COLÉGIO PEDRO II
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA, EXTENSÃO E CULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

PATRICIA DOS SANTOS MAIGRE

O PAPEL DO ERRO NA APRENDIZAGEM MATEMÁTICA: FUNDAMENTOS TEÓRICOS E PROPOSIÇÕES DIDÁTICAS

Rio de Janeiro
2026

PATRICIA DOS SANTOS MAIGRE

O PAPEL DO ERRO NA APRENDIZAGEM MATEMÁTICA: FUNDAMENTOS TEÓRICOS E PROPOSIÇÕES DIDÁTICAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, ofertado pela Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Educação Matemática.

Orientador(a): Dr. João Domingos Gomes da Silva Junior.

Rio de Janeiro

2026

COLÉGIO PEDRO II

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA, EXTENSÃO E CULTURA

BIBLIOTECA PROFESSORA SILVIA BECHER

CATALOGAÇÃO NA FONTE

M218 Maigre, Patricia dos Santos
O papel do erro na aprendizagem matemática : fundamentos teóricos e proposições didáticas / Patricia dos Santos Maigre. – Rio de Janeiro, 2026.

61 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Educação Matemática) – Colégio Pedro II, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura.

Orientador: João Domingos Gomes da Silva Junior.

1. Matemática - Estudo e ensino. 2. Mentalidades matemáticas. 3. Erro. 4. Análise de erros (Matemática). 5. Educação matemática. 6. Prática pedagógica. I. Silva Junior, João Domingos Gomes da. II. Colégio Pedro II. III Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Simone Alves – CRB-7: 5692.

PATRICIA DOS SANTOS MAIGRE

O PAPEL DO ERRO NA APRENDIZAGEM MATEMÁTICA: FUNDAMENTOS TEÓRICOS E PROPOSIÇÕES DIDÁTICAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, ofertado pela Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Educação Matemática.

Aprovada em ____ de _____________ de 2026.

COMISSÃO EXAMINADORA

____

Prof. Dr. João Domingos Gomes da Silva Junior.

Colégio Pedro II - Orientador.

____

Profa. Dra. Liliana Manuela Gaspar Cerveira da Costa.

Colégio Pedro II.

____

Profa. Me. Aline Corrêa Netto Gomes da Silva.

SME - Duque de Caxias.

Rio de Janeiro

2026

Dedico este trabalho a minha amada mãe Valéria, que nunca deixou de sonhar meus sonhos comigo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus por sempre me conceder força, sabedoria e coragem para nunca desistir. Ao meu anjo da guarda, meus guias e orixás que trouxeram luz em meio a escuridão.

À minha família, em especial minha mãe, Valéria, que nunca mediu esforços para me ver bem e me dar todo suporte necessário para seguir nos estudos e finalizar esta etapa importante em minha vida. Essa vitória é nossa. Ao meu pai Alexandre, minha irmã Vanessa e minha avó Aparecida, que sempre me apoiaram na docência.

Aos meus queridos amigos do Colégio QI, da UFF e do Colégio Pedro II que sempre me trouxeram inspiração para me tornar a profissional que sou hoje. À toda equipe de matemática do Colégio QI, na qual eu coordeno, que sempre me apoiaram e fizeram um trabalho de excelência. Juntos somos mais fortes.

Agradeço também aos professores da pós-graduação do Colégio Pedro II, cujas aulas e dedicação à educação sempre foram inspiradoras para seguir caminhos mais humanos e reflexivos na Educação Matemática. Um agradecimento especial ao coordenador Daniel Martin pelo acolhimento, carinho e suporte dedicados a todos nós ao longo do curso.

Ao meu querido orientador João Domingos, que sempre foi muito gentil e generoso comigo. Ele, mesmo sem saber que eu passava por um dos momentos mais difíceis da minha vida, teve a santa paciência em me esperar e nunca me deixar abandonar este trabalho. Suas aulas sempre foram inspiradoras e sua orientação na escolha do tema, dos textos e revisão criteriosa e cuidadosa foram fundamentais para que este trabalho desse certo.

Dedico este TCC a todos que de maneira direta ou indiretamente contribuíram, me apoiaram e torceram por mim nesta trajetória.

“Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção.”

(Paulo Freire, 1996)

RESUMO

MAIGRE, Patricia dos Santos. **O papel do erro na aprendizagem matemática: fundamentos teóricos e proposições didáticas**. 2026. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Educação Matemática) – Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, Colégio Pedro II, Rio de Janeiro, 2026.

Este trabalho analisa o papel do erro no processo de aprendizagem matemática a partir da abordagem teórica das Mentalidades Matemáticas e da Análise de Erros, com o objetivo de discutir suas implicações para a prática pedagógica. Trata-se de uma pesquisa qualitativa de caráter bibliográfico, fundamentada na análise de produções da área da Educação Matemática que problematizam a cultura do acerto e a concepção fixa de inteligência. O presente estudo analisa como a valorização do erro pode contribuir para o desenvolvimento do pensamento matemático, da autonomia intelectual e de uma postura investigativa dos estudantes. A partir do referencial teórico analisado, são elaboradas e discutidas propostas didáticas que articulam perguntas abertas e atividades do tipo piso baixo/teto alto. A pesquisa constata que a ressignificação do erro como ferramenta pedagógica amplia as oportunidades de aprendizagem, fortalece a confiança dos estudantes e promove maior engajamento com a disciplina. Conclui-se que a construção de um ambiente que legitime o erro como parte constitutiva do processo formativo representa uma mudança significativa na prática docente, contribuindo para uma abordagem mais inclusiva, equitativa e reflexiva no ensino de Matemática.

Palavras-chave: erro; mentalidades matemáticas; análise de erros; educação matemática; prática pedagógica.

ABSTRACT

MAIGRE, Patricia dos Santos. **O papel do erro na aprendizagem matemática: fundamentos teóricos e proposições didáticas**. 2026. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Educação Matemática) – Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, Colégio Pedro II, Rio de Janeiro, 2026.

This study analyzes the role of error in the process of mathematics learning from the theoretical perspective of Mathematical Mindsets and Error Analysis, aiming to discuss their implications for pedagogical practice. It is a qualitative bibliographic research based on the analysis of scholarly works in the field of Mathematics Education that problematize the culture of correctness and the fixed conception of intelligence. The study examines how valuing errors can contribute to the development of mathematical thinking, intellectual autonomy, and an investigative stance among students. Based on the theoretical framework analyzed, didactic proposals are developed and discussed, articulating open-ended questions and low-floor/high-ceiling tasks. The research finds that reframing error as a pedagogical tool expands learning opportunities, strengthens students' confidence, and promotes greater engagement with the subject. It is concluded that constructing a learning environment that legitimizes error as a constitutive part of the formative process represents a significant shift in teaching practice, contributing to a more inclusive, equitable, and reflective approach to mathematics education.

Keywords: error; mathematical mindsets; error analysis; mathematics education; pedagogical practice.

LISTA DE FIGURAS (ILUSTRAÇÕES)

LISTA DE TABELAS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AE – Análise de Erros

MM – Mentalidades Matemáticas

UFF – Universidade Federal Fluminense

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO

O Ensino de Matemática é marcado por práticas que ainda possuem uma forte valorização do acerto. Isto, certamente, tem contribuído para a construção de percepções negativas em relação à Matemática, frequentemente associada à dificuldade, ao erro e à exclusão de parte dos estudantes. De acordo com Silva Junior e Costa (2024, p. 149) "constata-se o uso excessivo da repetição e procedimentos padronizados, o que desmotiva tanto alunos quanto professores e propicia que os primeiros se afastem da matemática." Nesse contexto, muitos alunos desenvolvem crenças limitantes sobre sua própria capacidade de aprender, o que impacta diretamente sua relação com a disciplina, seu engajamento nas atividades propostas e seu desempenho escolar.

> Atitudes tais como sentir tensão, preocupação, insegurança e medo; repetir exercícios matemáticos mecânicos e resolver problemas totalmente desvinculados do real vivido geram estresse e afastam as pessoas da área da matemática. Com isso, a oportunidade de aprender a fazer uso desse conhecimento no mundo real, social e cultural se perde na sentida aversão pela matemática. (Dany Luk, 2002, p. 8)

Nas últimas décadas, diferentes estudos têm problematizado essa visão tradicional do ensino de Matemática, apontando a necessidade de práticas pedagógicas que valorizem o processo de aprendizagem, o pensamento matemático e a participação ativa dos estudantes. Entre essas contribuições, destacam-se as discussões sobre a abordagem Mentalidades Matemáticas (MM), fundamentadas principalmente nos estudos de Carol Dweck acerca das mentalidades fixa e de crescimento, e aprofundadas no campo da Educação Matemática por autoras como Jo Boaler. Tais estudos defendem que a aprendizagem da matemática não é determinada por uma habilidade particular, mas pode ser desenvolvida a partir de experiências pedagógicas que estimulem o esforço, a reflexão, a colaboração e a valorização dos erros como oportunidades de aprendizagem. Além disso, Boaler (2018, p. 54) argumenta que "a matemática deve ser apresentada como um campo criativo, visual e multidimensional, e não como uma disciplina linear e mecânica", exigindo uma reformulação do material didático, das práticas pedagógicas docentes e das formas de avaliar os estudantes.

O erro, nesse cenário, deixa de ser compreendido apenas como falha ou ausência de conhecimento e passa a assumir um papel pedagógico relevante. Autores como Borasi (1996) ressaltam que a Análise de Erros (AE) pode ser uma aliada na estratégia didática, possibilitando ao estudante refletir sobre seus próprios processos de construção do raciocínio e ao professor compreender as dificuldades e concepções envolvidas na resolução de problemas. Assim, o erro torna-se um elemento central para a construção do conhecimento matemático, contribuindo para o desenvolvimento de uma postura investigativa e crítica em sala de aula. Afinal, como destaca Dias (2017, p. 62), “a Matemática caracteriza-se como uma forma de compreender e atuar no mundo. O conhecimento gerado nessa área do saber como um fruto da construção humana na sua interação constante com o contexto natural, social e cultural.”

Diversos trabalhos recentes têm se dedicado ao estudo do erro, não apenas no âmbito das concepções matemáticas, mas também em uma perspectiva mais ampla, envolvendo dimensões cognitivas, afetivas e pedagógicas. São eles: Silva (2025), Anjos e Regis (2025), Malta et al. (2025), Fiori e Oliveira (2024), Novoa (2022), entre outros.

Buscou-se por meio de uma revisão teórica, analisar contribuições de alguns autores que dialogam com esta temática, e articular com reflexões sobre a prática docente e suas implicações para a formação matemática dos estudantes. Além disso, são apresentadas atividades com perguntas abertas do tipo piso baixo/teto alto que podem ser aplicadas em sala de aula, e podem gerar discussões interessantes onde o erro pode se fazer presente, e assim, ser utilizado como ferramenta pedagógica.

1.1 Trajetória da pesquisadora e escolha do tema

A escolha dessa temática está diretamente relacionada à minha trajetória acadêmica e profissional, licenciada em Matemática pela UFF e professora atuante na Educação Básica. As minhas experiências vivenciadas em sala de aula, tanto durante a formação inicial quanto no exercício da docência, evidenciaram a recorrência de discursos que naturalizam a dificuldade em Matemática e reforçam a ideia de que apenas alguns estudantes seriam capazes de aprendê-la. Foi observado, ainda, que práticas avaliativas centradas exclusivamente no resultado final intensificam os sentimentos de frustração, ansiedade e desmotivação, especialmente diante do erro cometido pelos estudantes.

Dessa forma, neste trabalho, busco discutir o papel do erro no processo de ensino e aprendizagem da Matemática, buscando compreender de que maneira práticas pedagógicas contribuem para a construção de ambientes de aprendizagem mais inclusivos, colaborativos e significativos.

1.2 Estrutura do trabalho

Ao abordar as MM e a AE como elementos centrais do processo educativo, este estudo busca contribuir para o debate na área da Educação Matemática, oferecendo subsídios teóricos que auxiliem professores a repensar suas práticas e a promover experiências de aprendizagem que valorizem o pensamento, a persistência e o desenvolvimento integral dos alunos. Diante disso, ele está organizado em sete capítulos, incluindo a Introdução e a Conclusão. A estrutura foi elaborada de modo a apresentar, de forma interligada, os fundamentos teóricos que sustentam a pesquisa e a proposta pedagógica desenvolvida.

No Capítulo 2 está apresentada a metodologia utilizada para a orientação do trabalho, explicitando as escolhas teóricas e os caminhos adotados ao longo da pesquisa. Além disso, foi explicitada a maneira como os textos foram analisados e relacionados entre si, buscando construir um referencial consistente que sustentasse as reflexões e as propostas didáticas desenvolvidas nos capítulos seguintes. Ao detalhar essas escolhas, o objetivo foi destacar a coerência entre os fundamentos teóricos assumidos e as práticas pedagógicas defendidas ao longo do trabalho.

Na sequência, o Capítulo 3 amplia essa reflexão ao apresentar a perspectiva das MM, baseada nos estudos de Carol Dweck e Boaler apropria-se e adapta à educação matemática, e assim, fundamenta as MM. São apresentados os conceitos de mentalidade fixa e mentalidade de crescimento, destacando suas implicações para a aprendizagem, o engajamento dos estudantes e a persistência diante de desafios. A relação com o erro ganha centralidade, pois ele deixa de ser visto como evidência de incapacidade e passa a ser interpretado como oportunidade de desenvolvimento.

O Capítulo 4 estabelece, então, um diálogo direto entre a AE e a abordagem MM. Ao aproximar esses referenciais, o texto explicita suas convergências, sobretudo no reconhecimento do erro como oportunidade de aprendizagem e como elemento que pode mobilizar reflexão, revisão de estratégias e aprofundamento conceitual.

A discussão continua no Capítulo 5, que desloca o foco para a ação docente e para o uso intencional do erro em sala de aula. O papel do professor é enfatizado como mediador do processo de ensino e aprendizagem, responsável por transformar os erros dos estudantes em pontos de partida para intervenções pedagógicas mais significativas.

Por fim, o Capítulo 6 apresenta o produto pedagógico elaborado a partir das discussões teóricas desenvolvidas ao longo do trabalho. São explicitados seus objetivos, fundamentos e possibilidades de aplicação em diferentes contextos educativos, destacando sua contribuição para a prática docente e para a consolidação de uma cultura de aprendizagem em que o erro não seja motivo de estigmatização, mas parte integrante do processo formativo.

2. METODOLOGIA

Este estudo adota abordagem qualitativa, de natureza bibliográfica e documental, orientada pela análise e interpretação de produções teóricas da área de Educação Matemática. O objetivo é compreender as diferentes concepções de erro no ensino e na aprendizagem de Matemática e examinar suas implicações pedagógicas, especialmente a partir do diálogo entre a AE e a abordagem MM.

A opção pela pesquisa qualitativa justifica-se por privilegiar a compreensão de significados, concepções e interpretações construídas no campo educacional, sem a pretensão de quantificar dados ou produzir generalizações estatísticas. Trata-se de uma investigação voltada à análise dos sentidos atribuídos ao erro no processo de ensino-aprendizagem e às formas como esse elemento foi historicamente tratado e posteriormente ressignificado. Como afirma Minayo (2001, p. 21),

> A pesquisa qualitativa responde a questões muito particulares. Ela se ocupa, nas ciências sociais, com um nível de realidade que não pode ou não deveria ser quantificado, trabalhando com o universo dos significados, dos motivos, das aspirações, das crenças, dos valores e das atitudes.

O percurso metodológico fundamenta-se, na pesquisa bibliográfica, entendida como o levantamento, a leitura e a análise crítica de material já publicado — livros, artigos científicos, teses e dissertações — com o propósito de colocar o pesquisador em contato direto com o conhecimento acumulado sobre o tema. Conforme Andrade (2010), a pesquisa bibliográfica constitui etapa fundamental da investigação acadêmica, sendo indispensável tanto nas pesquisas exploratórias quanto na delimitação e consolidação do referencial teórico.

A seleção do repertório teórico contemplou duas frentes principais: os estudos sobre AE na Educação Matemática e as produções vinculadas à perspectiva das MM. No primeiro eixo, foram considerados trabalhos que discutem o erro no processo de aprendizagem, contrapondo concepções tradicionais — centradas na correção, na punição e na pedagogia do exame — a abordagens construtivistas e cognitivistas, que compreendem o erro como expressão de conhecimentos em construção e manifestação do raciocínio do estudante. Nessa perspectiva, aproxima-se da noção de aprendizagem significativa proposta por Ausubel (2003), segundo a qual novos conhecimentos são construídos a partir da interação com estruturas cognitivas previamente existentes, o que reforça a compreensão do erro como parte do processo de atribuição de significados. No segundo eixo, priorizaram-se obras que distinguem mentalidade fixa e mentalidade de crescimento, destacando como as crenças sobre inteligência e capacidade influenciam a relação do aluno com o erro, o esforço e a aprendizagem.

A aproximação entre essas vertentes fundamenta-se na convergência de seus pressupostos, sobretudo na compreensão do erro como parte constitutiva do processo formativo e como possibilidade de desenvolvimento conceitual. Assim, a análise concentrou-se na identificação de princípios recorrentes nas obras examinadas, tais como o papel do erro na mediação da ação docente, sua contribuição para o desenvolvimento da metacognição e sua função na promoção da autonomia intelectual. Buscou-se, a partir desses elementos, examinar de que modo o erro pode ser incorporado ao planejamento e à condução das aulas de Matemática, deixando de ser visto apenas como falha a ser eliminada para assumir função pedagógica estruturante.

Os critérios de seleção das fontes basearam-se na relevância acadêmica, no reconhecimento dos autores no campo da Educação Matemática e na pertinência temática das produções. Foram priorizados trabalhos que abordassem explicitamente o erro ou a teoria das MM, bem como estudos que articulassem essas temáticas à prática docente, assegurando consistência e coerência ao corpus analisado.

A escolha dos autores que fundamentam esta pesquisa está diretamente relacionada à necessidade de compreender o erro no processo de ensino e aprendizagem da Matemática a partir de diferentes perspectivas teóricas, que dialogam entre si e se complementam. Nesse sentido, as contribuições de Dweck (2000; 2017) e Boaler (2018) assumem papel central neste estudo, ao abordarem as mentalidades fixa e de crescimento e evidenciarem como as crenças dos estudantes sobre sua própria capacidade influenciam sua relação com o erro, o esforço e a aprendizagem. Em articulação com essa perspectiva, Borasi (1996) amplia a compreensão do erro ao concebê-lo como instrumento didático e objeto de investigação pedagógica, possibilitando que ele seja explorado de forma intencional no contexto da sala de aula. De maneira equivalente, Brousseau (1983) interpreta o erro como um obstáculo didático, associado a conhecimentos anteriormente construídos que, embora tenham sido eficazes em determinados contextos, tornam-se inadequados diante de novas situações. Nessa mesma direção, Cury (2007) compreende o erro como expressão de um raciocínio baseado em compreensões prévias, enquanto Piaget (1976) o reconhece como indicativo do estágio de desenvolvimento do pensamento, evidenciando um conhecimento em construção. Por fim, D'Ambrósio (2005) contribui ao interpretar o erro como manifestação da aplicação de conhecimentos prévios a novos contextos, revelando a atividade cognitiva do sujeito. Dessa forma, a articulação desses referenciais permite compreender o erro não como falha a ser evitada, mas como elemento constitutivo do processo formativo, fundamental para o desenvolvimento do pensamento matemático.

A análise do repertório teórico evidencia uma convergência consistente entre os pressupostos da AE e da abordagem MM, especialmente no que se refere à ressignificação do erro no ensino de Matemática. Ambas rompem com a lógica tradicional de correção imediata e defendem a necessidade de compreender o erro como parte integrante do processo de aprendizagem. As autoras Santos e Costa (2025) afirmam que:

> A desmotivação causada por educadores, somada a uma abordagem tradicional e pouco atrativa, contribui para que muitos estudantes desenvolvam uma relação negativa com a matemática. Torna-se essencial, portanto, repensar metodologias que visam a estratégias mais significativas e motivadoras, que incentivam a autoconfiança e o prazer pelo aprendizado matemático. (Santos e Costa, 2025, p. 71 - 72).

A leitura das obras foi conduzida de forma interpretativa e comparativa, organizada a partir de eixos analíticos previamente definidos. O exame do material considerou tanto os fundamentos conceituais quanto as implicações pedagógicas propostas, com atenção às recorrências, aproximações e tensões entre os referenciais. Como recurso complementar de sistematização, elaborou-se um panorama das concepções de erro na Educação Matemática, organizando-as a fim de evidenciar permanências e rupturas nas abordagens pedagógicas e situar a AE no contexto das transformações do ensino de Matemática.

3. MENTALIDADES MATEMÁTICAS

A abordagem MM tem ganho destaque não só nos debates sobre ensino e aprendizagem da matemática, como também nas práticas docentes. Os princípios desta abordagem, são fundamentados na Teoria das Mentalidades proposta por Carol Dweck[1] acerca das concepções de inteligência e motivação que ultrapassam o ambiente acadêmico tradicional e se estendem à forma como os sujeitos se engajam com desafios e aprendizados.

Em obras como *Self-theories: Their Role in Motivation, Personality, and Development*[2], Dweck aprofunda a distinção entre a mentalidade fixa e a mentalidade de crescimento. Na mentalidade fixa, segundo Dweck (2000, 2017), a inteligência é vista como algo inato e imutável. Assim, diante do fracasso — especialmente na primeira tentativa — pessoas com este tipo de mentalidade tendem a interpretar o erro como falta de capacidade e, por isso, desistem da tarefa rapidamente. Já a mentalidade de crescimento compreende o desenvolvimento intelectual como algo dinâmico e influenciado pelo esforço e pelas estratégias adotadas. Ao levar esta perspectiva para a sala de aula, Dweck destaca que estudantes com mentalidade fixa tendem a evitar desafios, desistir diante do fracasso e encarar o erro como sinal de incapacidade. Por outro lado, aqueles com mentalidade de crescimento veem o erro como oportunidade de aprendizado, demonstrando maior resiliência diante das dificuldades. Além disso, Dweck (2017) ressalta que tais pessoas tendem a ter um desempenho superior e uma relação mais saudável com a aprendizagem. Segundo Santos e Costa,

> Em vez de acreditar que a habilidade em matemática é uma característica inata e fixa, em que apenas um único processo permite resolver um problema, se incentiva o uso de diversas formas de pensar e aprender, cultivando a confiança de que, com esforço e estratégias adequadas, cada aluno pode desenvolver sua competência matemática. (Santos e Costa, 2025, p. 73).

---

[1] Carol Dweck é psicóloga e professora da Universidade de Stanford, conhecida por suas pesquisas sobre mentalidade fixa e mentalidade de crescimento, que analisam como crenças sobre inteligência influenciam a aprendizagem, a motivação e a relação dos estudantes com erros e desafios (Dweck, 2017).

[2] (Dweck, 2000)

Portanto, embora esse conceito já esteja presente no cotidiano e na cultura escolar, ele rompe com a ideia de que aprender Matemática depende de uma aptidão inata. No contexto matemático, isso é especialmente relevante, pois é comum que estudantes acreditem que o sucesso nessa área seja privilégio apenas de quem "nasceu com talento". Essa convicção limita não apenas o desempenho, mas também o interesse e a autoestima dos alunos diante da disciplina.

> Nem todos (os alunos) encaram o erro da mesma maneira: para aqueles com mentalidade fixa, o erro é visto como uma demonstração de falta de conhecimento, enquanto, para os que possuem uma mentalidade de crescimento, ele representa uma oportunidade de aprendizado. (Silva Junior; Costa, 2025, p. 12-13)

Ao incorporar as ideias de Carol Dweck à Educação Matemática, Jo Boaler[3] enfrentou diretamente a crença enraizada de que apenas algumas pessoas "têm dom" para a Matemática. Ao articular o conceito de mentalidade de crescimento ao ensino da disciplina, Boaler sustenta que a transformação das mentalidades dos estudantes é condição central para promover uma aprendizagem mais equitativa, significativa e capaz de engajar todos, sem exceção. Em sua publicação *Mathematical Mindsets: Unleashing Students' Potential through Creative Math, Inspiring Messages and Innovative Teaching*[4], mas também em produções anteriores como *What's Math Got to Do with It?*[5], Boaler argumenta que a maneira como os professores estruturam suas aulas pode reforçar ou romper com essas crenças limitantes.

De acordo com Boaler (2018), quando os estudantes veem a matemática como um conjunto de ideias e relações, assumindo seu papel como o de pensar sobre as ideias e dar um sentido para elas, eles desenvolvem uma mentalidade matemática. A partir de suas pesquisas, a autora propôs um conjunto de cinco práticas pedagógicas que beneficiam o desenvolvimento de mentalidades de crescimento entre os

---

[3] Jo Boaler é professora de Educação Matemática na Universidade de Stanford e diretora do *Youcubed*, centro de pesquisa voltado ao ensino de matemática com foco em equidade, mentalidades matemáticas e aprendizagem conceitual. Suas pesquisas defendem práticas pedagógicas que valorizam a compreensão profunda, a colaboração e o uso dos erros como oportunidades de aprendizagem (Boaler, 2016). Além disso, a trajetória de Boaler é reconhecida por importantes premiações, incluindo o National Science Foundation Early Career Award (2000), o NCSM Kay Gilliland Equity Award (2014) e o Endowed Chair Nomellini-Olivier (2019) em Stanford. Em seu perfil institucional, destacam-se áreas de interesse como neurociência e aprendizagem, diversidade e identidade, políticas educacionais, equidade, gênero, motivação, reforma escolar, desenvolvimento docente e uso de tecnologias na educação.

[4] (Boaler, 2016)

[5] (Boaler, 2008)

estudantes, promovendo um ambiente onde o erro é valorizado, a comunicação é incentivada e o raciocínio é reconhecido como parte essencial da aprendizagem.

Nas subseções a seguir, tais práticas estão descritas de forma breve e objetiva. As imagens que abordam o funcionamento de cada prática foram retiradas do site *YouCubed*. Além disso, é importante destacar que as imagens referentes às práticas pedagógicas devem ser lidas da esquerda para a direita, como se fossem três colunas, onde a ordem das colunas indica como é efetuada a prática, a primeira coluna representa a prática antes de se conhecer uma maneira mais eficaz. Posteriormente, na segunda, já há uma melhora da prática do educador e, finalmente, na terceira coluna, a maneira ideal de atuar na educação matemática.

3.1 1ª Prática: Cultura de Mentalidade de Crescimento

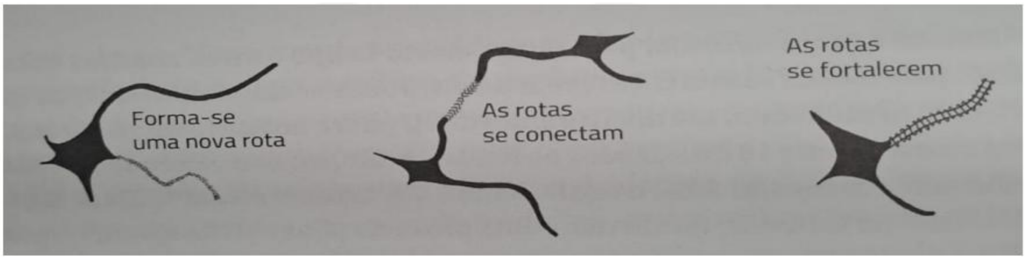
Nesta prática, Boaler (2018) afirma que todos podem aprender matemática em altos níveis. Este princípio confronta diretamente a ideia de que apenas alguns alunos têm dom para a disciplina. A autora defende que tal crença deve ser constantemente desafiada pelo professor, promovendo um ambiente inclusivo onde todos se sintam capazes de aprender.

Os estudantes que possuem a mentalidade fixa acreditam que ou ele é bom em matemática, ou ele não é, ou seja, se ele tiver mau desempenho em uma avaliação de matemática, isso é associado à sua capacidade intelectual, sem possibilidade de mudança. Logo, o estudante não se arrisca em novos desafios, caminhos ou perguntas ainda não apresentados pelo professor, evitando poder deparar-se com o erro.

Em contrapartida, o aluno com mentalidade de crescimento possui uma relação melhor com seu aprendizado, lidando com o erro como parte do processo, ou seja, ele entende que é possível buscar outros caminhos e possibilidades. Assim, uma aula com mensagens positivas que estimulem a mentalidade de crescimento irá gerar melhores resultados. Conforme relatado por Sena, Silva e Porto (2021), a partir do artigo de Boaler (2018), estudos demonstraram que:

- Todos os alunos podem se sair bem em níveis de alta complexidade;
- O que os alunos pensam sobre suas habilidades determina as rotas de aprendizado e o desempenho em matemática;
- Erros e dificuldades são extremamente importantes para o aprendizado;
- A matemática deve ser dissociada da velocidade;
- O poderoso impacto das mensagens dos professores.

Figura 1 – Rotas Cerebrais.



Fonte: Boaler (2020, p.16).

Pesquisas em neurociência mostram que o cérebro é moldável e se desenvolve a partir de estímulos diversos (Boaler, 2018). Sinapses se fortalecem quando uma ideia é trabalhada em profundidade, criando conexões duradouras, como ilustrado na Figura 1. Assim, a aprendizagem não ocorre apenas em sala de aula: toda experiência cotidiana é uma oportunidade para expandir capacidades. Um ponto importante é combater estereótipos, como o de que há “cérebros matemáticos”. Essa noção equivocada contribui para desigualdades de gênero, uma vez que, historicamente, as mulheres foram menos incentivadas a persistirem em áreas exatas. A Figura 2, abaixo, mostra a estruturação da primeira prática.

Figura 2 – 1ª Prática de MM.

Fonte: Youcubed (2020).

De acordo com esta prática, o professor consegue se posicionar no momento do seu desenvolvimento. Salientando que se encontra na terceira etapa, aquele professor que em suas aulas promove a ideia de que a matemática pode ser aprendida por todos, utilizando mensagens de crescimento que motivem os estudantes a estudarem de maneira aprofundada, fazendo-os acreditar na sua capacidade de alcançar níveis mais altos. Algumas frases que podem ser praticadas nas aulas, segundo Boaler:

> - Dificuldades não significam que vocês não podem fazer matemática, esse é um dos aspectos mais importantes da matemática.
> - Acredito em cada um de vocês, não existe essa coisa de cérebro matemático ou gene matemático e espero que todos alcancem níveis mais altos.
> - Gosto muito de erros, toda vez que cometem um erro, o cérebro de vocês cresce. (2018, p. 148)

3.2 2ª Prática: A Natureza da Matemática

Tradicionalmente, a matemática é vista como disciplina rígida, restrita à memorização de fórmulas, que afasta os estudantes e limita seu potencial criativo. A segunda prática proposta por Boaler (2018) resgata a verdadeira essência da matemática: um campo investigativo, visual, intuitivo e profundamente humano.

Para isso, propõe-se a valorização de atividades abertas, que permitem múltiplas abordagens e soluções, estimulando a intuição, o raciocínio criativo, a participação de mais estudantes, estimulando-os a pensarem em múltiplas representações para determinado problema. As perguntas abertas oferecem espaço para a criatividade dos estudantes, para que eles façam investigações e conjecturas através do diálogo e troca de informações com os colegas de turma, desenvolvendo outras habilidades além do cálculo.

A seguir, a Figura 3 apresenta a dinâmica de funcionamento da segunda prática.

Figura 3 – 2ª Prática de MM.

Fonte: Youcubed (2020).

Ao observar a figura, podemos destacar outras estratégias que podem estimular os estudantes, como, por exemplo, a proposição do problema antes de ensinar o método de resolução e a elaboração de atividades no formato *piso baixo/teto alto*[6] (estas atividades serão discutidas melhor no Capítulo 6). Num primeiro estágio, o professor dá aos estudantes a oportunidade de pensar de forma intuitiva no conteúdo, tentando entender o que será lecionado naquela aula, afetando diretamente o aprendizado, ou seja, o estudante é convidado a mobilizar conhecimentos prévios e a formular hipóteses, construindo significados antes da sistematização do conteúdo.

O próximo estágio seria a promoção de atividades abertas. A atividade aberta é uma proposta didática que admite múltiplas estratégias de resolução, diferentes representações e, em alguns casos, mais de uma resposta possível. Diferentemente de tarefas fechadas, que são centradas na aplicação direta de um procedimento previamente ensinado, as atividades abertas valorizam o processo de pensamento, a argumentação, a criatividade e a comunicação matemática, favorecendo a participação de todos os estudantes e a exploração conceitual em maior profundidade.

Portanto, ao iniciar com uma pergunta aberta, podendo ser simples ou não, o professor possibilita que todos os alunos estejam inseridos e engajados na atividade. Conforme o estágio de desenvolvimento vai alterando, os estudantes são estimulados a revisar estratégias, testar novas ideias e avançar em direção a níveis mais sofisticados de pensamento.

É importante destacar a utilização das múltiplas representações nas aulas, pois, ao utilizá-las, é possível mostrar aos estudantes que a matemática é visual e criativa, o que contribui para que os estudantes façam diferentes conexões cerebrais. A neurociência, conforme citado por Boaler (2018), confirma que o uso destas diferentes representações amplia o número de áreas cerebrais ativadas durante o raciocínio matemático, o que torna a aprendizagem mais profunda e eficaz. Assim, ao utilizá-las, o aluno é incentivado a pensar profundamente a respeito de um problema, abrindo espaço para a formulação de conjecturas, além da oportunidade para aprofundar suas ideias e encontrar suas próprias soluções.

---

[6] As atividades piso baixo/teto alto caracterizam-se por serem propostas que possibilitam o acesso de todos os estudantes à tarefa matemática, independentemente de seus conhecimentos prévios, ao mesmo tempo em que oferecem espaço para aprofundamentos conceituais mais complexos.

3.3 3ª Prática: Desafio e Esforço

Boaler (2018) defende que a matemática é sobre criatividade e sentido. Essa proposição busca desmistificar a ideia de que a matemática se limita à aplicação de fórmulas e algoritmos. Em vez disso, propõe que os estudantes explorem múltiplas estratégias de resolução e atribuam significado às operações que realizam.

Em muitos contextos escolares, o estudante considerado bom é aquele que resolve rapidamente os exercícios, reforçando a associação entre rapidez e competência. Ao mesmo tempo, mantém-se a crença de que a matemática é aprendida pela repetição mecânica e pela reprodução de algoritmos. Por outro lado, o trabalho a partir da abordagem MM é realizado através da profundidade no tema, fazendo os alunos compreenderem a natureza da Matemática, estimulando, assim, o comprometimento e a valorização dos desafios encontrados.

Portanto, cabe ao professor propor atividades que envolvam os alunos, fazendo-os desenvolver e explorar o conhecimento de forma ativa. A imagem abaixo mostra os estados da 3ª prática MM, destacando orientações para incentivar o estudante ao enfrentamento de desafios e à valorização do esforço nas aulas de matemática.

Figura 4 – 3ª Prática de MM.

Fonte: Youcubed (2020).

A Figura 4 evidencia que o erro, no contexto das Mentalidades Matemáticas, deixa de ser visto como falha e passa a ser valorizado como elemento fundamental do processo de aprendizagem, favorecendo a reflexão, a análise de estratégias e a busca por diferentes caminhos de resolução. Nessa perspectiva, Boaler (2018) destaca que os erros são valiosos e devem ser compreendidos como parte essencial da aprendizagem, pois possibilitam aos estudantes refletir, reconstruir seu raciocínio e ampliar sua compreensão. A autora também aponta que o cérebro se desenvolve de forma mais intensa quando os alunos se deparam com respostas incorretas e buscam corrigi-las, o que reforça a importância de um ambiente que valorize o erro como ferramenta pedagógica.

Assim, o desafio e o esforço devem estar presentes de forma sistemática nas aulas de matemática, organizados em três frentes: a valorização dos erros, o enfrentamento das dificuldades por meio da persistência e o incentivo ao questionamento.

3.4 4ª Prática: Conexões e Colaborações

Boaler (2018) defende que a matemática deve ser ensinada de forma conectada, mostrando relações entre ideias, padrões e contextos. Ao perceberem essas conexões, os estudantes desenvolvem uma compreensão mais profunda e flexível dos conteúdos, o que favorece a retenção e o uso criativo do conhecimento.

Além disso, Boaler (2018) afirma que a matemática é sobre fazer conexões e comunicar, enfatiza a importância do diálogo e da colaboração, estimulando os alunos a verbalizarem seus pensamentos, ouvirem os colegas e construírem conhecimento de forma conjunta.

> As discussões em grupo ou da classe inteira são muito importantes. Além de serem o maior auxílio à compreensão – pois os estudantes raramente compreendem ideias sem discuti-las – e de darem vida à matéria e envolverem os alunos, as discussões em grupo também são encontros em que os alunos aprendem a raciocinar e a criticar o raciocínio uns dos outros, ambos fundamentais nas empresas de alta tecnologia na atualidade (Boaler, 2018, p. 28).

A Figura 5 apresenta a dinâmica desta prática.

Figura 5 – 4ª Prática de MM.

Fonte: Youcubed (2020).

Desta forma, a Matemática pode ser compreendida como uma construção coletiva, desenvolvida por meio da interação entre pares em sala de aula. Conforme discutido anteriormente, ao ser reconhecida como atividade social, a aprendizagem matemática desloca-se da mera reprodução de procedimentos para um processo fundamentado na argumentação, na troca de ideias e na construção compartilhada de significados. Nesse contexto, o papel do professor é decisivo, pois cabe a ele estruturar situações que garantam participação equitativa e valorizem múltiplas competências. Ao reconhecer diferentes formas de contribuição e distribuir responsabilidades, essa abordagem contribui para superar a ideia de que apenas alguns alunos possuem aptidão para a Matemática, favorecendo o desenvolvimento de uma mentalidade de crescimento.

Nesse sentido, a promoção de um ambiente colaborativo em sala de aula não ocorre de forma espontânea, mas exige intencionalidade pedagógica por parte do professor, tanto na organização das tarefas quanto na condução das interações entre os estudantes. Trata-se de estruturar situações que favoreçam a participação de todos, evitando a centralização das atividades em poucos alunos e garantindo que diferentes formas de pensar e contribuir sejam reconhecidas e valorizadas. Assim, a aprendizagem passa a ser compreendida como um processo coletivo, no qual o diálogo, a escuta e a negociação de significados assumem papel central, demandando estratégias didáticas que organizem e sustentem essa dinâmica em sala de aula.

De acordo com Boaler (2018), a Instrução Complexa organiza-se a partir de quatro elementos centrais: a multidimensionalidade das tarefas, a definição de papéis no trabalho colaborativo, a atribuição de competência e a responsabilização dos estudantes pelo processo coletivo de aprendizagem.

A imagem abaixo (Figura 6) mostra o ciclo de estruturação da instrução complexa.

Figura 6 – Instrução Complexa.

Fonte: Adaptado de Youcubed (2020).

O primeiro aspecto é a multidimensionalidade, que reconhece o envolvimento de diferentes habilidades na aprendizagem matemática, como raciocinar, representar, comunicar ideias, estabelecer conexões e trabalhar de forma colaborativa. Dessa forma, os estudantes podem demonstrar competências variadas, não restritas apenas à rapidez ou à execução de cálculos.

O segundo aspecto são os papéis a serem desempenhados pelos estudantes durante as atividades em grupo. A atribuição de papéis específicos contribui para a participação coletiva, evitando a concentração das decisões em poucos alunos e promovendo o envolvimento ativo de todos no processo de aprendizagem.

O terceiro e último aspecto refere-se à atribuição de competência, que consiste em reconhecer as contribuições dos estudantes, especialmente daqueles que costumam ser vistos como menos capazes. Ao valorizar diferentes formas de pensar e participar, o professor contribui para a desconstrução de crenças de habilidade e para o fortalecimento da autoconfiança dos alunos.

Por fim, dar responsabilidade aos estudantes enfatiza a importância de que todos se sintam inseridos nas atividades e conscientes da dimensão, não só da sua própria aprendizagem, como também da aprendizagem dos pares. Esse aspecto favorece o desenvolvimento da autonomia, da colaboração e do comprometimento coletivo com a resolução das tarefas propostas, além do estudante ter uma participação ativa na construção do conhecimento, ideia defendida por Skovsmose.

> A educação matemática crítica pressupõe que os alunos participem ativamente do processo educacional, não apenas como receptores de conhecimento, mas como sujeitos que investigam, questionam e refletem. (2000a, p. 18).

3.5 5ª Prática: Avaliação

Aprofundar em vez de acelerar, sugere que a profundidade no entendimento deve ser priorizada em relação à velocidade. Boaler (2018) critica práticas escolares que valorizam os “rápidos” como os mais inteligentes, destacando que a pressa pode comprometer o desenvolvimento do pensamento matemático mais elaborado.

Na cultura de avaliação, a nota é supervalorizada, sendo uma prática comum entre os professores elogiarem uma nota específica. Porém, ao rotular o estudante por meio de uma nota, estamos contribuindo para desenvolver uma mentalidade fixa, havendo o risco de se reduzir sua trajetória de aprendizagem a uma classificação. Nesse cenário, o foco desloca-se do processo de aprendizagem para o resultado final, enfraquecendo algumas das práticas mencionadas anteriormente, como a valorização do esforço, da persistência e da progressão individual. A Figura 7 mostra as etapas e onde o professor se situa de acordo com a sua ação na quinta prática MM.

Figura 7 – 5ª Prática de MM.

Fonte: Youcubed (2020).

Ao considerar a nota como único elemento importante, o estudante com tendência à mentalidade fixa não recebe uma motivação para aprofundar seus conhecimentos. Em contrapartida, o aluno que estuda para descobrir novas possibilidades de conceitos possui motivação interna para atingir níveis mais altos. Portanto, é necessário que a avaliação não seja aplicada como forma de punição ou somente verificação, e sim como um momento de aprendizagem e investigação. Desta forma, cabe ao professor a tarefa de inserir no seu processo avaliativo devolutivas qualitativas com o objetivo de indicar quais lacunas precisam ser preenchidas, explicitar avanços e orientar o estudante quanto às possibilidades de progressão.

Dessa forma, a quinta prática das Mentalidades Matemáticas propõe uma ressignificação da avaliação no ensino de Matemática, deslocando-a de uma lógica centrada na verificação de respostas corretas para uma perspectiva que valoriza os processos de pensamento dos estudantes. Nessa abordagem, a avaliação passa a contemplar tarefas abertas, o uso de múltiplas representações e a participação ativa de todos, reconhecendo a diversidade de estratégias e formas de raciocínio. Com isso, amplia-se o olhar sobre o desempenho dos alunos, de modo que não apenas os acertos sejam considerados, mas também as argumentações, as tentativas e os caminhos percorridos na construção do conhecimento matemático.

4. COMO OS ERROS SÃO ENCARADOS NA MATEMÁTICA?

Historicamente, o erro no ensino de Matemática ainda está, em muitas situações, associado a concepções pedagógicas de caráter tecnicista e punitivo, nas quais o processo de aprendizagem era reduzido à obtenção do resultado correto. Nessa perspectiva, o erro é interpretado como sinal de incapacidade, desconhecimento ou falha do aluno, devendo ser eliminado por meio da correção imediata e da repetição de procedimentos considerados adequados. Conforme aponta Ponte (1992), a cultura escolar hegemônica tende a associar o erro à falta de conhecimento, levando muitos alunos a temê-lo e a evitá-lo em situações formais de aprendizagem. Tal visão sustenta práticas centradas na pedagogia da prova, que privilegia o produto final em detrimento dos processos de pensamento, das argumentações e das diferentes formas de pensar. Assim, o erro é frequentemente tratado de forma rápida e superficial, sem a exploração de seu potencial formativo, resultando no aumento da rejeição à Matemática e intensificação da ansiedade matemática[7].

> [...] uma característica desta perspectiva (visão tradicional do docente em relação ao erro) é privilegiar o produto final, desconsiderando o processo de resolução, tendendo-se a aceitar como correto apenas os procedimentos de resolução usuais em detrimento de outras formas de proceder. [...] para muitos, os erros devem ser eliminados, pois são comportamentos que sinalizam o fracasso e indicam a ausência de conhecimento matemático (Spinillo *et al.*, 2014, p. 59)

Professores e pesquisadores em Educação Matemática têm criticado a concepção tradicional por desconsiderar o caráter construtivo da aprendizagem. Spinillo *et al.* (2014) observam que essa perspectiva tende a validar apenas procedimentos usuais, desvalorizando estratégias alternativas e invisibilizando o processo de resolução. No campo da AE, os estudos indicam que os equívocos não são eventos aleatórios, mas expressões de modos de raciocinar que evidenciam conhecimentos parciais, generalizações inadequadas ou interferências de saberes prévios. Nessa perspectiva, o erro deixa de ser entendido como simples falha e passa a constituir um indício do pensamento em construção, permitindo ao professor

[7] A ansiedade matemática refere-se a um conjunto de reações emocionais negativas — como tensão, medo e bloqueio cognitivo — desencadeadas em situações que envolvem números, cálculos ou avaliação em Matemática. Esse fenômeno não está associado apenas ao baixo desempenho, mas pode causá-lo, criando um ciclo perverso: a ansiedade prejudica a memória de trabalho e o raciocínio, o que leva a erros, reforçando sentimentos de incapacidade e evitando novas tentativas. Para maiores informações sobre o assunto, indicamos Ashcraft; Kirk (2001), Beilock *et al.* (2010) e Ma; Xu (2004).

compreender tanto os limites quanto as possibilidades do desenvolvimento conceitual do aluno.

> As concepções equivocadas, frequentemente sistemáticas por natureza, revelam lacunas subjacentes na compreensão conceitual dos estudantes, enquanto os equívocos surgem quando os estudantes têm dificuldade em aplicar efetivamente o raciocínio matemático (Shimizu; Kang, 2025, p. 697 - tradução da autora).

Essa mudança de compreensão aproxima-se de perspectivas construtivistas e cognitivistas, nas quais o erro é entendido como componente certo no processo de aprendizagem, ou seja, o erro não é algo que falta, mas sim o que o aluno apresenta em um dado momento. Além disso, nessa abordagem, o erro deixa de ser interpretado como falha a ser evitada e passa a trazer informações sobre o raciocínio do aluno, orientando as intervenções pedagógicas. A AE, nesse sentido, oferece fundamentos teóricos para compreender como os estudantes constroem conceitos e onde se situam suas dificuldades.

Junto com esta perspectiva, a abordagem MM amplia essa discussão, pois mostra o impacto das crenças sobre o erro no engajamento dos estudantes. Ao distinguir mentalidade fixa e mentalidade de crescimento, destaca que interpretar o erro como incapacidade favorece a ansiedade e a evasão diante de desafios, enquanto compreendê-lo como parte do aprender, fortalece a persistência e o desenvolvimento intelectual.

Há, portanto, convergência entre essas abordagens: ambas deslocam o foco do resultado final para a valorização e compreensão do processo cognitivo. Além disso, esse deslocamento altera diretamente a prática docente, pois demanda situações didáticas que provoquem as explicitações/explicações das estratégias utilizadas, a argumentação e a reflexão sobre procedimentos. Ou seja, o aluno precisa entender onde e o que errou e como se resolve essa falha, identificando os erros sistemáticos e estáveis, que revelam os limites e as possibilidades do pensamento do estudante frente aos conceitos matemáticos.

> O processo de resolução de problemas, ao ser desenvolvido em um ambiente de investigação e discussão, permite que os alunos construam seus próprios conceitos e desenvolvam suas estratégias, sentindo-se mais à vontade para expor suas ideias e dialogar com os colegas e o professor. (Nacarato; Mengali; Passos, 2018, p. 30)

Nesse contexto, a metacognição[8] assume papel central. Ao analisar seus próprios equívocos, o estudante desenvolve a capacidade de monitorar e reorganizar seu pensamento, compreendendo não apenas o resultado obtido, mas o caminho percorrido. Assim, o ensino de Matemática passa a privilegiar a compreensão e a construção de significados, em lugar da punição ou da simples eliminação do erro.

Com o objetivo de fundamentar a pesquisa, é apresentada, a seguir, uma pequena pesquisa bibliográfica (não necessariamente apresentada em ordem cronológica) reunindo trabalhos que estudaram e analisaram o erro de forma sistemática, evidenciando diferentes concepções assumidas por seus respectivos autores, permitindo uma comparação entre a visão tecnicista/behaviorista e abordagens humanistas e neurocientíficas, como aquelas propostas pelas MM. Esse mapeamento sustenta a compreensão da AE como uma ferramenta de transição paradigmática no ensino de Matemática. Sendo assim, essa etapa justifica-se pela necessidade de compreender as crenças que estudantes e professores constroem em relação ao erro.

São muitas as discussões sobre o sentido e o papel do erro no processo de aprendizagem ao longo dos anos. D'Ambrósio (1996) entende que o erro não é apenas a consideração do próprio erro em si, mas de entender uma determinada situação considerada negativa para o aprendizado. Este erro tem um potencial educativo que precisa ser mais investigado, não apenas pelos professores, como também pelos próprios estudantes. Além disso, D’Ambrósio (1996) afirma que o erro, longe de representar fracasso, constitui uma tentativa de aplicação de conhecimentos prévios a novos contextos, sendo, portanto, indício de atividade cognitiva e não de ignorância.

Conforme Piaget (1973, 2013), o erro é indicativo do estágio de desenvolvimento do pensamento do aluno, sendo fundamental para a construção do conhecimento, onde a inteligência não se constrói e nem avança apenas por meio da repetição, mas por meio de testagens e explorações, ou seja, em sua teoria, o erro é visto como um conhecimento ainda em progresso.

---

[8] A metacognição, definida como a capacidade de avaliar, monitorar e autorregular os processos cognitivos (ou seja, "pensar sobre os próprios pensamentos").

Guy Brousseau, em 1983, publicou um artigo intitulado *Os obstáculos epistemológicos e os problemas em matemática*, incorporando a noção de obstáculo epistemológico ligado à insistência de um saber mal adaptado, sendo um meio de compreender alguns erros recorrentes dos estudantes. Brousseau afirma que:

> O erro não é somente o efeito da ignorância, da incerteza, do acaso, como se crê nas teorias empíricas ou behavioristas da aprendizagem, mas o efeito de um conhecimento anterior, que tinha seu interesse, seus sucessos, mas que agora se revela falso, ou simplesmente mal adaptado. (1983, p. 171)

Portanto, pode-se concluir que um obstáculo é uma concepção, um conhecimento em formação, e não uma dificuldade, mas sim uma construção que produz respostas adaptadas em um dado contexto reencontrado, porém, quando tais soluções estão fora deste contexto, se tornam falsas. Logo, cada erro deve ser visto como um objeto de análise por não acontecer ao acaso e sim por estar conectado a um outro conhecimento antigo que obteve êxito. Sendo assim, o autor afirma que:

> Um obstáculo se manifesta, pois, por erros, mas estes não são devidos ao acaso. [...] Além disso, esses erros, em um mesmo sujeito, são ligados entre si por uma fonte comum: uma maneira de conhecer, uma concepção característica, coerente ainda que não seja correta, um conhecimento antigo e que é bem-sucedido em todo um conjunto de ações (Brousseau, 1983, p. 173-174).

Borasi considera o erro como um instrumento didático que deve ser analisado a fim de cumprir dois objetivos: eliminá-lo ou investigar seu potencial. Sendo uma das pioneiras em tratar o erro como objeto de investigação pedagógica no ensino de matemática, Borasi (1996) afirma que o erro pode ser uma oportunidade rica para o desenvolvimento de competências matemáticas e para o incentivo à metacognição. Segundo a autora, ao analisar os próprios erros, os estudantes aprendem não apenas conteúdos matemáticos, mas também estratégias de resolução, hábitos de reflexão e de questionamento crítico. Ela propõe que os erros sejam utilizados intencionalmente em sala de aula como ponto de partida para discussões, construção coletiva de significados e desenvolvimento do pensamento matemático. Sob a perspectiva da AE, Cury afirmou que:

> Além do papel tradicional da análise de erros, no sentido de identificar e classificar os erros cometidos pelos alunos e propor estratégias para eliminá-los, Borasi (1988) aponta outras possibilidades: usar os erros como instrumentos para explorar o funcionamento da mente (Piaget, Vergnaud); aproveitá-los como elementos fundamentais para o desenvolvimento de uma disciplina (Kuhn, Lakatos) [...] (1995, p. 45).

Neste contexto, a falha nem sempre é considerada como um fim, mas é entendida como o início de um novo ciclo de tentativas, reformulações e aprendizados. Desse modo, o objetivo central da AE é transformar o erro em ferramenta pedagógica, fortalecendo tanto a aprendizagem dos estudantes quanto o desenvolvimento de professores que promovam uma cultura de investigação e reflexão sobre o próprio conhecimento. Cury (2019) propõe que os erros não devem ser observados somente como falhas a serem corrigidas, mas como um raciocínio baseado em compreensões anteriores.

Com o avanço das pesquisas em Educação Matemática, especialmente a partir das últimas décadas do século XX, novas abordagens passaram a considerar os erros como elementos essenciais do processo de aprendizagem. Jo Boaler foi uma das que mais contribuiu para a valorização dos erros no processo de ensino e aprendizagem, onde os erros devem ser vistos como aliados do processo de aprendizagem, pois “quando os alunos cometem erros, as sinapses do cérebro se fortalecem” (Boaler, 2018, p. 54), ou seja, o cérebro está em atividade e em expansão, desenvolvendo assim, habilidades matemáticas. A autora propõe práticas pedagógicas que envolvem a resolução colaborativa de problemas, o uso de representações visuais e a valorização da comunicação matemática, contribuindo para o desenvolvimento de uma mentalidade de crescimento.

Essa abordagem se conecta com a concepção de erro como elemento formativo, defendida por autores como Zager, que ressalta que “os erros são uma parte natural do processo de aprendizagem matemática e devem ser explorados como oportunidades para aprofundar a compreensão” (2022, p. 47). Ainda sobre essa naturalidade do erro, Bernardi e Nunes referem que:

> Os erros na matemática são manifestações naturais e inerentes aos processos de ensino-aprendizagem, e podem vir a ser vivenciados e criticados com serenidade. Não é somente algo pessoal, individualizado, mas uma etapa normal e esperada no processo de aprendizagem, uma discussão rica e de interesse a todos no campo educacional. (2024, p. 13)

Portanto, o erro não deve ser compreendido como falha, mas como recurso no processo de ensino-aprendizagem, configurando-se como possibilidade de avanço na construção do conhecimento. Ao promover a reflexão e o diálogo sobre os erros, entendendo-os como expressão de um saber em elaboração, o professor pode rever os percursos realizados pelo estudante e reorganizar suas intervenções pedagógicas, identificando e potencializando as possibilidades de aprendizagem.

Bernardi e Nunes (2024) defendem que existem duas visões dicotômicas sobre a filosofia da educação matemática, a visão absolutista e a visão falibilista. A primeira acredita que o conhecimento é dado como incontestável, uma verdade absoluta e sem espaço para dúvidas ou erros. Em contrapartida, a visão falibilista da matemática acredita que o conhecimento é algo que pode falhar e é possível de erros, ou seja, pode ser corrigido e está em processo de expansão. Esta concepção se desenvolve no processo de ensino e aprendizagem através de mediação entre professor e aluno, em um momento de construção de significados, estratégias e conhecimentos, assim os estudantes têm a oportunidade de conhecer uma matemática acessível, criativa, dinâmica e possível de ser contextualizada socialmente. A Tabela 1 mostra o contraste entre a visão tradicional (que se alinha com uma mentalidade fixa) com a visão construtivista (que se alinha com uma mentalidade de crescimento):

Tabela 1 – Concepções Sobre o Erro

Concepção de erro	**Características e implicações**
O erro como algo a ser corrigido/eliminado (Absolutismo Pedagógico)	Interpreta o erro como fracasso e busca o produto final, desconsiderando o processo de resolução. Algumas práticas se apoiam em eliminá-lo ou corrigi-lo por meio da mera substituição de um procedimento inadequado por um apropriado. Nesta visão, privilegia-se a crença de que a forma equivocada de raciocinar pode ser "apagada".
O erro como forma de conhecer o raciocínio dos alunos (Construtivista)	Postula que o erro está associado a mecanismos de aquisição de conhecimentos, revelando uma lógica na organização intelectual do indivíduo. O erro não é algo que falta, mas sim o que o aluno apresenta em um dado momento. Essa abordagem exige que o professor procure compreender *como* e *por que* o aluno errou.
O erro como ferramenta didática	Refere-se à possibilidade de transformar o erro em algo produtivo para a aprendizagem. Para cumprir esse papel, o erro precisa ter um status privilegiado no planejamento e na dinâmica da sala de aula.

Fonte: A autora, 2026.

5. O ERRO COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA E COMO INSTRUMENTO FORMATIVO

Na abordagem MM, o erro é compreendido como oportunidade de reflexão, debate e aprofundamento conceitual. Nessa perspectiva, conforme argumenta Borasi (1996), os erros não devem ser tratados como falhas, mas como oportunidades para investigação, compreensão conceitual e reflexão crítica, constituindo-se em importantes recursos pedagógicos no ensino da Matemática. Ao deslocar o foco da punição para a compreensão, essa abordagem favorece o engajamento dos alunos, que passam a se sentir mais seguros para experimentar, formular hipóteses e construir significados a partir de seus próprios raciocínios.

Como destaca Skovsmose, “uma educação matemática crítica deve permitir ao aluno não apenas resolver problemas, mas também questionar e formular novos problemas” (2000a, p. 34). Nessa direção, desenvolve-se uma mentalidade de crescimento, na qual o erro é reconhecido como parte integrante do processo de ensino-aprendizagem. Assim, os equívocos deixam de ser elementos a serem eliminados e passam a compor o próprio fazer matemático, abrindo espaço para a argumentação e a construção de novos saberes.

Borasi (1987) aponta que, quando analisados em sala de aula, os erros podem atuar como catalisadores de discussões produtivas. Na prática docente, isso implica utilizá-los como ponto de partida para intervenções pedagógicas mais precisas, assumindo o professor o papel de mediador do conhecimento, orientando o aluno na reconstrução de seus saberes. Tal postura exige planejamento intencional, no qual determinados erros, especialmente aqueles relacionados a conhecimentos prévios que funcionam como obstáculos à aprendizagem, sejam incorporados à dinâmica da aula como estratégia didática. Essa perspectiva contrapõe-se à valorização exclusiva do acerto e incentiva a análise coletiva e reflexiva dos procedimentos.

> [...] interpretar os erros torna possível compreender que estes podem decorrer de formas de raciocinar distintas, umas mais e outras menos elementares. Além disso, há casos em que os erros decorrem da interferência de conhecimentos matemáticos prévios (Spinillo *et al.,* 2014, p. 63)

A prática pedagógica que estimula a análise de erros contribui para a estruturação do pensamento crítico dos estudantes, pois desloca a atenção do simples resultado para o raciocínio que o sustenta. Nesse contexto, o professor deixa de ocupar a posição de detentor do conhecimento e assume a mediação dos processos de compreensão.

> [...] para um professor, os erros dos alunos oferecem uma janela valiosa para entender padrões de pensamento, identificar áreas de dificuldade e até mesmo desvendar mal-entendidos conceituais. Essa análise permite uma avaliação mais profunda e personalizada, que vai além das respostas certas ou erradas, proporcionando uma compreensão mais completa do processo de aprendizado de cada aluno. (Silva Junior; Costa, 2025, p. 13)

Além disso, a pesquisa sobre AE contribui significativamente para a formação inicial e continuada de professores, ao prepará-los para reconhecer padrões recorrentes de dificuldades e elaborar propostas didáticas mais ajustadas às necessidades das turmas.

> Os erros cometidos pelos estudantes são bons exemplos das dificuldades que os futuros docentes vão enfrentar, mas também os erros cometidos por eles próprios são importantes, porque mostram quais aspectos dos conteúdos não foram bem compreendidos durante seus cursos de formação, inicial ou continuada. Assim, discutir erros, buscar estratégias para superá-los e planejar atividades em que esses erros possam se tornar observáveis, são ações que devem fazer parte da formação do professor. (Cury, 2013, p. 550)

Valorizar o erro em avaliações matemáticas, portanto, não significa renunciar ao rigor, mas reconhecer que o aprendizado se constrói por meio de tentativas, hipóteses e reconstruções. Integrar as ideias das MM e da AE possibilita, assim, repensar práticas tradicionais de ensino, deslocando o foco da memorização para a compreensão e da correção imediata para a reflexão sobre o pensamento matemático.

5.1 O Papel da Metacognição e do Retorno Cognitivo

Para que o erro se torne um objeto de reflexão e análise, é fundamental que o professor promova a metacognição, favorecendo a autorregulação do pensamento e o desenvolvimento cognitivo do estudante.

Algumas ações podem ser promovidas em sala para que o erro cumpra seu papel metacognitivo: a explicitação verbal do raciocínio e o retorno cognitivo. A explicitação verbal, por meio de perguntas como: "*Como pensou para resolver este problema?*" ou "*Explique seu raciocínio*" permite que o aluno tome consciência de suas formas de pensar e proceder. Já o retorno cognitivo oferecido pelo professor vai além da mera correção. Envolve discutir os erros com o aluno, esclarecendo a natureza do equívoco e as possíveis formas de superá-lo, visando a compreensão plena e não apenas a informação sobre o desempenho.

5.2 A Função Formativa do Erro

Tradicionalmente, as avaliações têm sido tratadas como ferramentas classificatórias. Dweck (2000) observou que os sistemas de avaliação tradicionais, especialmente aqueles que valorizam a resposta correta em detrimento do processo, tendem a reforçar a mentalidade fixa. Isso gera um ciclo vicioso em que o erro é punido e o sucesso é entendido como prova de talento inato, e não de esforço e perseverança.

A diferenciação entre examinar (classificar, focar no resultado final) e avaliar (diagnosticar, incluir, focar na aprendizagem), defendida por Luckesi (2011), é crucial. O erro, neste contexto, tem mais relevância que o acerto para a gestão da aula. A análise dos erros cumpre o papel de permitir que o erro seja didaticamente aproveitado. Ao diagnosticar o erro e acompanhar os pensamentos dos alunos, o docente consegue fazer as intervenções didáticas. Os professores podem usar os erros para nortear o processo de ensino-aprendizagem e, a partir deles, aprimorar a didática.

A construção de uma cultura escolar que estimula o crescimento intelectual, no entanto, depende da valorização de estratégias cognitivas, da mediação sensível do professor e da abertura ao diálogo em sala de aula. Essa concepção está alinhada aos princípios das mentalidades matemáticas (Boaler, 2018) e à concepção de avaliação formativa (Luckesi, 2011), que valorizam o processo e não apenas o produto da aprendizagem. Ao adotar uma perspectiva formativa, é importante que o professor transforme a avaliação em um espaço de diagnóstico e intervenção, visto que para Luckesi (2011), a avaliação deve ter como objetivo central a melhoria da aprendizagem, sendo o erro um elemento indispensável nesse processo.

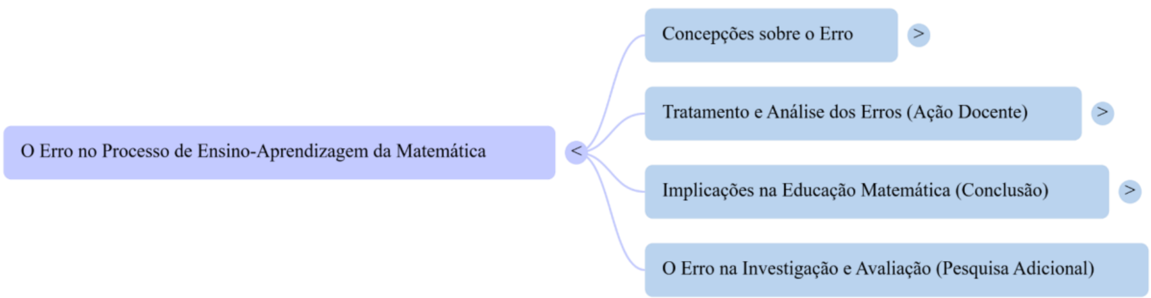
Uma avaliação matemática não deve ser aplicada apenas como um instrumento classificatório, e sim com o objetivo de ser realizado um diagnóstico das aprendizagens. Analisar os erros cometidos permite ao professor identificar padrões, detectar equívocos conceituais e ajustar sua prática pedagógica em sala de aula para atender melhor às necessidades de seus estudantes. Para os estudantes, avaliar os próprios erros é uma oportunidade de reflexão e autocorreção, que são competências fundamentais para o desenvolvimento da autonomia intelectual. Ao corrigir as avaliações, os professores precisam avaliar além da resposta final, analisando os procedimentos utilizados e os raciocínios aplicados, permitindo identificar não apenas o que o aluno errou, mas porque errou.

Criar uma cultura escolar que valorize o erro como parte natural do processo de aprendizagem é uma mudança indispensável na rotina do professor. Conforme Piaget (1973), o erro é um indicativo do estágio de desenvolvimento do pensamento do aluno, sendo fundamental para a construção do conhecimento. Assim sendo, compreender o erro é reconhecer que ele reflete a forma como o estudante organiza cognitivamente as informações disponíveis em determinado momento.

> [...] os erros, assim como os acertos, são formas de raciocinar que revelam os limites e as possibilidades do pensamento frente a um dado objeto de conhecimento, no caso, os conceitos matemáticos (Spinillo *et al.*, 2015, p. 4)

A partir dessa construção, entende-se que, para que os erros tenham valor formativo nas avaliações, é necessário que os professores criem um ambiente de aprendizagem seguro, onde o erro não seja associado ao fracasso ou punição, mas à investigação e progresso. Os docentes, ao promoverem discussões sobre os erros em sala e analisarem as soluções incorretas de maneira construtiva, estão contribuindo positivamente para formar estudantes mais críticos, resilientes e conscientes do próprio processo de aprendizagem. A Figura 8 representa um esquema a respeito do aproveitamento do erro no processo de ensino e aprendizagem da matemática.

Figura 8 – Mapa mental sobre referencial teórico.



Fonte: Produzida por IA Notebook LM.

Na prática do ensino de matemática, é comum que os processos de avaliação sejam confundidos com mecanismos de verificação, centrados na aplicação de provas e testes que têm como principal finalidade quantificar o desempenho dos estudantes com base nas respostas corretas. Essa abordagem reforça um olhar repressivo da avaliação, muitas vezes associada à ideia de erro como sinônimo de fracasso. De acordo com Luckesi (2011), essa concepção representa um modelo de "avaliação classificatória", no qual o principal objetivo é selecionar os que obtêm sucesso e excluir os que não atingem os padrões esperados, sem considerar os processos de aprendizagem em curso, ou seja, "o que praticamos na escola não é avaliação, mas exame. O exame classifica, seleciona e exclui; a avaliação, ao contrário, diagnostica e inclui." (Luckesi, 2011, p. 52).

Contudo, a perspectiva formativa da avaliação propõe que ela seja parte integrante do processo pedagógico, orientando a ação docente, objetivando o desenvolvimento do estudante. Para Luckesi (2011), "avaliar é um ato amoroso" e precisa ser compreendido como uma prática voltada à melhoria da aprendizagem, que reconhece os erros como elementos naturais do percurso educativo, indo em concordância com a perspectiva das mentalidades matemáticas defendidas por Boaler (2018). No cotidiano escolar, a avaliação formativa possui grande importância, uma vez que os processos de raciocínio, experimentação e argumentação fazem parte da construção do conhecimento matemático. Assim, a avaliação deixa de ser um instrumento de controle e passa a contribuir como prática emancipadora, atuando na formação de sujeitos questionadores.

Assim, diferenciar avaliação de verificação é essencial para uma prática pedagógica coerente com a valorização do erro. Ao promover a escuta, o acolhimento e a análise do processo, e não apenas do resultado, a avaliação contribui para uma educação matemática mais justa, inclusiva e significativa.

6. PROPOSTA PEDAGÓGICA

A partir das discussões desenvolvidas ao longo deste trabalho, percebemos que a valorização do erro e a construção de uma mentalidade de crescimento não se sustentam apenas no plano teórico, exigindo a adoção de propostas pedagógicas coerentes com esses objetivos, uma vez que práticas tradicionais, centradas na repetição de procedimentos, na rapidez das respostas e na busca exclusiva pelo acerto, tendem a reforçar crenças de incapacidade e a aversão ao erro, dificultando a participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem.

Nesse sentido, surge a necessidade de posicionar o aluno “perante situações em que o trabalho investigativo seja essencial, de forma que ele apresente seus próprios problemas.” (Silva Junior; Costa, 2024, p. 149). Propostas pedagógicas diferenciadas, fundamentadas nas práticas MM mostram-se úteis para a criação de ambientes mais inclusivos e investigativos. Atividades do tipo *piso baixo/teto alto*, por exemplo, possibilitam que todos os alunos tenham acesso às tarefas matemáticas, ao mesmo tempo em que oferecem desafios progressivos, valorizando diferentes estratégias de resolução, o raciocínio matemático e o erro como parte constitutiva do processo.

Para que o aluno desperte/desenvolva seu potencial criativo, é preciso descontinuar com uma postura excessivamente mecanizada diante do conhecimento matemático. As propostas didáticas devem favorecer uma aprendizagem significativa, alinhada aos pressupostos da AE e a uma concepção de Matemática que valorize o processo, a reflexão e o desenvolvimento cognitivo. Assim, o espaço escolar deixa de ser apenas um local de respostas certas e passa a se tornar um ambiente acolhedor, propício à construção do conhecimento.

6.1 O Que São Atividades de Piso Baixo/Teto Alto?

As atividades de *piso baixo/teto alto* caracterizam-se por serem propostas que possibilitam o acesso de todos os estudantes à tarefa matemática, independentemente de seus conhecimentos prévios, ao mesmo tempo em que oferecem espaço para aprofundamentos conceituais mais complexos. Segundo Silva Junior e Costa (2024):

> As atividades piso baixo/teto alto são propostas de trabalho em que todos os alunos, trabalhando individualmente ou em grupo, podem se envolver, independentemente do seu entendimento ou conhecimento prévio. (Silva Junior e Costa, 2024, p. 153).

O chamado *piso baixo* refere-se a uma entrada simples e compreensível, ou seja, os estudantes devem achar fácil começar não sendo necessários conhecimentos elaborados, permitindo diferentes formas iniciais de abordagem, enquanto o *teto alto* diz respeito ao potencial de ampliação da atividade, favorecendo a exploração de estratégias variadas, generalizações e conexões entre conceitos. Assim, os estudantes irão atingir o teto alto conforme o aumento do nível de dificuldade da atividade proposta, além de valorizar o processo de resolução, o raciocínio e a argumentação dos alunos.

Este tipo de proposta rompe com a lógica de exercícios padronizados, nos quais há apenas um caminho esperado. Ao permitir múltiplas soluções e percursos, as referidas atividades criam um ambiente propício à participação, à troca de ideias e, consequentemente, à utilização do erro como elemento formativo, contribuindo para o desenvolvimento de uma relação mais positiva e significativa com a Matemática. Boaler (2018), destaca diversos benefícios ao aplicar este tipo de atividade no processo de ensino e aprendizagem, entre eles:

- Estimula os estudantes a resolverem problemas com mais de uma solução;
- Proporciona a troca de ideias;
- Promove o raciocínio matemático crítico;
- Incentiva a busca por fazer sentido dos questionamentos e construção de conjecturas.

Na subseção seguinte serão apresentadas algumas propostas pedagógicas através de atividades piso baixo/teto alto para serem aplicadas em sala de aula.

6.2 Propostas de Atividades

6.2.1 Atividade 1 - Quadrados

Origem da atividade: Atividade adaptada do site Youcubed/NRICH, que propõe desafios visuais e abertos, favorecendo múltiplas estratégias de resolução e a valorização do erro como parte do processo de aprendizagem.

Ano/Série: 6º e 7º anos do Ensino Fundamental – Anos Finais.

Objetivos de aprendizagem:

- Desenvolver o raciocínio visual e geométrico.
- Identificar e classificar quadrados de diferentes tamanhos em malhas diferentes.
- Incentivar a elaboração de estratégias pessoais de contagem.
- Promover a argumentação matemática e a comunicação de ideias.
- Utilizar o erro como elemento de reflexão e organização do pensamento.

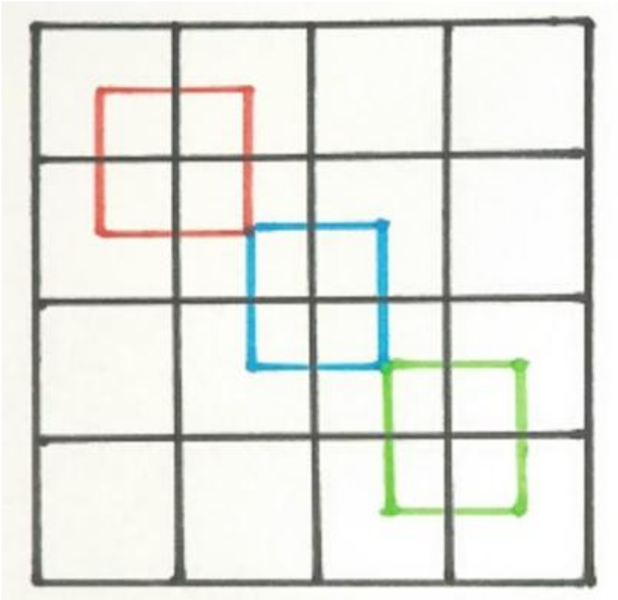
Habilidades da BNCC envolvidas:

- **EF06MA18** – Reconhecer, nomear e comparar polígonos, considerando lados, vértices e ângulos, e classificá-los em regulares e não regulares, tanto em suas representações no plano como em faces de poliedros.
- **EF06MA21** – Construir figuras planas semelhantes em situações de ampliação e redução, com uso de malhas quadriculadas ou tecnologia.
- **EF07MA16** – Resolver e elaborar problemas envolvendo figuras geométricas planas, explorando suas propriedades.
- **EF07MA17** – Reconhecer, nomear e comparar polígonos, considerando lados, ângulos e simetria.
- **EF07MA18** – Utilizar diferentes representações (desenhos, esquemas, tabelas) para comunicar ideias matemáticas.

Descrição da atividade - Desafio inicial (piso baixo):

Observe a malha 4 x 4, na Figura 9 abaixo. Quantos quadrados existem?

Figura 9 – Atividade sobre quadrados.



Fonte: Adaptado do site Mentalidades Matemáticas[9].

Outros desafios (teto alto):

Quantos quadrados de lados diferentes você consegue enxergar? Descreva a técnica que você utilizou para encontrar.

Se a malha fosse um retângulo no formato 4 x 5, quantos quadrados você consegue encontrar no total?

Construa quadrados com lados iguais a 2 cm, 4 cm e 6 cm. Determine seus perímetros e suas áreas, organizando os resultados em uma tabela. O que você observa quando o lado aumenta?

Observe a afirmação a seguir:

“Se o lado do quadrado dobra, então tanto o perímetro quanto a área dobram.”

Você concorda com essa afirmação? Quando o lado do quadrado dobra, o que acontece com o perímetro? E com a área?

[9] https://mentalidadesmatematicas.org.br/napratica/atividades/?serie=7%C2%BA+ano&obj=

Inicialmente, a aplicação da atividade será realizada de forma individual, seguindo com discussões entre pequenos grupos, estimulando a socialização de estratégias e o trabalho coletivo entre os estudantes. Durante a apresentação das soluções, é esperado que surjam erros de contagem, como:

- Considerar apenas quadrados unitários;
- Contar o mesmo quadrado mais de uma vez;
- Desconsiderar quadrados maiores formados por unidades menores.

Esses erros não são corrigidos imediatamente, mas utilizados como objeto de discussão coletiva, permitindo que os alunos reflitam sobre porque determinada estratégia falhou, como organizar o raciocínio, além de estabelecer quais critérios tornam uma contagem assertiva.

6.2.2 Atividade 2 - Sequências

Origem da atividade: Atividade de autoria própria com foco na exploração de sequências numéricas e padrões figurais. A proposta articula representações visuais, numéricas e geométricas, favorecendo a investigação, a formulação de conjecturas e a argumentação matemática, em consonância com os princípios das mentalidades matemáticas.

Ano/Série: Ensino Fundamental – Anos Finais e Ensino Médio.

Objetivos de aprendizagem:

- Compreender e analisar sequências numéricas e figurais, identificando regularidades e regras de formação.
- Relacionar padrões visuais a expressões numéricas e generalizações.
- Desenvolver o raciocínio algébrico inicial por meio da identificação de estruturas e regularidades.
- Incentivar a comunicação matemática, a explicitação de estratégias e a validação de conjecturas.
- Utilizar o erro como parte do processo investigativo e de construção do conhecimento matemático.

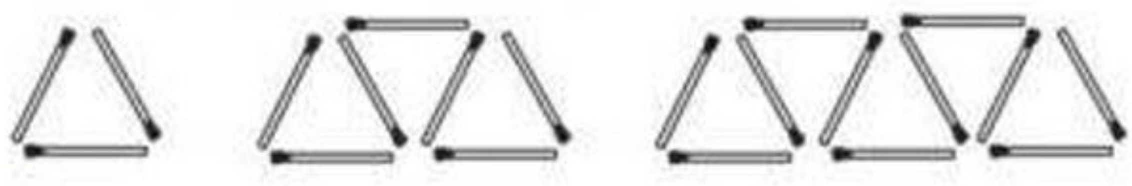
Habilidades da BNCC envolvidas:

- **EF08MA09** – Resolver e elaborar problemas que envolvam padrões em sequências numéricas e figurais, utilizando diferentes estratégias e representações.
- **EF08MA10** – Identificar regularidades em sequências e expressá-las por meio de linguagem verbal, simbólica ou algébrica.
- **EF08MA04** – Resolver e elaborar problemas envolvendo números inteiros, compreendendo seus significados e relações.

Descrição da atividade - Desafio inicial (piso baixo):

Considere a sequência de triângulos a seguir, formados por palitos. Faça a representação da 4ª e 5ª figuras.

Figura 10 – Sequência de triângulos formados por palitos.



Fonte: Enem libras (2017)[10].

Outros desafios (teto alto):

Quantos palitos foram utilizados para representar as figuras pedidas? O que foi possível observar no padrão de crescimento das imagens?

Continuando essa sequência, quantos triângulos serão formados com 27 palitos? Faça a imagem necessária.

Quantos triângulos foram formados na 8ª figura? E se passássemos para a 100ª figura, quantos triângulos e palitos teríamos?

[10] https://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2017/cad_12_prova_verde_12112017.pdf

É possível obter uma relação para a obtenção desses valores?

A aplicação da proposta deverá ser feita em duplas ou trios, incentivando a colaboração e o diálogo, utilizando materiais concretos e registros visuais para apoiar o raciocínio. Ao final da atividade, os grupos devem trocar as estratégias, comparando as diferentes formas de pensar. Assim, ao dialogar coletivamente, poderão destacar padrões, regras e generalizações construídas.

Durante a realização da atividade, é esperado que surjam erros relacionados à identificação do padrão, à generalização ou à interpretação equivocada da sequência. Esses erros são compreendidos como expressões do pensamento dos estudantes e utilizados como ponto de partida para discussões coletivas. O docente deverá atuar mediando o processo por meio de questionamentos, como:

- O que te levou a pensar nesse padrão?
- Essa regra funciona para todos os termos?
- O que muda quando olhamos para a figura em vez dos números?

A aplicação da atividade favorece a análise de erros, permitindo que os alunos revisem suas ideias, ajustem estratégias e aprofundem sua compreensão conceitual. A atividade promove o desenvolvimento da mentalidade de crescimento, valorizando o processo investigativo ao invés de respostas imediatas, a compreensão de que errar faz parte do processo, o uso de múltiplas representações (figuras, números, linguagem verbal), e estimula a colaboração e a comunicação como elementos centrais da aprendizagem.

6.2.3 Atividade 3 - Números Pentagonais

Origem da atividade: Atividade adaptada de uma questão do ENEM do ano de 2023, com o objetivo de identificar e construir padrões. O foco da proposta se encontra na relação entre forma, quantidade e crescimento da sequência.

Ano/Série: 8º ano do Ensino Fundamental – Anos Finais.

Objetivos de aprendizagem:

- Compreender e analisar a sequência dos números pentagonais, identificando as regras de formação.
- Desenvolver o raciocínio algébrico por meio da identificação de estruturas e regularidades.
- Incentivar a comunicação matemática e o compartilhamento de estratégias entre o coletivo.
- Compreender o erro como parte do processo de ensino-aprendizagem e de construção do conhecimento matemático.

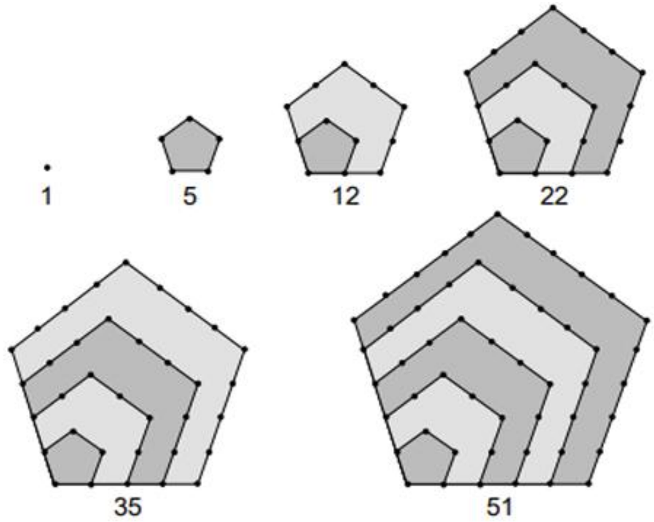
Habilidades da BNCC envolvidas:

- **EF08MA04** – Resolver e elaborar problemas envolvendo números inteiros, compreendendo seus significados e relações.
- **EF08MA09** – Resolver e elaborar problemas que envolvam padrões em sequências numéricas e figurais, utilizando diferentes estratégias e representações.
- **EF08MA10** – Identificar regularidades em sequências e expressá-las por meio de linguagem verbal, simbólica ou algébrica.

Descrição da atividade - Desafio inicial (piso baixo):

Os números figurados pentagonais provavelmente foram introduzidos pelos pitagóricos por volta do século V a.C. As figuras ilustram como obter os seis primeiros deles, sendo os demais obtidos seguindo o mesmo padrão geométrico. Observe a sequência de números pentagonais a seguir e indique quantos pentágonos serão formados na sétima figura.

Figura 11 – Números pentagonais.



Fonte: Enem (2023)[11].

Outros desafios (teto alto):

O que você conseguiu observar em relação ao padrão formado? Qual estratégia você utilizou para encontrar tais padrões?

Pesquise o que são números figurados. Além dos números pentagonais, quais outros tipos existem?

Compare o padrão de crescimento dos números triangulares, quadrados e pentagonais. O que muda? O que permanece semelhante?

É possível determinar uma fórmula geral para o n-ésimo número pentagonal?

Ao investigar um pentágono, quantas diagonais é possível traçar a partir de um vértice? E quantas diagonais possui um pentágono?

Agora, em relação a um pentágono regular, responda:

a) Qual é a soma dos ângulos internos de um pentágono? Explique como você chegou a esse valor.

[11] https://download.inep.gov.br/enem/provas_e_gabaritos/2023_PV_impresso_D2_CD5.pdf

b) Qual é a medida de cada ângulo interno do pentágono regular?

Na Atividade 3, os estudantes deverão explorar os números figurados pentagonais a partir da observação de padrões geométricos, o que possibilita articular representações visuais e numéricas de forma investigativa e criativa. Ao analisar o crescimento das figuras e construir os termos seguintes da sequência, os estudantes deverão identificar regularidades e justificar suas conclusões, criando diferentes estratégias de pensamento.

Durante o desenvolvimento da atividade, os erros e as dúvidas que surgirem serão utilizados como oportunidades de reflexão, permitindo que os estudantes revisem suas ideias e aprofundem a compreensão do padrão envolvido. No final, reforça-se a ideia de que a matemática é construída por meio da exploração, da troca de ideias e da revisão constante de estratégias, contribuindo para um aprendizado mais significativo e humano.

7. CONCLUSÃO

No âmbito da prática docente, essa mudança exige uma reorganização do planejamento das aulas, para que o erro deixe de ser visto como um evento indesejado e passe a ocupar o seu devido lugar na mediação pedagógica. Seu tratamento didático demanda que o professor identifique padrões recorrentes, acompanhe os raciocínios dos estudantes e proponha situações que favoreçam a explicitação das estratégias utilizadas. Assim, o erro orienta intervenções mais precisas e fundamentadas e contribui para a construção de uma cultura de aprendizagem baseada na confiança e na participação ativa. Quando compreendido como oportunidade de reflexão, ele estimula o engajamento, a assunção de riscos intelectuais e a persistência diante dos desafios matemáticos, fortalecendo uma mentalidade de crescimento em que esforço, investigação e reflexão são reconhecidos como elementos essenciais do aprender.

Outro aspecto relevante diz respeito ao papel do erro no desenvolvimento da metacognição. A análise das práticas discutidas na literatura indica que estratégias como a verbalização do raciocínio, o questionamento intencional e o retorno cognitivo oferecido pelo professor contribuem para que os alunos tomem consciência de seus modos de pensar. Ao refletir sobre seus erros, os estudantes passam a compreender melhor os conceitos matemáticos e a regular suas próprias estratégias de resolução.

A construção de um panorama sobre as concepções do erro na perspectiva de diferentes autores permite compreender que muitas crenças negativas ainda presentes na sala de aula têm raízes em abordagens pedagógicas tradicionais, marcadas pelo controle, pela punição e pela valorização exclusiva do acerto. Nesse sentido, a AE pode ser entendida como uma ferramenta de transição paradigmática, ao possibilitar a superação dessas concepções e a adoção de práticas mais reflexivas e humanizadas no ensino de Matemática.

Ao retomar os questionamentos que orientaram esta pesquisa, destaca-se a inquietação central que motivou o estudo: compreender qual é o papel do erro no processo de ensino e aprendizagem da Matemática e de que maneira ele pode ser ressignificado no contexto da prática pedagógica. Além disso, buscou-se investigar como as abordagens das Mentalidades Matemáticas e da Análise de Erros podem contribuir para a construção de ambientes de aprendizagem mais inclusivos, reflexivos e favoráveis ao desenvolvimento do pensamento matemático. Tais questionamentos estiveram presentes ao longo de todo o percurso teórico, sustentando a análise das concepções tradicionais e contemporâneas sobre o erro e suas implicações no ensino.

No que se refere aos objetivos propostos, considera-se que foram plenamente alcançados. O estudo conseguiu analisar, à luz de diferentes referenciais teóricos, as concepções de erro na Educação Matemática, evidenciando a necessidade de superação de práticas que o associam exclusivamente à falha ou à ausência de conhecimento. Além disso, foi possível discutir as contribuições da Análise de Erros e da abordagem das Mentalidades Matemáticas para a prática docente, destacando o erro como elemento constitutivo do processo de aprendizagem. A elaboração das propostas didáticas, fundamentadas em tarefas abertas e atividades do tipo piso baixo/teto alto, também permitiu concretizar, no âmbito pedagógico, os princípios defendidos ao longo do trabalho, evidenciando a viabilidade de sua aplicação em sala de aula.

Assim, a discussão teórica desenvolvida neste estudo reforça que transformar o erro em elemento didaticamente produtivo não se reduz a uma escolha metodológica, mas configura uma mudança de concepção acerca do ensinar e do aprender Matemática. Tal transformação requer do professor uma postura investigativa, atenta aos processos cognitivos dos estudantes e comprometida com a construção de uma cultura de aprendizagem que reconheça o erro como parte legítima e necessária do percurso formativo.

Por fim, este estudo abre caminhos para a realização de pesquisas futuras que aprofundem e ampliem as discussões aqui apresentadas. Como desdobramentos possíveis, destacam-se investigações que analisem a implementação das propostas didáticas em contextos reais de sala de aula, bem como estudos que explorem a relação entre o erro, a avaliação formativa e o desenvolvimento da metacognição dos estudantes. Além disso, pesquisas que articulem a formação inicial e continuada de professores com a temática do erro podem contribuir significativamente para a consolidação de práticas pedagógicas mais alinhadas a uma perspectiva inclusiva e reflexiva da Educação Matemática. Dessa forma, espera-se que este trabalho não se encerre em si mesmo, mas que sirva como ponto de partida para novas investigações e práticas que reconheçam o erro como parte essencial do processo formativo.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. M. **Introdução à metodologia do trabalho científico**: elaboração de trabalhos na graduação. São Paulo, SP: Atlas, 2010.

ANJOS, T. O. ; REGIS, A. L. **ANÁLISE DE ERROS EM ARITMÉTICA NOS ANOS INICIAIS: ARTICULAÇÕES A PARTIR DAS MENTALIDADES MATEMÁTICAS**. Revista Temas & Conexões, [S. l.], v. 2, n. 3, p. 1–19, 2025. DOI: 10.33025/tc.v2i3.4691.

ASHCRAFT, M. H.; KIRK, E. P**.** The relationships among working memory, math anxiety, and performance. **Journal of Experimental Psychology: General**, Washington, v. 130, n. 2, p. 224–237, 2001.

AUSUBEL, D. P. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.

BEILOCK, S. L.; GUNNELL, K. E.; RAMIREZ, G.; LEVY, L. Female teachers' math anxiety affects girls' math achievement. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 107, n. 5, p. 1860–1863, 2010.

BERNARDI, L. dos B., NUNES, L. M. C. Concepções de erro em matemática : do fracasso ao conhecimento provisório. **Revista Paranaense De Educação Matemática**, *13*(32), 1–16, 2024.

BOALER, J. **Mentalidades matemáticas:** estimulando o potencial dos estudantes por meio da matemática criativa, mensagens inspiradoras e ensino inovador. Porto Alegre: Penso, 2018.

BOALER, J. **Mente sem barreiras**: As chaves para destravar seu potencial ilimitado de aprendizagem. Porto Alegre: Penso, 2020.

BOALER, J. **What's Math Got to Do with It? Helping Children Learn to Love Their Least Favorite Subject — and Why It's Important for America.** New York: Penguin Books, 2008.

BORASI, R. **Reconceiving Mathematics Instruction:** A Focus on Errors. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation, 1996.

BORASI, R. **Learning mathematics through inquiry.** Portsmouth: Heinemann, 1987.

BROUSSEAU, G. Les obstacles épistémologiques et les problèmes en mathématiques. Grenoble, **Recherches en didactique des mathématiques**. v. 4, n. 12. p. 165-198. 1983.

CURY, H. N. **Análise de erros:** o que podemos aprender com eles na aula de matemática**.** 1995. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

CURY, H. N. Análise de erros na educação matemática: um olhar para a formação de professores. 2013. In: **Anais do XI Encontro Nacional de Educação Matemática** (ENEM), 2013, Curitiba, PR.

CURY, H. N. **Análise de erros**: o que podemos aprender com as respostas dos alunos. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2019. (Coleção Tendências em Educação Matemática).

D'AMBRÓSIO, U. **Educação matemática:** da teoria à prática**.** Campinas: Papirus, 1996.

DANYLUK, O. S. Apresentação, 2001. In: DAL VESCO, A. A. Alfabetização matemática e as fontes de estresse no estudante. Passo Fundo: UPF, 2002 (p. 7-8)

DIAS, M. O. O papel da Matemática na formação do cidadão e princípios de seleção de competências matemáticas básicas nos currículos vigentes. **Tópicos Educacionais**, Recife, v. 23, n. 2, p. 55-73, jul./dez. 2017.

DWECK, C. S. **Mindset:** a nova psicologia do sucesso**.** Tradução de Renato Marques. Rio de Janeiro: Objetiva, 2017.

DWECK, C. S. **Self-theories:** Their Role in Motivation, Personality, and Development**.** Philadelphia: Psychology Press, 2000.

FIORI, C. F. M. F.; OLIVEIRA, I. B. **Avaliação escolar: o erro precisa levar ao fracasso?** Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação, Rio de Janeiro, v. 32, n. 125, p. e2404878, 2024. DOI: 10.1590/S0104-40362024003204878.

LUCKESI, C. C. **Avaliação da aprendizagem escolar:** estudos e proposições**.** 22. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

MA, X.; XU, J**.** The causal ordering of mathematics anxiety and mathematics achievement: a longitudinal panel analysis. **Journal of Adolescence**, London, v. 27, n. 2, p. 165–179, 2004.

MALTA, D. P. de L. N.; GONÇALO, A. A.; AMARO, G. F. de; ARAÚJO, L. M.; SILVA, M. R. C.; FARIA, M. C. V.; BARBOSA, R. C. da S. **Avaliação formativa e feedback construtivo: transformando o olhar sobre o erro**. Revista Aracê, São José dos Pinhais, v. 7, n. 5, p. 25689-25705, 2025. DOI: 10.56238/arev7n5-266.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento**: pesquisa qualitativa em saúde. 8. ed. São Paulo: Hucitec, 2001.

NACARATO, A. M.; MENGALI, S. L.; PASSOS, C. L. B. (2018). **A Matemática Escolar e o Conhecimento do Professor.** Belo Horizonte: Autêntica.

NOVOA, R. V. **Por que errar ainda é tão errado? Algumas reflexões sobre o papel do erro no ensino e na avaliação de matemática**. Revemop, v. 4, p. e202215, 2022. DOI: 10.33532/revemop.e202215.

PIAGET, J. **A epistemologia genética**. São Paulo: Abril Cultural, 1973.

PIAGET, J. **A psicologia da inteligência** (La psychologie de l'intelligence). Tradução de Guilherme João de Freitas Teixeira. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.

PONTE, J. P. da. **A investigação matemática na sala de aula**. Lisboa: ME/DGIFOD, 1992.

SANTOS, F. D. L.; COSTA, L. M. G. C. Na sua escola, a matemática é assim?: Importância do uso de representações visuais para a aprendizagem. **Revista Temas & Conexões**, *[S. l.]*, v. 1, n. 3, p. 70–92, 2025. DOI: 10.33025/tc.v1i3.4547. Disponível em: https://portalespiral.cp2.g12.br/index.php/temaseconexoes/article/view/4547. Acesso em: 4 fev. 2026.

SENA e SILVA, E. F.; PORTO, J. F. B. **As cinco práticas de mentalidades matemáticas.** Belém: Associação Nacional dos Professores de Matemática na Educação Básica, 2021. *E-book (PDF).* Disponível em: https://anpmat.org.br/wp-content/uploads/2022/05/Ebook_ElisaFabio_28-04-2022.pdf. Acesso em: 13 jan. 2026.

SHIMIZU, Y.i; KANG, H. Research on classroom practice and students' errors in mathematics education: a scoping review of recent developments for 2018–2023*.* **ZDM – Mathematics Education**, v. 57, p. 695–710, 2025. DOI: 10.1007/s11858-025-01704-0

SILVA, Aline Alves da. O erro nas Mentalidades Matemáticas: reflexões e apontamentos. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-Graduação Lato Sensu em Ensino de Matemática) – Instituto de Matemática e Estatística, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2025.

SILVA JUNIOR, J. D. G.; COSTA, L. M. G. C. A importância da avaliação e do erro na abordagem das Mentalidades Matemáticas. **UNIÓN - IBERO-AMERICAN JOURNAL OF MATHEMATICS EDUCATION** , v. 21, n. 73, 2025.

SILVA JUNIOR, J. D. G.; COSTA, L. M. G. C. Mentalidades Matemáticas: recorrendo a atividades piso baixo/teto alto para desenvolvimento do senso numérico. **TANGRAM - Revista De Educação Matemática**, *7*(2), 147–167, 2024. https://doi.org/10.30612/tangram.v7i1.17650

SKOVSMOSE, O. **Educação Matemática Crítica:** A Questão da Democratização. Campinas: Papirus, 2000a.

SPINILLO, A. G.; BARALDI, A. P.; FERREIRA GOMES , J. ; CAVALCANTI, L. O erro no processo de ensino-aprendizagem da matemática: errar é preciso?. **Boletim GEPEM**, *[S. l.]*, n. 64, p. 57–70, 2014. DOI: 10.69906/GEPEM.2176-2988.2014.13. Acesso em: 9 nov. 2025.

YOUCUBED. **Guia de mentalidades matemáticas.** Stanford: youcubed, 2020. Disponível em: https://www.youcubed.org/wp-content/uploads/2020/05/Guia-Mentalidades-Matematicas-1.pdf. Acesso em: 13 jan. 2026.

ZAGER, T. J. **Torne-se o professor de matemática que você gostaria de ter tido:** ideias e estratégias de salas de aula vibrantes**.** Tradução de Marina Vargas. Porto Alegre: Penso, 2022.