compreendida também como um comportamento aprendido (KEOW NG, 2012). Talvez essa seja uma das razões para se manifestar de forma efetiva, sendo enraizada na forma de estudar matemática e levada por todo percurso escolar.

Assim como nos quadros gerais de ansiedade, a ansiedade matemática, envolve reações fisiológicas (postura tensa, cansaço na expressão facial, dores de cabeça, distúrbios estomacais etc.), não sendo estas as causas do fenômeno, nem suas formas exclusivas de manifestação. Os componentes cognitivos e do comportamento têm sido os principais veículos da ansiedade, algo notadamente marcante nos casos em que se configuram tanto as reações fisiológicas quanto as comportamentais que podem restringir significativamente a atividade matemática¹ dos indivíduos.

¹ A atividade matemática integra o conjunto de atividades humanas, e é vista como sistema de praxeologias matemáticas. Nesse sentido o conhecimento matemático é compreendido como o produto dessa atividade com a intenção de resolver *tarefas*, que foram problemáticas para uma determinada comunidade, em um dado momento histórico (ANDRADE, GUERRA, 2014).

Além de um fenômeno cognitivo comportamental, cabe ressaltarmos que a ansiedade matemática também tem vestígios de um fenômeno didático, no contexto escolar. Didático porque, no campo do comportamento culturalmente construído, difunde-se a ideia de que a Matemática, especialmente a escolar é particularmente para ser contemplada. Em outras palavras, podemos até arriscar uma associação do fenômeno em tela, com o do monumentalismo descrito por Chevallard (2013), que influencia significativamente a atividade matemática dos estudantes, restringindo-a, e impedindo a mediação dos objetos matemáticos.

No que concerne as suas causas, a ansiedade matemática goza dos mesmos fatores geradores do quadro geral de ansiedade e, desse modo, pode ser entendida como predisposição ‘emocional’ gerada por um estímulo aversivo condicionado (HOLLAND; SKINNER, 1992).

A esse respeito, Mazzo e Gongora (2007) apontam efeitos indesejáveis que o controle aversivo promove nos comportamentos dos estudantes, quando utilizados pelos professores. A ameaça de punição, a apresentação de estímulo aversivo contingente a uma dada resposta do aluno (punição) e a retirada de estímulo reforçador contingente, comumente associados às aulas de matemática, promovem respostas de fuga dos estudantes, na melhor das hipóteses, e alguns subprodutos emocionais como o medo e a ansiedade, nos casos mais graves.

As experiências de aprendizagem negativas com a matemática também são potencializadoras de emoções que bloqueiam o raciocínio (SPICER, 2004) e, portanto, um dos mais importantes preditores do mal desempenho dos estudantes. Uma situação aparentemente simples para o professor de matemática, que consiste em fazer perguntas sobre o conteúdo ensinado, pode ser para o estudante o estopim de uma série de sintomas e bloqueios quanto à matemática, dentre eles o medo de se expor e cometer erros.

Ao estudar matemática, segundo Marshal *et al.* (2017), um estudante pode sentir ansiedade de diferentes formas: pânico, configurado por um sentimento de desamparo; paranóia, um sentimento de incapacidade de fazer matemática; comportamento passivo, manifestando-se, por exemplo, com vontade de desistir de estudar a matemática; falta de confiança, acreditar que nunca sabe a resposta, não saber por onde começar (uma letargia na atividade matemática); e sintomas físicos, suor, irregularidade na respiração, batimentos cardíacos acelerados, incapacidade de pensar com clareza e náusea.

Ao ativar a ansiedade o cérebro do estudante terá seu poder reduzido, e poderá facilmente ter sua atividade matemática restrita, porque nesse caso a mediação dos objetos matemáticos é facilmente associada a processos dolorosos, como os descritos acima. Nesse processo, as regiões do cérebro associadas à dor são ativadas desde que o sujeito imagine estar diante de uma situação matemática, mas não necessariamente fazendo matemática (MARSHAL *et al.*, 2017).

O sentimento de aparente incapacidade que acompanha uma pessoa com ansiedade matemática nada mais é do que o medo manifestado da matemática, fruto das aprendizagens negativas ao longo do percurso formativo. Isso porque esse fenômeno comportamental e cognitivo afeta as partes do cérebro responsáveis pela compreensão da matemática (MARSHAL *et al.*, 2017).

Para falar das causas da ansiedade matemática identificadas empiricamente, tomamos um estudo realizado por Keow Ng (2012), com estudantes de Cingapura. Dentre as causas apontadas no referido estudo, chama a atenção um aspecto do comportamento do professor de matemática que influencia os comportamentos dos estudantes: a preparação para avaliação em detrimento à compreensão dos saberes matemáticos estudados, principalmente quando encontram problemas não convencionais ou quando os tópicos estudados são mais avançados. Acrescentamos que não perceber a razão de ser desses objetos do saber estudados também tem sua parcela de contribuição para o quadro de ansiedade matemática.

Outro aspecto relevante que desponta como causa do fenômeno ansiedade nas aulas de matemática é a transmissão do medo, que pode vir da família ou do professor, caso este não tenha uma boa relação pessoal com os saberes matemáticos os quais tem que lecionar.

Apesar dos impactos dos métodos de ensino, no contexto dessa investigação com estudantes asiáticos, terem sido inconclusivos, em virtude da identificação de desconfortos dos estudantes tanto no método mais tradicional, quanto naqueles mais construtivistas, podemos inferir a partir dos resultados dessa investigação que olhar apenas para o método é insuficiente para compreender as causas da ansiedade matemática.

Em síntese, as principais causas da ansiedade matemática são avaliações, fatores pessoais, natureza e percepção da matemática, experiências negativas (em especial de aprendizagem), ambiente de aprendizagem e transmissão dos efeitos familiares.

Este não é resultado de uma simples relação de causa e efeito, por esse motivo, não é tão fácil determinar os fatores que o fazem surgir entre os estudantes diante da matemática. No entanto, parece consenso que ainda que essa determinação de causas da ansiedade matemática não seja uma questão fechada, pode-se constatar o quanto ela é prejudicial à mente dos estudantes, o que tem sido mostrado em alguns testes em que as pessoas são colocadas em situação de resolução de problemas matemáticos, e os resultados apontam para dificuldades na resolução desses problemas dentre os indivíduos que apresentam algumas características de ansiedade matemática.

Conforme será discutido no capítulo posterior, por mais que os avanços da neurociência sejam visíveis e tragam algumas respostas às questões relativas aos segredos do cérebro, existem lacunas quanto à compreensão da relação entre estrutura do cérebro e o comportamento, o que demonstra que pesquisas no nível neurobiológico sobre a ansiedade matemática são promissoras e tendem a desvelar caminhos para a sua redução.

Capítulo 3. Emoção e ansiedade matemática: o que dizem alguns achados da neurociência cognitiva?

Em novembro de 2017, durante uma conferência do *TED Talks*, a cientista cognitiva Sian Beilock (2017) mencionou o facto de possivelmente falharmos numa atividade em que temos consciência de que estamos sendo avaliados. Não por não sabermos desempenhá-la bem, mas porque as preocupações que passam a tomar lugar nos nossos cérebros excedem a nossa capacidade de processamento da informação.

Por exemplo, ao saber que está sendo julgado por um professor, o aluno que tenta resolver uma tarefa matemática pode se sentir pressionado a expor não só a resposta correta, mas também os movimentos físicos e habilidades cognitivas esperadas pelo observador. Como resultado, funções cognitivas são comprometidas levando a falhas no processo de resolução da tarefa.

O caso citado anteriormente é um exemplo de antecipação de descargas emocionais negativas associadas a algum tipo de ameaça, de modo que o sujeito teme demonstrar incompatibilidade com um protótipo socialmente construído. Enquanto geradora de reações aversivas, a ansiedade matemática se comporta de modo similar, trazendo sofrimento e deficiência de aprendizagem. Isso ocorre porque o cérebro de alunos com esse tipo de ansiedade experiência, antecipadamente, eventos estressantes e ativam regiões cerebrais como o córtex insular, responsável pelo sentimento de ameaça e sensação de dor (LYONS; BEILOCK, 2012).

Segundo Lent (2008, p. 254), “*a emoção pode ser definida como um conjunto de reações químicas e neurais subjacentes à organização de certas respostas comportamentais básicas e necessárias à sobrevivência dos animais*”. A noção de emoção é importante no contexto desta pesquisa porque a ansiedade matemática desencadeia respostas emocionais associadas à matemática. Dessa forma, os alunos precisam lidar com esses sentimentos, o que pode resultar em sobrecarga da memória de trabalho e indisponibilidade de recursos suficientes para a resolução da tarefa matemática (RUBINSTEN; TANNOCK, 2010).

Para entendermos as implicações da ansiedade matemática na aprendizagem é importante destacar que a aquisição e retenção de informações na memória de longo prazo

dependem do bom funcionamento de funções cognitivas como a atenção e memória. Além disso, a emoção desempenha papel primordial devido a sua capacidade de estabelecer conexões neuronais em regiões do sistema límbico, mais especificamente entre a amígdala e o hipocampo, responsáveis principalmente pela regulação emocional e formação de memórias explícitas, respectivamente.

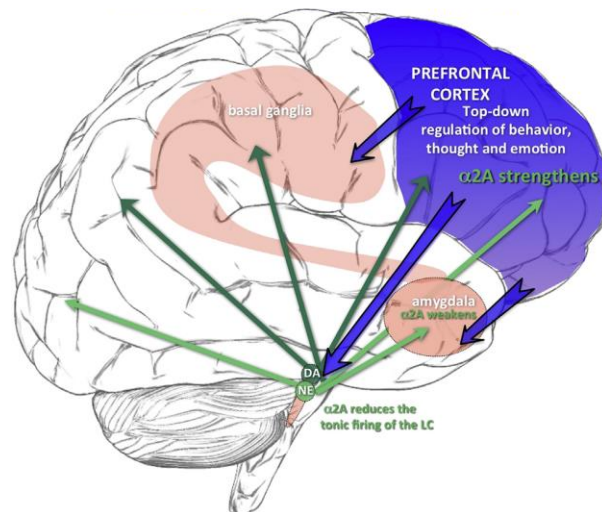
Nesse sentido, as respostas emocionais têm relações diretas com algum tipo de aprendizagem. De acordo com Ledoux (2001), um estímulo emocional ativa a amígdala, desencadeando reações emocionais. *“A amígdala é responsável pela avaliação do significado emocional. É aí que estímulos-gatilho disparam seus efeitos”* (LEDOUX, 2001, p. 154).

Isso sugere que a ansiedade prepara o cérebro e o corpo através da produção de neurotransmissores que propiciam decisões, geralmente involuntárias, de luta ou fuga. É que o nosso sistema nervoso é evolutivamente adaptado às condições ambientais respondendo mais ou menos adequadamente aos estímulos para garantir a nossa sobrevivência. Assim, a insuficiência de controle do funcionamento da amígdala pode comprometer as funções cognitivas essenciais para a aprendizagem (atenção e memória), pois o elevado estado de alerta do corpo contra uma ameaça iminente pode bloquear decisões lógicas.

Estudos revelam que a amígdala recebe informações pelas vias: principal, quando os estímulos são primeiramente processados pelo córtex sensorial; e secundária, uma forma da informação chegar à amígdala mais rapidamente, fazendo-a avaliar e reagir a estímulos mesmo antes de tomarmos consciência (LEDOUX, 2001). No entanto, o problema da ansiedade reside na impossibilidade de realização de atividades importantes para o sujeito, levando-o a frustração.

Mas, por que isso ocorre? A Figura 1 representa o funcionamento cerebral em seu estado normal, de homeostase (alerta, segurança e interesse). Arnsten *et al.* (2014) ressaltam que, nesse estado, o córtex pré-frontal regula eficazmente atividades neuronais relativas ao comportamento, pensamento e emoção, de modo que consegue suprimir respostas negativas produzidas pela amígdala. Isso se dá devido à liberação moderada de neurotransmissores pertencentes ao grupo das catecolaminas, e principalmente devido à interação de sistemas noradrenérgicos com receptores α -2A, responsáveis pela recaptção de noradrenalina.

Figura 1. Representação das conexões neuronais entre os sistemas de regulação das ações conscientes e das emoções. DA e NE referem-se aos sistemas dopaminérgicos e noradrenérgicos, respectivamente. LC refere-se ao Locus Cœruleus.



Fonte. Arnsten *et al.* (2014, p. 90).

Como consequência, a regulação desses sistemas permite maior controle do córtex pré-frontal sobre as demais áreas cerebrais. O descompasso desse funcionamento leva o cérebro a um estado de estresse e todas as funções cognitivas podem estar comprometidas, uma vez que o córtex pré-frontal, responsável pela expressão do comportamento, deixa de ter suas funções ativadas em potencial, cedendo espaço para feedbacks negativos provocados pela amígdala.

Com efeito, a ansiedade matemática está atrelada a alterações neurofisiológicas na amígdala. Segundo Artemenko, Daroczy e Nuerk (2015), a necessidade de regulação emocional em alunos com ansiedade matemática faz com que estruturas associadas à emoção respondam imediatamente aos estímulos. Acontece que, muitas vezes, o aluno ansioso foca nas suas preocupações relacionadas à matemática e não na resolução da tarefa em si.

Cabe salientar os esforços dos pesquisadores Lyons e Beilock (2011) que se debruçaram sobre a questão da ansiedade matemática e como ela pode ser minimizada. Para os

autores, uma das alternativas é auxiliar o aluno na regulação de suas emoções negativas relacionadas à matemática. Em seu estudo, alunos com alto nível de ansiedade matemática que anteciparam as suas emoções negativas, antes mesmo de resolver tarefas matemáticas, tiveram mais motivação e, conseqüentemente, maior engajamento nas tarefas do que alunos com baixo nível de ansiedade.

No próximo capítulo serão apresentadas algumas das pesquisas que mobilizaram alternativas para investigar e tentar contornar a ansiedade matemática.

Capítulo 4. Alternativas para rebaixar os níveis de ansiedade matemática: situação nacional e internacional, exemplos de estratégias e metodologias

Conforme discutido em seções anteriores, a ansiedade matemática é descrita como o sentimento de desconforto e distúrbio que alguns indivíduos experimentam quando estão diante de problemas matemáticos (MUTAWAH, 2015). Carmo e Simionato (2011, p. 319) afirmam que esse tipo de ansiedade é comum entre os estudantes do ensino básico por “*terem maior contato com a disciplina durante o percurso escolar*”. A ansiedade matemática nesse caso é inversamente proporcional ao desempenho satisfatório das Tarefas² dentro da sala de aula.

Com isso, os trabalhos investigados nesse capítulo estão pautados na apresentação de alternativas para diminuir os problemas causados pela ansiedade matemática no que se refere às questões de aprendizagem.

Este capítulo traz alguns trabalhos que discutem a ansiedade matemática, bem como se essas pesquisas relacionam estratégias e/ou metodologias de ensino que amenizam esse fenômeno. Os critérios utilizados nos buscadores basearam-se em trabalhos acadêmicos de qualquer natureza, com as palavras-chave “*Educação Matemática*” e “*Ansiedade Matemática*”, no âmbito nacional e internacional. Recorreu-se à base Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), considerando-se intervalo temporal indeterminado

Foram selecionados 09 trabalhos nacionais e 08 internacionais, onde a análise está indexada na temática central do trabalho e as estratégias apresentadas. O Quadro 1 mostra os trabalhos selecionados em caráter nacional:

² Escrita com caixa alta para relacionar com o conceito de Tarefa na Teoria Antropológica do Didático de Yves Chevallard (vide Almouloud, 2005).

Quadro 1. Trabalhos nacionais sobre Ansiedade Matemática

Nome	Autor	Ano	Estratégia ou Metodologia apresentada
Ansiedade relacionada à matemática e diferenças de gênero: uma análise da literatura	Carmo e Ferraz	2012	Revisão bibliográfica
Reversão de Ansiedade à Matemática: alguns dados da literatura.	Carmo e Simionato	2012	Rearranjos no ambiente de estudo, procedimento de ensino individualizado (bases comportamentais)
Intervenção neuropsicológica para manejo da ansiedade matemática e desenvolvimento de estratégias metacognitivas	Barbosa	2015	Técnicas Cognitivo-comportamentais (habilidades linguísticas, visuoespaciais e numéricas)
Heterogeneidade cognitiva nas dificuldades de aprendizagem da matemática: mecanismos específicos e gerais	Salvador	2015	Categorizar perfis de alunos no que tange habilidades visuoespaciais, memória de trabalho e habilidades numéricas, relacionando com a ansiedade matemática.
Um estudo sobre sentimentos aversivos no campo da Educação Matemática	Travassos	2018	Apenas investigação com questionários sobre a Ansiedade Matemática
Contribuição de mutações expansivas no gene FMR1 e de polimorfismos nos genes COMT e DAT1 para Memória de Trabalho, Dificuldade de aprendizagem da Matemática e ansiedade matemática	Martins	2018	Estudo sobre genes e a Ansiedade Matemática, comparando a ausência de determinados genes e a Síndrome do X-frágil (SXF)
Aprendizagem da Matemática e suas dificuldades: mecanismos genético-moleculares e cognitivos subjacentes	Costa	2018	Estudo comparativo entre pessoas do sexo masculino e feminino e as questões genéticas (ausência ou presença) e cognitivas.
Implicações do Polimorfismo VAL158MET da CATECOL-O-METILTRANSFERASE em diferentes aspectos da cognição numérica	Costa	2014	Estudo comparativo entre ausência e presença de genes envolvendo a Ansiedade Matemática e grupos de controle.
Efeitos de um treinamento adaptativo da memória operacional em crianças da rede pública de ensino da cidade de São Paulo	Piovezana-Dias	2018	Utilização de programa computacional em tarefas matemáticas e estudo comparativo de grupo de controle.

Fonte. Os autores (2019).

Os trabalhos de Martins (2018) e Costa (2014; 2018) possuem uma peculiaridade interessante, pois são pesquisas apresentadas na área da genética. A importância de apresentar tais trabalhos se justifica no que diz respeito ao alcance e consequência da

ansiedade matemática em outras áreas do conhecimento. Justifica-se, também, pelo caráter empírico dessas investigações, com estratégias de estudos comparativos com grupos de controle.

As demais pesquisas são das áreas de neurociências, psicologia cognitiva e comportamental. Destaca-se que apenas um trabalho (dissertação), de Travassos (2018), relaciona-se à área do Ensino de Ciências Naturais e Matemática. Este último não traz em seu bojo metodologias ou estratégias para a amenização da ansiedade matemática, porém, é um trabalho relevante por se tratar de uma investigação *in loco* sobre alunos que possuem sentimentos aversivos quanto à aprendizagem.

Piovezana-Dias (2018) tem como método intervencionista um *software* de treinamento de tarefas matemáticas, mais precisamente envolvendo questões de memória operacional. Os grupos receberam diferentes atividades com escalas de ansiedade matemática e estresse infantil. Já no trabalho de Barbosa (2015), as atividades de intervenção foram pautadas em técnicas cognitivo-comportamentais, como percepção visuoespacial, habilidades linguísticas e numéricas.

A pesquisa de Salvador (2015) comunga com essa supracitada anteriormente, por se tratar de categorização de perfis de alunos em relação às habilidades visuoespaciais e numéricas, relacionando ainda com memória de trabalho e ansiedade matemática. Além disso, a pesquisadora usou escores para traçar perfis neuropsicológicos relacionados à Dificuldade de Aprendizagem Matemática (DAM), na resolução de clusters como protocolo diagnóstico.

Os trabalhos de Carmo e Ferraz (2012) e Carmo e Simionato (2012) direcionaram esforços para buscar na literatura, nacional e internacional, trabalhos que falam sobre a temática em questão, trazendo também alternativas metodológicas no ensino, como programas e/ou sequências didáticas, diagnosticando e traçando objetivos para a prevenção e redução da ansiedade matemática.

Nesse momento, faz-se necessário pôr em xeque os trabalhos pesquisados no âmbito internacional. O buscador ou descritor principal da pesquisa foi o termo “*math anxiety*”, com tempo indeterminado. O Quadro 2 mostra as características das pesquisas selecionadas:

Quadro 2. Trabalhos internacionais sobre ansiedade matemática

Nome	Autor	Ano	Estratégia ou metodologia apresentada
<i>Math Anxiety: Personal, Educational and Cognitive Consequences</i>	Ashcraft	2002	Etiologias e tipologias, além do estudo investigativo sobre as consequências da ansiedade matemática.
<i>Strategies for Reducing Math Anxiety in Post-Secondary Students</i>	Iossi	2007	Revisão bibliográfica sobre as estratégias como re-testes, ensino individualizado, educação à distância e classes do mesmo sexo, cursos sobre o tema, dentre outros.
<i>Aspects of Children's mathematics anxiety</i>	Newstead	1998	A autora traz propostas de abordagens dos professores, quando às suas metodologias e posturas diante da classe, bem como questionários aos alunos sobre a Ansiedade Matemática.
<i>Predictors of Math Anxiety and Its Influence on Young Adolescents' Course Enrollment Intentions and Performance in Mathematics</i>	Meece, Wigfield e Eccles	1990	Questionários diagnósticos sobre a Ansiedade Matemática.
<i>Mathematics Anxiety in Secondary School Students</i>	Keow Ng	2012	Estudo investigativo sobre a Ansiedade Matemática, trazendo três questões norteadoras.
<i>Math Anxiety: Causes, Effects, and Preventative Measures</i>	Smith	2004	Traz alternativas como a percepção do professor sobre as respostas corretas, a questão do controle e autoridade, além da avaliação.
<i>The Influence of Mathematics Anxiety in Middle and High School Students Math Achievement</i>	Mutawah	2015	Questionário acerca da Ansiedade Matemática, trazendo pesquisa bibliográfica sobre a etiologia e tipologia
<i>Learning and teaching toolkit: Maths anxiety</i>	Marshall, Mann, Wilson e Staddon	2017	Os autores trazem uma discussão acerca dos efeitos da Ansiedade Matemática na aprendizagem, do ponto de vista cerebral e em zonas de aprendizagem.

Fonte. Os autores (2019).

Todos os trabalhos selecionados trazem em seus arcabouços questionários do tipo Likert para avaliar escores sobre a ansiedade matemática, com exceção do trabalho de Marshall *et al.* (2017). Vale salientar que este último traz contribuições consideráveis como o

impacto da ansiedade matemática na aprendizagem, com as zonas de conforto, de crescimento e de ansiedade, além do ciclo de “evitar” a matemática, mostrando um modelo sobre possíveis causas desse fenômeno.

A pesquisa de Smith (2004) apresenta algumas propostas de abordagem do professor quanto ao ensino, como, por exemplo, a questão do erro (ou de respostas corretas). Como salienta a autora (2004, p. 14), “o professor não deve dizer «esta é a melhor maneira de se resolver isso» e sim «esta é apenas uma das maneiras de se resolver isso»”. Essa abordagem se faz coerente no que tange a possibilidade de realizar melhor ou pior uma tarefa, sendo uma possível causa de ansiedade.

Do mesmo modo, Newstead (1998) e Iossi (2007) trazem além de questionários para avaliar os níveis de ansiedade dentro de escores pré-determinados, soluções dentro da postura do professor diante do conhecimento a ser ensinado, como a noção de testes reaplicados, que diminuem a ansiedade (IOSSI, 2007). Também há o intuito do ensino individualizado, que pode focar nas dificuldades de cada aluno, onde pode ser indicada a abordagem necessária para superar a ansiedade do discente em questão.

Os trabalhos de Ashcraft (2002) e Mutawah (2015) comentam acerca de etiologias e tipologias diversas da ansiedade matemática. Os questionários se baseiam em pressupostos teóricos iniciais encontrados na literatura. O primeiro traz ainda algumas consequências desse sentimento de aversão no ensino, dentro de questões cognitivas e o segundo faz uma pesquisa de acordo com resultados locais encontrados anteriormente.

Por fim, o trabalho de Keow Ng (2012, p. 1) tem como aporte três perguntas que direcionam o caminho da pesquisa, que são: “1 – *Quão ansiosos em relação à matemática estão os alunos do ensino secundário?* 2 – *O quão significativa é a relação entre os escores de realizações matemáticas e os escores de ansiedade matemática dos estudantes?* 3 – *Quais são algumas das causas da ansiedade matemática nos alunos das escolas secundárias?*” Essas perguntas podem ser extendidas às restantes investigações, mudando apenas o nível escolar, portanto são essenciais para a condução de tal pesquisa.

Em resumo, as inquirições acerca da ansiedade matemática apontam as estratégias em duas frentes: a postura ou o discurso do professor mediante o conhecimento e a

didática que está envolvida com esse. Deve-se conhecer as peculiaridades do conteúdo e também do aluno, isto é, da aprendizagem, como citam Carmo e Ferraz (2012). Além disso, a didática posta em serviço da aprendizagem de forma não aversiva e não autoritária se faz presente nesse contexto.

Capítulo 5. Considerações finais

Em linhas finais, retoma-se que o objetivo principal desse artigo foi descrever uma análise sobre a ansiedade matemática, buscando caracterizar sua definição, etiologia, tipos e níveis, bem como apresentar alguns exemplos de como contorná-la na sala de aula.

Os Quadros 1 e 2 apontaram alguns trabalhos que possibilitam rebaixar os níveis da ansiedade matemática, mas, só na prática poder-se-ia confrontá-los e verificar sua eficácia, considerando o desenvolvimento do aluno e a cultura local.

Por fim, foi demonstrado, por meio da literatura, que tal fenômeno é pessoal e se desenvolve como uma disfunção do sistema límbico, responsável pelo controle de todos os tipos de emoções. Entretanto, os estudos da neurociência cognitiva revelam os bastidores desse descompasso que gera comportamentos não favoráveis à aprendizagem matemática, mas que ainda são poucos conhecidos pelos professores da área e, principalmente, pelos alunos das licenciaturas ainda em formação.

Os autores relacionados no artigo em tela são unânimes em considerar que esse objeto de estudo deve ser mais estudado, dados os prejuízos e sequelas que deixam nas pessoas durante e após suas jornadas acadêmicas.

Resulta igualmente, a importância do papel do professor, enquanto mediador das aprendizagens e influenciador nas atitudes tomadas pelo aluno, nos processos de ensino e aprendizagem. Por último, as estratégias didáticas tomadas constituem um aspecto que reforça ainda mais a importância do professor, não só nas suas práticas, como nas atitudes que apresenta, perante os seus discípulos e os conteúdos que ministra.

REFERÊNCIAS

ARNSTEN, A. F. T. *et al.* The effects of stress exposure on prefrontal cortex: Translating basic research into successful treatments for post-traumatic stress disorder, **Neurobiology of Stress**, 1, p. 89-99, 2015.

ARTEMENKO, C.; DAROCZY, G.; NUERK, H-C. Neural correlates of math anxiety – an overview and implications. **Front. Psychol.**, v. 6, n. 1333, p. 1-8, 2015.

ASHCRAFT, M. H. Math anxiety: Personal, educational, and cognitive consequences. **Current Directions in Psychological Science**, v. 11, n. 5, p. 181-185, 2002.

BARBOSA, D. C. B. P. **Intervenção neuropsicológica para manejo da ansiedade matemática e desenvolvimento de estratégias metacognitivas** [manuscrito]. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, 2015.

BEILOCK, S. L. TEDMED, 2017. **Why we choke under pressure** - and how to avoid it. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=OrB9JBEk1ds>. Acesso em 25 de fevereiro de 2019.

CARMO, J. S.; FERRAZ, A. C. T. Ansiedade relacionada à matemática e diferenças de gênero: uma análise da literatura. **Psicol. educ. [online]**, n. 35, p. 53-71, 2012.

CARMO, J. S.; SIMIONATO, A. M. Reversão de Ansiedade à Matemática: alguns dados da literatura. **Psicologia em Estudo**, Maringá, v. 17, n. 2, p. 317-327, 2012.

CHEVALLARD, Y. Journal du Seminaire TAD/IDD. Théorie Anthropologique du Didactique & Ingénierie Didactique du Développement, 2013. Disponível em: <http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/journal-tad-idd-2012-2013-5.pdf>.

COSTA, A. J. **Aprendizagem da matemática e suas dificuldades: mecanismos genético-moleculares e cognitivos subjacentes**. Tese (Doutorado em Neurociências) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2018.

COSTA, A. J. **Implicações do polimorfismo val158met da catecol-o-metiltransferase em diferentes aspectos da cognição numérica**. Dissertação (Mestrado em Neurociências) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.

FONSECA, L. S. Desenvolvimento da Aprendizagem Matemática: relações neurobiológicas esperadas pelo Sistema Nervoso Central. **Caminhos da Educação Matemática em Revista**, v. 4, n. 1, p. 13-28, 2015.

HOLLAND, J. G.; SKINNER, B. F. **A análise do comportamento**. 1 ed. São Paulo: E.P.U., 1992.

IOSSI, L. Strategies for reducing math anxiety in postsecondary students. In S. M. Nielsen, M. S. Plakhotnik (Orgs.), **Anais da Sixth Annual College of Education Research Conference: Urban and International Education Section** (pp. 30-35). Miami: Florida International University, 2007.

KEOW NG, L. Mathematics Anxiety in Secondary School Students. In: J. Dindyal, L. P. Cheng & S. F. Ng (Eds.), **Mathematics education: Expanding horizons** (Proceedings of the

35th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia). Singapore: MERGA. **Mathematics Education Research Group of Australasia**, 2012.

LEDOUX, J. **O cérebro emocional**: os misteriosos alicerces da vida emocional. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

LENT, R. **Neurociência da Mente e do Comportamento**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

LYONS, I. M.; BEILOCK, S. L. Mathematics Anxiety: Separating the Math from the Anxiety. **Cerebral Cortex**, v. 22, n. 9, p. 2102-10, 2011.

LYONS, I. M.; BEILOCK, S. L. When math hurts: math anxiety predicts pain network activation in anticipation of doing math. **PLoS One**, v. 7, n. 10, e48076, 2012.

MARSHALL, E.; MANN, V.; WILSON, D.; STADDON, R. **Learning and teaching toolkit**: Maths anxiety, 2017. Disponível em: https://www.sheffield.ac.uk/polopoly_fs/1.753617!/file/What_is_maths_anxiety.pdf. Acesso em 25 de fevereiro de 2019.

MARTINS, A. A. S. **Contribuição de mutações expansivas no gene FMR1 e polimorfismos nos genes COMT e DAT1 para Memória de Trabalho, Dificuldade de aprendizagem da Matemática e Ansiedade Matemática**. Tese (Doutorado em Genética) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, 2018.

MAZZO, I. M. B.; GONGORA, M. A. N. Controle aversivo do comportamento: das definições operacionais aos subprodutos indesejáveis e desejáveis. In W. C. M. P. Silva (Org.), **Sobre comportamento e cognição**: reflexões teórico-conceituais e implicações para pesquisa (pp. 42-62). Santo André, SP: ESETec, 2007.

MEECE, J. L.; WIGFIELD, A.; ECCLES, J. S. Predictors of math anxiety and its influence on young adolescents' course enrollment intentions and performance in mathematics. **Journal of Educational Psychology**, v. 82, n. 1, p. 60-70, 1990.

MUTAWAH, M. A. A. The Influence of Mathematics Anxiety in Middle and High School Students Math Achievement. **Published by Canadian Center of Science and Education**. International Education Studies, v. 8, n. 11, p. 239-252, 2015.

NEWSTEAD, K. Aspects of children's mathematics anxiety. **Educational Studies in Mathematics**, v. 36, n. 1, p. 53-71, 1998.

PIOVEZANA-DIAS, A. L. R. P. **Efeitos de um treinamento adaptativo da memória operacional em crianças da rede pública de ensino da cidade de São Paulo**. Dissertação. (Mestrado em Psicologia do Desenvolvimento e Aprendizagem) - UNESP, Faculdade de Ciências, Bauru, 2018.

RUBINSTEN, O.; TANNOCK, R. Mathematics anxiety in children with developmental dyscalculia. **Behav. Brain Funct.**, v. 6, n. 46, p. 1-13, 2010.

SALVADOR, L. S. **Heterogeneidade cognitiva nas dificuldades de aprendizagem de matemática**: mecanismos específicos e gerais [manuscrito]. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, 2015.

SMITH, M. R. **Math Anxiety: Causes, Effects, and Preventative Measures**. This Senior Honors Thesis is accepted in partial fulfillment of the requirements for graduation from the Honors Program of Liberty University, 2004. Disponível em: <https://digitalcommons.liberty.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com/&httpsredir=1&article=1263&context=honors>. Acesso em 25 de fevereiro de 2019.

SPICER, J. Resources to combat math anxiety. Eisenhower National Clearinghouse. **Focus**, v. 12, n. 12, 2004.

TOBIAS, S., WEISSBROD, C. Anxiety and mathematics: An update. **Harvard Educational Review**, 50, p. 63-70, 1980.

TRAVASSOS, C. D. C. **Um estudo sobre sentimentos aversivos no campo da Educação Matemática**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba. 2018