

MINICURSO

Ferramentas para o desenvolvimento da Resiliência Matemática

Contribuições do Brasil e Reino Unido

Pará, T. S.¹, Carmo, J. S.² e Alves, K. L. F.³

Resumo: Neste minicurso iremos caracterizar a Ansiedade Matemática, seu contexto e apresentar algumas ferramentas de enfrentamento da Ansiedade Matemática. Tais ferramentas visam o desenvolvimento de um novo construto chamado Resiliência Matemática e incluem autocontrole emocional, hábitos de estudo e modelos que visam o bem estar do aprendiz na sua jornada de aprendizagem da matemática.

Palavras-chave: Ansiedade Matemática, Resiliência Matemática, autocontrole emocional.

1 INTRODUÇÃO

A ansiedade matemática é frequentemente definida a partir de reações emocionais negativas à matemática. Embora enfatizar reações emocionais negativas seja bastante útil ao entendimento geral, uma definição mais precisa de ansiedade matemática se faz necessária, tendo em vista que o fenômeno “ansiedade” envolve não apenas reações emocionais, mas também comportamentos, pensamentos e sensações fisiológicas específicas. Carmo et al. [5] propõem uma definição de ansiedade matemática que contempla três dimensões: (i) o contexto específico em que ocorrem reações de ansiedade; (ii) as reações propriamente ditas; (iii) as consequências geradas por essas reações nos contextos específicos. Assim, o contexto específico, que funciona como gatilho disparador de reações de ansiedade, refere-se a situações ou estímulos (visuais, auditivos) que sinalizam a necessidade de apresentação de habilidades matemáticas. Os exemplos são diversos, e variam de ocasião para ocasião, como estar diante de uma operação matemática

¹Fundação de Apoio à Escola Técnica - RJ. Este autor foi apoiado pelo CNPq e FAPERJ.

²Universidade Federal de São Carlos. Este autor foi apoiado pelo CNPq.

³Universidade Federal de São Carlos. Este autor foi apoiado pelo CNPq.

a ser solucionada, ser chamado ao quadro para resolver um problema de matemática, o dia da prova de matemática, as questões da prova de matemática etc. Diante de contextos como esses, surgem reações típicas de ansiedade que podem ser divididas em três tipos: reações fisiológicas desagradáveis (ex., pressão alta, aumento na frequência cardíaca, dificuldade de respirar); reações cognitivas (esquecimento, sensação de fracasso e incompetência, lembranças de regras como “matemática é difícil” ou autorregras como “sou péssimo em matemática”); e reações operantes (comportamentos de fuga ou de esquiva). Como consequências, podemos identificar um aumento na ocorrência de erros, seguidos de punição por parte do professor. Além disso, Carmo et al. [5] ressaltam que a essa definição operacional (composta pelos três elementos: contextos - reações - consequências), devemos acrescentar três parâmetros que auxiliam na identificação de ansiedade matemática: (i) frequência com que a tríade “contextos - reações - consequências” ocorrem na vida de um indivíduo; (ii) o quanto o indivíduo percebe essa tríade como altamente aversiva e incapacitante; (iii) a sensação de incontrolabilidade da situação aversiva. A definição operacional aqui resumida é bastante útil como descrição e identificação de quadros de ansiedade matemática e nos ajuda a olhar para aspectos do ambiente e da história de vida do indivíduo com ansiedade matemática, evitando que se caia no equívoco de buscar as causas “dentro” do indivíduo, já que o que se passa “dentro” do indivíduo (ou seja, o que ele sente ou pensa) está diretamente determinado por situações passadas ou atuais. Ademais, a definição operacional aqui descrita tem sido a base para intervenções que visam a redução de ansiedade matemática, e o desenvolvimento do que vem sendo chamado de Resiliência Matemática (RM).

O termo resiliência é originário da Física e foi trazido para o campo da saúde humana por Brandão et al. [3], e se refere a duas possibilidades de reação: resistir às pressões externas, mantendo-se saudável ou lidar de maneira adaptável e produtiva às situações opressoras que podem fragilizar indivíduo. A resiliência matemática pode ser definida como a capacidade de persistir na aprendizagem da matemática, apesar da vivência de experiências negativas e frustrantes anteriores na tentativa de aprender tal disciplina [11]. Os autores propõem quatro fatores preditivos para o sucesso em matemática: valor (importância atribuída à matemática); esforço; crescimento; resiliência. Tais fatores aparentemente dizem respeito unicamente a atributos pessoais, porém devem ser entendidos como padrões a serem desenvolvidos, aprendidos a partir de situações planejadas. Em outras palavras, tendo em vista que a ansiedade matemática não é uma doença e sim uma condição emocional desenvolvida a partir de experiências limitadoras durante a aprendizagem da matemática, da mesma forma os indivíduos que sofrem desta condição poderão aprender estratégias produtivas de enfrentamento e solução das reações emocionais limitadoras diante da matemática. Como forma de desenvolver a resiliência, é importante desenvolver padrões de como estudar matemática em casa e na escola para que o ensino-aprendizagem aconteça. O minicurso explorará o que é estudar, que ações estão presentes no comportamento de estudar; as ações fundamentais do ato de estudar e o contexto em que elas ocorrem; e o papel dos pais e professores no reforço e manutenção de padrões que promovam a aprendizagem. Em particular, com relação ao papel dos pais, chamamos a atenção para iniciativas como o livro de Rosemary Russell [15], que foi recentemente publicado em português e que oferece orientações aos pais, que podem impactar positivamente o futuro de milhares de alunos brasileiros. Apresentaremos a seguir o Programa de Redução da Ansiedade Matemática (UFSCAR/Brasil) e Ferramentas MRT - *Mathematical Resilience Toolkit* (Reino Unido).

2 Ferramentas para o desenvolvimento da RM

2.1 Programa de Redução da Ansiedade Matemática

Um programa de auxílio a estudantes com ansiedade matemática foi desenvolvido por Carmo e seus estagiários de Psicologia Escolar da Universidade Federal de São Carlos e relatado em [13] e [6]. O programa consiste em fornecer ao estudante ferramentas que o ajudarão no: (i) autocontrole emocional diante de situações que envolvem matemática, (ii) desenvolvimento de hábitos de estudos adequados, e (iii) desenvolvimento de habilidades sociais em sala de aula. As etapas do programa são descritas a seguir.

Etapa 1. Identificação de graus alto ou extremo de ansiedade matemática, por meio da Escala de Ansiedade Matemática - EAM [4] e da técnica de brainstorming que consiste em solicitar ao estudante que escreva tudo o que lembra de imediato ao ler a palavra “matemática” escrita no centro de uma folha de papel entregue a este.

Etapa 2. Estudantes que apresentam alto ou extremo grau de ansiedade matemática são convidados a participarem de sessões individuais que consistem em:

Passo 1. Responder a um inventário de hábitos de estudo em matemática, em sala de aula e em casa. Essas informações, juntamente com os dados da EAM e do brainstorming, são utilizadas para o planejamento do Passo 2;

Passo 2. Treino de respiração diafragmática, que é uma técnica comprovadamente eficaz no controle de ansiedade em geral [10]. Treino de relaxamento muscular progressivo de Jacobson, amplamente utilizada para ensinar o indivíduo a relaxar cada grupo muscular diante de situações que geram ansiedade [2]. Treino de hábitos adequados de estudo em sala de aula e em casa [7];

Passo 3. Reaplicação da EAM, brainstorming e inventário de hábitos de estudos em matemática. Essa reaplicação auxilia na identificação dos progressos realizados pelo estudante após o Passo 2 e quando comparada aos resultados iniciais;

Passo 4. Follow-up ou reaplicação do Passo 3 passados cerca de 30 dias, de modo a constatar se o que o estudante aprendeu em termos de autocontrole emocional e hábitos de estudo se mantém com o passar do tempo, bem como se a redução de ansiedade matemática permanece.

Medidas relacionadas, como as notas bimestrais antes, durante e após a aplicação do programa, são consideradas como comprovações indiretas da eficácia do programa. Além disso, quinzenalmente, os pais e o professor de matemática são entrevistados com dois objetivos: (i) obter informações precisas sobre o desempenho do estudante em casa e em sala de aula; (ii) fornecer instruções para os pais sobre como estruturar um ambiente adequado de estudo em casa; fornecer instruções ao professor sobre o que deve observar acerca do estudante em sala de aula.

O programa de auxílio está sendo aperfeiçoado em direção a uma compactação temporal, tendo sido inicialmente estruturado em 18 sessões semanais e atualmente contando com 08 a 09 sessões semanais. A redução no número de sessões representa não só economia de tempo, mas sobretudo menor custo de resposta para atingir os objetivos propostos: estudante mais ativo quanto aos processos de autocontrole emocional diante da matemática e hábitos de estudos adequados. Estes resultados indicam que o estudante está no caminho de desenvolvimento e aperfeiçoamento do que sido chamado de resiliência matemática.

2.2 Ferramentas MRT - Mathematical Resilience Toolkit

Modelo Manual do Cérebro e Resposta de Relaxamento. Dowker et al.[8] apresentam um o Estado da Arte sobre a Ansiedade Matemática. O artigo revisa estudos anteriores e destaca importantes descobertas como, por exemplo, o que acontece no sistema nervoso central, mais especificamente no cérebro, durante o fenômeno da AM. Indivíduos com alta AM tendem a mostrar menos atividade nas áreas do córtex frontal e sulco intraparietal esquerdo na antecipação e realização de tarefas matemáticas do que indivíduos com menor grau de AM [12]. O córtex pré-frontal é normalmente associado à tomada de decisão e também à resolução de problemas enquanto algumas áreas do córtex parietal estão associadas a tarefas de cálculo. Young et al. [17] também encontraram atividade reduzida na região do córtex pré-frontal em crianças de 7 a 9 anos que apresentavam AM. Além disso, também identificaram que a AM está relacionada a altos níveis de atividade nas regiões da amígdala que está relacionada ao processamento de emoções negativas como o medo. Hoje sabemos que a amígdala, localizada na região límbica do cérebro, é peça fundamental para nossa sobrevivência. Quando expostos a estímulos que ameaçam a nossa segurança como um predador ou perigo iminente, a amígdala é ativada desencadeando uma sequência de respostas fisiológicas como a liberação dos hormônios adrenalina e cortisol, dilatação de vasos sanguíneos, aumento da frequência cardíaca e da respiração, preparando o corpo para lutar ou fugir. Essa resposta é chamada de “resposta de luta ou fuga” (do inglês *fight or flight response*). Esta resposta fisiológica pode ser emitida por indivíduos que apresentam AM e que se sentem ameaçados diante de estímulos que envolvem a matemática. Neste sentido, a rede de Resiliência Matemática propõe a utilização do modelo *Hand Model of the brain* (HMB, conhecido no Brasil por Modelo Manual do Cérebro) elaborado por Siegel[16] em 2010. Este modelo consiste em uma forma didática de explicar o que acontece no cérebro quando uma pessoa se percebe diante de uma ameaça (Figura 1(a)).

A explicação deste modelo ocorre utilizando as duas mãos, cada uma representando um hemisfério do cérebro, ora fechada, ora aberta. Quando a mão estiver fechada, o polegar deve estar embaixo dos outros dedos, representando a região límbica que está em uma parte interna, abaixo do córtex. Os dedos representam a região pré-frontal que é a responsável por conectar o sistema límbico a outras regiões do córtex promovendo a regulação das emoções. Assim, a mão fechada representa os circuitos conectados, enquanto a mão aberta representa a resposta de luta ou fuga frente a uma ameaça percebida em que há a desconexão do córtex pré-frontal com a região límbica.

A apresentação deste modelo consiste em explicar o que pode acontecer com pessoas que apresentam AM, em situações consideradas ameaçadoras frente à matemática. Alguns podem querer “fugir” da situação, outros podem apresentar comportamentos inadequados relacionados à resposta de luta e em alguns casos há relatos de que se esquecem completamente do que sabiam em relação à matemática, como se o cérebro “desligasse”. Estes são exemplos de que a resposta de luta ou fuga está aparecendo. É importante buscar estratégias para “fechar” a parte de cima do cérebro, fazendo com que o córtex pré-frontal se “ligue” novamente ao sistema límbico auxiliando a sua conexão com áreas corticais responsáveis por auto regular as emoções. Esta auto regulação se torna mais provável através da emissão de respostas fisiológicas de relaxamento. Benson (1983) apresenta a resposta de relaxamento em contraposição à resposta de luta ou fuga, que se emitida com frequência pode ser nociva à saúde. Segundo suas pesquisas, a prática

de técnicas que auxiliam a emissão de respostas de relaxamento, aumentam as chances de auto regulação frente à emissão de respostas de luta ou fuga. As técnicas podem ser diversas, desde técnicas de respiração e relaxamento progressivo como as apresentadas no programa de auxílio à pessoas com AM à práticas de meditação ou momentos de prece. O modelo manual do cérebro e a resposta de relaxamento são ferramentas que ajudam na compreensão de indivíduos com AM sobre o funcionamento de seu sistema nervoso central diante de situações matemáticas muito estressantes ou ameaçadoras com dois grandes propósitos: (1) a desconstrução de crenças relacionadas à baixa auto-eficácia em matemática e para que, cientes desta explicação neurofisiológica, (2) busquem estratégias de auto regulação emocional.

Modelo de Zona de Crescimento. O Modelo da Zona de Crescimento (do inglês *Growth Zone Model (GZM)*) consiste em um diagrama (ver Figura 1 (b)), onde temos um primeiro círculo verde, representando a zona de conforto onde o aluno se sente seguro. Este é rodeado por um anel laranja, representando a zona de crescimento, onde o aluno enfrenta desafios. A área mais externa é vermelha, representando a zona de ameaça, onde o aluno experimenta perigo (consciente ou inconscientemente). As zonas verde e laranja correspondem à mão fechada no Modelo Manual do Cérebro, e a zona vermelha corresponde à mão aberta. Este modelo fornece uma estrutura para os alunos distinguirem entre desafio percebido e ameaça, permitindo nomear e comunicar seus sentimentos atuais. Os alunos podem ser apresentados ao modelo em uma breve seção de aula e incentivados a usar suas próprias palavras para descrever os sentimentos que experimentaram quando confrontados com situações percebidas como confortável, desafiadoras ou ameaçadoras, relacionado ou não à matemática [14]. O diagrama ilustra muito bem a diferença entre estar na “zona de conforto” (protegido, mas sem possibilidade de crescimento pessoal) e estar na “zona de crescimento” (espaço dinâmico em que há oportunidade de crescimento, de enfrentamento eficiente da situação adversa) e a necessidade de evitar a opressora “zona de ansiedade”. A resiliência matemática manifesta-se nessa passagem da zona de conforto para a zona de crescimento, prosperando nessa zona, podendo sair da zona de ansiedade quando esta surge.

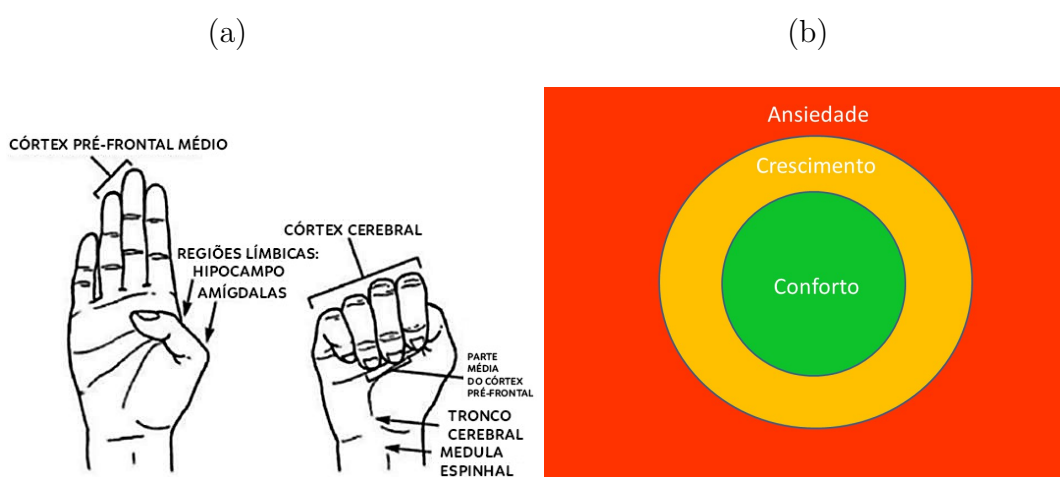


Fig. 1: (a) Modelo manual do cérebro, adaptado de Siegel (2010) e (b) Diagrama representativo da zona de crescimento, baseado em Lee e Johnston-Wilder (2017)

3 Metodologia do minicurso e Perspectivas futuras

O minicurso adotará a metodologia de aulas expositivas e dialogadas e trará momentos de prática das técnicas de autocontrole emocional utilizadas para desenvolvimento da RM. Recursos como slides em powerpoint/canvas e vídeos serão utilizados.

Há ainda muito a se aprender sobre ansiedade matemática, assim como sobre o desenvolvimento da resiliência matemática. No Brasil, o foco tem sido o entendimento da questão das micro agressões (vivências negativas) como uma das raízes da ansiedade matemática. A busca por uma matemática inclusiva, ou seja, de que todos podem aprender matemática e todos precisam saber utilizá-la nos diversos contextos sociais é um esforço que vem sendo empreendido por diversos países, inclusive o Brasil. Parte desse esforço vem se materializando através da criação da Rede de Resiliência Matemática (Mathematical Resilience Network) sob coordenação do Reino Unido, como forma de compartilhar conhecimento e práticas em busca de uma matemática mais inclusiva.

Bibliografia

- [1] BENSON, H. The relaxation response: its subjective and objective historical precedents and physiology. **Trends in Neurosciences**, v. 6, p. 281-284, 1983.
- [2] BORGES, E.; FERREIRA, T. Relaxamento: Estratégia de intervenção no stress. **Revista Portuguesa de Enfermagem de Saúde Mental** (10), p. 37-42, 2013.
- [3] BRANDÃO, J. M.; MAHFOUD, M.; GIANORDOLI-NASCIMENTO, I. F. A construção do conceito de resiliência em psicologia: discutindo as origens. **Paidéia**. Ribeirão Preto, v. 21, n. 49, p. 263-271, 2002.
- [4] CARMO, J.S.; CUNHA, L. O.; ARAÚJO, P. V. S. Análise comportamental da ansiedade à matemática: conceitualização e estratégias de intervenção [Behavioral analysis of anxiety in mathematics: Conceptualization and intervention strategies]. In W. C. M. P. Silva (Ed.), **Sobre comportamento e cognição: análise comportamental aplicada**, p. 185–195, Santo André, Brazil: ESETEC, 2008.
- [5] CARMO, J. S.; GRIS, G.; PALOMBARINI, L.S. Mathematics Anxiety: Definition, Prevention, Reversal Strategies and School Setting Inclusion. In: Kollosche, D., Marcone, R., Knigge, M., Penteadó, M.G., Skovsmose, O. (eds) **Inclusive Mathematics Education**. Springer, Cham., 2019.
- [6] CARMO, J. S.; HENKLAIN, M. H. O. . Ansiedade à matemática: uma leitura analítico-comportamental. In: Aline Beckmann de Castro Menezes. (Org.). **Ensinar e aprender: Desafios para educação do séc. XXI**. 1ed. Curitiba: ABPMC, v. , p. 98-118, 2022.
- [7] CORTEGOSO, A. L.; CHRISTOVAM, A. C. C.; COSER, D. S. **Aprendendo e ensinando crianças a estudar: manual autoinstrutivo para famílias e professores**. São Carlos, SP: Edufscar, 2019.
- [8] DOWKER, A.; SARKAR, A.; LOOI, C. Y. Mathematics Anxiety: What Have We Learned in 60 Years? **Frontiers in Psychology**, 7, Article 508, 2016. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00508>
- [9] JOHNSTON-WILDER, S.; LEE, C. Developing Mathematical Resilience. In: **BERA Annual Conference 2010**, Sep 2010, Coventry: University of Warwick, 2010.
- [10] KHNG, K.H. A better state-of-mind: deep breathing reduces state anxiety and enhances test performance through regulating test cognitions in children, **Cognition and Emotion**, 31(7), p. 1502-1510, 2017.

- [11] KOOREN, J.; WELSH, M.; McCOACH, D. B.; JOHNSTON-WILDER, S.; LEE, C. Mathematical resilience: An application and exploration of motivational constructs related to resilience in the study of mathematics. In: **American Educational Research Association (AERA) 2013 Annual Meeting: Education and Poverty: Theory, Research, Policy and Praxis**, San Francisco, CA, USA, 2013.
- [12] LYONS, I. M.; BEILOCK, S. L. . When math hurts: math anxiety predicts pain network activation in anticipation of doing math. **PloS one**, 7(10), e48076, 2012.
- [13] MENDES, A. C.; CARMO, J. S.; MUNIZ, M. Aplicação de um programa de auxílio a uma estudante com ansiedade à matemática. In UTSUMI, Miriam C. (Org.), **Pesquisas em psicologia da educação matemática: Avanços e atualidades**. São Carlos, SP: Pedro e João, pp. 161-1881, 2020.
- [14] PARÁ, T.; JOHNSTON-WILDER, S. Addressing Mathematics Anxiety: A Case Study in a High School in Brazil. **Creative Education**, v. 14, n. 2, p. 377-399, 2023.
- [15] RUSSELL, R. **Help your child do maths, even if you don't: 10 things that anyone can do to help their child with maths**. AR & RR Education, 2020.
- [16] SIEGEL, D. (2010). **Mindsight: Transform Your Brain with the New Science of Kindness**. Oneworld Publications.
- [17] YOUNG, C. B.; WU, S. S.; MENON, V. The neurodevelopmental basis of math anxiety. **Psychol. Sci.** 23, p.492-501, 2012. doi: 10.1177/0956797611429134