

TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO DE MATEMÁTICA: CONSIDERAÇÕES SOBRE O USO DO GEOGEBRA COMO FERRAMENTA DIDÁTICA

Icaro Jael Mendonça Moura¹, Daiane Fabrício dos Santos², Jhones Wendel Silva de Lima³, Josy Kelly Almeida Silva⁴

¹Mestrado Profissional em Ensino de Matemática PROFMAT/UECE, Fortaleza, Brasil
(icaro.moura@uece.br)

²Mestrado acadêmico em Engenharia de Telecomunicações, Fortaleza, Brasil
(daiane.fabricio03@aluno.ifce.edu.br)

³Mestrado acadêmico em Engenharia de Telecomunicações, Fortaleza, Brasil
(jhones.wendel60@aluno.ifce.edu.br)

⁴Mestrado acadêmico em Engenharia de Telecomunicações, Fortaleza, Brasil
(josy.silva61@aluno.ifce.edu.br)

Resumo: O ensino de Matemática apresenta desafios relacionados ao elevado grau de abstração de muitos conteúdos, o que frequentemente contribui para o desinteresse dos estudantes e para a predominância de abordagens excessivamente procedimentais. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo discutir as potencialidades do GeoGebra como ferramenta digital capaz de favorecer uma aprendizagem mais ativa, autônoma e significativa. Metodologicamente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica de caráter qualitativo e exploratório, fundamentada em trabalhos sobre ensino de Matemática, tecnologias digitais e aplicações do GeoGebra em contextos educacionais. Os resultados indicam que o software apresenta potencial para favorecer a visualização, a experimentação e a exploração de propriedades matemáticas, especialmente em conteúdos que envolvem funções, relações matemáticas e representações geométricas. Além disso, a utilização do GeoGebra possibilita direcionar parte do esforço cognitivo dos estudantes para atividades investigativas, contribuindo para a formulação de conjecturas e para a construção de generalizações. Conclui-se que as tecnologias digitais, quando inseridas em propostas pedagógicas adequadamente planejadas, podem constituir importantes instrumentos de apoio ao processo de ensino e aprendizagem da Matemática.

Palavras-chave: Educação Matemática; Ensino de Matemática; Tecnologias Digitais; GeoGebra; Aprendizagem Significativa.

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Matemática apresenta desafios relacionados ao elevado grau de abstração de muitos conteúdos, o que frequentemente dificulta a aprendizagem e reduz o interesse dos estudantes pela disciplina (FERRARI; SAITTA, 2003; BOGNAR; HORVAT; MATIĆ, 2025). Assim, encontrar estratégias que reduzam essa dificuldade é um problema relevante.

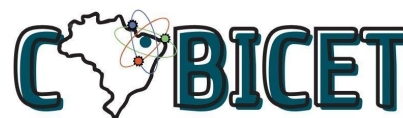
Entre as estratégias propostas para enfrentar esse problema, destacam-se as tecnologias digitais, que ampliam as possibilidades de visualização, interação e experimentação de conceitos matemáticos (CIRNEANU; MOLDOVEANU, 2024; LI; MA, 2010).

Dentre essas ferramentas, o GeoGebra destaca-se por permitir a construção de ambientes interativos

capazes de favorecer a exploração de propriedades matemáticas, a formulação de conjecturas e a construção de generalizações de forma guiada ou autônoma (ZIATDINOV; VALLES, 2022; MUSLIM; ZAKARIA; FANG, 2023).

Assim, este trabalho tem como objetivo discutir as potencialidades do GeoGebra como recurso didático para o ensino de Matemática, analisando suas contribuições para a visualização de conceitos, o desenvolvimento de práticas investigativas e a promoção de uma aprendizagem mais ativa e significativa.

Para isso, o artigo está organizado em seções que discutem inicialmente os desafios da abstração matemática, apresentam o papel das tecnologias digitais na educação, analisam as características pedagógicas do GeoGebra e exploram exemplos de



sua aplicação no ensino de diferentes conteúdos matemáticos.

Do ponto de vista metodológico, este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica de natureza qualitativa e caráter exploratório. O estudo foi desenvolvido a partir da análise de trabalhos relacionados ao ensino de Matemática, às tecnologias digitais na educação e às aplicações do software GeoGebra em contextos educacionais.

2 O DESAFIO DA ABSTRAÇÃO NO ENSINO DE MATEMÁTICA

Um dos principais desafios enfrentados no ensino de Matemática está relacionado ao caráter abstrato de muitos conceitos. Frequentemente, conteúdos matemáticos são apresentados aos estudantes por meio de símbolos, fórmulas e procedimentos que não possuem uma conexão imediata com situações concretas de seu cotidiano. Como consequência, parte dos estudantes passa a perceber a disciplina como pouco atrativa, excessivamente difícil e dissociada de aplicações práticas (FERRARI; SAITTA, 2003; BOGNAR; HORVAT; MATIĆ, 2025).

A abstração é uma característica inerente ao conhecimento matemático. Entretanto, como a compreensão de conceitos abstratos exige do estudante a capacidade de estabelecer relações mentais entre os conceitos e as representações no contexto de cada problema, em determinadas situações a aprendizagem pode ser reduzida à memorização de procedimentos, sem que haja compreensão efetiva dos conceitos envolvidos. Nesse formato, o processo ensino e aprendizagem não ocorre de maneira satisfatória (FERRARI; SAITTA, 2003; RITTLE-JOHNSON; SIEGLER; ALIBALI, 2001).

Diversos fatores contribuem para as dificuldades encontradas pelos estudantes. Entre eles destacam-se aspectos relacionados à faixa etária, à complexidade crescente dos conteúdos e à competição pela atenção dos estudantes em um contexto marcado pela presença constante de aparelhos eletrônicos, redes sociais, jogos digitais e outras formas de entretenimento. Nesse cenário, atividades que exigem elevado esforço cognitivo frequentemente são percebidas como pouco estimulantes.

Outro aspecto relevante refere-se às limitações das metodologias exclusivamente expositivas. Embora a aula tradicional desempenhe papel importante na organização e sistematização dos conteúdos, ela tende a posicionar o estudante como agente predominantemente passivo do processo de aprendizagem. Além disso, o elevado número de estudantes por turma frequentemente dificulta o acompanhamento individualizado por parte do

professor, reduzindo as oportunidades de interação e esclarecimento de dúvidas (HUSSEIN, 2022).

Diante dessas dificuldades, estratégias que favoreçam a visualização dos conceitos matemáticos tornam-se especialmente relevantes. Representações gráficas, animações e recursos interativos permitem que objetos originalmente abstratos sejam observados de maneira mais concreta. Tal abordagem pode contribuir para o desenvolvimento da compreensão conceitual ao possibilitar que os estudantes estabeleçam relações entre diferentes formas de representação de um mesmo fenômeno matemático.

Nesse contexto, as tecnologias digitais têm se apresentado como ferramentas potencialmente significativas para apoiar o ensino e a aprendizagem da Matemática. Além de favorecerem a visualização de conceitos, essas ferramentas podem estimular a participação ativa dos estudantes, promovendo a exploração de situações, a formulação de hipóteses e a investigação de propriedades matemáticas de forma interativa e muitas vezes lúdica (ALKHATEEB; AL-DUWAIIRI, 2019). Dessa forma, o uso de recursos tecnológicos constitui uma alternativa promissora para enfrentar parte dos desafios associados à abstração matemática, tema que será aprofundado nas próximas seções.

2.1 A Importância da Visualização no Processo de Aprendizagem

A visualização desempenha papel relevante na construção do conhecimento matemático por possibilitar a associação entre representações simbólicas e interpretações geométricas ou gráficas. Em muitos casos, estudantes conseguem compreender com maior facilidade um conceito quando podem observá-lo por meio de imagens, gráficos ou construções dinâmicas.

Essa característica é particularmente importante em conteúdos que envolvem relações espaciais, variações quantitativas e propriedades geométricas. Em áreas como Geometria, Trigonometria e estudo de funções, a utilização de representações visuais pode contribuir para tornar mais evidentes propriedades que, quando apresentadas apenas por meio de expressões algébricas, permanecem excessivamente abstratas (HOYLES, 2018).

Além de favorecer a compreensão conceitual, recursos visuais podem estimular a curiosidade e a participação dos estudantes, tornando o processo de aprendizagem mais ativo. Dessa forma, a visualização constitui um elemento importante para a construção de estratégias pedagógicas voltadas à redução das dificuldades associadas à abstração matemática (ALKHATEEB; AL-DUWAIIRI, 2019).



3 TECNOLOGIAS DIGITAIS NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

3.1 Tecnologias Digitais e Transformações no Processo Educativo

Nas últimas décadas, a incorporação de tecnologias digitais modificou significativamente as possibilidades metodológicas disponíveis para o ensino. Se anteriormente a apresentação dos conteúdos era baseada predominantemente na exposição oral do professor, no uso do quadro e na resolução de exercícios, o desenvolvimento de recursos computacionais ampliou as formas de representação, exploração e construção do conhecimento em sala de aula (CIRNEANU; MOLDOVEANU, 2024).

Essa transformação não significa que as metodologias tradicionais tenham perdido sua importância. Pelo contrário, as tecnologias digitais devem ser compreendidas como instrumentos capazes de complementar e potencializar práticas pedagógicas já consolidadas. Ao oferecer diferentes formas de interação com os conteúdos, esses recursos permitem ao professor adaptar estratégias de ensino às necessidades específicas de cada contexto educacional.

Para os professores, a disponibilidade dessas ferramentas representa uma ampliação das possibilidades de abordagem dos conteúdos matemáticos, permitindo construir demonstrações dinâmicas, explorar situações-problema e promover atividades investigativas de forma mais ágil e contextualizada. Para os estudantes, por sua vez, essas tecnologias favorecem maior autonomia na aprendizagem, pois possibilitam a experimentação, a manipulação de objetos matemáticos e a exploração de diferentes cenários de maneira independente.

3.2 Potencialidades Pedagógicas das Tecnologias Digitais

Entre as principais contribuições das tecnologias digitais para o ensino de Matemática destaca-se a possibilidade de reduzir a carga de abstração enfrentada pelos estudantes. Recursos de visualização, como gráficos dinâmicos, animações e construções geométricas interativas, permitem representar conceitos que tradicionalmente são apresentados apenas por meio de símbolos e fórmulas, favorecendo sua compreensão (HOYLES, 2018).

Outro aspecto relevante é a interatividade proporcionada por essas ferramentas. Diferentemente de representações estáticas presentes em livros ou no quadro, ambientes digitais permitem que o estudante modifique parâmetros, teste hipóteses e explore diferentes situações de maneira autônoma. Essa possibilidade de experimentação amplia o contato

com os conceitos matemáticos e favorece a construção de generalizações (HOYLES, 2018).

A experimentação também aproxima teoria e aplicação. Ao manipular objetos matemáticos e observar imediatamente as consequências de suas ações, o estudante participa ativamente do processo de aprendizagem, desenvolvendo uma compreensão mais profunda das relações envolvidas (CIRNEANU; MOLDOVEANU, 2024). Dessa forma, o conhecimento deixa de ser apenas reproduzido e passa a ser investigado.

As tecnologias digitais também favorecem metodologias centradas na aprendizagem ativa (LI; MA, 2010). Em vez de assumir exclusivamente uma posição passiva diante da exposição do professor, o estudante pode explorar situações-problema, formular conjecturas e verificar resultados, tornando-se protagonista do próprio processo de aprendizagem (ALKHATEEB; AL-DUWAIRI, 2019).

Como consequência, essas ferramentas contribuem para o desenvolvimento da autonomia intelectual. Ao permitir que o estudante conduza parte de suas investigações e organize seu próprio percurso de aprendizagem, os recursos digitais ampliam as oportunidades de construção significativa do conhecimento matemático.

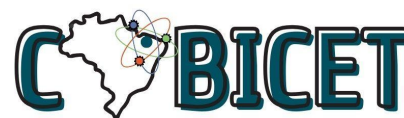
3.3 Limitações e Cuidados Necessários

Apesar das inúmeras possibilidades oferecidas pelas tecnologias digitais, sua utilização não garante, por si só, melhorias no processo de ensino e aprendizagem. A simples substituição de recursos tradicionais por ferramentas tecnológicas não implica inovação pedagógica, uma vez que metodologias pouco participativas podem permanecer inalteradas mesmo com o uso de computadores, aplicativos ou plataformas digitais.

Há ainda os desafios enfrentados pelo professor, destacando-se a necessidade de formação contínua. A utilização eficiente dessas ferramentas exige tempo para conhecer suas funcionalidades, planejar atividades adequadas aos objetivos de aprendizagem e desenvolver competências que permitam integrá-las ao contexto da sala de aula (CIRNEANU; MOLDOVEANU, 2024; LI; MA, 2010).

Também existem limitações relacionadas à infraestrutura das instituições de ensino. A insuficiência de equipamentos, problemas de acesso à internet e a ausência de políticas permanentes de incentivo à formação docente podem reduzir significativamente o potencial dessas tecnologias.

Outro risco pedagógico consiste em tratar os recursos digitais como soluções universais para os problemas educacionais. Em algumas situações, a tecnologia é



utilizada apenas como instrumento de apresentação de slides ou vídeos, sem promover efetiva participação do estudante. Nesses casos, modifica-se o suporte utilizado, mas preserva-se uma lógica de ensino predominantemente passiva.

Assim, as tecnologias digitais produzem melhores resultados quando são planejadas em consonância com os objetivos pedagógicos, as características dos estudantes e o contexto escolar. Seu papel deve ser o de ampliar as possibilidades de aprendizagem, favorecendo investigação, interação e construção do conhecimento, e não apenas facilitar procedimentos mecânicos ou substituir metodologias tradicionais.

Embora existam diversas tecnologias digitais aplicáveis ao contexto educacional, nem todas apresentam características igualmente adequadas ao ensino de Matemática. Nesse cenário, ferramentas que permitem ao estudante visualizar, manipular e investigar objetos matemáticos de maneira dinâmica e interativa se destacam. Entre elas, o GeoGebra ocupa posição de destaque por integrar diferentes representações matemáticas em um mesmo ambiente computacional, tornando-se uma alternativa para o desenvolvimento de estratégias pedagógicas voltadas à aprendizagem significativa (ZIATDINOV; VALLES, 2022; MUSLIM; ZAKARIA; FANG, 2023). A seção seguinte discutirá suas principais potencialidades como recurso didático.

4 O GEOGEBRA COMO RECURSO DIDÁTICO

4.1 O GeoGebra como Ambiente de Experimentação Matemática

O diferencial pedagógico do GeoGebra não reside simplesmente na capacidade de produzir gráficos ou figuras geométricas de maneira automática, mas na possibilidade de transformar objetos matemáticos em ambientes de experimentação e investigação. Em uma aula tradicional, quando há a análise de diferentes situações, é necessário repetir cálculos e reconstruir representações gráficas para cada novo caso considerado. Assim, grande parte do tempo fica destinada à execução de procedimentos operacionais, reduzindo o tempo disponível para a exploração de propriedades e relações matemáticas.

No ambiente do GeoGebra, por outro lado, a alteração de parâmetros ou a inclusão de novos objetos permite a geração imediata de diferentes cenários. Dessa forma, torna-se possível analisar uma quantidade muito maior de situações em um intervalo de tempo reduzido, favorecendo uma postura mais ativa do estudante diante do conteúdo estudado. Em vez de apenas acompanhar a resolução apresentada, o estudante pode observar, comparar, interagir e investigar os efeitos produzidos pelas modificações realizadas no modelo, além de explorar novas

situações a partir da estrutura inicialmente proposta pelo professor.

Esse processo contribui para deslocar o foco da aprendizagem da simples execução de procedimentos para a investigação das relações existentes entre os elementos do sistema em estudo. A experimentação sistemática possibilita a identificação de regularidades e padrões, favorecendo a construção de interpretações mais consistentes sobre os conceitos matemáticos envolvidos.

Assim, o GeoGebra pode ser compreendido como um ambiente que estimula a aprendizagem por investigação e amplia as possibilidades de exploração dos conteúdos matemáticos.

4.2 Redução do Custo Operacional da Exploração Matemática

Uma das principais contribuições do GeoGebra para o ensino de Matemática está relacionada à redução do custo operacional associado à exploração de diferentes casos e situações. Em muitos conteúdos, a investigação de variações em parâmetros, funções ou objetos geométricos exige a repetição de cálculos e a elaboração de novas representações para cada cenário analisado. Esse processo, embora importante para a consolidação de determinados procedimentos, pode consumir grande parte do tempo disponível em sala de aula.

Ao automatizar parte dessas tarefas, o GeoGebra permite que professores e estudantes concentrem maior atenção em atividades cognitivamente mais relevantes. Torna-se possível dedicar mais tempo à observação de padrões, à comparação de resultados e à análise das relações existentes entre diferentes variáveis.

Dessa forma, percebe-se que o principal diferencial pedagógico do software não está na rapidez com que produz gráficos, mas em permitir que professores e estudantes dediquem mais atenção à investigação matemática. A redução do custo operacional da exploração favorece a formulação de hipóteses, a análise de regularidades e a construção de generalizações, contribuindo para uma aprendizagem mais significativa.

4.3 Experimentação, Conjecturas e Demonstração

Destaca-se que a utilização do GeoGebra não elimina a importância da demonstração matemática formal. Pelo contrário, a experimentação proporcionada pelo ambiente computacional pode ser compreendida como uma etapa que antecede e favorece a formalização dos resultados. Ao manipular parâmetros e observar repetidamente os efeitos produzidos pelas modificações realizadas nos modelos, os estudantes desenvolvem intuições e

percebem regularidades que podem dar origem à formulação de conjecturas.

Nesse contexto, a experimentação assume um papel importante na construção do raciocínio matemático. A observação de padrões e a comparação entre diferentes situações permitem levantar hipóteses sobre propriedades e comportamentos dos objetos estudados. Entretanto, tais observações não substituem a necessidade de validação dos resultados por meio da demonstração matemática.

Assim, experimentação e demonstração não devem ser entendidas como processos concorrentes, mas como etapas complementares do processo de aprendizagem. Enquanto a experimentação favorece a construção de intuições e conjecturas, a demonstração formal fornece os instrumentos necessários para justificar, validar e generalizar os resultados obtidos. Dessa maneira, o GeoGebra cria condições para que a formalização matemática seja compreendida de forma mais significativa pelos estudantes.

4.4 O Papel do Professor na Mediação Pedagógica

Os benefícios associados ao uso do GeoGebra dependem diretamente da forma como a ferramenta é integrada ao processo de ensino e aprendizagem. O simples domínio técnico do software não é suficiente para garantir resultados pedagógicos satisfatórios. Além do conhecimento matemático e das funcionalidades disponíveis na plataforma, o professor precisa ser capaz de planejar ambientes investigativos adequados aos objetivos educacionais pretendidos.

Nesse contexto, a mediação docente desempenha papel fundamental. Cabe ao professor selecionar os problemas a serem explorados, organizar situações de aprendizagem que estimulem a participação dos estudantes e orientar o processo de investigação desenvolvido em sala de aula. A mediação pedagógica também é importante para evitar que a exploração do ambiente se transforme em uma atividade desarticulada dos conceitos que se pretende desenvolver.

Além disso, a atuação do professor é essencial para promover a transição entre observações particulares e conclusões mais gerais. A partir das evidências produzidas pela experimentação, o professor pode incentivar a formulação de conjecturas, levantar questões relevantes e conduzir os estudantes em direção à formalização dos resultados. Dessa forma, o GeoGebra não substitui o papel do professor, mas amplia as possibilidades de construção de experiências de aprendizagem mais interativas, investigativas e significativas.

5 APLICAÇÕES DO GEOGEBRA NO ENSINO DE MATEMÁTICA

5.1 Visualização de Conceitos Matemáticos

Uma das aplicações mais relevantes do GeoGebra no ensino de Matemática está relacionada à visualização de conceitos que frequentemente são apresentados de maneira excessivamente abstrata aos estudantes. Em muitos conteúdos, a compreensão depende da capacidade de relacionar expressões algébricas, representações geométricas e interpretações gráficas. Essa associação raramente ocorre de forma espontânea ou fácil para o discente, especialmente quando os conceitos são apresentados apenas por meio de expressões simbólicas e procedimentos algorítmicos (HUSSEIN, 2022; ALKHATEEB; AL-DUWAIRI, 2019; NG et al., 2019).

Nesse contexto, o GeoGebra permite representar visualmente objetos matemáticos e suas transformações em tempo real (ZIATDINOV; VALLES, 2022; SOSA-MOGUEL; APARICIO-LANDA; AVILA-VALES, 2025). Em conteúdos como funções, por exemplo, o estudante pode observar simultaneamente a expressão algébrica e sua representação gráfica, estabelecendo relações entre os coeficientes da função e as características do gráfico correspondente. Em funções quadráticas, torna-se possível visualizar de forma imediata as alterações provocadas pelos coeficientes da equação sobre a concavidade da parábola, sua posição no plano cartesiano e a quantidade de raízes reais.

Situação semelhante ocorre em conteúdos de Trigonometria e Geometria. A manipulação dinâmica de figuras geométricas, ângulos e funções trigonométricas permite que propriedades frequentemente tratadas de forma abstrata sejam observadas diretamente pelos estudantes. Dessa maneira, o GeoGebra contribui para reduzir a distância entre os conceitos matemáticos e suas representações, favorecendo a construção de significados mais consistentes.

5.2 Exploração de Diferentes Cenários

Além da visualização, o GeoGebra possibilita a exploração sistemática de diferentes cenários matemáticos. Enquanto em uma aula tradicional a análise de múltiplos casos exige a reconstrução de cálculos e gráficos para cada nova situação, no ambiente digital essa tarefa pode ser realizada por meio da simples alteração de parâmetros ou da inclusão de novos objetos matemáticos.

Por meio de controles deslizantes, por exemplo, o estudante pode modificar coeficientes de funções e observar instantaneamente as consequências dessas alterações. Esse processo permite explorar uma grande quantidade de casos em um intervalo de tempo reduzido, estimulando significativamente as



possibilidades de investigação. Em vez de analisar apenas alguns exemplos previamente selecionados pelo professor, o estudante pode construir seus próprios casos e verificar seus resultados de forma autônoma e imediata.

Um exemplo dessa possibilidade pode ser observado no estudo da função quadrática. Em uma abordagem tradicional, a análise dos efeitos dos coeficientes da equação $f(x)=ax^2+bx+c$ exige a construção de diversos gráficos e a realização repetida de cálculos para cada conjunto de valores considerado. No GeoGebra, por outro lado, é possível associar os coeficientes a controles deslizantes, permitindo modificar seus valores em tempo real e observar imediatamente as consequências dessas alterações sobre o gráfico da parábola, suas raízes, vértice, pontos de intersecção com os eixos coordenados, etc. Dessa forma, o estudante pode perceber que o coeficiente a influencia a concavidade e a abertura da curva, enquanto os coeficientes b e c alteram sua posição e interferem na quantidade de raízes reais da equação. A exploração sistemática dessas variações permite comparar diferentes situações em um curto intervalo de tempo, favorecendo a identificação de padrões e a formulação de conjecturas sobre as relações existentes entre os coeficientes da função e as características geométricas do gráfico correspondente.

5.3 Formulação de Conjecturas

A exploração de diferentes cenários conduz naturalmente à formulação de conjecturas. Ao observar repetidamente os efeitos produzidos pela variação de determinados parâmetros, o estudante passa a identificar padrões e relações que dificilmente seriam percebidos por meio da análise isolada de poucos exemplos (BOŽIĆ; TAKAČI; STANKOV, 2019; LYNCH; LOCKWOOD; ELLIS, 2022).

No estudo de funções quadráticas, por exemplo, a manipulação dos coeficientes pode levar à percepção de relações entre a concavidade da parábola, a posição do vértice e a existência de raízes reais. Em problemas envolvendo interseções entre funções ou entre objetos geométricos, a repetição sistemática de experimentos permite identificar regularidades e levantar hipóteses sobre o comportamento do sistema analisado.

Nesse processo, o GeoGebra não substitui a demonstração matemática formal. Seu papel consiste em fornecer evidências experimentais que auxiliem o estudante na construção de intuições e conjecturas. A partir dessas observações, o professor pode conduzir discussões que levem à formalização dos resultados por meio da linguagem matemática apropriada.

5.4 Construção de Generalizações

A formulação de conjecturas representa apenas uma etapa do processo de aprendizagem matemática. Para que o conhecimento produzido adquira caráter mais amplo, é necessário que o estudante seja capaz de identificar regularidades e construir generalizações a partir dos casos observados.

O GeoGebra favorece esse processo ao permitir a comparação rápida entre diferentes situações. A análise de múltiplos exemplos evidencia a existência de padrões comuns, possibilitando que o estudante perceba propriedades que permanecem válidas mesmo quando determinados parâmetros são alterados. Essa observação sistemática contribui para o desenvolvimento da capacidade de abstração e para a construção de argumentos matemáticos mais consistentes.

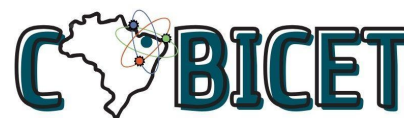
Entretanto, a generalização não deve ser compreendida como consequência automática da experimentação. A mediação do professor continua sendo fundamental para levantar questões pertinentes, orientar a análise dos resultados e estimular ou promover a transição de observações particulares para conclusões gerais (CIRNEANU; MOLDOVEANU, 2024; LI; MA, 2010; HOYLES, 2018). Nesse sentido, o GeoGebra atua como um ambiente que estimula a descoberta e a investigação, enquanto a formalização matemática fornece os instrumentos necessários para validar e consolidar o conhecimento produzido.

Assim, as aplicações do GeoGebra no ensino de Matemática vão além da simples construção de gráficos ou figuras geométricas. Seu principal potencial pedagógico reside na capacidade de favorecer a visualização, a exploração, a formulação de conjecturas e a construção de generalizações, contribuindo para uma aprendizagem mais ativa, investigativa e significativa.

6 LIMITAÇÕES E DESAFIOS DA UTILIZAÇÃO DO GEOGEBRA

Apesar das potencialidades pedagógicas apresentadas nas seções anteriores, a utilização do GeoGebra em contextos educacionais também envolve limitações e desafios que precisam ser considerados. Um dos principais desafios está relacionado à formação docente, pois, assim como ocorre com outras tecnologias digitais, os benefícios proporcionados pela ferramenta dependem diretamente da forma como ela é integrada ao processo de ensino e aprendizagem.

Para utilizar o GeoGebra de maneira efetiva, não basta que o professor domine apenas os conteúdos matemáticos abordados em sala de aula. É necessário também conhecer as funcionalidades da ferramenta e, principalmente, ser capaz de planejar situações



didáticas que explorem adequadamente suas potencialidades (CIRNEANU; MOLDOVEANU, 2024). A construção de ambientes interativos exige tempo de preparação e familiaridade com os recursos disponíveis no software.

Outro aspecto importante refere-se à infraestrutura das instituições de ensino. Embora o GeoGebra seja uma ferramenta gratuita e amplamente acessível, sua utilização depende da disponibilidade de equipamentos adequados e, em alguns casos, de acesso à internet. Limitações estruturais podem dificultar ou até mesmo inviabilizar a implementação de atividades baseadas no uso da plataforma.

Além disso, existe o risco de utilização inadequada da ferramenta. Em algumas situações, o GeoGebra é empregado apenas como um gerador de gráficos ou figuras geométricas, reproduzindo práticas expositivas tradicionais em ambiente digital. Nesses casos, perde-se justamente aquilo que constitui seu principal diferencial pedagógico: a possibilidade de promover exploração, experimentação e investigação matemática por parte dos estudantes.

Também é importante reconhecer que nem todos os conteúdos matemáticos se beneficiam igualmente da utilização do software. Seu potencial tende a ser maior em tópicos que envolvem relações funcionais, representações gráficas e objetos geométricos passíveis de manipulação dinâmica. Em contrapartida, existem áreas nas quais os ganhos proporcionados pela ferramenta são mais limitados. Conteúdos relacionados à Teoria dos Conjuntos, Lógica Matemática, Demonstrações Formais ou Álgebra Abstrata, por exemplo, dependem menos da visualização e da manipulação dinâmica e mais do desenvolvimento de estruturas simbólicas e argumentativas. Nesses casos, o esforço necessário para modelar adequadamente os conceitos no ambiente computacional pode não ser compensado pelos benefícios pedagógicos obtidos. Isso evidencia que a escolha do recurso tecnológico deve estar associada às características do conteúdo estudado e aos objetivos de aprendizagem.

Dessa forma, o GeoGebra não deve ser compreendido como uma solução universal para os desafios do ensino de Matemática. Seu uso produz melhores resultados quando inserido em propostas pedagógicas bem planejadas, articuladas aos objetivos de aprendizagem e às características dos estudantes. Nesses contextos, a ferramenta pode contribuir para o desenvolvimento de práticas investigativas e para a construção de uma aprendizagem mais ativa e para uma maior compreensão conceitual.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

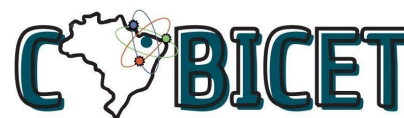
A abstração é um desafio constante para o ensino de Matemática. As estratégias de diminuir a carga de abstração de conceitos nas aulas dessa disciplina são buscadas por muitos professores e pesquisadores com o objetivo de melhorar a qualidade do processo de ensino e aprendizagem.

As tecnologias digitais têm sido apontadas como ferramentas que podem reduzir parte dessa dificuldade. Ao facilitar determinados processos presentes na dinâmica de uma aula, a qualidade do tempo investido aumenta e o esforço cognitivo do estudante pode ser direcionado para áreas mais produtivas.

O GeoGebra é apontado neste trabalho como uma ferramenta capaz de promover a exploração de conteúdos matemáticos em um ambiente visual e interativo, direcionando o processo de aprendizagem de atividades predominantemente mecânicas para práticas mais investigativas. Seu principal diferencial pedagógico reside na redução do custo operacional associado à exploração de diferentes situações, permitindo que professores e estudantes concentrem maior atenção na observação de padrões, na formulação de conjecturas e na construção de generalizações. Dessa forma, a ferramenta não substitui a demonstração matemática formal, mas cria condições favoráveis para que ela seja compreendida de maneira mais significativa, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades relacionadas à experimentação, à análise de resultados e à construção do raciocínio matemático.

REFERÊNCIAS

- ALKHATEEB, M. A.; AL-DUWAIRI, A. M. The Effect of Using Mobile Applications (GeoGebra and Sketchpad) on the Students' Achievement. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, v. 14, n. 3, 29 abr. 2019.
- BOGNAR, B.; HORVAT, S. M.; MATIĆ, L. J. Characteristics of Effective Elementary Mathematics Instruction: A Scoping Review of Experimental Studies. *Education Sciences*, v. 15, n. 1, p. 76, 13 jan. 2025.
- BOŽIĆ, R.; TAKAČI, Đ.; STANKOV, G. Influence of dynamic software environment on students' achievement of learning functions with parameters. *Interactive Learning Environments*, v. 29, n. 4, p. 1–15, 9 abr. 2019.
- CIRNEANU, A.-L.; MOLDOVEANU, C.-E. Use of Digital Technology in Integrated Mathematics Education. *Applied System Innovation*, v. 7, n. 4, p. 66–66, 26 jul. 2024.



- FERRARI, P. L.; SAITTA, L. Abstraction in mathematics. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, v. 358, n. 1435, p. 1225–1230, 29 jul. 2003.
- HOYLES, C. Transforming the mathematical practices of learners and teachers through digital technology. *Research in Mathematics Education*, v. 20, n. 3, p. 209–228, 4 jul. 2018.
- HUSSEIN, Y. F. Conceptual Knowledge and Its Importance in Teaching Mathematics. *Middle Eastern Journal of Research in Education and Social Sciences*, v. 3, n. 1, p. 50–65, 2 mar. 2022.
- LI, Q.; MA, X. A Meta-analysis of the Effects of Computer Technology on School Students' Mathematics Learning. *Educational Psychology Review*, v. 22, n. 3, p. 215–243, 30 abr. 2010.
- LYNCH, A. G.; LOCKWOOD, E.; ELLIS, A. B. Comprehensive example generation: mathematicians' uses of examples when developing conjectures. *Research in Mathematics Education*, v. 26, n. 3, p. 1–23, 28 dez. 2022.
- MUSLIM, N. E. I.; ZAKARIA, M. I.; FANG, C. Y. A Systematic Review of GeoGebra in Mathematics Education. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, v. 12, n. 3, 16 set. 2023.
- NG, O.-L. et al. Active Learning in Undergraduate Mathematics Tutorials Via Cooperative Problem-Based Learning and Peer Assessment with Interactive Online Whiteboards. *The Asia-Pacific Education Researcher*, v. 29, 26 set. 2019.
- RITTLE-JOHNSON, B.; SIEGLER, R. S.; ALIBALI, M. W. Developing conceptual understanding and procedural skill in mathematics: An iterative process. *Journal of Educational Psychology*, v. 93, n. 2, p. 346–362, 2001.
- SOSA-MOGUEL, L.; APARICIO-LANDA, E.; AVILA-VALES, E. Team-Based Problem-Solving in a Measure Theory Course for Mathematics Students. *PRIMUS*, v. 35, n. 1, p. 86–101, 2 jan. 2025.
- ŽAKELJ, A.; COTIČ, M.; DOZ, D. Evaluating the impact of active and experiential learning in mathematics: an experimental study on eighth-grade student outcomes. *Cogent Education*, v. 11, n. 1, 6 dez. 2024.
- ZIATDINOV, R.; VALLES, J. R. Synthesis of Modeling, Visualization, and Programming in GeoGebra as an Effective Approach for Teaching and Learning STEM Topics. *Mathematics*, v. 10, n. 3, p. 398, 27 jan. 2022.