

DEMONSTRAÇÕES MATEMÁTICAS NO ENSINO BÁSICO: POR QUE E COMO USÁ-LAS

Marcos Ranieri da Silva¹
Carlos Gonçalves do Rei Filho²
José Cícero Ferreira Torres³

RESUMO: As demonstrações matemáticas, quando trabalhadas adequadamente, desempenham um papel fundamental no desenvolvimento do pensamento lógico e crítico dos estudantes no Ensino Básico. Este artigo explora a relevância das demonstrações no contexto educacional básico, identifica os desafios enfrentados e propõe estratégias pedagógicas para sua aplicação no ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: Demonstrações matemáticas. Ensino Básico. Estratégias pedagógicas. Metodologias ativas. Neurociência.

INTRODUÇÃO

Uma demonstração matemática, ou prova, é uma sequência lógica de argumentos rigorosos que, a partir de axiomas, definições e teoremas previamente aceitos, estabelece a veracidade de uma proposição. Embora diferentes autores e áreas da matemática possam ter perspectivas variadas sobre o que constitui uma demonstração, sua essência permanece a mesma: garantir que uma afirmação é irrefutavelmente verdadeira dentro do sistema matemático em questão.

A matemática é uma linguagem universal que expressa ideias complexas, desenvolve o pensamento crítico e resolve problemas em diversas áreas do conhecimento. Nesse contexto, as demonstrações matemáticas são fundamentais para construir um entendimento profundo dos conceitos, permitindo que os estudantes transcendam a simples aplicação de regras.

As demonstrações possibilitam aos alunos compreenderem não apenas o "como", mas também o "porquê" dos procedimentos e fórmulas (Balacheff, 1988). Ao se envolverem com demonstrações, os estudantes desenvolvem habilidades de

¹Professor da Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Doutor em Matemática pela Universidade Federal do Ceará (UFC). orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5499-8708>

²Professor da Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Doutor em Matemática pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). <https://orcid.org/0000-0002-0965-0507>

³Licenciado em Matemática pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Professor na Secretaria Municipal de São Miguel dos Campos – AL. orcid: <https://orcid.org/0009-0001-1386-0216>

raciocínio dedutivo, aprendem a estabelecer relações entre premissas e conclusões e fortalecem sua capacidade de análise e síntese (Stylianides, 2007). Essas competências não se restringem à matemática, mas estendem-se a outras áreas do conhecimento, sendo essenciais na formação de cidadãos críticos e autônomos.

Apesar de sua importância inquestionável, as demonstrações matemáticas são frequentemente negligenciadas no Ensino Básico. Quando são abordadas, geralmente ocorre de maneira expositiva, sem o envolvimento direto dos alunos e sem o uso de recursos visuais que auxiliem na compreensão. Diversos fatores contribuem para essa realidade, como a complexidade do ensino de demonstrações, a falta de preparo dos educadores para explorá-las de forma eficaz, além das pressões curriculares que priorizam a quantidade de conteúdo em detrimento da qualidade do aprendizado (Miguel & Miorim, 2004; Moraes, 2018).

Diante desse cenário, o presente artigo propõe uma análise crítica sobre a importância de implementar demonstrações visuais e coletivas no Ensino Básico. Pretende-se apresentar estratégias pedagógicas que promovam a participação ativa dos alunos e ilustrem como as demonstrações podem ser integradas de forma eficaz no processo de ensino-aprendizagem. Para tanto, utilizamos o termo demonstração matemática em um contexto pedagógico amplo, no qual o aluno é incentivado a se convencer da veracidade de um fato matemático por meio de sua participação ativa na construção desse conhecimento.

Será destacada a importância de contextualizar os conteúdos e torná-los relevantes no cotidiano dos estudantes, além do uso de recursos visuais e manipulativos para facilitar a compreensão de conceitos abstratos. A adoção de metodologias ativas, fundamentadas nas teorias construtivistas de Piaget (1972) e Vygotsky (1978), promove o engajamento dos alunos no processo de aprendizagem. O desenvolvimento da comunicação matemática é essencial para um aprendizado duradouro e significativo, como enfatiza Boaler (2017). Essas estratégias, embasadas em teorias educacionais contemporâneas e em recentes descobertas da neurociência, buscam transformar a abordagem tradicional e expositiva da matemática em uma prática mais interativa e acessível.

Por fim, será discutida a condução eficaz de demonstrações pelos professores, destacando a importância de um planejamento detalhado e do uso de uma linguagem

clara e adequada, elementos fundamentais para o ensino eficaz segundo Rosenshine (2012). Além disso, o estímulo ao questionamento dos alunos e a utilização de recursos visuais como facilitadores do processo de ensino-aprendizagem são estratégias que promovem a compreensão profunda, como defende Boaler (2017). Dessa forma, esperamos que este artigo contribua para a reflexão sobre o papel das demonstrações matemáticas no Ensino Básico e ofereça sugestões práticas para sua implementação, favorecendo o desenvolvimento integral dos estudantes.

A IMPORTÂNCIA DAS DEMONSTRAÇÕES NO ENSINO BÁSICO

As demonstrações matemáticas constituem um alicerce indispensável na construção do conhecimento matemático e desempenham um papel vital no desenvolvimento de habilidades cognitivas superiores entre os estudantes. Ao fortalecer a compreensão profunda dos conceitos, elas promovem competências essenciais, aplicáveis não apenas ao campo da matemática, mas também em diversas trajetórias acadêmicas e profissionais.

O engajamento dos alunos em demonstrações matemáticas estimula o desenvolvimento do raciocínio dedutivo, permitindo-lhes compreender a estrutura lógica subjacente aos conceitos matemáticos. Para que esse processo seja eficaz, é crucial que os alunos participem ativamente, em vez de apenas receberem passivamente uma sequência de argumentos. Balacheff (1988) argumenta que, quando os estudantes se envolvem diretamente na construção de demonstrações, eles não apenas acompanham a lógica, mas aprendem a estabelecer relações entre premissas e conclusões, fortalecendo assim suas capacidades de análise e síntese. Essas habilidades são transferíveis para diversas outras áreas do conhecimento e fundamentais para a resolução de problemas complexos no cotidiano.

Além de favorecer o raciocínio lógico, as demonstrações proporcionam uma compreensão mais profunda e duradoura dos conceitos matemáticos, ultrapassando a simples memorização de fórmulas e procedimentos. Entender o "porquê" dos resultados matemáticos é uma necessidade intrínseca da natureza humana e um dos principais objetivos do aprendizado matemático. Lorenzato (2006) defende que, ao assimilar os princípios teóricos que sustentam um teorema ou uma propriedade, os alunos se tornam capazes de aplicá-los em diferentes contextos e adaptá-los a novas

situações. Essa abordagem promove uma aprendizagem significativa, na qual os estudantes são incentivados a fazer conexões entre diversos conceitos, resultando em uma compreensão mais integrada e holística da matemática.

Outro benefício significativo das demonstrações matemáticas é o desenvolvimento de atitudes científicas, como rigor, precisão e objetividade. Ao se envolverem em processos de demonstração, os alunos aprendem a validar afirmações com base em evidências e argumentos lógicos, o que fomenta uma postura crítica em relação ao conhecimento e sua aplicação (Machado, 2011). Tal postura crítica é essencial na formação de cidadãos capazes de analisar informações de maneira criteriosa e tomar decisões fundamentadas.

A familiaridade com demonstrações matemáticas prepara os estudantes para estudos avançados em áreas que exigem elevado nível de abstração e rigor lógico, como Engenharia, Física, Computação e Matemática (Hanna & de Villiers, 2012). Além disso, o desenvolvimento de competências como pensamento crítico, capacidade analítica, resolução de problemas, tomada de decisões e habilidade para lidar com informações complexas são atributos valorizados no mercado de trabalho e indispensáveis para enfrentar desafios tanto profissionais quanto pessoais. Dessa forma, a incorporação de demonstrações no ensino contribui significativamente para a formação integral dos estudantes, preparando-os para futuros acadêmicos e profissionais.

Embora as demonstrações sigam uma estrutura lógica rigorosa, elas também oferecem espaço para a criatividade. Ao explorar diferentes caminhos para chegar a uma conclusão, os estudantes exercitam a inovação e o pensamento original. Smole e Diniz (2014) apontam que esse espaço para a criatividade dentro de um processo logicamente estruturado é uma das características mais enriquecedoras das demonstrações matemáticas, pois desafia os alunos a pensar além dos métodos tradicionais e a explorar novas possibilidades.

Dehaene (2020) destaca quatro pilares fundamentais para o aprendizado eficaz: atenção, engajamento ativo, feedback e consolidação. Aplicar esses princípios ao ensino de demonstrações matemáticas implica que o processo de construção da prova deve ocorrer durante a aula, com a participação ativa dos alunos, em vez de ser simplesmente apresentado como um produto pronto. Incorporar práticas de erro-

feedback no ensino das demonstrações é igualmente crucial. Quando os alunos têm a oportunidade de cometer erros e aprender com eles, desenvolvem uma compreensão mais robusta e são capazes de corrigir seu raciocínio de maneira autônoma.

Além disso, a apresentação de um mesmo resultado sob diferentes perspectivas é outro fator que contribui significativamente para o aprendizado. Utilizar provas algébricas e visuais, por exemplo, é uma estratégia eficaz para expandir o horizonte dos estudantes e promover um aprendizado mais profundo e significativo. Nelsen (1993) argumenta que quando os alunos veem o mesmo conceito expresso de diferentes maneiras, eles desenvolvem uma visão mais rica e diversificada do conteúdo matemático, o que reforça a retenção e a aplicabilidade do conhecimento.

Portanto, ao integrar abordagens visuais e colaborativas no ensino de demonstrações, o professor pode criar um ambiente mais dinâmico e participativo, que valoriza a construção coletiva do conhecimento e amplia as oportunidades de aprendizado significativo.

DESAFIOS NO ENSINO DE DEMONSTRAÇÕES MATEMÁTICAS

O ensino de demonstrações matemáticas no Ensino Básico, apesar de seus benefícios evidentes, enfrenta desafios significativos que dificultam sua implementação eficaz. Esses obstáculos variam desde questões cognitivas até limitações estruturais no ambiente escolar, comprometendo o desenvolvimento pleno dos estudantes em relação às habilidades de raciocínio lógico e compreensão conceitual. A seguir, abordaremos os principais fatores que influenciam negativamente esse processo.

Um dos principais desafios no ensino de demonstrações matemáticas está relacionado às dificuldades cognitivas dos alunos, que muitas vezes são resultado de uma base matemática insuficiente nos estágios iniciais. O ensino básico tende a priorizar a memorização de regras e procedimentos, negligenciando a conexão desses conceitos com experiências concretas e visuais, o que é essencial para facilitar a transição ao pensamento abstrato. Como aponta Lorenzato (2006), a ausência dessa relação desde cedo dificulta o desenvolvimento de habilidades de raciocínio lógico e generalização. Assim, a dificuldade dos estudantes com demonstrações matemáticas reflete a falta de uma alfabetização matemática mais estruturada nos anos iniciais.

Além disso, professores enfrentam dificuldades para conduzir o ensino de demonstrações matemáticas de forma eficaz, em grande parte devido à falta de preparo adequado em sua formação inicial. Conforme Ponte (Ponte, 2012), a formação de docentes de Matemática frequentemente não contempla de maneira satisfatória o desenvolvimento de habilidades para realizar demonstrações efetivas. Isso resulta em insegurança por parte de alguns educadores, mesmo ao lidar com demonstrações de resultados simples e de alto apelo visual, que poderiam trazer benefícios significativos ao aprendizado dos alunos. Como consequência, o estudo é resumido à mera apresentação de fórmulas e exemplos, deixando de explorar oportunidades para fornecer insights conceituais mais profundos aos estudantes (Ball et al., 2008).

Outro desafio significativo para o ensino de demonstrações matemáticas são as pressões curriculares e avaliativas. O currículo escolar, muitas vezes sobrecarregado, exige que os professores abordem uma grande quantidade de conteúdo em um curto espaço de tempo. Com a implementação do Novo Ensino Médio, essa situação foi agravada, já que o tempo dedicado às aulas de Matemática por turma foi drasticamente reduzido. Isso tem levado os professores a priorizarem tópicos relacionados às avaliações padronizadas, em detrimento de um ensino mais conceitual e aprofundado (Moraes, 2018; Fonseca, 2020). Essa redução no tempo de contato com a Matemática contribui diretamente para a queda no desempenho dos alunos, o que impacta negativamente o desenvolvimento do raciocínio investigativo e do pensamento crítico.

A percepção negativa sobre a Matemática, amplamente presente entre os alunos, representa uma barreira significativa para o ensino de demonstrações matemáticas. A disciplina é frequentemente associada à dificuldade e frustração, o que pode intensificar a ansiedade matemática (Souza, 2016). Esse cenário se agrava quando as demonstrações são apresentadas de forma passiva, excessivamente formais e sem o apoio de recursos visuais, tornando-as ainda mais complexas e inacessíveis aos olhos dos estudantes. A falta de confiança nas próprias capacidades matemáticas alimenta um ciclo de desmotivação e desengajamento, no qual os alunos passam a evitar o aprofundamento e a exploração conceitual, prejudicando o desenvolvimento de suas habilidades de raciocínio lógico e crítico (Ashcraft & Ridley, 2005).

Em resumo, o ensino de demonstrações matemáticas no Ensino Básico enfrenta desafios que vão desde questões cognitivas dos alunos até limitações estruturais da

escola. A complexidade das habilidades necessárias, somada ao preparo insuficiente dos professores e às pressões curriculares, compromete a eficácia desse ensino. A percepção negativa dos alunos em relação à Matemática, intensificada pela ansiedade matemática e pela falta de abordagens acessíveis, impede um engajamento significativo com as demonstrações. Superar esses obstáculos requer uma reformulação na formação docente, práticas pedagógicas mais adequadas e uma estrutura curricular que valorize o ensino conceitual e investigativo da Matemática.

PRÁTICAS PARA O ENSINO ATRAVÉS DE DEMONSTRAÇÕES

Diante dos desafios discutidos, é essencial reformular o ensino de demonstrações matemáticas para que se torne mais eficaz, acessível e significativo para os estudantes. A abordagem expositiva tradicional, na qual o professor apresenta uma demonstração sem o envolvimento ativo dos alunos, tende a limitar o engajamento e a promover uma aprendizagem superficial, baseada apenas na memorização dos passos. Segundo a neurociência, o aprendizado eficaz se sustenta em quatro pilares: atenção, engajamento ativo, feedback e consolidação (Dehaene, 2020). Nesse sentido, propomos práticas pedagógicas que promovam esses pilares, com ênfase no envolvimento direto dos estudantes, na comunicação clara e no uso de recursos visuais que facilitem a compreensão das demonstrações (Boaler, 2017).

2640

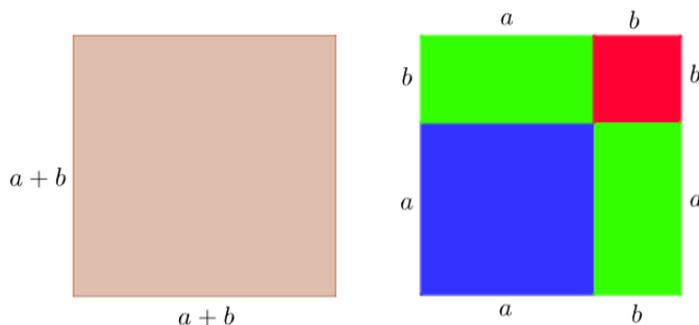
Nesse contexto, as demonstrações visuais emergem como uma ferramenta poderosa para tornar conceitos abstratos mais acessíveis, especialmente em ambientes onde muitos alunos enfrentam dificuldades cognitivas. O uso de softwares como o GeoGebra e outros recursos visuais permite que os estudantes interajam de forma dinâmica com objetos matemáticos, criando uma experiência de aprendizagem mais concreta e intuitiva (Lorenzato, 2006; Boaler, 2017). Esses recursos não apenas mantêm a atenção dos alunos, um dos pilares do aprendizado, mas também os orientam na construção de raciocínios lógicos por meio da exploração visual. Além disso, materiais manipulativos, como blocos e figuras geométricas, reforçam a conexão entre visualização e abstração, facilitando a compreensão dos conceitos pelos alunos.

A aplicação de metodologias ativas de aprendizagem, como a aprendizagem baseada em problemas e a investigação matemática, coloca os estudantes no centro do processo educacional, promovendo engajamento ativo e uma maior participação nas

atividades (Boaler, 2017; Mizukami, 2014). Essas metodologias incentivam os alunos a formular conjecturas, testar hipóteses e construir suas próprias demonstrações, o que favorece o desenvolvimento do pensamento crítico e da autonomia. Além de estimular o raciocínio lógico, essas práticas promovem a consolidação do aprendizado por meio da prática constante.

Por exemplo, para demonstrar que a identidade $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$ é verdadeira para quaisquer números reais a e b , uma abordagem recomendada é associar a expressão $(a + b)^2$ à área de um quadrado de lado $a + b$ e levar os estudantes a perceberem que esse quadrado pode ser decomposto em retângulos menores conforme a Figura 1, obtendo a identidade. Uma segunda demonstração pode também ser obtida usando as propriedades algébricas dos números reais. Mostrar um resultado sobre diferentes perspectivas é crucial para o amadurecimento matemático dos estudantes (Boaler, 2017).

Figura 1: Representação geométrica da expressão $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$



Fonte: Autores, 2024

Além disso, o feedback contínuo é um componente essencial no ensino de demonstrações matemáticas, pois permite que os professores monitorem de perto o progresso dos alunos e ajustem suas orientações conforme as necessidades individuais. A avaliação formativa desempenha esse papel ao fornecer correções oportunas e construtivas, ajudando os alunos a identificar e corrigir erros enquanto estão no processo de aprendizagem (Dehaene, 2020; Perrenoud, 1999). Ao valorizar o processo de raciocínio, e não apenas o resultado final, os professores mantêm o engajamento dos alunos e reforçam a qualidade de seus argumentos. Esse tipo de feedback não só aprofunda a compreensão dos conceitos, mas também fortalece a confiança dos alunos

em suas capacidades matemáticas, fator crucial para o desenvolvimento acadêmico (Nicol & Macfarlane-Dick, 2006).

Paralelamente, a criação de um ambiente de sala de aula em que o erro é visto como parte natural do processo de aprendizagem é essencial para reduzir a ansiedade matemática e encorajar a participação ativa dos estudantes (Boaler, 2017; Souza, 2016). Quando os alunos se sentem seguros para questionar, explorar e errar, eles desenvolvem uma atitude positiva em relação à matemática, aumentando sua disposição para enfrentar desafios mais complexos. Por exemplo, ao considerar o desenvolvimento da expressão $(a + b)^2$, um equívoco comum é associá-la à expressão $a^2 + b^2$. Explorar as consequências dessa suposição incorreta pode ser pedagogicamente valioso. Solicitar que os estudantes testem o valor dessas expressões com diferentes valores de a e b ou a associem a diferentes áreas de quadrados promove uma compreensão mais profunda do conceito. Em vez de simplesmente apontar o erro, investigar as implicações de aceitar determinado pressuposto é fundamental. De fato, diversos campos e conceitos em matemática surgiram da disposição de considerar a questão: "E se?" (Borasi, 1994).

Para que essas estratégias sejam eficazmente implementadas, é indispensável investir na formação continuada dos professores. A participação em workshops e cursos que abordem novas metodologias para o ensino de demonstrações matemáticas é crucial para que os docentes adquiram confiança e aprimorem suas práticas pedagógicas (Boaler, 2017; Ponte, 2012). Esse desenvolvimento profissional constante permite que os professores integrem ferramentas e abordagens inovadoras, garantindo que o ensino de demonstrações se torne mais acessível e eficaz.

Portanto, superar os desafios do ensino de demonstrações matemáticas requer uma transformação nas práticas pedagógicas, baseada nos pilares do aprendizado propostos por Dehaene (2020) e nas metodologias de participação ativa e visual defendidas por Boaler (2017). A combinação de estratégias que incluem a contextualização dos conteúdos, o uso de recursos visuais, metodologias ativas e feedback contínuo é essencial para transformar o ensino de demonstrações em uma experiência mais envolvente e significativa. Ao criar um ambiente de aprendizado seguro, onde o erro seja visto como natural, e ao investir na formação contínua dos professores, é possível promover o desenvolvimento integral do raciocínio lógico e

crítico dos alunos, assegurando que o aprendizado da matemática seja eficaz e duradouro.

CONDUZINDO DEMONSTRAÇÕES EM SALA DE AULA

Para que as demonstrações matemáticas sejam compreendidas e valorizadas pelos estudantes, é fundamental que o professor as conduza de maneira planejada e reflexiva. A eficácia desse processo não depende apenas do conteúdo, mas também da forma como as demonstrações são apresentadas e exploradas em sala de aula. Assim, para que os alunos absorvam eficazmente o conhecimento matemático que as demonstrações proporcionam, o professor deve adotar estratégias que tornem o aprendizado mais acessível, dinâmico e adaptável às necessidades dos estudantes.

Um dos primeiros aspectos a considerar é o planejamento detalhado das aulas. O professor deve selecionar cuidadosamente as demonstrações, levando em conta a relevância dos conteúdos para o currículo e o nível de compreensão dos alunos (Dante, 2010; Brasil, 2018). Cada demonstração deve ter objetivos claros, e é necessário antecipar as possíveis dificuldades que os alunos possam enfrentar durante o processo de aprendizagem. Essa preparação prévia permite não apenas transmitir o conteúdo de forma coerente, mas também estar preparado para lidar com dúvidas e obstáculos que possam surgir durante as atividades.

A linguagem utilizada pelo professor desempenha um papel crucial na compreensão das demonstrações. O uso de uma linguagem clara e acessível, evitando jargões desnecessários ou formalismos excessivos, facilita a assimilação dos conceitos (Machado, 2011). Explicar os termos técnicos de maneira adequada e garantir que todos os alunos compreendam o vocabulário envolvido é essencial para a construção de uma base sólida de entendimento. Quando o conteúdo é apresentado de forma simplificada e direta, os alunos têm mais facilidade em acompanhar o raciocínio lógico necessário para a compreensão das demonstrações.

Outro aspecto fundamental é o estímulo ao questionamento. Encorajar os estudantes a fazer perguntas e expressar suas dúvidas contribui para criar um ambiente de aprendizagem ativo e colaborativo (Polya, 1995). O professor pode promover o pensamento crítico ao propor questões abertas, como '*O que vocês acham que aconteceria se...?*' ou '*Por que este passo é necessário?*'. Essas indagações auxiliam os alunos a refletir

sobre os processos envolvidos, promovendo uma compreensão mais profunda dos conceitos matemáticos e estimulando o raciocínio independente.

O feedback contínuo é outra ferramenta essencial no ensino de demonstrações. Fornecer retornos imediatos e construtivos permite que os alunos corrijam equívocos e aprofundem sua compreensão dos conceitos (Perrenoud, 1999). A tentativa e o erro são oportunidades de aprendizado que, muitas vezes, são reprimidas no ambiente escolar. Mais do que focar no resultado correto, é importante valorizar o processo de obtenção desse resultado, ouvindo e discutindo as estratégias utilizadas pelos alunos para um possível ajuste de rota, caso necessário (Boaler, 2017).

Além disso, a flexibilidade no ensino é crucial para adaptar o plano de aula às necessidades dos alunos. O professor deve estar disposto a ajustar sua abordagem conforme as respostas e dificuldades apresentadas pelos estudantes (Tomlinson, 2008). Isso pode significar retomar conceitos fundamentais que ainda não foram plenamente assimilados ou explorar diferentes estratégias de ensino para garantir a compreensão de todos. Essa adaptabilidade torna o processo de ensino mais inclusivo e eficaz.

Em suma, para que as demonstrações matemáticas sejam conduzidas de forma eficaz, o professor deve planejar detalhadamente, utilizar uma linguagem acessível, incentivar o questionamento, fornecer feedback contínuo e valorizar o processo de entendimento. Com essas estratégias, é possível criar um ambiente de ensino mais inclusivo e dinâmico, no qual os estudantes se sintam engajados e capazes de desenvolver um entendimento profundo e significativo dos conceitos matemáticos. Ao envolver os alunos no processo de construção das demonstrações, promove-se o sentimento de que eles também fazem matemática, fortalecendo sua identidade como aprendizes ativos e criativos.

CONCLUSÃO

O ensino de demonstrações matemáticas no Ensino Básico apresenta desafios significativos, mas também oferece oportunidades valiosas para o desenvolvimento cognitivo e afetivo dos estudantes. As dificuldades cognitivas dos alunos, a falta de preparação adequada dos professores, as pressões curriculares e a percepção negativa em relação à matemática são obstáculos que comprometem a eficácia do ensino de demonstrações. No entanto, a adoção de práticas pedagógicas inovadoras e centradas

no aluno pode transformar esses desafios em oportunidades para uma aprendizagem profunda e significativa.

A implementação de estratégias que promovem a atenção, o engajamento ativo, o feedback contínuo e a consolidação — pilares fundamentais do aprendizado segundo Dehaene (2020) — revela-se essencial. O uso de recursos visuais e tecnológicos, como softwares de geometria dinâmica, facilita a compreensão de conceitos abstratos e torna o aprendizado mais acessível. Metodologias ativas de aprendizagem, que colocam os estudantes no centro do processo educativo, estimulam o pensamento crítico, a autonomia e a participação efetiva nas atividades matemáticas (Boaler, 2017).

Além disso, criar um ambiente de sala de aula que valoriza o erro como parte natural do processo de aprendizagem reduz a ansiedade matemática e encoraja os estudantes a explorar, questionar e desenvolver uma atitude positiva em relação à disciplina. O feedback construtivo e a valorização do processo de raciocínio, mais do que apenas o resultado final, fortalecem a confiança dos alunos e promovem o desenvolvimento de habilidades lógicas e críticas.

Para que essas mudanças sejam efetivas, é indispensável investir na formação continuada dos professores, proporcionando-lhes as ferramentas e conhecimentos necessários para conduzir demonstrações de forma eficaz e adaptada às necessidades dos alunos. A flexibilidade na abordagem pedagógica e o planejamento detalhado das aulas permitem que os educadores ajustem suas estratégias, promovendo um ensino mais inclusivo e dinâmico.

Em suma, repensar as práticas de ensino das demonstrações matemáticas e incorporar metodologias que favorecem o engajamento e a compreensão é fundamental para superar os obstáculos existentes. Essa transformação não apenas enriquece o aprendizado matemático, mas também contribui para a formação integral dos estudantes, preparando-os para enfrentar desafios complexos com confiança e criatividade. Investir nesse processo é essencial para promover uma educação matemática de qualidade, que valorize o pensamento crítico e a capacidade de argumentação, elementos indispensáveis para o desenvolvimento pessoal e acadêmico dos alunos.

REFERÊNCIAS

- ASHCRAFT, M. H.; RIDLEY, K. S. Math anxiety and its cognitive consequences: A tutorial review. **Handbook of Mathematical Cognition**, v. 315-327, 2005.
- BALACHEFF, N. Aspects of proof in pupils' practice of school mathematics. In: PIMM, D. (Ed.). **Mathematics, teachers and children**, p. 216-235. London: Hodder & Stoughton, 1988.
- BALL, D. L.; THAMES, M. H.; PHELPS, G. Content knowledge for teaching: What makes it special? **Journal of Teacher Education**, v. 59, n. 5, p. 389-407, 2008.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. MEC, 2018.
- BOALER, J. *Mentalidades matemáticas: Como transformar a aprendizagem de matemática e inspirar alunos e professores*. Porto Alegre: Penso, 2017.
- BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. *Tecnologias Digitais, Educação e Matemática*. Belo Horizonte. Autêntica, 2001.
- BORASI, R. Capitalizing on errors as "springboards for inquiry": A teaching experiment. **Journal for Research in Mathematics Education**, v. 25, n. 2, p. 166-208, 1994.
- D'AMBROSIO, U. *Educação Matemática: Da teoria à prática*. São Paulo: Editora Papyrus, 2018.
- DANTE, L. R. *Didática da Matemática*. Editora Ática, 2010.
- DEHAENE, S. *Como aprendemos: A nova ciência da leitura e da aprendizagem*. São Paulo: Companhia das Letras, 2020.
- FONSECA, A. Reformas curriculares e seus impactos no ensino de matemática. *Revista de Educação Matemática e Tecnológica*, v. 16, n. 3, p. 214-232, 2020.
- HANNA, G, DE VILLIERS, M. **Proof and proving in mathematics education: The 19th ICMI study**. Springer Nature, 2012.
- LORENZATO, S. *A Matemática e a Educação Básica: Reflexões e Propostas*. Campinas: Autores Associados, 2006.
- MACHADO, S. A importância das demonstrações no desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático. *Revista Brasileira de Educação Matemática*, v. 22, n. 1, p. 47-58, 2011.
- MIGUEL, A.; MIORIM, M. A. Currículo de matemática escolar e suas implicações pedagógicas. *Educação e Pesquisa*, v. 30, n. 1, p. 35-50, 2004.
- MIZUKAMI, M. G. N. *Ensino e Pesquisa em Educação: Fundamentos de Metodologia da Pesquisa Científica*. São Paulo: Cortez, 2014.

MORAES, M. A avaliação e as pressões curriculares no ensino da matemática. *Revista de Educação Matemática*, v. 30, n. 2, p. 12-25, 2018.

NELSEN, R. B. *Proofs without words: Exercises in visual thinking*. Washington, D.C.: The Mathematical Association of America, 1993.

NICOL, D. J.; MACFARLANE-DICK, D. Formative assessment and self-regulated learning: A model and seven principles of good feedback practice. *Studies in Higher Education*, v. 31, n. 2, p. 199-218, 2006.

PIAGET, J. *A Psicologia da Criança*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1972.

PERRENOUD, P. *Avaliação: Da Excelência à Regulação das Aprendizagens – Entre Duas Lógicas*. Porto Alegre: Artmed, 1999.

POLYA, G. *A Arte de Resolver Problemas*. Editora Interciência, 1995.

PONTE, J. P. O ensino de matemática e a formação de professores: Um olhar crítico sobre os desafios atuais. *Revista Educação Matemática Pesquisa*, v. 14, n. 3, p. 475-488, 2012.

ROSENSHINE, B. *Principles of Instruction: Research-Based Strategies That All Teachers Should Know*. American Educator, 36(1), 12-39, 2012.

SMOLE, K. S.; DINIZ, M. I. *Matemática: Ensino e Resolução de Problemas*. São Paulo: Contexto, 2014.

SOUZA, P. R. A ansiedade matemática e suas implicações no aprendizado escolar. *Cadernos de Educação*, v. 27, n. 3, p. 124-142, 2016.

STYLIANIDES, A. J. Proof and proving in school mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, v. 38, n. 3, p. 289-321, 2007.

TOMLINSON, C. A. *The Goals of Differentiation*. *Educational Leadership*, 66(3), 26-30, 2008.

VYGOTSKY, L. S. *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press, 1978.