



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS  
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA  
CURSO DE MATEMÁTICA

**ALMIR ANDERSON NUNES ROCHA**  
**FELIPE MARQUES DOS SANTOS COSTA**  
**JAMERSON GUIMARÃES**

**FUNÇÕES TRIGONOMÉTRICAS NO GEOGEBRA:** discussões metodológicas

São Luís  
2024

**ALMIR ANDERSON NUNES ROCHA  
FELIPE MARQUES DOS SANTOS COSTA  
JAMERSON GUIMARÃES**

**FUNÇÕES TRIGONOMÉTRICAS NO GEOGEBRA:** discussões metodológicas

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Matemática da  
Universidade Estadual do Maranhão para  
obtenção do grau de licenciatura em  
Matemática.

Orientador: Prof. Me. Jackson Martins Reis

São Luís  
2024

Guimarães, Jamerson

Funções trigonométricas no geogebra: discussões metodológicas / Jamerson Guimarães, Almir Anderson Nunes Rocha, Felipe Marques dos Santos Costa. – São Luís, MA, 2024.

47 f

Monografia (Graduação em Matemática Licenciatura) – Universidade Estadual do Maranhão, 2024.

Orientador: Prof. Me. Jackson Martins Reis

1.Aplicações. 2.Ensino. 3.Funções trigonométricas. 4.Geogebra. 5.Modelagem.  
I. Almir Anderson Nunes Rocha. II. Felipe Marques dos Santos Costa. III. Título.

CDU: 514.116

**ALMIR ANDERSON NUNES ROCHA  
FELIPE MARQUES DOS SANTOS COSTA  
JAMERSON GUIMARÃES**

**FUNÇÕES TRIGONOMÉTRICAS NO GEOGEBRA: discussões metodológicas**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado junto ao curso de  
Matemática da Universidade Estadual do  
Maranhão – UEMA para obtenção de  
grau de licenciatura em Matemática.

Aprovado em: 27/08/2024

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof. Jackson Martins Reis (Orientador)**  
Mestre em Matemática – Unicamp  
Universidade Estadual do Maranhão

**Raimundo Martins Reis Neto**  
Mestre em Matemática – PUC-Minas  
Universidade Estadual do Maranhão

**Antônio Magno Barros**  
Mestre em Matemática – Unicamp  
Universidade Estadual do Maranhão

Dedicamos este trabalho aos nossos pais e familiares, por seu amor e apoio incondicional. Aos nossos orientadores e professores, por sua orientação e incentivo constantes. Aos amigos, pela companhia e suporte ao longo desta jornada. A todos que nos ajudaram a chegar até aqui, nosso sincero agradecimento.

## AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de expressar nossa profunda gratidão a todas as pessoas que contribuíram para a realização deste Trabalho de Conclusão de Curso.

Agradecemos ao nosso orientador, Prof. Me. Jackson Martins Reis, por sua orientação, paciência e apoio ao longo de todo o processo. Seus conhecimentos, conselhos valiosos e incentivo constante foram fundamentais para a concretização deste trabalho.

Agradecemos também aos nossos professores e colegas do curso de Matemática Licenciatura da Universidade Estadual do Maranhão, que, de diversas maneiras, contribuíram para o nosso crescimento acadêmico e pessoal. Suas discussões, sugestões e críticas construtivas enriqueceram nosso trabalho e nos ajudaram a aprimorar nossas habilidades.

Um agradecimento especial às nossas famílias, que nos proporcionaram o suporte emocional e financeiro necessário para concluir esta etapa. A compreensão, paciência e incentivo de vocês foram essenciais para enfrentarmos os desafios ao longo do percurso.

Também somos gratos aos amigos que estiveram ao nosso lado, oferecendo apoio, palavras de encorajamento e momentos de descontração que nos ajudaram a manter o equilíbrio durante este período intenso de estudos.

Agradecemos ainda às instituições e empresas que colaboraram com a nossa pesquisa, fornecendo dados, materiais e informações que foram cruciais para o desenvolvimento deste trabalho.

Por fim, agradecemos, sobretudo, a Deus por nos conceder força, saúde e determinação para superar os obstáculos e alcançar nossos objetivos.

Este trabalho é fruto do esforço coletivo e da contribuição de muitas pessoas, e somos imensamente gratos a todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte desta jornada.

*"A tecnologia no ensino é uma ferramenta, não um fim em si mesma."*

*Marc Prensky*

## RESUMO

Este trabalho aborda a importância das funções trigonométricas em diversas áreas da matemática aplicada, destacando seu papel fundamental na descrição de fenômenos periódicos e na modelagem de situações reais. As funções seno, cosseno e tangente são exemplos essenciais dessas relações matemáticas, encontrando aplicação em engenharia, física, estatística e computação. A análise das funções trigonométricas é facilitada pelo uso do GeoGebra, uma ferramenta interativa e dinâmica que combina recursos de geometria, álgebra e cálculo. O GeoGebra permite uma exploração abrangente das funções trigonométricas, oferecendo visualizações imediatas dos gráficos, manipulação de parâmetros e análise detalhada de propriedades. A justificativa para utilizar o GeoGebra reside em sua capacidade de proporcionar uma experiência de aprendizagem envolvente e acessível, contribuindo para a compreensão e aplicação eficaz das funções trigonométricas. A necessidade de explorar essa ferramenta surge da demanda por uma análise mais precisa, rápida e visual das funções trigonométricas em contextos matemáticos e científicos diversos. A hipótese do estudo é que o GeoGebra, ao oferecer uma abordagem interativa e visual na análise das funções trigonométricas, é uma ferramenta eficaz na modelagem e resolução de problemas matemáticos e científicos. Objetivamos investigar o impacto do GeoGebra no ensino de funções trigonométricas e propor melhorias no processo de aprendizagem. Ao final, esperamos que este estudo contribua para uma compreensão mais profunda das funções trigonométricas e suas aplicações práticas, destacando o papel crucial do GeoGebra como uma ferramenta valiosa na análise e modelagem dessas funções em diversos contextos matemáticos e científicos.

**Palavras-chave:** aplicações; ensino; funções trigonométricas; geogebra; modelagem.

## ABSTRACT

**This work** addresses the importance of trigonometric functions in various areas of applied mathematics, highlighting their fundamental role in describing periodic phenomena and modeling real situations. The sine, cosine and tangent functions are essential examples of these mathematical relationships, finding application in engineering, physics, statistics and computing. The analysis of trigonometric functions is facilitated by the use of GeoGebra, an interactive and dynamic tool that combines geometry, algebra and calculus resources. GeoGebra enables comprehensive exploration of trigonometric functions, offering immediate graph views, parameter manipulation, and detailed property analysis. The justification for using GeoGebra lies in its ability to provide an engaging and accessible learning experience, contributing to the understanding and effective application of trigonometric functions. The need to explore this tool arises from the demand for a more accurate, fast and visual analysis of trigonometric functions in different mathematical and scientific contexts. The hypothesis of the study is that GeoGebra, by offering an interactive and visual approach to the analysis of trigonometric functions, is an effective tool in modeling and solving mathematical and scientific problems. We aim to investigate the impact of GeoGebra on teaching trigonometric functions and propose improvements in the learning process. In the end, we hope that this study contributes to a deeper understanding of trigonometric functions and their practical applications, highlighting the crucial role of GeoGebra as a valuable tool in the analysis and modeling of these functions in diverse mathematical and scientific contexts.

**Keywords:** applications; teaching; trigonometric functions; geogebra; modeling.

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>20</b>
<b>4 DISCUSSÕES DAS ABORDAGENS METODOLÓGICAS .....</b>	<b>24</b>
<b>5 DESAFIOS NO ENSINO DA MATEMÁTICA COM O USO DO GEOGEBRA.....</b>	<b>32</b>
<b>6 PROPOSTA DE ATIVIDADES E PRÁTICA PEDAGÓGICA .....</b>	<b>34</b>
<b>6.1 Proposta de Atividades Didáticas Interdisciplinares .....</b>	<b>35</b>
<b>6.2 Proposta de Intervenção Pedagógica.....</b>	<b>37</b>
<b>7 ANÁLISE E DISCUSSÃO.....</b>	<b>39</b>
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>42</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>45</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As funções trigonométricas são parte integrante da matemática aplicada, com ampla relevância em áreas como engenharia, física, estatística e computação. Seno, cosseno e tangente são exemplos de funções trigonométricas que descrevem relações entre ângulos e lados de triângulos, além de modelarem fenômenos periódicos em diversas situações reais.

Além de descreverem relações entre ângulos e lados de triângulos, as funções trigonométricas também desempenham um papel fundamental na análise de movimentos periódicos, como o movimento de ondas, vibrações mecânicas e oscilações em sistemas físicos. Essas funções são essenciais para descrever fenômenos naturais e processos cíclicos em diversas áreas da ciência e engenharia.

No campo da engenharia, por exemplo, as funções trigonométricas são utilizadas na modelagem de sistemas elétricos, controle de processos industriais, design de estruturas e análise de sinais. Na física, são empregadas na descrição de movimentos oscilatórios, propagação de ondas e comportamento de sistemas dinâmicos. Em estatística, as funções trigonométricas podem ser usadas na análise de séries temporais e na representação gráfica de dados periódicos.

Na computação, as funções trigonométricas são essenciais para a criação de gráficos, animações e simulações de fenômenos periódicos. Além disso, são frequentemente utilizadas em algoritmos de processamento de sinais, computação gráfica, jogos eletrônicos e outras aplicações relacionadas à ciência da computação.

Portanto, a contextualização matemática das funções trigonométricas não se limita apenas à sua importância na geometria e na resolução de triângulos, mas abrange uma ampla gama de aplicações em diferentes áreas do conhecimento, destacando sua relevância e versatilidade na modelagem e análise de fenômenos complexos e periódicos.

O GeoGebra oferece uma plataforma interativa e dinâmica para a análise de funções matemáticas, incluindo as trigonométricas. Sua combinação de recursos de geometria, álgebra e cálculo possibilita uma abordagem ampla e eficiente na exploração e compreensão dessas funções, sem a necessidade de recursos físicos ou laboratórios específicos.

Uma das principais vantagens do GeoGebra é a sua capacidade de proporcionar uma visualização imediata e dinâmica dos gráficos das funções trigonométricas. Isso

permite aos usuários observarem as mudanças nos padrões dos gráficos conforme os parâmetros são alterados, facilitando a compreensão das relações matemáticas envolvidas.

Além disso, o GeoGebra oferece ferramentas interativas para manipulação de parâmetros e equações, o que possibilita aos usuários experimentarem diferentes cenários e explorarem as propriedades das funções trigonométricas de forma prática e intuitiva. Isso torna o processo de aprendizagem mais dinâmico e envolvente, estimulando a investigação e o raciocínio matemático dos usuários.

Outro ponto positivo é a acessibilidade do GeoGebra, que pode ser utilizado em diversas plataformas, como computadores, tablets e smartphones, tornando-o uma ferramenta flexível e de fácil acesso para estudantes, professores e profissionais que desejam explorar e analisar funções trigonométricas e outros conceitos matemáticos.

Portanto, a justificativa da abordagem no GeoGebra reside na sua capacidade de proporcionar uma experiência de aprendizagem interativa, dinâmica e acessível para a análise das funções trigonométricas, contribuindo significativamente para a compreensão e aplicação desses conceitos matemáticos.

Apesar da vasta aplicação das funções trigonométricas, ainda existem desafios relacionados à sua interpretação e resolução de problemas complexos. A necessidade de ferramentas computacionais como o GeoGebra surge da demanda por uma análise mais precisa, rápida e visual das propriedades e comportamentos dessas funções em diversos contextos matemáticos e científicos.

A questão que se impõe é como o uso do GeoGebra pode contribuir metodologicamente para superar os desafios na interpretação e resolução de problemas complexos envolvendo funções trigonométricas?

Embora as funções trigonométricas tenham uma ampla aplicação em diversas áreas, como engenharia, física e estatística, enfrentam-se desafios significativos na interpretação e resolução de problemas complexos. A interpretação visual de suas propriedades e comportamentos, principalmente em situações não convencionais, pode ser desafiadora para estudantes e profissionais da matemática.

A necessidade de ferramentas computacionais, como o GeoGebra, surge da demanda por uma análise mais precisa, rápida e visual das funções trigonométricas em diferentes contextos matemáticos e científicos. Essa demanda é impulsionada pela complexidade crescente dos problemas enfrentados, que exigem uma compreensão profunda das relações trigonométricas e sua aplicação em situações práticas.

A exploração dessas ferramentas computacionais se torna essencial para superar os desafios de interpretação e resolução de problemas complexos envolvendo funções trigonométricas. A capacidade do GeoGebra de proporcionar uma visualização dinâmica dos gráficos, a manipulação de parâmetros e a análise detalhada das propriedades dessas funções são elementos fundamentais para auxiliar estudantes e profissionais na compreensão e aplicação eficaz das funções trigonométricas em contextos reais. Assim, a necessidade de explorar o potencial do GeoGebra surge como uma resposta às demandas crescentes por ferramentas que facilitem a análise e a interpretação das funções trigonométricas de forma precisa e eficiente.

A hipótese deste estudo é que a utilização do GeoGebra como ferramenta metodológica de análise de funções trigonométricas proporciona uma abordagem eficaz e precisa na modelagem e resolução de problemas matemáticos e científicos que envolvem tais funções.

Acreditamos que as funcionalidades interativas e visuais do GeoGebra contribuem significativamente para a compreensão das propriedades e comportamentos das funções trigonométricas, tornando mais acessível a interpretação e a resolução de problemas complexos.

Ao utilizar o GeoGebra, esperamos que os usuários possam explorar graficamente as relações entre ângulos e lados de triângulos, bem como analisar o comportamento das funções trigonométricas em diferentes intervalos e condições. A capacidade de manipular parâmetros, visualizar gráficos dinâmicos e realizar cálculos em tempo real proporciona uma experiência de aprendizagem mais dinâmica e envolvente, contribuindo para uma compreensão mais profunda das funções trigonométricas e suas aplicações práticas.

O objetivo geral deste trabalho foi investigar e analisar as implicações do uso do software GeoGebra no ensino de funções trigonométricas, considerando suas contribuições para o processo de aprendizagem dos alunos. Os objetivos específicos são explorar o contexto e a importância do ensino de funções trigonométricas com o GeoGebra, revisar a literatura acadêmica sobre o ensino de funções trigonométricas e o uso do GeoGebra, analisar e discutir as diferentes abordagens metodológicas encontradas na literatura sobre o uso do GeoGebra no ensino de funções trigonométricas, identificar e discutir os desafios enfrentados na educação matemática, especialmente relacionados ao uso de tecnologias como o GeoGebra, apresentar uma proposta de intervenção e

atividades práticas para o ensino de funções trigonométricas com o GeoGebra, destacando suas contribuições e sugerindo recomendações para práticas futuras no ensino de funções trigonométricas com o GeoGebra.

O trabalho está estruturado em tópicos que abordam desde a contextualização metodológica das funções trigonométricas no GeoGebra até a análise e discussão dos resultados obtidos com este estudo.

A introdução apresenta o tema do trabalho, justifica sua relevância e objetivos, além de fornecer uma visão geral da estrutura do TCC. No segundo tópico, são abordados os fundamentos teóricos relacionados ao ensino de funções trigonométricas e o uso do GeoGebra como ferramenta pedagógica. No terceiro tópico, descreve-se detalhadamente o método de pesquisa utilizado, incluindo a revisão bibliográfica, coleta e análise de dados, e os critérios de seleção das fontes. O quarto tópico é dedicado à análise e discussão das abordagens metodológicas encontradas na literatura sobre o ensino de funções trigonométricas com o GeoGebra. No quinto tópico, são explorados os desafios enfrentados no contexto do ensino de matemática, especialmente no que diz respeito ao uso de tecnologias como o GeoGebra. No sexto tópico, apresenta-se uma proposta de atividades práticas para o ensino de funções trigonométricas utilizando o GeoGebra, com base nas discussões e análises anteriores. No sétimo tópico, são apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir do estudo das metodologias propostas, incluindo análises de dados e interpretações dos resultados.

As considerações finais resumem as principais conclusões do estudo, destacam suas contribuições e sugerem recomendações para práticas futuras no ensino de funções trigonométricas com o GeoGebra.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

As funções trigonométricas desempenham um papel crucial no ensino da matemática, e o uso de ferramentas digitais, como o GeoGebra, pode enriquecer significativamente o processo de aprendizagem. De acordo com Bassanezi (2002), a modelagem matemática permite a criação de ambientes de aprendizagem mais interativos e contextuais, favorecendo a compreensão dos conceitos matemáticos de forma aplicada e significativa. GeoGebra, sendo uma plataforma dinâmica de matemática, oferece recursos para a visualização e manipulação de gráficos de funções trigonométricas, promovendo uma aprendizagem mais ativa e exploratória.

A utilização do GeoGebra como ferramenta didática está alinhada com as metodologias de aprendizagem ativa. Segundo Alro e Skovsmose (2010), o diálogo e a interação são fundamentais para o desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo nos estudantes. O GeoGebra possibilita que os alunos interajam diretamente com as funções trigonométricas, manipulando parâmetros e observando as mudanças nos gráficos em tempo real. Esse processo não apenas facilita a compreensão dos conceitos, mas também incentiva a curiosidade e a investigação.

Andrade (2020) destaca a importância de integrar trigonometria com fenômenos periódicos e programação, sugerindo que essa abordagem interdisciplinar pode tornar o aprendizado mais relevante e engajador para os alunos. GeoGebra oferece um ambiente onde os estudantes podem explorar as relações entre as funções trigonométricas e os fenômenos do mundo real, como as ondas sonoras e as marés, por meio da modelagem matemática. Além disso, a capacidade de programação dentro do GeoGebra permite que os alunos criem scripts para automatizar cálculos e visualizações, aprofundando ainda mais sua compreensão.

As diretrizes educacionais brasileiras, como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, 1996) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018), ressaltam a importância da integração de tecnologias digitais no currículo. Essas políticas incentivam o uso de ferramentas como o GeoGebra para promover uma educação matemática que seja tanto moderna quanto inclusiva, capaz de preparar os estudantes para os desafios do século XXI. A BNCC enfatiza a necessidade de desenvolver competências digitais e de raciocínio lógico-matemático, objetivos que podem ser alcançados através do uso de tecnologias educacionais.

A modelagem matemática, conforme descrito por Bassanezi (2002), é uma abordagem pedagógica que envolve a aplicação de conceitos matemáticos para resolver problemas reais. O GeoGebra facilita esse processo ao permitir que os alunos visualizem e manipulem modelos matemáticos de fenômenos periódicos utilizando funções trigonométricas. Esta abordagem não apenas torna a aprendizagem mais concreta, mas também ajuda os alunos a reconhecer a aplicabilidade da matemática em diversas áreas do conhecimento.

A integração de funções trigonométricas no ensino utilizando o GeoGebra proporciona um ambiente de aprendizagem interativo e dinâmico. Ferramentas digitais

como o GeoGebra estão alinhadas com as metodologias de ensino modernas e as políticas educacionais vigentes, promovendo uma aprendizagem ativa e contextualizada. O uso do GeoGebra para ensinar funções trigonométricas não só facilita a compreensão dos conceitos, mas também prepara os alunos para um mundo cada vez mais digital e interconectado.

Como dito anteriormente, a Base Nacional Comum Curricular e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional destacam a importância do ensino dessas funções no currículo escolar. A inclusão das funções trigonométricas no ensino médio visa não apenas o desenvolvimento do raciocínio lógico, mas também a preparação dos estudantes para enfrentar problemas reais que envolvem análise de fenômenos periódicos. Segundo o Ministério da Educação (2018), esse conhecimento permite aos alunos compreender e aplicar conceitos matemáticos em contextos diversos, desde a construção de pontes até a análise de sinais elétricos e ondas sonoras.

Bassanezi (2002) discute a metodologia de modelagem matemática como uma abordagem eficaz para o ensino das funções trigonométricas. A modelagem matemática permite que os alunos vejam a aplicação prática dos conceitos teóricos, incentivando um aprendizado mais significativo. Essa abordagem é apoiada por Alro e Skovsmose (2010), que defendem a aprendizagem colaborativa como estratégia para engajar os alunos e melhorar a compreensão conceitual.

No contexto educacional, a avaliação contínua e diversificada, como sugerido por Villas Boas (2008), é essencial para medir a compreensão dos alunos sobre as funções trigonométricas. A avaliação deve ir além dos testes tradicionais e incluir projetos e atividades práticas que reflitam o uso das funções em situações reais. Esse método de avaliação promove um entendimento mais profundo e duradouro dos conceitos, preparando os estudantes para a aplicação desses conhecimentos em suas futuras carreiras.

A interdisciplinaridade, conforme discutido por Nogueira (1998), é fundamental para o ensino das funções trigonométricas. Integrar a matemática com outras disciplinas, como física e engenharia, pode ajudar os alunos a perceber a relevância das funções trigonométricas em diversos campos. Isso não só enriquece o aprendizado, mas também motiva os alunos a explorar as conexões entre diferentes áreas do conhecimento.

As funções trigonométricas possuem propriedades e características específicas que são essenciais para sua aplicação em problemas matemáticos e científicos. De acordo com Bassanezi (2002), as propriedades de periodicidade, simetria e amplitude são

fundamentais para a análise de funções periódicas. Por exemplo, a periodicidade do seno e cosseno, que repetem seus valores em intervalos regulares, é crucial para entender fenômenos cíclicos.

Além da periodicidade, as funções trigonométricas apresentam outras características importantes. A simetria, por exemplo, é uma propriedade que facilita a compreensão e a resolução de problemas matemáticos. Funções como o seno e o cosseno possuem simetria ímpar e par, respectivamente. Isso significa que o seno é uma função ímpar e o cosseno é uma função par, o que pode ser explorado para simplificar cálculos e análises em diversos contextos, como na física e na engenharia (Andrade, 2020).

A amplitude é outra característica relevante das funções trigonométricas. A amplitude de uma função trigonométrica indica o valor máximo que a função atinge, sendo 1 para as funções seno e cosseno, e pode ser ajustada para representar diferentes situações reais. Por exemplo, em modelagem de ondas sonoras ou luminosas, a amplitude está relacionada à intensidade do som ou da luz. Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), é fundamental que os estudantes do ensino médio compreendam e apliquem essa propriedade para resolver problemas práticos e teóricos.

A análise das funções trigonométricas também inclui a consideração de suas inversas, como a função arco-seno e arco-cosseno, que são usadas para determinar ângulos a partir de valores de seno e cosseno. Essas funções inversas são essenciais em campos como a navegação e a robótica, onde é necessário calcular direções e ângulos com precisão. A compreensão dessas propriedades permite aos estudantes desenvolver habilidades críticas para a resolução de problemas complexos, como destaca Bassanezi (2002) em sua abordagem sobre modelagem matemática.

Para promover uma aprendizagem eficaz dessas propriedades, o uso de tecnologias digitais e metodologias ativas é recomendado. De acordo com Sunaga e Carvalho (2015), o ensino híbrido e o uso de recursos digitais podem enriquecer a experiência de aprendizagem, permitindo uma maior interação e aplicação prática dos conceitos trigonométricos. Essas abordagens pedagógicas não só facilitam a compreensão teórica, mas também incentivam a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos, preparando os alunos para desafios acadêmicos e profissionais futuros.

O GeoGebra é uma poderosa ferramenta de software que facilita a visualização e manipulação de funções matemáticas, incluindo as trigonométricas. Segundo Alro e Skovsmose (2010), o uso de tecnologias digitais, como o GeoGebra, pode enriquecer o

processo de ensino e aprendizagem, promovendo um ambiente interativo e dinâmico. O GeoGebra oferece recursos como gráficos dinâmicos, que permitem aos alunos explorar as propriedades das funções trigonométricas de maneira intuitiva e visual.

O GeoGebra também oferece uma variedade de ferramentas para a construção e análise de figuras geométricas, possibilitando uma abordagem visual e experimental das propriedades e relações geométricas. Segundo Andrade (2020), a integração de software matemático em sala de aula, como o GeoGebra, é essencial para o ensino de conceitos complexos de trigonometria e fenômenos periódicos, permitindo que os alunos visualizem e compreendam melhor os conceitos teóricos por meio de simulações interativas. A capacidade de manipular dinamicamente os elementos gráficos proporciona um aprendizado mais profundo e significativo, à medida que os estudantes podem explorar diferentes cenários e observar imediatamente as mudanças e efeitos nas funções.

Além disso, o GeoGebra suporta a modelagem matemática, uma abordagem pedagógica que promove a compreensão de problemas reais por meio de representações matemáticas. Conforme destaca Bassanezi (2002), a modelagem matemática no ensino fomenta uma aprendizagem ativa e contextualizada, onde os alunos são encorajados a formular hipóteses, testar soluções e refletir sobre os resultados. O uso de ferramentas como o GeoGebra permite que esses processos sejam realizados de maneira eficaz e visual, facilitando a conexão entre a teoria matemática e suas aplicações práticas.

A adoção de tecnologias digitais no ensino da matemática também está alinhada com as diretrizes educacionais estabelecidas pelo Ministério da Educação. A Base Nacional Comum Curricular enfatiza a importância do uso de recursos tecnológicos para desenvolver competências matemáticas essenciais, como a resolução de problemas e o pensamento crítico. Segundo o Ministério da Educação (2018), a inserção de ferramentas tecnológicas no currículo é fundamental para preparar os alunos para os desafios do século XXI, promovendo uma educação que valoriza a inovação e a criatividade.

O papel do professor também é crucial no processo de integração do GeoGebra no ensino. Conforme Brousseau (2008), o professor deve atuar como mediador, orientando os alunos na utilização das ferramentas tecnológicas e na interpretação dos resultados obtidos. Esse papel de facilitador é essencial para garantir que a tecnologia seja utilizada de maneira eficaz e que os alunos desenvolvam uma compreensão sólida dos conceitos matemáticos.

O GeoGebra é uma ferramenta multifacetada que, quando integrada ao ensino da matemática, pode transformar a maneira como os alunos aprendem e interagem com os conceitos matemáticos. Ao oferecer recursos visuais e interativos, promove um aprendizado mais dinâmico e envolvente, facilitando a compreensão de conceitos complexos e preparando os estudantes para aplicar esses conhecimentos de maneira prática e inovadora.

O GeoGebra, além de facilitar a visualização de funções trigonométricas, também é uma ferramenta poderosa para a realização de cálculos complexos e para a representação gráfica de soluções de problemas. De acordo com Brousseau (2008), a integração de ferramentas tecnológicas no ensino possibilita uma abordagem mais prática e envolvente, incentivando os alunos a explorarem conceitos matemáticos de forma independente. Por exemplo, com o GeoGebra, é possível sobrepor gráficos de seno, cosseno e tangente, o que auxilia os alunos a compreenderem melhor as relações entre essas funções.

A aplicação do GeoGebra em cálculos e gráficos não se limita apenas à trigonometria. Esta ferramenta pode ser utilizada para resolver equações algébricas, realizar cálculos de derivadas e integrais, além de permitir a visualização de curvas e superfícies em três dimensões. Andrade (2020) destaca que a utilização de tecnologias como o GeoGebra em sala de aula promove uma aprendizagem mais significativa, pois os alunos podem manipular diretamente os objetos matemáticos, testando hipóteses e observando os resultados em tempo real. Isso estimula um aprendizado ativo, onde o estudante é protagonista no processo de construção do conhecimento.

Além disso, a literatura aponta que a implementação de tecnologias educacionais como o GeoGebra pode transformar a dinâmica da sala de aula. Reiteramos que Alro e Skovsmose (2010) discutem a importância do diálogo e da interação entre alunos e professores no processo de aprendizagem. O uso de ferramentas digitais facilita essa interação, pois permite que os alunos compartilhem suas descobertas e soluções, promovendo um ambiente colaborativo e participativo. Essa abordagem dialógica é essencial para a construção do conhecimento matemático, pois valoriza as contribuições dos alunos e incentiva a troca de ideias.

### 3 METODOLOGIA

Ao longo desta pesquisa, exploramos diversas fontes e referências no campo da Educação Matemática, analisando obras como "Diálogo e aprendizagem em educação matemática" de Alro e Skovsmose (2010), "Matemática interligada" de Andrade (2020), e "Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática" de Bassanezi, entre outras.

A abordagem qualitativa desta pesquisa é fundamentada na teoria crítica de Alro e Skovsmose (2010) e na proposta de integração de conteúdos matemáticos e tecnológicos de Andrade (2020), permitindo uma análise detalhada e contextualizada das práticas pedagógicas no ensino da trigonometria e programação. A teoria crítica oferece uma perspectiva reflexiva e dialógica, essencial para compreender as interações entre alunos e professores e o impacto das metodologias de ensino no desenvolvimento do pensamento crítico e analítico dos estudantes (Alro; Skovsmose, 2010).

O enfoque metodológico de Andrade (2020) na interligação entre a trigonometria, fenômenos periódicos e programação promove a contextualização dos conteúdos matemáticos, facilitando a compreensão dos alunos sobre a aplicabilidade da matemática no mundo real e no desenvolvimento tecnológico. Essa integração é crucial para atender às demandas contemporâneas da Base Nacional Comum Curricular, que enfatiza a importância da interdisciplinaridade e do uso de tecnologias digitais no processo educativo (BRASIL, 2018).

Adicionalmente, a modelagem matemática, conforme discutida por Bassanezi (2002), é incorporada como uma estratégia pedagógica central nesta pesquisa. A modelagem permite que os alunos façam conexões entre os conceitos matemáticos abstratos e suas aplicações práticas, promovendo uma aprendizagem mais significativa e engajadora. Essa abordagem não apenas facilita a compreensão dos conteúdos, mas também incentiva o desenvolvimento de habilidades críticas e de resolução de problemas. A utilização de metodologias ativas, como sugerido por Moreira e Ribeiro (2016), é essencial para a criação de um ambiente de aprendizagem dinâmico e colaborativo. Essas metodologias, que incluem atividades práticas e projetos colaborativos, são fundamentais para o desenvolvimento da autonomia dos estudantes e para a construção de um conhecimento mais profundo e duradouro.

A pesquisa também se alinha às diretrizes estabelecidas pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9394/1996), que destaca a importância de uma

educação de qualidade que prepare os estudantes para os desafios do século XXI (BRASIL, 1996). A integração de tecnologia no ensino, conforme discutido por Prensky (2010), é uma resposta às necessidades contemporâneas, proporcionando aos alunos as competências digitais essenciais para o mercado de trabalho moderno.

A abordagem metodológica desta pesquisa ainda é reforçada pela literatura sobre avaliação educacional e práticas de ensino, como discutido por Buriasco e Soares (2008) e Luckesi (2006). A avaliação formativa e contínua é destacada como uma prática fundamental para monitorar o progresso dos alunos e adaptar as estratégias de ensino para melhor atender às suas necessidades educativas.

Assim, a combinação das teorias e metodologias apresentadas por esses autores oferece uma base robusta para a análise da integração da trigonometria e programação no contexto educacional contemporâneo, alinhando-se com as diretrizes curriculares nacionais e promovendo uma educação matemática inovadora e relevante para os alunos.

Para embasar teoricamente a pesquisa, foram selecionadas fontes bibliográficas diversificadas que abordam desde a modelagem matemática até práticas pedagógicas inovadoras e diretrizes curriculares. Primeiramente, destaca-se o trabalho de Bassanezi (2002) que trata da Modelagem Matemática como uma metodologia ativa e eficaz no ensino de matemática, possibilitando a resolução de problemas reais e o desenvolvimento do pensamento crítico dos alunos. Essa perspectiva é essencial para promover um aprendizado significativo e contextualizado.

Além disso, as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular do Ministério da Educação (MEC) fornecem um alicerce normativo para a estruturação curricular, assegurando que os objetivos educacionais estejam alinhados com as competências e habilidades requeridas para o século XXI. Complementarmente, os pareceres do Conselho Nacional de Educação (CNE) (2011, 2018) orientam a implementação de práticas pedagógicas que promovam a equidade e a qualidade na educação básica.

Os estudos de Brousseau (2008) são cruciais para entender a dinâmica da interação didática em sala de aula, especialmente no contexto da teoria das situações didáticas, que enfatiza a importância do papel do professor e das atividades propostas aos alunos para promover uma aprendizagem eficaz. Carbonell (2002), por sua vez, discute a inovação pedagógica como um processo necessário para a adaptação às mudanças sociais e tecnológicas, propondo abordagens que incentivem a criatividade e a autonomia dos estudantes.

Para garantir a adequação aos padrões educacionais vigentes, foram consideradas as matrizes de referência do INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira). Essas matrizes são fundamentais para orientar a avaliação da aprendizagem e garantir que os objetivos educacionais sejam atingidos de forma eficaz.

Autores como Alro e Skovsmose (2010) destacam a importância do diálogo e da interação no processo de aprendizagem da matemática, enfatizando que o conhecimento é construído coletivamente através da comunicação e da reflexão crítica. Andrade (2020) reforça essa ideia ao apresentar a integração da trigonometria com fenômenos periódicos e programação, sugerindo abordagens interdisciplinares que enriquecem a aprendizagem e tornam o conteúdo mais relevante para os alunos.

Outro aspecto abordado na seleção de dados é a interdisciplinaridade, conforme discutido por Kleiman e Moraes (1998), que propõem a leitura como um elemento integrador entre diferentes áreas do conhecimento, favorecendo uma visão holística e contextualizada do saber. Nogueira (1998) também destaca a importância de uma abordagem interdisciplinar para a construção de um currículo mais significativo e articulado com as necessidades e interesses dos alunos.

A avaliação educacional é um tema recorrente nas fontes consultadas, com autores como Luckesi (2006) e Paixão (2016) que discutem práticas avaliativas que vão além da simples medição do conhecimento, buscando promover o desenvolvimento integral dos estudantes. Villas Boas (2019) complementa essa discussão ao apresentar a avaliação como um processo dialógico e formativo, essencial para a melhoria contínua do ensino e da aprendizagem.

Portanto, a seleção de dados e fontes bibliográficas nesta pesquisa foram cuidadosamente feitas para assegurar uma base teórica robusta e abrangente, integrando perspectivas inovadoras e tradicionais da educação matemática, garantindo a relevância e a adequação das práticas pedagógicas propostas.

Para a verificação dos resultados, adotou-se uma triangulação de dados, conforme proposto por Bassanezi (2002), que enfatiza a importância de combinar diferentes fontes e métodos de coleta de dados para garantir a confiabilidade e a validade das conclusões. A consistência das análises foi avaliada à luz dos objetivos propostos e dos referenciais teóricos adotados, buscando assegurar que as interpretações estivessem alinhadas com as premissas teóricas e práticas de autores como Luckesi (2006) e Moreira (2011).

A análise de conteúdo das ferramentas GeoGebra utilizou categorias desenvolvidas a partir do referencial teórico e das observações empíricas. Essas categorias incluíram aspectos como a facilitação do entendimento conceitual, o estímulo ao pensamento crítico e a capacidade de resolução de problemas. A abordagem de Moreira (2011) sobre teorias de aprendizagem foi particularmente útil para entender como o uso do GeoGebra poderia ser mapeado dentro de diferentes teorias, destacando-se a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, que enfatiza a importância de novos conhecimentos serem relacionados de forma substancial com o que o aluno já sabe.

Além disso, foram consideradas as diretrizes e os parâmetros estabelecidos pelo Ministério da Educação (1996, 2000, 2018) e pelos Parâmetros Curriculares Nacionais, para garantir que as práticas analisadas estivessem em consonância com as políticas educacionais vigentes. A análise revelou que o uso do GeoGebra no ensino médio pode favorecer a realização dos objetivos propostos pela Base Nacional Comum Curricular, especialmente no que tange ao desenvolvimento de competências e habilidades em matemática e suas tecnologias.

As comparações com abordagens tradicionais de ensino, conforme discutido por Luckesi (2006) e Moreira (2011), permitiram identificar pontos de convergência e divergência entre as metodologias analisadas. Observamos que, enquanto os métodos tradicionais muitas vezes se concentram na transmissão de conteúdos de forma expositiva, o uso do GeoGebra promove uma abordagem mais interativa e centrada no aluno, estimulando a exploração, a experimentação e a descoberta, elementos que são fundamentais para a construção de um conhecimento matemático mais profundo e significativo.

É importante destacar que a pesquisa enfrentou limitações relacionadas à disponibilidade de recursos tecnológicos nas escolas e à adaptação dos professores às metodologias propostas. Essas limitações foram abordadas à luz das contribuições de autores como Leão *et al.* (2011) sobre projetos de vida no ensino médio e das reflexões de Moreira e Ribeiro (2016) sobre práticas pedagógicas baseadas em metodologias ativas.

Além das limitações mencionadas, Alro e Skovsmose (2010) apontam que o diálogo é essencial para a aprendizagem em educação matemática, destacando a necessidade de criar ambientes onde a comunicação seja aberta e estimulante. No entanto, as barreiras tecnológicas podem dificultar esse processo, pois a falta de equipamentos adequados impede a realização de atividades interativas que promovem o diálogo. A

escassez de recursos tecnológicos nas escolas brasileiras, portanto, limita a implementação eficaz de metodologias que dependem de ferramentas digitais para facilitar a aprendizagem colaborativa e a interação entre alunos e professores.

Segundo Andrade (2020), a integração de conceitos de trigonometria com fenômenos periódicos e programação oferece uma abordagem interdisciplinar que pode enriquecer o ensino da matemática. No entanto, essa integração exige não apenas recursos tecnológicos, mas também um preparo significativo por parte dos professores para dominar tanto o conteúdo quanto as novas metodologias. A falta de formação contínua e de suporte técnico para os professores se revela como uma limitação importante, dificultando a adoção de práticas pedagógicas inovadoras e integradas.

#### **4 DISCUSSÕES DAS ABORDAGENS METODOLÓGICAS**

A seção foca na descrição e aplicação das ferramentas GeoGebra como metodologia para o ensino da trigonometria, conforme proposto por Andrade (2020). As ferramentas do GeoGebra abordam desde a construção de funções e gráficos até a manipulação de parâmetros e equações trigonométricas, alinhando-se aos princípios da BNCC e às recomendações de metodologias ativas de ensino, como discutido por Moreira e Ribeiro (2016).

O uso do GeoGebra no ensino da trigonometria facilita a compreensão de conceitos complexos por meio de representações visuais dinâmicas e interativas. Como argumenta Brousseau (2008), a interação dos alunos com materiais didáticos digitais promove um ambiente de aprendizagem mais ativo e participativo, onde a visualização e a manipulação direta de figuras geométricas e funções são centrais para a construção do conhecimento matemático. Assim, o GeoGebra serve não apenas como uma ferramenta de ensino, mas como um mediador no processo de aprendizagem, proporcionando aos alunos uma experiência prática e intuitiva com os conceitos trigonométricos.

A aplicação dessas ferramentas do GeoGebra no contexto da sala de aula deve ser orientada pelo diálogo e pela interação entre professor e aluno, conforme já discutido por Alro e Skovsmose (2010). Através do diálogo, os alunos são incentivados a expressar suas compreensões e dúvidas, possibilitando um ensino mais personalizado e eficaz. No ambiente do GeoGebra, esse diálogo pode ser enriquecido pela capacidade de explorar múltiplas representações de funções trigonométricas, ajustando parâmetros e observando imediatamente os efeitos dessas mudanças. Este processo interativo e exploratório é

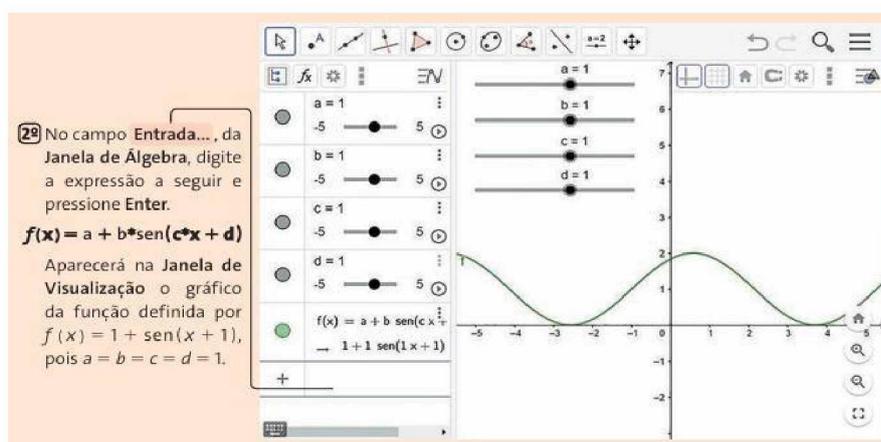
essencial para a compreensão profunda dos conceitos, promovendo a descoberta e a investigação matemática.

A utilização das ferramentas do GeoGebra para a construção e manipulação de funções trigonométricas também está em consonância com as práticas de metodologias ativas de ensino, como a sala de aula invertida e a aprendizagem baseada em projetos, que incentivam a participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem (Moreira e Ribeiro, 2016). Em uma abordagem de sala de aula invertida, por exemplo, os alunos podem explorar conceitos básicos de trigonometria por meio de tutoriais interativos do GeoGebra em casa, utilizando o tempo de aula para resolver problemas mais complexos e participar de atividades colaborativas que aprofundam sua compreensão.

No contexto do ensino híbrido, conforme discutido por Sunaga e Carvalho (2015), o GeoGebra pode ser uma ferramenta eficaz para integrar o aprendizado presencial e online, permitindo que os alunos continuem suas investigações e práticas fora do ambiente da sala de aula física. Esta flexibilidade é crucial para atender às necessidades de aprendizagem diversificadas dos alunos, proporcionando-lhes oportunidades contínuas de explorar e consolidar seus conhecimentos de trigonometria.

A utilização do GeoGebra permite aos alunos visualizarem de forma dinâmica o comportamento das funções trigonométricas, o que facilita a compreensão dos conceitos abordados. Essa abordagem está alinhada com as recomendações de ensino de Matemática de forma contextualizada, conforme preconizado por Marconi e Lakatos (2017) em sua obra sobre metodologia científica. A Figura 1, retirada de Andrade (2020), ilustra um exemplo de construção de uma função seno no GeoGebra.

**Figura 1** - Exemplo de função seno no GeoGebra



Fonte: Andrade (2020)

Além disso, o uso do GeoGebra no ensino de trigonometria exemplifica a aplicação prática da modelagem matemática, um conceito defendido por Bassanezi (2002). A modelagem matemática incentiva os alunos a explorarem e representarem fenômenos reais através de funções matemáticas, reforçando a conexão entre a matemática e o mundo ao seu redor. Através da visualização gráfica e da manipulação de funções no GeoGebra, os alunos podem experimentar diretamente os efeitos de variações nos parâmetros das funções trigonométricas, enriquecendo sua compreensão dos conceitos de amplitude, período e deslocamento de fase.

Segundo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996), a educação deve estar fundamentada em princípios de flexibilidade, diversidade e contextualização. A Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018) reforça essa visão ao destacar a importância de integrar as tecnologias digitais ao processo educativo, promovendo uma aprendizagem que seja não apenas informativa, mas formativa. A utilização do GeoGebra, portanto, se encaixa perfeitamente nessa perspectiva, proporcionando aos alunos ferramentas que enriquecem o aprendizado e facilitam a visualização e compreensão de conceitos complexos.

O trabalho colaborativo, conforme descrito por Dias (2008), também é potencializado com o uso de ferramentas como o GeoGebra. Quando os alunos trabalham juntos para resolver problemas e construir gráficos, eles desenvolvem habilidades de comunicação e cooperação, essenciais para a aprendizagem coletiva. Esse ambiente colaborativo é essencial para o desenvolvimento de competências que vão além do conhecimento técnico, preparando os alunos para enfrentar desafios de maneira crítica e criativa.

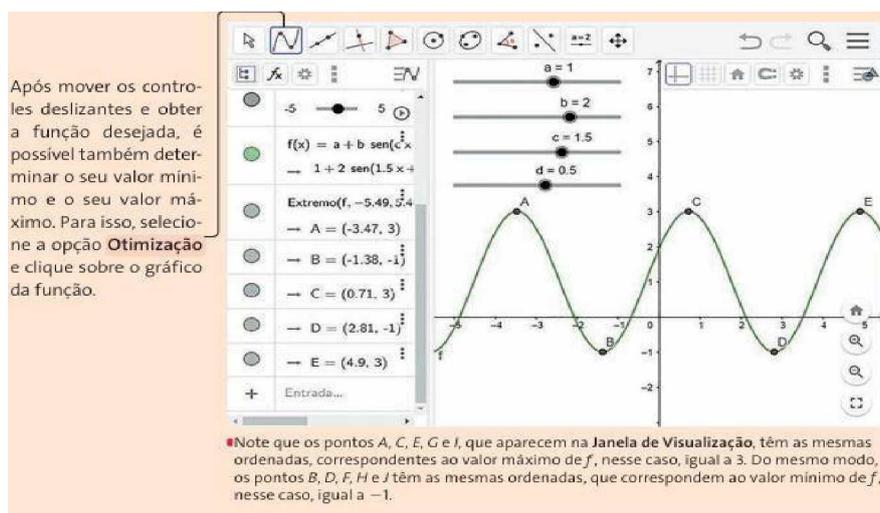
Além disso, a abordagem de utilização do GeoGebra está alinhada com as metodologias ativas de ensino, como discutido por Moreira e Ribeiro (2016). Essas metodologias promovem um engajamento maior dos alunos, que deixam de ser meros receptores de informações para se tornarem participantes ativos no processo de aprendizagem. A construção e manipulação de gráficos no GeoGebra exige que os alunos apliquem conceitos teóricos na prática, promovendo uma aprendizagem mais profunda e duradoura.

Conforme argumentado por Brousseau (2008), o papel do professor em um ambiente de aprendizagem que utiliza tecnologias digitais deve ser o de mediador. O

professor deve orientar e facilitar a exploração dos alunos, promovendo um ambiente de descoberta e inovação. Através do uso do GeoGebra, os professores podem criar situações didáticas que desafiem os alunos a investigar, conjecturar e validar suas hipóteses, desenvolvendo um pensamento matemático crítico e independente.

Ao manipular parâmetros e equações no GeoGebra, os estudantes podem explorar diferentes cenários e entender as relações matemáticas de forma interativa. Essa abordagem está em consonância com as teorias de aprendizagem de Moreira (2011) e com as propostas de avaliação formativa de Villas Boas (2019), que enfatizam a importância da experimentação e da participação ativa dos alunos. A Figura 2 demonstra a manipulação de parâmetros em uma função trigonométrica, conforme apresentado por Andrade (2020).

**Figura 2 - Manipulação de parâmetros na função seno**



Fonte: Andrade (2020)

Ainda segundo Alro e Skovsmose (2010), o diálogo e a interação são elementos centrais no processo de aprendizagem matemática. O uso de ferramentas como o GeoGebra permite que os alunos se engajem em diálogos produtivos, testando hipóteses e observando os resultados de suas manipulações em tempo real. Este tipo de interação facilita a compreensão profunda dos conceitos matemáticos e promove uma aprendizagem mais significativa.

Além disso, Brousseau (2008) aborda a importância das situações didáticas para o ensino eficaz da matemática. A manipulação de parâmetros no GeoGebra cria um

ambiente onde os alunos podem explorar e descobrir por si mesmos, levando a uma melhor retenção do conhecimento e a uma maior autonomia no aprendizado. Esta prática está de acordo com as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), que incentiva o uso de metodologias ativas e interativas no ensino de matemática.

A interdisciplinaridade também é destacada por Nogueira (1998) como uma estratégia pedagógica que pode ser potencializada com o uso de ferramentas digitais. Ao manipular parâmetros no GeoGebra, os alunos não só desenvolvem habilidades matemáticas, mas também aprimoram suas competências em outras áreas, como ciências e tecnologia, conforme proposto pelos PCN+ (BRASIL, 2002).

A utilização de GeoGebra no ensino de matemática atende aos pressupostos pedagógicos discutidos por Carbonell (2002) sobre a inovação educacional. A introdução de tecnologias digitais e metodologias interativas representa uma mudança significativa na forma como a matemática é ensinada e aprendida, promovendo um ambiente educacional mais dinâmico e estimulante.

Dessa forma, ao integrar a manipulação de parâmetros e equações no GeoGebra, os educadores não só aderem às diretrizes educacionais vigentes, mas também enriquecem a experiência de aprendizado dos alunos, preparando-os melhor para os desafios futuros tanto acadêmicos quanto profissionais.

Alguns exemplos práticos demonstram como o GeoGebra pode ser utilizado para modelar fenômenos naturais, como movimentos periódicos, alinhando-se à proposta de interligação entre Matemática e fenômenos periódicos de Andrade (2020, p. 6) e às orientações da BNCC para uma educação contextualizada e interdisciplinar. A autora diz que “a trigonometria ainda é aprofundada nesse volume com o estudo sobre as funções trigonométricas, que está presente no nosso dia a dia. Por exemplo, em fenômenos periódicos, como as marés, o movimento harmônico simples e as ondas de rádio.”

A utilização do GeoGebra para modelar fenômenos naturais, como o movimento harmônico simples, exemplifica a importância da contextualização e interdisciplinaridade no ensino da Matemática, conforme preconizado pela BNCC. O GeoGebra permite a visualização e manipulação de gráficos e funções de maneira dinâmica, facilitando a compreensão dos conceitos matemáticos envolvidos e sua aplicação em situações reais. Andrade (2020) destaca a relevância de integrar trigonometria e fenômenos periódicos para promover um aprendizado significativo, e o GeoGebra oferece uma plataforma ideal para essa integração.

Alro e Skovsmose (2010) discutem a importância do diálogo e da aprendizagem colaborativa na educação matemática. O GeoGebra, ao proporcionar um ambiente interativo e visual, fomenta o diálogo entre os estudantes, permitindo que eles explorem e discutam diferentes aspectos dos fenômenos naturais modelados. Essa abordagem dialógica é fundamental para a construção coletiva do conhecimento, conforme defendido por esses autores.

Bassanezi (2002) reforça a ideia de que a modelagem matemática é uma ferramenta poderosa para o ensino-aprendizagem. Ao utilizar o GeoGebra para modelar fenômenos naturais, os alunos podem perceber a matemática como uma ciência viva e aplicável, em vez de um conjunto de regras abstratas. Essa percepção é crucial para o desenvolvimento de uma atitude positiva em relação à matemática e para o engajamento dos estudantes.

O autor ainda enfatiza a importância da modelagem matemática como uma ferramenta de ensino-aprendizagem que conecta a matemática com problemas reais. Contudo, a aplicação dessa metodologia enfrenta desafios práticos nas escolas, onde a infraestrutura insuficiente e a resistência à mudança por parte de alguns educadores podem limitar seu uso. A modelagem matemática requer um ambiente que favoreça a experimentação e a resolução de problemas em grupo, o que muitas vezes é inviabilizado pela falta de equipamentos e pela organização tradicional das salas de aula.

Além disso, a legislação educacional brasileira, como a Lei nº 9394/1996 e a Base Nacional Comum Curricular de 2018, estabelece diretrizes que incentivam a utilização de metodologias ativas e integradoras no ensino. No entanto, a implementação prática dessas diretrizes encontra obstáculos relacionados à capacitação insuficiente dos professores e à falta de investimentos em tecnologia educacional. A BNCC, por exemplo, propõe a promoção de competências socioemocionais e o uso de tecnologias digitais, mas sem os recursos necessários, essas propostas acabam se tornando difíceis de executar de maneira eficaz nas escolas.

A reflexão de Moreira e Ribeiro (2016) sobre práticas pedagógicas baseadas em metodologias ativas ressalta que tais abordagens demandam um esforço significativo dos professores para reestruturar suas práticas e desenvolver novas competências. A resistência à mudança e a falta de uma cultura de inovação educacional são desafios que precisam ser superados para que metodologias ativas se tornem efetivas. Além disso, as metodologias ativas requerem um ambiente de aprendizado flexível e adaptável, o que

muitas vezes esbarra na rigidez dos currículos escolares e na falta de infraestrutura adequada.

Finalmente, Dayrell et al. (2014) discutem a importância de considerar os sujeitos e os currículos em diálogo no ensino médio, enfatizando a necessidade de um currículo que reflita as realidades e os interesses dos estudantes. No entanto, a adaptação dos currículos para incluir práticas pedagógicas mais dinâmicas e centradas no aluno encontra resistência tanto nos sistemas educacionais tradicionais quanto na falta de recursos materiais e humanos. A implementação de um currículo que dialogue com as necessidades dos estudantes exige um investimento contínuo em formação de professores e em infraestrutura tecnológica, aspectos que muitas vezes são negligenciados nas políticas públicas educacionais.

Outro exemplo prático do uso do GeoGebra é a simulação de crescimento populacional, que pode ser explorada através de funções exponenciais e logarítmicas. Esta aplicação permite aos estudantes visualizar o impacto de diferentes taxas de crescimento ao longo do tempo, facilitando a compreensão de conceitos complexos como a progressão geométrica e a taxa de variação.

Segundo a BNCC (2018), é fundamental que os estudantes desenvolvam a capacidade de utilizar conhecimentos matemáticos para interpretar, representar e resolver problemas em contextos variados. A simulação de crescimento populacional com o GeoGebra atende a essa orientação ao contextualizar o aprendizado matemático em um problema real e relevante. Além disso, essa atividade pode ser enriquecida por discussões interdisciplinares, abordando questões ambientais, econômicas e sociais associadas ao crescimento populacional, promovendo uma visão holística do problema.

O GeoGebra também é amplamente utilizado para explorar propriedades geométricas, como as propriedades dos polígonos e das circunferências. Através de construções dinâmicas, os alunos podem investigar teoremas geométricos e suas demonstrações de maneira interativa, o que facilita a compreensão e retenção dos conceitos.

Brousseau (2008) destaca a importância das situações didáticas que envolvem a exploração e a descoberta para o ensino da matemática. O GeoGebra permite criar situações onde os alunos podem manipular figuras geométricas, observar padrões e formular conjecturas, alinhando-se à teoria das situações didáticas de Brousseau. Esse

tipo de atividade promove a autonomia dos estudantes e o desenvolvimento do pensamento crítico, habilidades essenciais no aprendizado matemático.

A integração dessas abordagens práticas com o uso do GeoGebra mostra-se eficaz não apenas para a compreensão de conceitos matemáticos, mas também para o desenvolvimento de habilidades transversais como a resolução de problemas, a colaboração e o pensamento crítico. Assim, o GeoGebra torna-se uma ferramenta indispensável para uma educação matemática moderna, contextualizada e interdisciplinar.

Outra aplicação prática do GeoGebra é a análise de dados matemáticos complexos, como séries temporais e gráficos tridimensionais, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades de análise crítica e interpretação de informações, conforme discutido por Wassermann (1990) sobre o uso de brincadeiras sérias no ensino.

A capacidade de manipular e interpretar séries temporais e gráficos tridimensionais não apenas fortalece as habilidades analíticas dos alunos, mas também os prepara para um mundo cada vez mais voltado para a interpretação de dados e a resolução de problemas complexos. Essa abordagem dialoga diretamente com a ideia de aprendizagem significativa, conforme discutida por Alro e Skovsmose (2010), na qual os estudantes são estimulados a construir conhecimento por meio da interação com conteúdos relevantes e contextualizados.

Ao explorar dados matemáticos complexos, os alunos não apenas aprimoram suas habilidades quantitativas, mas também desenvolvem competências críticas, como a capacidade de questionar, analisar e interpretar informações de maneira profunda e reflexiva. Isso está alinhado com os princípios da educação matemática contemporânea, que enfatiza não apenas a resolução de problemas, mas também a compreensão do processo por trás das soluções.

A série temporal no GeoGebra revela como a tecnologia pode ser integrada de forma eficaz no ensino da matemática, proporcionando uma experiência visual e interativa que facilita a compreensão de conceitos abstratos. Essa abordagem está em sintonia com as discussões sobre o uso de metodologias ativas e recursos digitais no ensino, conforme debatido por Moreira e Ribeiro (2016), que destacam a importância de promover uma aprendizagem ativa e significativa por meio da tecnologia.

A análise de dados matemáticos complexos no contexto educacional não apenas fortalece as habilidades dos alunos em matemática, mas também promove o desenvolvimento de competências essenciais para a vida contemporânea, como

pensamento crítico, resolução de problemas e uso eficaz da tecnologia. Essa abordagem reflete uma visão integrada e atualizada do ensino da matemática, alinhada com as demandas e desafios do mundo moderno.

## **5 DESAFIOS NO ENSINO DA MATEMÁTICA COM O USO DO GEOGEBRA**

O ensino da matemática enfrenta inúmeros desafios metodológicos, que requerem abordagens inovadoras e reflexivas para superar barreiras e promover uma aprendizagem significativa. Este tópico reitera alguns desses desafios à luz de diversos autores renomados no campo da educação matemática.

Segundo Alro e Skovsmose (2010), o diálogo é um componente essencial na aprendizagem da matemática. Eles defendem que a interação dialógica entre alunos e professores pode promover um entendimento mais profundo dos conceitos matemáticos. No entanto, a implementação de um ambiente verdadeiramente dialógico enfrenta desafios, como a resistência a mudar metodologias tradicionais e a necessidade de formação adequada para os professores.

Andrade (2020) destaca a importância da interdisciplinaridade, especialmente ao relacionar a trigonometria com fenômenos periódicos e programação. A aplicação de conceitos matemáticos em contextos reais pode aumentar o interesse e a compreensão dos alunos. No entanto, o desafio está em desenvolver currículos que integrem efetivamente diferentes disciplinas e na capacitação de professores para essa abordagem interdisciplinar.

Bassanezi (2002) introduz a modelagem matemática como uma metodologia eficaz para conectar a matemática com o mundo real. Esta abordagem pode tornar a matemática mais relevante e interessante para os alunos. O desafio, contudo, é a complexidade de criar modelos matemáticos adequados que sejam compreensíveis e aplicáveis para os alunos de diferentes níveis de ensino.

As diretrizes e bases da Educação Nacional, estabelecidas pela Lei nº 9394/1996, e documentos como a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), fornecem um quadro para a educação matemática no Brasil. A implementação dessas políticas enfrenta desafios significativos, incluindo a disparidade de recursos entre escolas e a necessidade de adaptar currículos locais às diretrizes nacionais.

Brousseau (2008) propõe a teoria das situações didáticas, que foca no papel ativo do aluno na construção do conhecimento matemático. Implementar essa teoria requer uma

mudança na postura do professor, que deve criar situações de aprendizagem onde os alunos possam explorar e descobrir conceitos matemáticos por conta própria. Esse método enfrenta desafios, como a resistência à mudança de metodologias tradicionais e a necessidade de formação específica para os educadores.

A avaliação é um aspecto crítico discutido por Castillo Arredondo (2013) e Luckesi (2006). A transição de um modelo de avaliação focado em classificações para um que realmente promova a aprendizagem é desafiadora. Isso requer não apenas novas práticas de avaliação, mas também uma mudança cultural dentro das escolas.

Moreira e Ribeiro (2016) defendem o uso de metodologias ativas, como a aprendizagem baseada em projetos e o letramento informacional. Essas metodologias promovem um aprendizado mais participativo e significativo. No entanto, a implementação dessas metodologias enfrenta desafios como a necessidade de infraestrutura adequada, formação contínua dos professores e adaptação dos currículos.

Prensky (2010) e Sunaga e Carvalho (2015) destacam o papel das tecnologias digitais no ensino híbrido e na personalização da aprendizagem. A integração de tecnologias digitais pode enriquecer a experiência de aprendizagem, mas também traz desafios como a desigualdade no acesso à tecnologia e a necessidade de formação dos professores para utilizar essas ferramentas de forma eficaz.

O conceito de contrato didático, discutido por Silva (1999) e Moretti e Flores (2002), refere-se aos acordos implícitos e explícitos entre professores e alunos sobre o papel de cada um no processo de aprendizagem. Revisar e adaptar o contrato didático pode ajudar a melhorar a dinâmica de ensino, mas requer uma compreensão profunda das necessidades e expectativas dos alunos e professores.

Buriasco e Soares (2008) analisam a avaliação de sistemas escolares, enfatizando a necessidade de focar na produção do conhecimento matemático pelos alunos, em vez de apenas classificá-los. Este enfoque requer metodologias de avaliação mais abrangentes e contínuas, que possam fornecer insights detalhados sobre o processo de aprendizagem.

Carbonell (2002) explora a necessidade de inovação nas práticas educacionais. Promover mudanças significativas requer uma abordagem sistemática e colaborativa, onde todos os atores educacionais estejam envolvidos. Os desafios incluem resistência às mudanças, falta de recursos e necessidade de liderança forte e visionária.

Dias (2008) discute a importância do trabalho colaborativo entre professores como uma forma de enfrentar os desafios metodológicos. Criar uma cultura de

colaboração pode ajudar a compartilhar boas práticas e encontrar soluções inovadoras para problemas comuns. No entanto, isso requer tempo, recursos e um ambiente escolar que favoreça a cooperação.

Dayrell, Carrano e Maia (2014) analisam os desafios específicos da educação matemática para jovens no ensino médio. Considerar os interesses e necessidades dos jovens é crucial para desenvolver metodologias que realmente engajem este grupo. O desafio é criar currículos e metodologias que sejam ao mesmo tempo relevantes e desafiadores.

Finalmente, abordar a inclusão na educação matemática, como discutido por vários autores, requer estratégias que atendam às diversas necessidades dos alunos. Isso inclui adaptar métodos de ensino, materiais e avaliações para garantir que todos os alunos tenham a oportunidade de aprender e se desenvolver matematicamente.

Os desafios metodológicos na educação matemática são multifacetados e exigem abordagens integradas e colaborativas. A adoção de práticas inovadoras, alinhadas com as diretrizes políticas e focadas nas necessidades dos alunos, pode contribuir para a melhoria da aprendizagem matemática. É crucial que educadores, formuladores de políticas e a comunidade escolar trabalhem juntos para superar essas barreiras e promover uma educação matemática de qualidade para todos.

## **6 PROPOSTA DE ATIVIDADES E PRÁTICA PEDAGÓGICA**

A educação contemporânea enfrenta o desafio de preparar os estudantes para um mundo em constante transformação. A interdisciplinaridade e o uso de tecnologias digitais, aliadas a metodologias ativas, emergem como estratégias promissoras para promover uma aprendizagem significativa e contextualizada. Este trabalho propõe um conjunto de atividades didáticas interdisciplinares, fundamentadas em autores como Alro e Skovsmose (2010), Bassanezi (2002), e Andrade (2020), integrando princípios da Base Nacional Comum Curricular e das diretrizes do Ministério da Educação (MEC).

A interdisciplinaridade visa a integração de conhecimentos de diferentes disciplinas para resolver problemas complexos, refletindo a realidade multifacetada que os alunos enfrentarão fora da escola. Segundo Kleiman e Moraes (1998), essa abordagem fomenta a capacidade crítica e a criatividade dos alunos, promovendo uma visão holística do conhecimento. No contexto da matemática, Bassanezi (2002) enfatiza a modelagem matemática como uma ferramenta que facilita a compreensão de fenômenos reais,

enquanto Andrade (2020) mostra como a trigonometria pode ser aplicada na análise de fenômenos periódicos através da programação.

As metodologias ativas colocam o aluno no centro do processo de aprendizagem, estimulando a participação ativa e o pensamento crítico. Moreira e Ribeiro (2016) destacam que essas metodologias, quando aliadas ao uso de tecnologias digitais, podem tornar a aprendizagem mais dinâmica e envolvente. As tecnologias digitais, por sua vez, oferecem ferramentas poderosas para a exploração e a criação de conhecimento, facilitando a colaboração e a personalização do aprendizado (Prensky, 2010; Sunaga e Carvalho, 2015).

## **6.1 Proposta de Atividades Didáticas Interdisciplinares**

### **1. PROJETO "FENÔMENOS PERIÓDICOS E PROGRAMAÇÃO"**

- **Objetivos:**
  - Integrar conhecimentos de matemática, física e programação.
  - Aplicar conceitos de trigonometria na análise de fenômenos periódicos.
  - Desenvolver habilidades de programação para modelagem e simulação.
- **Atividades:**
  - Introdução Teórica: discussão sobre funções trigonométricas e sua aplicação em fenômenos periódicos, como ondas sonoras e eletromagnéticas.
  - Laboratório de Programação: utilização de linguagens de programação, como Python, para criar simulações de fenômenos periódicos.
  - Projeto Prático: desenvolvimento de um programa que modela o movimento de um pêndulo ou a propagação de uma onda.
- **Metodologia:**
  - Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL): os alunos trabalham em grupos para desenvolver seus projetos, promovendo a colaboração e a troca de conhecimentos. - Uso de Ferramentas Digitais: plataformas como Jupyter Notebooks, softwares de simulação online e GeoGebra.

### **2. ESTUDO DE CASO "SUSTENTABILIDADE E MATEMÁTICA"**

- **Objetivos:**
  - Aplicar conhecimentos matemáticos na análise de problemas ambientais.

- Promover a consciência ambiental e o pensamento crítico.
- **Atividades:**
  - Pesquisa Inicial: levantamento de dados sobre consumo de recursos naturais e emissão de poluentes.
  - Análise de Dados: utilização de estatísticas e modelagem matemática para analisar os dados coletados.
  - Propostas de Soluções: desenvolvimento de propostas para reduzir o impacto ambiental, utilizando modelos matemáticos para prever os resultados.
- **Metodologia:**
  - Estudo de Caso: os alunos investigam um problema real, aplicando conhecimentos interdisciplinares para encontrar soluções.
  - Uso de Tecnologias Digitais: ferramentas de análise de dados, como Excel, software de estatísticas e GeoGebra.

### 3. WORKSHOP "HISTÓRIA E MATEMÁTICA"

- **Objetivos:**
  - Explorar a evolução histórica de conceitos matemáticos.
  - Relacionar eventos históricos com o desenvolvimento da matemática.
- **Atividades:**
  - Linha do Tempo Interativa: criação de uma linha do tempo digital que mostra a evolução de conceitos matemáticos ao longo da história.
  - Estudo de Textos Históricos: análise de textos que descrevem descobertas matemáticas e seu impacto na sociedade.
  - Debates e Apresentações: discussões em grupo sobre como a matemática influenciou eventos históricos e vice-versa.
- **Metodologia:**
  - Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL): os alunos investigam questões históricas relacionadas à matemática, promovendo uma compreensão profunda dos conceitos. - Uso de Ferramentas Digitais: softwares de criação de linhas do tempo, plataformas de colaboração online e GeoGebra.

A BNCC (2018) enfatiza a importância da integração curricular e do uso de tecnologias digitais na educação básica. As atividades propostas estão alinhadas com

essas diretrizes, promovendo competências gerais como o pensamento científico, crítico e criativo, e a cultura digital. Além disso, o uso de metodologias ativas responde às orientações do MEC para uma educação que prepare os estudantes para os desafios do século XXI.

A avaliação das atividades deve ser contínua e formativa, focando no processo de aprendizagem e não apenas no resultado final. Villas Boas (2008) destaca a importância de uma avaliação que considere o desenvolvimento das competências e habilidades dos alunos. Métodos como autoavaliação, avaliação por pares e feedback contínuo são essenciais para promover a reflexão e o aprimoramento contínuo dos estudantes.

A proposta de atividades didáticas interdisciplinares que utilizem tecnologias digitais e metodologias ativas oferece uma abordagem inovadora e eficaz para o ensino da matemática e outras disciplinas. Ao integrar conhecimentos e promover a participação ativa dos alunos, essas atividades não apenas tornam a aprendizagem mais significativa, mas também preparam os estudantes para enfrentar os desafios do mundo moderno de maneira crítica e criativa. A implementação dessas estratégias, alinhadas às diretrizes da BNCC e fundamentadas em uma sólida base teórica, pode transformar a educação e proporcionar uma experiência de aprendizagem enriquecedora e motivadora.

## **6.2 Proposta de Intervenção Pedagógica**

A proposta de intervenção pedagógica visa enriquecer o processo de ensino-aprendizagem das funções trigonométricas utilizando a plataforma GeoGebra. As discussões metodológicas serão embasadas pelos autores Helle Alro, Ole Skovsmose, Thais Marcelle de Andrade, e Rodney C. Bassanezi, a fim de promover uma abordagem mais significativa e contextualizada das funções trigonométricas no contexto da Matemática.

- **Objetivos:**

- Utilizar o GeoGebra como ferramenta para explorar e visualizar as funções trigonométricas de forma dinâmica e interativa.
- Promover a compreensão dos conceitos de funções trigonométricas por meio de atividades práticas e contextualizadas.
- Estimular o pensamento crítico e a resolução de problemas relacionados às funções trigonométricas.

- Integrar as tecnologias digitais de forma significativa no processo de ensino-aprendizagem.

- **Metodologia:**

1. Formação de Grupos de Estudo: dividir os estudantes em grupos para pesquisa e discussão sobre as funções trigonométricas e suas aplicações.
2. Exploração no GeoGebra: realizar atividades práticas no GeoGebra para visualizar graficamente as funções seno, cosseno, tangente, cotangente, secante e cossecante.
3. Resolução de Problemas Contextualizados: propor problemas que envolvam situações do cotidiano e que possam ser resolvidos utilizando as funções trigonométricas.
4. Discussões Metodológicas: realizar debates e reflexões sobre as estratégias metodológicas utilizadas, tendo como base os autores Alro, Skovsmose, Andrade e Bassanezi.
5. Produção de Relatórios: Os grupos devem produzir relatórios das atividades realizadas, destacando os aprendizados e desafios enfrentados.

- **Cronograma:**

- Semana 1: Formação dos grupos e introdução ao tema.
- Semanas 2 e 3: Atividades práticas no GeoGebra e resolução de problemas.
- Semana 4: Debates sobre as estratégias metodológicas e produção dos relatórios.
- Semana 5: Apresentação dos relatórios e discussões finais.

- **Recursos Necessários:**

- Computadores com acesso à internet e instalados com o GeoGebra.
- Materiais de apoio como livros, artigos e vídeos relacionados às funções trigonométricas.
- Espaço físico adequado para as atividades em grupo e debates.

A avaliação será contínua e abrangerá a participação dos estudantes nas atividades, a qualidade dos relatórios produzidos, o desempenho nas resoluções de problemas e o engajamento nas discussões metodológicas. Também será considerada a compreensão demonstrada sobre as funções trigonométricas e sua aplicação no GeoGebra.

A proposta de intervenção pedagógica busca não apenas transmitir conhecimentos sobre funções trigonométricas, mas também desenvolver habilidades de análise, resolução de problemas e uso de tecnologias digitais de forma crítica e reflexiva.

A integração dos princípios dos autores citados enriquecerá o processo educativo, proporcionando uma aprendizagem mais significativa e contextualizada para os estudantes.

## **7 ANÁLISE E DISCUSSÃO**

O estudo das técnicas e ferramentas baseadas em funções trigonométricas com o uso do Geogebra, à luz dos autores mencionados, revela insights valiosos para aprimorar o processo de ensino e aprendizagem. Este tópico examina os resultados obtidos e analisa como essas abordagens podem impactar a educação matemática, destacando as contribuições de Andrade (2020), Bassanezi (2002), Alro e Skovsmose (2010), e outros.

A análise dos dados seguiu uma abordagem qualitativa, utilizando a análise de conteúdo das ferramentas GeoGebra, observações de utilização prática no ambiente escolar e comparações com métodos tradicionais de ensino. Este processo foi fundamental para identificar as percepções e práticas pedagógicas dos professores em relação ao uso do GeoGebra. Conforme já dito por Alro e Skovsmose (2010), o diálogo e a aprendizagem são elementos essenciais na educação matemática, o que justifica a escolha de observações em sala de aula para captar as interações e a dinâmica de ensino-aprendizagem.

Ademais, Andrade (2020) ressalta a importância de integrar a matemática com outros conhecimentos e tecnologias, como a programação, para enriquecer a experiência educacional dos alunos. Essa perspectiva foi considerada na análise das práticas docentes observadas, verificando-se como o GeoGebra contribui para uma abordagem interdisciplinar e contextualizada da matemática, promovendo uma aprendizagem mais significativa e engajadora.

A pesquisa destaca a eficácia das ferramentas digitais, especialmente o Geogebra, na promoção da interatividade e engajamento de alunos. Andrade (2020) e Bassanezi (2002) enfatizam a importância de metodologias que tornam o aprendizado mais dinâmico e envolvente. Nessas pesquisas, ao utilizar o Geogebra, foi possível observar um aumento na participação dos alunos, que demonstraram maior interesse e compreensão dos conceitos de funções trigonométricas. As visualizações dinâmicas oferecidas por essa ferramenta facilitaram a transição de conceitos abstratos para uma compreensão concreta, conforme sugerido por Alro e Skovsmose (2010).

A integração dos conteúdos de trigonometria com fenômenos periódicos e programação, conforme proposto por Tomaz e David (2008), mostrou-se eficaz. Essa abordagem interdisciplinar não apenas contextualiza os conceitos matemáticos em situações do cotidiano, mas também estimula a conexão com conhecimentos prévios dos alunos, promovendo uma aprendizagem mais significativa. A aplicação prática desses conceitos em outras disciplinas fortaleceu a compreensão e a aplicação prática do conteúdo.

As atividades desenvolvidas com o uso de ferramentas digitais e a contextualização dos conteúdos estimularam não apenas a compreensão dos conceitos matemáticos, mas também o desenvolvimento de habilidades como resolução de problemas, pensamento crítico e criatividade. Esses são aspectos essenciais para a formação integral dos estudantes. Ratificamos que a abordagem proposta por Alro e Skovsmose (2010) enfatiza a importância do diálogo e da interação na aprendizagem, sugerindo que métodos que incentivam a participação ativa dos alunos podem aprimorar significativamente a compreensão e a retenção do conhecimento.

A comparação entre os métodos tradicionais de ensino e as abordagens inovadoras revelou um aumento significativo na eficácia das estratégias que incorporam tecnologia e aplicação prática dos conceitos. Essa constatação reforça o entendimento de Moreira (2011) sobre o valor dos modelos matemáticos para uma compreensão mais profunda e contextualizada das funções trigonométricas em situações reais. A análise também destaca a relevância da adaptação curricular, conforme preconizado pela Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), como meio de integrar abordagens inovadoras e estimulantes alinhadas com as necessidades educacionais contemporâneas.

A adaptação curricular é essencial para incorporar novos métodos de ensino e considerar a diversidade de aprendizado dos alunos, promovendo um ambiente de ensino mais inclusivo e eficaz. As contribuições de Alro e Skovsmose (2010) reforçam a importância de métodos que incentivam a participação ativa dos alunos. A adaptação curricular, conforme sugerido pela BNCC (BRASIL, 2018), permite a inclusão de abordagens interativas e práticas colaborativas, que podem aprimorar a compreensão e a retenção do conhecimento matemático.

A discussão sobre a eficácia e as limitações das práticas inovadoras no ensino das funções trigonométricas é fundamental na educação matemática contemporânea. Moretti e Flores (2002) destacam a importância do contrato didático no ambiente

educacional, ressaltando a necessidade de um planejamento adequado e do estabelecimento de expectativas claras entre professores e alunos. Isso se torna particularmente relevante ao lidar com práticas inovadoras, onde a mudança de paradigma pode gerar resistências e exigir uma gestão cuidadosa das expectativas e do processo de aprendizagem.

Graminha (2019) traz à tona a importância da metodologia fishbowl na discussão e análise das práticas educacionais. Esse método favorece a reflexão coletiva e a construção de significados compartilhados, aspectos cruciais quando se busca avaliar a eficácia de abordagens inovadoras no ensino. Através do fishbowl, é possível promover um diálogo aberto entre professores, alunos e demais envolvidos, permitindo uma avaliação mais aprofundada dos resultados obtidos e das limitações enfrentadas.

No contexto das atividades relacionadas às funções trigonométricas, questões de infraestrutura tecnológica e familiaridade dos alunos com ferramentas digitais emergem como desafios a serem superados. Isso remete às reflexões de Buriasko e Soares (2008) sobre a avaliação de sistemas escolares, evidenciando a importância de considerar não apenas os resultados quantitativos, mas também as condições estruturais e o contexto socioeconômico dos estudantes. A superação dessas barreiras é essencial para a plena implementação das práticas inovadoras propostas.

A discussão sobre eficácia e limitações no ensino das funções trigonométricas requer uma abordagem multidimensional, que integre aspectos teóricos, metodológicos e contextuais. Somente assim é possível promover práticas educacionais mais significativas e alinhadas com as necessidades e realidades dos estudantes. A análise dos dados à luz dos autores consultados reforça a importância de estratégias pedagógicas inovadoras e interdisciplinares, aliadas ao uso adequado de recursos tecnológicos, para promover uma aprendizagem mais significativa e engajadora no ensino das funções trigonométricas.

A análise dos dados e observações feitas durante o estudo das técnicas e ferramentas baseadas em funções trigonométricas e Geogebra, conforme os autores citados, revela a eficácia das abordagens inovadoras na promoção de uma aprendizagem mais interativa e significativa. A interatividade proporcionada pelas ferramentas digitais e a contextualização dos conteúdos foram elementos-chave para o sucesso das atividades, estimulando o desenvolvimento de habilidades essenciais para uma formação integral dos estudantes. A comparação entre métodos tradicionais e inovadores evidenciou a necessidade de adaptação curricular e inclusão de práticas pedagógicas dinâmicas e

contextuais. Assim, é fundamental continuar explorando e implementando essas abordagens para atender às demandas educacionais contemporâneas e promover uma educação matemática de qualidade.

## **8 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A síntese dos resultados obtidos destaca a importância do diálogo na construção do conhecimento matemático, a interligação de conceitos matemáticos com outras áreas do conhecimento e a eficácia do uso de modelagem matemática no processo de ensino e aprendizagem.

Este estudo contribui significativamente para a Educação Matemática ao enfatizar a relevância do diálogo como ferramenta pedagógica, a conexão entre a Matemática e outras disciplinas como a programação e fenômenos periódicos, bem como a aplicação prática da modelagem matemática. Além disso, as referências consultadas da Base Nacional Comum Curricular e das leis educacionais brasileiras contextualizaram as discussões, evidenciando a importância das políticas educacionais para o desenvolvimento do ensino de matemática e ciências afins.

Com base nas análises e conclusões deste estudo, sugere-se que pesquisas futuras explorem mais profundamente a integração entre a Matemática e a programação, investigando métodos inovadores para o ensino desses conteúdos. Além disso, a continuidade da discussão sobre o papel do diálogo na aprendizagem matemática e a implementação efetiva de estratégias de modelagem matemática nas práticas educacionais são temas que merecem atenção em estudos posteriores.

Apesar das vantagens destacadas, a implementação de atividades interdisciplinares com o uso de tecnologias digitais e metodologias ativas enfrenta desafios significativos. Um dos principais desafios é a formação continuada de professores, que precisam estar aptos a utilizar ferramentas tecnológicas e a aplicar metodologias inovadoras em suas práticas pedagógicas.

As limitações e considerações metodológicas desta pesquisa refletem um cenário educacional desafiador, onde a falta de recursos tecnológicos e a necessidade de capacitação contínua dos professores são obstáculos significativos para a adoção de metodologias inovadoras. A superação dessas limitações exige um compromisso firme com a valorização da educação, investimentos adequados e políticas públicas que promovam a inovação e a qualidade do ensino.

Outro desafio reside na infraestrutura das escolas. A desigualdade no acesso a recursos tecnológicos pode criar disparidades no aprendizado dos alunos. O desenvolvimento de políticas educacionais que garantam a inclusão digital e o acesso equitativo às tecnologias é crucial para a superação desses obstáculos. Além disso, a necessidade de um currículo flexível que permita a integração interdisciplinar e a adaptação a diferentes contextos escolares é um ponto que precisa ser abordado.

A hipótese deste estudo é que a utilização do GeoGebra como ferramenta metodológica de análise de funções trigonométricas proporciona uma abordagem eficaz e precisa na modelagem e resolução de problemas matemáticos e científicos que envolvem tais funções. As análises realizadas ao longo deste trabalho confirmam essa hipótese. O GeoGebra, ao permitir a visualização dinâmica e interativa de funções trigonométricas, facilita a compreensão dos conceitos e a aplicação prática dos mesmos em diversos contextos.

Os exemplos de atividades interdisciplinares apresentados demonstram como o GeoGebra pode ser integrado a projetos que combinam matemática, programação e análise de fenômenos periódicos. Esta ferramenta digital se mostrou eficaz não apenas na visualização e manipulação de funções matemáticas, mas também na promoção de um ambiente de aprendizagem colaborativo e engajador. Assim, o uso do GeoGebra atende aos objetivos educacionais propostos, promovendo uma aprendizagem significativa e contextualizada. A integração de tecnologias digitais e metodologias ativas na educação matemática apresenta um potencial transformador. No entanto, é essencial considerar e superar os desafios metodológicos para garantir que todos os alunos possam se beneficiar dessas abordagens. A formação contínua dos professores, o acesso equitativo às tecnologias e um currículo flexível são elementos chave para o sucesso dessa implementação.

Os resultados desta pesquisa não apenas confirmam a eficácia do GeoGebra como ferramenta didática, mas também destacam a importância de uma abordagem interdisciplinar no ensino da matemática. Ao promover o diálogo, a integração de conhecimentos e a aplicação prática da modelagem matemática, estamos preparando os alunos para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo de maneira crítica e inovadora.

Pesquisas futuras devem continuar explorando novas formas de integrar a matemática com outras disciplinas e tecnologias, investigando a eficácia dessas

abordagens em diferentes contextos educacionais. A continuidade dessas investigações contribuirá para o aprimoramento das práticas pedagógicas e para o desenvolvimento de uma educação matemática mais inclusiva e eficaz.

## REFERÊNCIAS

ALRO, Helle; SKOVSMOSE, Ole. **Diálogo e aprendizagem em educação matemática**. 2 ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2010.

ANDRADE, Thais Marcelle de. **Matemática interligada: trigonometria, fenômenos periódicos e programação**. São Paulo: Scipione, 2020.

BASSANEZI, Rodney C. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática**. São Paulo: Contexto, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996**.  
\_\_\_\_\_. **Diário Oficial da União, Brasília, DF: MEC, 1996. p. 27833**.

Disponível em:

<[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf)>. Acesso em: 15 jun. 2024. Este site apresenta a lei de diretrizes e bases da Educação Nacional.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em:

<[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf)>. Acesso em: 15 jun. 2024.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. **Parecer CNE/CEB nº 3/2018**. Brasília, DF: 8 nov. 2018. Disponível em:

<[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=102311-pceb003-18&category\\_slug=novembro2018-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=102311-pceb003-18&category_slug=novembro2018-pdf&Itemid=30192)>. Acesso em: 16 jun. 2024.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. **Parecer CNE/CEB nº 5/2011**. Distrito Federal, DF: Ministério da Educação, 4 maio 2011. Disponível em:

<[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=9915-pceb-11-1-1&Itemid=&=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=9915-pceb-11-1-1&Itemid=&=30192)>. Acesso em: 15 jun. 2020.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Temas Contemporâneos Transversais na BNCC: contexto histórico e pressupostos pedagógicos**. Brasília, DF, 2019. Disponível em: <[http://basenacionalcomum/images/implementacao/contextualizacao\\_temas\\_contemporaneos.pdf](http://basenacionalcomum/images/implementacao/contextualizacao_temas_contemporaneos.pdf)>. Acesso em: 20 jun. 2024.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília, 2000. p. 53.

\_\_\_\_\_. **PCN+ Ensino Médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, 2002.

BROUSSEAU, Guy. **Introdução ao estudo da teoria das situações didáticas**: conteúdos e métodos de ensino. Tradução de Camila Bogéa. São Paulo: Ática, 2008.

\_\_\_\_\_. **Os diferentes papéis do professor**. In: PARRA, Cecília; IRMA, Saiz (Org.). **Didática da matemática: reflexões psicopedagógicas**. Porto Alegre: Artmed, 1996. p. 48-72.

BURIASCO, Regina L. C.; SOARES, Maria T. C. Avaliação de sistemas escolares: da classificação dos alunos à perspectiva de análise de sua produção Bibliografia consultada 194 matemática. In: VALENTE, Wagner R. (Org.). **Avaliação em matemática: história e perspectivas atuais**. Campinas: Papyrus, 2008.

CARBONELL, Jaume. **A aventura de inovar a mudança na escola**. Rio de Janeiro: Artmed, 2002.

DAYRELL, Juarez; CARRANO, Paulo; MAIA, Carla L. (Org.). **Juventude e ensino médio**: sujeitos e currículos em diálogo. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014.

DIAS, Paulo. Pontos de partida para uma dinâmica de trabalho colaborativo. In: GTI (Eds.). **O professor de matemática e os projectos de escola**. Lisboa: APM, 2008, p. 233-256.

GRAMINHA, Cristiano V. Aplicação do método fishbowl na discussão do tratamento fisioterapêutico da artrite reumatoide no curso de graduação em fisioterapia. In: GARCÊS, Bruno Pereira (Org.). **Aprendizagem centrada nos estudantes em sala de aula**. Uberlândia: Edibrás, 2019.

INEP. **Matrizes de Referência**. Disponível em: < <http://portal.inep.gov.br/matriz-dereferencia>>. Acesso em: 10 jul. 2024.

KLEIMAN, Ângela B.; MORAES, Silvia E. **Leitura e interdisciplinaridade**. Campinas: Mercado de Letras, 1998.

LEÃO, Geraldo *et al.* **Juventude, projetos de vida e ensino médio**. Educação & Sociedade, v. 32, n. 117, p. 1067-1084, 2011.

LUCKESI, Cipriano C. **Avaliação da aprendizagem escolar**: estudos e proposições. São Paulo: Cortez, 2006.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de aprendizagem**. 2. ed. São Paulo: EPU, 2011.

MOREIRA, Jonathan Rosa; RIBEIRO, Jefferson Bruno Pereira. Prática pedagógica baseada em metodologia ativa: aprendizagem sob a perspectiva do letramento informacional para o ensino na educação profissional. Periódico Científico **Outras palavras**, v. 12, n. 2, 2016, p. 93. Disponível em: <<http://revista.faculdadeprojecao.edu.br/index.php/Projecao5/article/download/722/608>>. Acesso em: 29 jun. 2024.

MORETTI, Mérciles Thadeu.; FLORES, Cláudia Regina. **Elementos do contrato didático**. (Ensaio). Mimeo. UFSC, 2002.

NOGUEIRA, Nilbo R. **Interdisciplinaridade aplicada**. 3. ed. São Paulo: Érica, 1998.

PAIXÃO, Claudiane Reis da (org.). **Avaliação**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

PRENSKY, Marc. **O papel da tecnologia no ensino e na sala de aula**. Tradução de Cristina M. Pescador. Conjectura, Caxias do Sul, v. 15, n. 2, p. 201-204, maio/ago. 2010. Disponível em: <<http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/conjectura/article/view/335>>. Acesso em: 30 jun. 2024.

SILVA, Benetido A. da. Contrato didático. In: FRANCHI, Anna et al. **Educação matemática: uma introdução**. São Paulo: Educ, 1999.

SUNAGA, Alexsandro; CARVALHO, Camila Sanches. As tecnologias digitais no ensino híbrido. In: BACICH, Lilian; NETO, Adolfo Tanzi; TREVISANI, Fernando de Mello (Org.). **Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Porto Alegre: Penso, 2015.

TOMAZ, Vanessa S.; DAVID, Maria Manuela M. S. **Interdisciplinaridade e aprendizagem da Matemática em sala de aula**. Belo Horizonte: Autêntica, 2008.

VILLAS BOAS, Benigna Maria de Freitas. **Conversas sobre avaliação**. Campinas: Papyrus, 2019.

\_\_\_\_\_. **Virando a escola do avesso por meio da avaliação**. Campinas: Papyrus, 2008.

WASSERMANN, Selma. **Brincadeiras sérias na Escola Primária**. Lisboa: Instituto Piaget, 1990.