



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO PROFISSIONAL EM
MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL - PROFMAT
INSTITUIÇÃO ASSOCIADA: IFPI – CAMPUS FLORIANO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**GEOGEBRA COMO INSTRUMENTO DIDÁTICO NO ENSINO DE
FUNÇÕES TRIGONOMÉTRICAS: uma abordagem metodológica no
contexto da educação matemática**

VALDEMIR SILVA OLIVEIRA JUNIOR

**Orientador: Prof. Dr. Rui Marques Carvalho
Coorientador: Prof. Dr. Ezequias Matos Esteves**

**FLORIANO
2026**

VALDEMIR SILVA OLIVEIRA JUNIOR

**GEOGEBRA COMO INSTRUMENTO DIDÁTICO NO ENSINO DE
FUNÇÕES TRIGONOMÉTRICAS: uma abordagem metodológica no
contexto da educação matemática**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT) do Instituto Federal do Piauí/ *Campus* Floriano, como parte integrante dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Matemática.

Orientador(a): Prof. Dr. Rui Marques Carvalho

Coorientador(a): Prof. Dr. Ezequias Matos Esteves

**FLORIANO
2026**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Oliveira Junior, Valdemir Silva

O48g Geogebra como instrumento didático no ensino de funções trigonométricas : uma abordagem metodológica no contexto da educação matemática / Valdemir Silva Oliveira Junior. - 2026.
146 f.: il. color.

Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Floriano, 2026.

Orientador : Prof Dr. Rui Marques Carvalho.

Coorientador : Prof Dr. Ezequias Matos Esteves.

1. Funções. 2. Matemática. 3. Tecnologias. 4. Geogebra. I. Título.

CDD - 510

Elaborado por Aurilene Araujo da Costa CRB 3/1272

VALDEMIR SILVA OLIVEIRA JUNIOR

GEOGEBRA COMO INSTRUMENTO DIDÁTICO NO ENSINO DE
FUNÇÕES TRIGONOMÉTRICAS: uma abordagem metodológica no contexto
da educação matemática

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT) do Instituto Federal do Piauí/ *Campus* Floriano, como parte integrante dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Matemática.

Aprovada em: 19/06/2026

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Rui Marques carvalho (Orientador)
Instituto Federal do Piauí – IFPI

Prof. Dr. Ezequias Matos Esteves (coorientador)
Instituto Federal do Piauí – IFPI

Prof. Dr. Igor Ferreira do Nascimento
Instituto Federal do Piauí – IFPI
Avaliador interno

Prof. Dr. Marcelo Teixeira Carneiro
Instituto Federal do Piauí – IFPI
Avaliador externo

Prof. Dr. Alex Sandro Lopes Santos
Universidade Federal do Piauí - UFPI
Avaliador externo

Aos meus pais, Marinês e Valdemir,
que sob muito sol, fizeram – me chegar até aqui,
na sombra.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por me dar força, saúde e principalmente sabedoria ao longo dessa longa caminhada.

Agradeço, à minha esposa, Thabata Lais, por todo amor, compreensão, paciência e apoio durante os momentos mais difíceis desta jornada. Aos meus pais, Marinês e Valdemir, deixo minha eterna gratidão pelos ensinamentos, pelos valores transmitidos e por todo esforço realizado ao longo da vida para que eu pudesse alcançar meus objetivos. À minha irmã Nicole, pelo carinho, incentivo e companheirismo em todos os momentos.

Agradeço aos meus orientadores, Dr. Rui Marques Carvalho e Dr. Ezequias Matos Esteves, pelas orientações, contribuições acadêmicas, dedicação e confiança depositada neste trabalho. Ao PROFMAT, pela oportunidade de crescimento acadêmico e profissional, e a todos os professores do programa e colegas de turma, em especial, minha amiga e companheira de jornada, Lays Santana, que contribuíram significativamente para minha formação ao longo dessa caminhada.

A diretora Keyla Alves, os coordenadores Karlene Medeiros e Alan Miranda e a todos os amigos do colégio Madre Teresa, meu muito obrigado pelo apoio, compreensão e incentivo durante todo o período do mestrado. Trabalhar ao lado de pessoas comprometidas tornou essa caminhada mais leve e significativa.

Aos meus irmãos de outras mães do grupo Fundão, Wesley, Misael, José e Luzardo, agradeço pela amizade, pelas resenhas, pelo apoio e pelos momentos de descontração que ajudaram a equilibrar a intensidade dessa jornada acadêmica.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho e fizeram parte desta importante etapa da minha vida.

*“Eles não podem mais nos manter presos,
ouçam, droga, nós vamos vencer!”*

Metallica, 1986.

RESUMO

Este trabalho investiga o uso do *software geogebra* como ferramenta de ensino do conteúdo de funções trigonométricas em uma turma do 2º ano do ensino médio de um colégio privado da cidade de Floriano – PI. A presença das tecnologias nos dias atuais é nítida na vida de qualquer pessoa. Os recursos tecnológicos estão cada dia mais presentes no contexto educacional. O conteúdo de funções trigonométricas é componente curricular obrigatório no ensino médio, assim, existem várias tecnologias capazes de trabalhar este conteúdo, em específico, o *software geogebra*. Nesse contexto, o objetivo dessa pesquisa é investigar as contribuições do *software geogebra* para o processo de ensino aprendizagem de funções trigonométricas. Para isso, a metodologia adotada foi a pesquisa de campo e de natureza aplicada, sendo de caráter quantitativo, mas, sobretudo, qualitativo. O desenvolvimento do trabalho conta com uma revisão do conteúdo de funções trigonométricas, juntamente com a apresentação do *software* alinhado a sua aplicação em sala de aula, analisando as variações nos gráficos das funções de maneira a associar teoria e prática, buscando uma aprendizagem significativa. Os resultados obtidos apontam as contribuições do uso do *geogebra* para o ensino de funções trigonométricas e mostrou que sua integração ao processo de ensino-aprendizagem trouxe mais engajamento e despertou o interesse dos alunos para o estudo de matemática. Além disso, a pesquisa apresentou uma proposta de ensino, a luz da aprendizagem significativa, que associa o conhecimento matemático com recursos tecnológicos, pois tais elementos estão presentes no cotidiano, contribuindo assim para uma educação associada à realidade. O trabalho apresentado reforça a ideia de que o uso de recursos tecnológicos pode tornar o ensino mais prazeroso e dinâmico agindo como uma ferramenta mediadora no processo de ensino-aprendizagem de matemática.

Palavras-chave: Funções; Tecnologias; Matemática; Geogebra.

ABSTRACT

This study investigates the use of the software geogebra as a teaching tool for trigonometric functions in a second-year high school class at a private school in the city of Floriano, PI. The presence of technology in contemporary society is evident in everyday life, and technological resources have increasingly become part of the educational context. trigonometric functions constitute a mandatory curricular component in high school education; therefore, several technologies can be used to support the teaching of this content, particularly geogebra. In this context, the objective of this research is to examine the contributions of geogebra to the teaching and learning process of trigonometric functions. The methodology adopted consisted of field research of an applied nature, characterized as quantitative and, above all, qualitative. The development of the study includes a review of trigonometric functions content, along with the presentation of the software aligned with its classroom application. The research analyzes variations in the graphs of functions in order to associate theory and practice, aiming at meaningful learning. The results indicate that the use of geogebra contributed positively to the teaching of trigonometric functions, increasing student engagement and fostering greater interest in the study of mathematics. Furthermore, the research presents a teaching proposal grounded in meaningful learning theory, integrating mathematical knowledge with technological resources, since such elements are present in students' daily lives, thereby contributing to an education connected to reality. The study reinforces the idea that the use of technological resources can make teaching more enjoyable and dynamic, acting as a mediating tool in the mathematics teaching and learning process.

Keywords: Functions; Technologies; Mathematics; Geogebra;

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Desempenho dos estudantes brasileiros I	17
Figura 1.2 - Desempenho dos estudantes brasileiros II	17
Figura 2.1- Processo de assimilação da aprendizagem significativa de Ausubel.....	25
Figura 2.2 - Ângulo $B\hat{A}C$, definido pelos pontos B , A e C , sendo o ponto A o vértice	30
Figura 2.3 - Circunferência de centro O	31
Figura 2.4 - ângulo de 1°	32
Figura 2.5 - arco de um $1\ rad$	32
Figura 2.6 - O ciclo trigonométrico	33
Figura 2.7 - O ciclo trigonométrico dividido em quadrantes	34
Figura 2.8 - Arcos côngruos	34
Figura 2.9 - Função seno no ciclo trigonométrico.....	35
Figura 2.10 - Gráfico da função seno	36
Figura 2.11 - Sinal da função seno	36
Figura 2.12 - Função cosseno no ciclo trigonométrico	37
Figura 2.13 - Gráfico da função cosseno	37
Figura 2.14 - Sinal da função cosseno	38
Figura 2.15 - Função tangente no ciclo trigonométrico.....	38
Figura 2.16 - Gráfico da função tangente	39
Figura 2.17 - Sinal da função tangente	39
Figura 2.18 - Interface do <i>geogebra</i>	42
Figura 3.1 - Caracterização da pesquisa	46
Figura 4.1 - Aplicação do pré-teste	52
Figura 4.2 – Resposta da questão 1, item c (Pré-teste).....	54
Figura 4.3 - Resposta da questão 2 (Pré-teste)	55
Figura 4.4 - Resposta da questão 3 (Pré-teste)	56
Figura 4.5 - Resposta da questão 4 (Pré-teste)	57
Figura 4.6 - O segundo encontro	58
Figura 4.7 - Respostas propostas pelos alunos I.....	58
Figura 4.8 - Respostas propostas pelos alunos II	59
Figura 4.9 - O terceiro encontro	59
Figura 4.10 - Redução ao primeiro quadrante	60
Figura 4.11 - Professor na exposição do conteúdo	61
Figura 4.12 - Determinando máximo, mínimo e período	61

Figura 4.13 - Esboço de gráficos de funções trigonométricas.....	62
Figura 4.14 - <i>Geogebra mobile</i>	63
Figura 4.15 - Alunos baixando o <i>geogebra</i>	63
Figura 4.16 - Construção do ciclo trigonométrico.....	64
Figura 4.17 - Construção de gráficos de funções trigonométricas	64
Figura 4.18 - Aplicação do pós-teste	65
Figura 4.19 - Resposta da questão 1(Pós-teste).....	68
Figura 4.20 - Resposta da questão 2 (Pós-teste).....	69
Figura 4.21 - Resposta da questão 3, item a (Pós-teste).....	70
Figura 4.22 - Resposta da questão 3, item b (Pós-teste).....	71
Figura 4.23 - Resposta da questão 4, item a (Pós-teste).....	72
Figura 4.24 - Resposta da questão 4, item b (Pós-teste).....	72
Figura 4.25 - Resposta da aluna Hipátia.....	76
Figura 4.26 - Resposta da aluna Emmy	77
Figura 4.27 - Respostas dos alunos Grace, Euclides e Ada.....	77
Figura 4.28 - Respostas dos alunos Ada, Pitágoras e Sophie	78
Figura 4.29 - Respostas dos alunos Euler, Gauss, Maryam e elza	78
Figura 4.30 - Respostas dos alunos Newton, Katherine, Marie e Vera.....	79

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Notas dos pré - teste	53
Gráfico 2 - Respostas da questão 1 do pré - teste	53
Gráfico 3 - Respostas da questão 2 do pré - teste	54
Gráfico 4 - Respostas da questão 3 do pré - teste	55
Gráfico 5 - Respostas da questão 4 do pré - teste	57
Gráfico 6 - Notas do pós - teste	66
Gráfico 7 - Comparação de notas do pré-teste e do pós-teste	67
Gráfico 8 - Respostas da questão 1 do pós-teste	68
Gráfico 9 - Respostas da questão 2 do pós-teste	69
Gráfico 10 - Respostas da questão 3 do pós-teste	70
Gráfico 11 - Respostas da questão 4 do pós-teste	71
Gráfico 12 - Respostas da questão 1 do questionário	73
Gráfico 13 - Respostas da questão 2 do questionário	74
Gráfico 14 - Respostas da questão 3 do questionário	74
Gráfico 15 - Respostas da questão 4 do questionário	75
Gráfico 16 - Respostas da questão 5 do questionário	75

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Distribuição dos encontros	49
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características do <i>software geogebra</i> e suas contribuições pedagógicas.....	42
Tabela 2 - Ferramentas do <i>geogebra</i> e suas funcionalidades	43
Tabela 3 - Notas do pré - teste.....	52
Tabela 4 - Notas do pós - teste	66
Tabela 5 - Comparação de notas do pré-teste e do pós-teste.....	67

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

Et al - Outros

iOS – *iphone Operating System*

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

PISA - *Programme for International Student Assessment*

TDIC - Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

LISTA DE SÍMBOLOS

π - Número irracional *Pi*

$^{\circ}$ - Grau

rad - Radiano

$\mathbb{Z}$ - Conjunto dos números inteiros

$\mathbb{R}$ - Conjunto dos números reais

$\in$ - Pertence

α – Alpha

$|$ - Para todo

sen (x) – Seno do ângulo x

cos (x) – Cosseno do ângulo x

tg (x) – Tangente do ângulo x

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1 AS DIFICULDADES NA APRENDIZAGEM MATEMÁTICA	21
2.2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E METODOLOGIAS NO ENSINO DE MATEMÁTICA.....	23
2.3 O USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA.....	27
2.4 FUNÇÕES TRIGONOMÉTRICAS E O GEOGEBRA NO ENSINO DE MATEMÁTICA.....	30
2.4.1 Conceitos básicos	30
2.4.2 O ciclo trigonométrico e as funções trigonométricas	33
2.4.3 O <i>geogebra</i> no ensino de funções trigonométricas	40
3 MATERIAIS E MÉTODOS	44
3.1 MODALIDADE DA PESQUISA	44
3.2 PARTICIPANTES DA PESQUISA.....	47
3.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	47
3.4 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS	48
3.5 TECNICAS DE ANÁLISE DE DADOS	50
4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	52
4.1 ANÁLISE DIAGNÓSTICA.....	52
4.2 A INTERVENÇÃO DIDÁTICA	58
4.2.1 Etapa conceitual inicial	58
4.2.2 Mediação com o <i>geogebra</i>	63
4.3 ANÁLISE DO PÓS-TESTE.....	65
4.4 A PERCEPÇÃO DOS ESTUDANTES.....	73
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
5.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	82
REFERÊNCIAS.....	83
APÊNDICE A – PRÉ-TESTE	88
APÊNDICE B – PÓS-TESTE	90
APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO AVALIATIVO	92
PRODUTO EDUCACIONAL.....	94

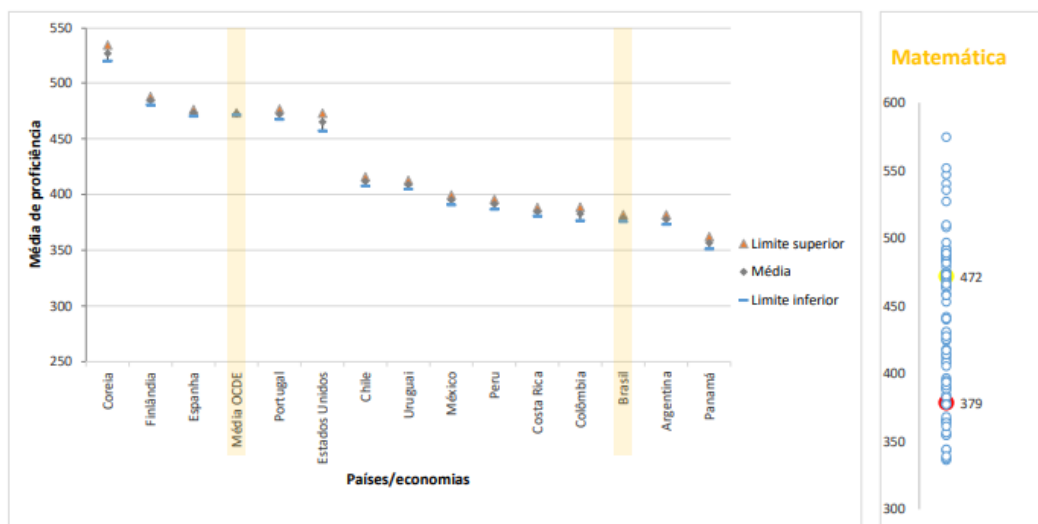
1 INTRODUÇÃO

A presença das tecnologias nos dias atuais é nítida na vida de qualquer pessoa. Como pode ser observado no processo das construções, nos esportes, e até mesmo em coisas simples, como consultar um calendário (Santos, 2020). Além disso, essas e outras as atividades do dia a dia podem ser feitas por meio de simples um *smartphone*. Do ponto de vista educacional, as ferramentas tecnológicas certamente chegariam as salas de aulas, pois elas proporcionam muita praticidade no seu manuseio e até mesmo facilitam as atividades realizadas em sala de aula. Além disso, trazem consigo a necessidade dos educadores se adaptarem a esses avanços (Koch, 2013).

Em uma época de constantes mudanças, faz – se necessário que a escola busque meios de oferecer uma educação na qual o estudante atribua sentido ao conhecimento adquirido de forma a contribuir com a sua aprendizagem, de maneira relevante. Nos dias de hoje, é difícil manter – se longe das tecnologias disponíveis, a disseminação de aparelhos como o *smartphone* interferiu na vida das pessoas, gerando uma flexibilidade nas atividades cotidianas em geral, tornando esses equipamentos indispensáveis. (Perine, 2018, p.15). Assim, repensar as práticas pedagógicas é uma ação que se torna necessária, nesse cenário, deve-se considerar as possibilidades que os recursos tecnológicos podem oferecer ao processo de ensino – aprendizagem. Nesse sentido, Kenski (2012, p. 67) diz que “as tecnologias digitais de comunicação e de informação participam das atividades de ensino realizadas nas escolas brasileiras de todos os níveis”, o que as torna indissociáveis do processo ensino – aprendizagem, gerando novas formas de aprender, ensinar e disseminar conhecimentos. Dessa forma, a utilização dessas ferramentas pode tornar os conteúdos mais atrativos e dinâmicos e podem vir a facilitar a compreensão de assuntos de matemática, disciplina que sempre apresenta os maiores índices de dificuldade.

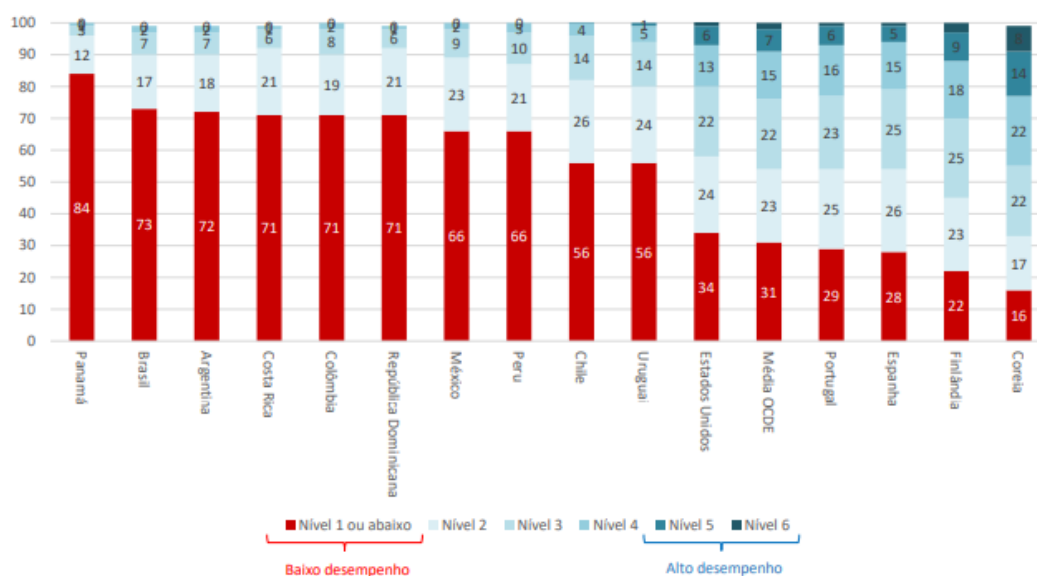
Com relação ao ensino matemática, dados do PISA do ano de 2022 mostram que o Brasil está na 65ª posição de 81 países participantes, atingindo uma pontuação média de 379, bem abaixo da média dos outros países, que é de 472 pontos. (Brasil, 2023). Além disso, dados do PISA também mostram que 73% dos alunos brasileiros não alcançaram o nível básico de proficiência em matemática. O que aponta déficits na aprendizagem da disciplina e falhas no ensino da mesma. As figuras 1.1 e 1.2 ilustram os dados citados.

Figura 1.1 - Desempenho dos estudantes brasileiros I



Fonte: OCDE, banco de dados do Pisa (2022)

Figura 1.2 - Desempenho dos estudantes brasileiros II



Fonte: OCDE, banco de dados do Pisa (2022)

Os conteúdos matemáticos vistos na sala de aula, de acordo com Da Silva; Frota (2012, p. 98) “são vistos de forma fragmentada e mesmo se sejam aprofundados, não garantem que os alunos atribuam um significado aos conceitos estudados”. No que se refere ao ensino de trigonometria, este conteúdo pode ser apontado como um dos que são vistos de forma fragmentada, principalmente quando se faz a explicação da trigonometria no triângulo retângulo, e, na sequência a abordagem desse conceito no ciclo trigonométrico e finalmente a

transição para o plano cartesiano, onde são ensinadas as funções trigonométricas. Nesse sentido, o uso de tecnologias surge como uma alternativa para o ensino de funções, pois “fazer o uso das tecnologias como ferramenta de ensino garante um ganho no tempo das construções gráficas, na autonomia do aluno e uma melhoria na relação professor-aluno.” (Braz; Castro; Oliveira; 2019, p. 73). Logo, por meio dessas ferramentas, como o *geogebra*, a apresentação de gráficos, figuras geométricas e outros elementos matemáticos ficam mais precisos de maneira a potencializar a explicação do conteúdo. Além disso, enxerga-se no *software geogebra*, uma possibilidade de facilitar o ensino de conteúdos matemáticos, em específico o conteúdo de funções trigonométricas, pois este apresenta uma série de ferramentas interativas capazes de construir gráficos e manipular suas variações com precisão por meio de parâmetros.

Os recursos tecnológicos estão cada dia mais presentes no campo educacional, invadindo o cotidiano do professor e fazendo com o que ele tenha que estar inovando sempre. No que se refere ao ensino da matemática, D’Ambrósio (1996) diz que “a geração do conhecimento matemático não pode ser dissociada da tecnologia disponível”. Dessa forma, o ensino de matemática pode ser potencializado com a utilização de *softwares* como por exemplo o *geogebra*. Esse programa apresenta um grande leque de ferramentas que possibilitam resolver pequenos problemas ou até mesmo equações bem mais complexas (Coutinho; Feitosa; Pinheiro, 2020). “Os usos destes recursos evidenciam uma forma de dinamização no ensino e motivação pela aprendizagem da matemática” (Pacheco; Barros, 2013, p. 6), por meio dessas ferramentas a demonstração de gráficos, figuras geométricas e outros elementos matemáticos ficam mais precisos de maneira a potencializar a explicação do conteúdo.

De acordo com Silva; Santos; Filho (2016, p.11) “O professor deve estar aberto e atento às mudanças em curso para que se torne, um facilitador do processo de ensino aprendizagem”. Com esses recursos, os objetos do saber já não são mais concebidos como elementos tão teóricos ou ultrapassados. Eles se tornam mais próximos, mais tangíveis em tempo real (Santos, 2020, p. 27). Assim, torna-se viável o uso de recursos que auxiliem o método tradicional de ensino da matemática com o foco de aumentar o desempenho e simplificando o ensino da disciplina.

Desde os primórdios, A matemática nasce da necessidade do homem de resolver problemas. De acordo com Cunha (2017), a matemática surge “a partir das necessidades básicas do homem primitivo que se utilizava da contagem com uso de ossos, pedras e dedos das mãos e das medições para controle de suas atividades.” No entanto, a forma que a disciplina é abordada nas escolas, dando ênfase a métodos de memorização e deixando em segundo plano a visualização e compreensão dos objetos matemáticos, assim como suas aplicações na prática,

traz consigo um grande prejuízo à capacidade dos estudantes de entenderem e aplicarem em situações do cotidiano o que é abordado nas aulas. Nesse sentido, “para que os estudantes possam entender a relação entre conceitos trigonométricos e suas aplicações, é essencial que desenvolvam habilidades e competências na construção gráfica dessas funções.” (Oliveira; Silva; 2024, p. 2). Assim, o uso de ferramentas tecnológicas pode ser uma opção viável.

Uma das ferramentas mais conhecidas e utilizadas é o *geogebra*. Este *software* “possibilita a compreensão intuitiva da construção de gráficos, comportamento de funções e suas propriedades.” (Alves; Detsch; Banheza, 2023, p. 4). Nesse cenário, o programa se apresenta como “uma ferramenta adicional para a compreensão dos conceitos matemáticos, somando funcionalidades a outros métodos já utilizados.” (Silva; Vaz, 2022, p.18). Assim, o uso do *geogebra* se apresenta como uma possibilidade de tornar o ensino de funções trigonométricas mais acessível e dinâmico para os alunos.

Dessa forma, essa pesquisa busca responder a seguinte pergunta: *Como a utilização do software geogebra pode auxiliar no processo de ensino-aprendizagem do conteúdo de funções trigonométricas?*

Diante do que o *geogebra* pode apresentar pedagogicamente, entende – se que a implementação de tecnologias digitais no ensino de matemática pode contribuir de maneira significativa para a desmistificação de conceitos abstratos, como os relacionados a funções trigonométricas. Nesse contexto, torna-se relevante observar de que maneira o uso do *software* auxilia a compreensão do conteúdo e no engajamento dos estudantes durante o processo de ensino – aprendizagem. Assim, o objetivo geral dessa pesquisa é investigar as contribuições do *software geogebra* para o processo de ensino aprendizagem de funções trigonométricas, tendo como objetivos específicos:

- Elaborar atividades utilizando o *geogebra* para o ensino de funções trigonométricas no Ensino Médio;
- Comparar o desempenho dos estudantes no pré-teste e pós-teste;
- Analisar o impacto do uso do *geogebra* na representação gráfica das funções trigonométricas e suas variações;
- Avaliar a percepção dos estudantes sobre a utilização de ferramentas tecnológicas como meio facilitador na compreensão do conteúdo de funções trigonométricas.

Considerando os objetivos específicos delineados, a pesquisa busca compreender de que maneira o uso do *software geogebra* pode contribuir para o processo de ensino-aprendizagem do conteúdo de funções trigonométricas. Para isso, evidencia-se a

necessidade de articular referências teóricas sobre o ensino de matemática e o uso de tecnologias digitais com uma abordagem metodológica que permita a elaboração, aplicação e análise de atividades mediadas por esses recursos.

Assim, o trabalho está organizado em capítulos que visam apresentar, de forma articulada, a fundamentação teórica, os procedimentos metodológicos adotados e os resultados obtidos ao longo da pesquisa. O capítulo 2 é dedicado a revisão de literatura, na qual são debatidos os principais conceitos e referências que embasaram o estudo. O capítulo 3 apresenta os materiais e métodos escolhidos, descrevendo os recursos utilizados, o contexto da pesquisa e os procedimentos empregados para a coleta e análise dos dados. Na sequência, o capítulo 4 expõe e discute os resultados da pesquisa, relacionando os mesmos aos objetivos propostos e ao referencial teórico. Por fim, o capítulo 5 são as considerações finais, nas quais são retomadas as principais conclusões do estudo, suas limitações e as contribuições para o ensino de matemática.

A seguir discute-se a fundamentação teórica.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O capítulo 2 discute os principais conceitos que fundamentam esta pesquisa, abordando as dificuldades historicamente associadas ao ensino de aprendizagem da matemática, bem como as contribuições das tecnologias educacionais como ferramentas pedagógicas nesse processo. Assim, são discutidos também aspectos relacionados ao ensino de funções, com ênfase nas funções trigonométricas, considerando a importância das representações gráficas e da visualização para a construção do conhecimento matemático. Por fim, evidencia-se o *software geogebra* como recurso didático atuando no auxílio a compreensão dos conteúdos envolvidos, articulando as diferentes representações matemáticas.

2.1 AS DIFICULDADES NA APRENDIZAGEM MATEMÁTICA

A disciplina de matemática é vista como uma das mais difíceis entre todas as disciplinas. Esta percepção está associada ao seu nível elevado de abstração e a utilização de uma linguagem que nem sempre é absorvida pelos estudantes. Lorenzato (2010, p.44) aponta que a linguagem matemática é estigma para muitos alunos, pois ela “é resultado de processos históricos e o significado de cada símbolo precisa ser conhecido para que possam ser compreendidos e empregados corretamente”, fazendo assim com que o entendimento do conteúdo seja prejudicado gerando assim uma aprendizagem fragmentada cujo os estudantes apenas executam os procedimentos sem compreendê-los. Os alunos, mesmo quando aprovados na disciplina muitas vezes não guardam os conceitos dos conteúdos apresentados e apenas decoram as formulas e as executam de forma repetitiva sem entender exatamente o que estão fazendo. As dificuldades encontradas pelos alunos na aprendizagem de matemática podem ser várias, segundo Andreis e Pacheco (2018) tais dificuldades:

Podem estar relacionadas a impressões negativas oriundas das primeiras experiências do aluno com a disciplina, à falta de incentivo no ambiente familiar, à forma de abordagem do professor, a problemas cognitivos, a não entender os significados, à falta de estudo, entre outros fatores (Andreis; Pacheco, 2018, p. 106).

Nesse aspecto, entende – se que há dificuldades na compreensão de conceitos, relacionados ao entendimento dos objetos matemáticos, dificuldades procedimentais, ligadas a utilização de formulas e dificuldades cognitivas, associadas aos processos de generalização, abstração e raciocínio. De acordo com Pereira (2025, p.19), “o ensino da Matemática requer estratégias que estimulem a atribuição pessoal de sentido, de modo que a aprendizagem resulte de uma interação genuína entre conhecimento novo e saberes anteriores”, evidenciando que a

ausência dessas estratégias pode gerar grandes obstáculos ao longo da trajetória escolar de um aluno.

Além disso, práticas pedagógicas voltadas apenas a memorização e repetição de fórmulas reforçam uma aprendizagem mecânica, na qual o aluno pouco reflete sobre os conteúdos trabalhados. D'Ambrosio (2009, p. 67) diz que “uma educação nesse modelo não deve ser chamada como tal. Nada mais é que um treinamento de indivíduos para executar tarefas específicas.” Ainda segundo o autor, esse modelo de ensino acarreta em um distanciamento dos estudantes com relação a matemática, pois não favorece a contextualização nem a compreensão crítica dos conteúdos. O que pode intensificar as dificuldades de aprendizagem, especialmente em conteúdos que trazem consigo um nível de abstração elevado. Dessa forma, alguns fatores podem ser trabalhados pelo professor visando a aprendizagem efetiva da disciplina.

A matemática deve ser compreendida pelos alunos de forma que os novos conhecimentos adquiridos devem ser construídos tendo como base seus conhecimentos prévios, assim a aprendizagem da Matemática deve ter o foco em construir “uma visão integrada da Matemática, aplicada à realidade, em diferentes contextos. “(Brasil; 2018, p. 528). Conforme Ausubel (2003, p.17) “A aprendizagem significativa envolve, principalmente, a aquisição de novos significados a partir de material de aprendizagem apresentado.” Isto é, a assimilação de novos saberes só se consolida quando se deparam com conceitos já conhecidos pelo aluno sendo estes adquiridos de forma não arbitrária e substantiva. Dessa maneira, é importante que o professor assuma o papel de mediador no processo de ensino – aprendizagem, elaborando situações didática que instiguem a reflexão, a curiosidade e a participação ativa dos alunos.

Diante do exposto, percebe-se que as dificuldades relacionadas a aprendizagem matemática estão atribuídas a diversos fatores, que envolvem aspectos cognitivos, pedagógicos e metodológicos. Vencer essas dificuldades depende da implementação de práticas de ensino que foquem na compreensão conceitual, na contextualização dos conteúdos e na articulação entre diferentes representações matemáticas. Nesse sentido, evidencia-se a necessidade de refletir sobre metodologias que possam contribuir para uma aprendizagem significativa e que se associem com a realidades dos estudantes.

O uso de tecnologias em sala de aula pode amenizar as dificuldades encontradas na aprendizagem de matemática pois elas são ferramentas poderosíssimas que ajudam, por exemplo, em tarefas de matemática repetitivas e mecânicas fazendo com que o aluno possa focar em aspectos mais relevantes de um assunto qualquer apresentado. Dessa forma, ao levar ferramentas como calculadora e computador como uma forma complementar aos instrumentos do ensino tradicional como livro didático, quadro e pincel, enriquecem o ambiente de ensino e

“tornam possível que o aluno manipule com mais agilidade entidades matemáticas, o que pode contribuir para o aprendizado” (Barbosa, 2012, p.20).

Nesse contexto, o uso de tecnologias no ensino da matemática deve ser visto como um meio de favorecer a compreensão dos conceitos e o desenvolvimento do raciocínio matemático e quando utilizados de forma planejada, tais ferramentas podem contribuir para exploração de ideias, visualização de conceitos abstratos e construção de significados trazendo os alunos para uma interação maior com os conteúdos matemáticos.

2.2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E METODOLOGIAS NO ENSINO DE MATEMÁTICA

O processo de ensino – aprendizagem da matemática envolve dificuldades e desafios que ultrapassam a transmissão de conteúdo, exigindo o emprego de metodologias que favoreçam a compreensão conceitual e a construção de significados pelos alunos. Como evidenciado no tópico anterior, as dificuldades apresentadas na aprendizagem de matemática estão associadas a práticas centradas na memorização e na repetição de procedimentos. Dessa forma, entende-se a necessidade de refletir sobre metodologias que foquem no aluno, colocando o mesmo como centro do processo de aprendizagem.

A teoria da aprendizagem significativa, proposta por David Paul Ausubel e já citada no tópico anterior, se destaca no conjunto de teorias influentes na educação por defender que novos conhecimentos são aprendidos de forma efetiva quando são relacionados aos conhecimentos prévios já obtidos pelos alunos. Diferente de uma aprendizagem mecânica, onde o estudante apenas memoriza as fórmulas e os procedimentos de resolução, a aprendizagem significativa permite ao aluno compreender os conceitos matemáticos de maneira a favorecer o entendimento e a aplicação do conhecimento em diferentes situações. No entanto, para que tal aprendizagem aconteça, devem ser consideradas duas condições, que são, de acordo com Ausubel (2003): Trazer para o aluno um material que seja potencialmente significativo e que exista uma predisposição à aprendizagem do aluno. Como destaca o autor:

(1) o próprio material de aprendizagem possa estar relacionado de forma não arbitrária (plausível, sensível e não aleatória) e não literal com qualquer estrutura cognitiva apropriada e relevante (i.e., que possui significado ‘lógico’) e (2) que a estrutura cognitiva particular do aprendiz contenha ideias ancoradas relevantes, com as quais se possa relacionar o novo material. A interação entre novos significados potenciais e ideias relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz dá origem a significados verdadeiros ou psicológicos. Devido à estrutura cognitiva de cada aprendiz ser única, todos os novos significados adquiridos são, também eles, obrigatoriamente únicos. (Ausubel, 2003, p.1).

Nesse aspecto, os conhecimentos prévios do aluno são fundamentais no processo de ensino – aprendizagem pois eles permitem que o aluno adquira novos conhecimentos ressignificando os conhecimentos anteriores. Cada estudante que entra na sala de aula traz suas experiências, concepções e saberes construídos ao longo de sua trajetória, que influenciam diretamente na forma como os novos conteúdos são assimilados. De acordo com Moreira (2006), desconsiderar esses conhecimentos podem comprometer a aprendizagem pois o aluno passa a lidar com informações desconectadas da sua estrutura cognitiva, dificultando a atribuição de significados. Para que tenha sentido para o aluno deve existir “um processo de interação pelo qual os conceitos mais relevantes e inclusivos interagem com o novo material servindo de ancoradouro, incorporando-o e assimilando-o, porém, ao mesmo tempo, modificando-se em função dessa ancoragem.” (Moreira, 2006, p.15).

Na teoria de Ausubel, esses conhecimentos prévios são denominados de subsunçores. Os subsunçores são conceitos, preposições ou ideias que já foram assimiladas pelo aluno, que são usadas como base para assimilação de novas informações. Logo, os subsunçores funcionam como “âncoras cognitivas, permitindo que o novo conhecimento seja integrado de maneira não arbitrária e não literal, tornando a aprendizagem mais significativa e duradoura.” (Pereira, 2025, p.15). Para Ausubel, existem dois processos para adquirir conceitos, formação e assimilação. Segundo o autor, os primeiros subsunçores são adquiridos através da formação de conceitos de maneira que são criadas, então, as condições necessárias para que novos conceitos sejam assimilados por meio do processo de assimilação. Corroborando, Moreira (2006, p.21) afirma que “após a aquisição de certa quantidade de conceitos pelo processo de formação, a diferenciação desses conceitos e a aquisição de novos ocorre, principalmente, por meio da assimilação.”

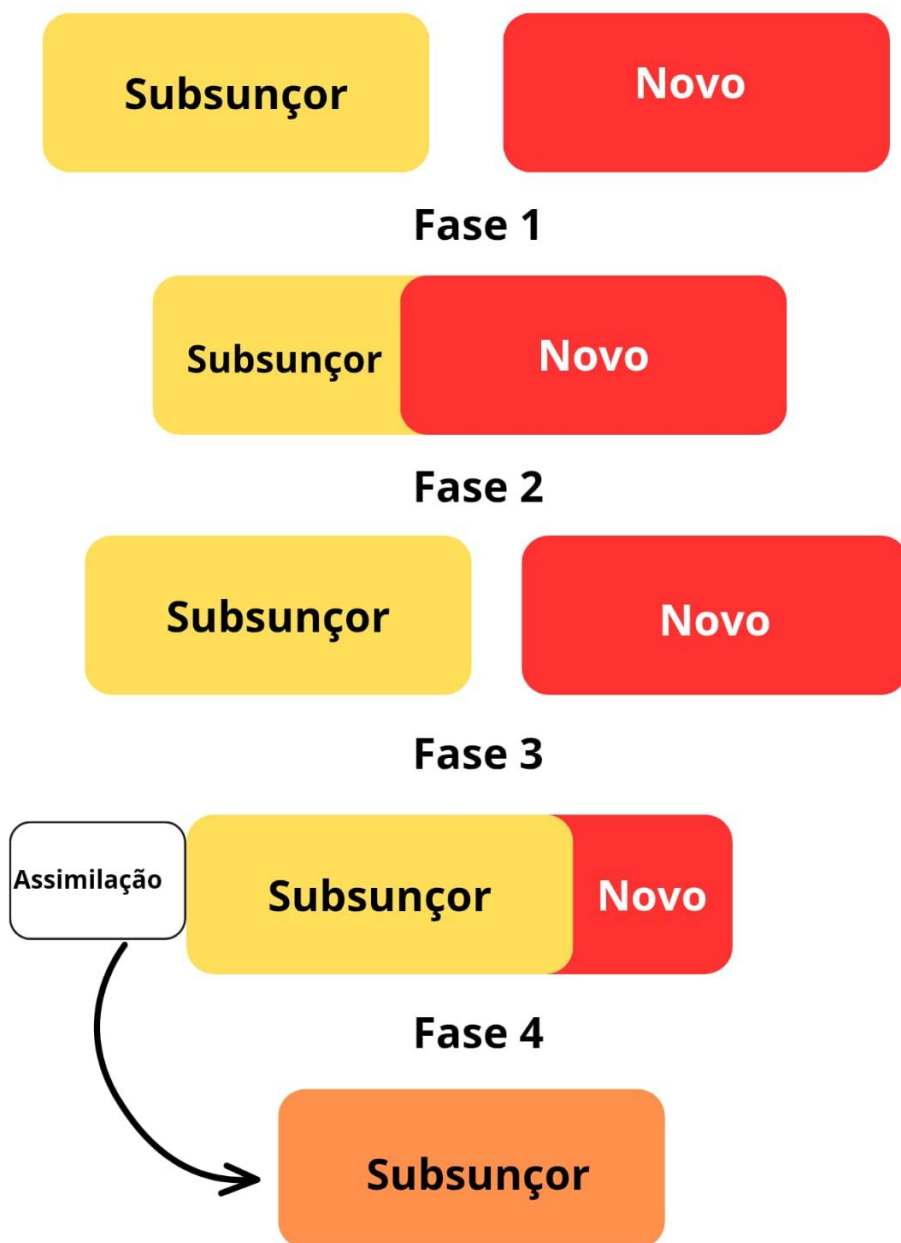
O Processo de formação se dá no período em que a criança está na pré-escola e aquisição de conhecimento por esse processo é gerada a partir de experiências e interações com outras pessoas ou objetos. Como destacam Moreira e Masini (2009), o processo de formação:

É um tipo de aprendizagem por descoberta, envolvendo, de forma, primitiva, certos processos psicológicos. Consiste, essencialmente, de um processo de abstração dos aspectos comuns característicos de uma classe de objetos ou eventos que varia contextualmente. (Moreira; Masini, 2009, p.10).

Já o processo de assimilação, que predomina em crianças no período escolar e em adultos, é “a forma pela qual o aprendiz adquire novos conceitos pela recepção de seus atributos criteriosais e pelo relacionamento desses atributos com ideias relevantes já estabelecidos na estrutura cognitiva.” (Sousa; Silvano; Lima; 2018, p.7).

Dessa forma, o processo de assimilação da aprendizagem significativa pode ser representado da seguinte forma, como mostra a figura 2.1:

Figura 2.1 - Processo de assimilação da aprendizagem significativa de Ausubel



Fonte: Lima (2008, p. 64).

O processo de assimilação tem início quando um novo conhecimento potencialmente significativo é apresentado ao estudante de maneira que o aluno possa associar a algum

conhecimento prévio especificamente relevante (subsunçor) contido na sua estrutura cognitiva (fase 1).

Em seguida, o novo conhecimento sofre transformações onde ocorre a atribuição de alguns significados ao novo conhecimento e também ocorre um enriquecimento ou consolidação do subsunçor, gerando um produto que tenha significado. (fase 2).

A fase 3 é fase de retenção, o novo conhecimento é dissociável do conhecimento prévio, isto é, o aluno já é capaz de atribuir significados ao novo conhecimento. Por fim acontece a assimilação. Nela o novo conhecimento é atribuído no subsunçor resultante, se tornando parte dele. Esse processo permite ao estudante desenvolver sua estrutura cognitiva de forma organizada de maneira que o conhecimento resultante poderá servir como conhecimento prévio para novas aprendizagens.

Dessa forma, a aprendizagem significativa ocorre quando há um processo de interação entre conceitos relevantes, chamados de subsunçores, com o novo conteúdo a ser estudado, no qual, as novas informações adquirem algum significado e são integradas a uma estrutura organizada de maneira não arbitrária e não literal.

Diante disso, o professor deve assumir o papel de mediador do processo de ensino-aprendizagem, sendo responsável por elaborar situações que incentivem a interação entre os conhecimentos prévios dos alunos e os novos conteúdos. Essa mediação está ligada a escolha de estratégias metodológicas que favoreçam a investigação, a reflexão e o diálogo, fazendo com que o estudante participe de forma ativa da construção do seu conhecimento. Como afirma D'Ambrosio (1986, p.25) “a adoção de uma forma de ensino mais dinâmica, mais realista e menos formal permitirá atingir resultados mais adequados” possibilitando aos estudantes atuar de forma consciente na realidade em que está inserido.

Além disso, a utilização de metodologias que focam na contextualização dos conteúdos matemáticos possibilita que os alunos enxerguem a matemática aplicada a realidade deles e presente em diversos contextos. Como destaca a BNCC (2018):

A BNCC da área de Matemática e suas Tecnologias propõe a consolidação, a ampliação e o aprofundamento das aprendizagens essenciais desenvolvidas, a fim de possibilitar que os estudantes construam uma visão mais integrada da Matemática, ainda na perspectiva de sua aplicação à realidade. (Brasil, 2018, p.527).

Assim, ao considerar os conhecimentos prévios dos alunos e utilizar estratégias de ensino que favoreçam a participação ativa dos estudantes, cria-se um ambiente propício ao entendimento de conceitos matemáticos. Nesse cenário, tais metodologias podem vir a ser

potencializadas com o emprego de recursos didáticos, como ferramentas tecnológicas, que serão discutidas no tópico que segue.

2.3 O USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA

A tecnologia avança em um ritmo muito rápido, o que é considerado de ponta nos dias de hoje daqui a alguns anos ou até meses já fica obsoleto. Esse movimento contínuo de transformações impacta diretamente outras áreas, incluindo a educação. No contexto escolar, tais avanços evidenciam a necessidade de refletir sobre as práticas pedagógicas atualmente aplicadas, especialmente no ensino de matemática, disciplina historicamente marcada por dificuldades de aprendizagem e altos índices de reprovação, que ganha essa fama muito por conta das metodologias de ensino aplicadas. Como destaca Cury (2019, p.84), as práticas pedagógicas adotadas, em suma, focadas na repetição e memorização, “geram uma rejeição à Matemática, porque o estudante, perdendo a confiança na sua capacidade de aprender, sente-se desestimulado.”

No que se refere ao campo matemático, o desenvolvimento tecnológico permitiu a criação de diversos *softwares* educacionais capazes auxiliar na visualização e na resolução de problemas da matemática de maneira prática e interativa. Diferentemente dos métodos convencionais, focados, em sua maioria, em cálculos manuais e memorização, esses recursos permitem que o aluno explore conceitos matemáticos através de representações gráficas e manipulações de parâmetros, favorecendo a aprendizagem significativa do estudante.

Essa nova forma de pensar, aprender e resolver problemas está diretamente relacionada ao conceito de cultura digital, discutido por Vani Moreira Kenski. De acordo com Kenski (2015, p. 133) “a cultura digital modela as formas de pensar, agir, comunicar-se com os outros, trabalhar e aprender.” Assim, a escola deve ser vista não apenas como um lugar de transmissão de conteúdos, mas também como um espaço de mediação, onde o professor trabalha como orientador do processo de ensino-aprendizagem, empregando as tecnologias educacionais como aliadas pedagógicas.

Nesse sentido, a BNCC aponta que uma das competências gerais da educação básica é:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (Brasil, 2018, p.9).

O que mostra que a base nacional comum curricular reconhece a importância de desenvolver alunos capazes de lidar com as tecnologias digitais, não apenas de forma aleatória e sem fundamento, mas de forma crítica, reflexiva e atribuindo significados. Assim, a competência visa fazer com que os estudantes sejam protagonistas capazes de integrar de forma ativa uma sociedade digital, promovendo as habilidades citadas, sendo elas a comunicação, o acesso e disseminação de informações, produção de conhecimento e resolução de problemas.

Em corroboração, Matos e Mazzafera (2022) em seu artigo sobre metodologias ativas e tecnologias na educação afirmam que:

As Tecnologias digitais de informação e Comunicação (TDIC), encontram-se inseridas nos diversos atos de interação dos estudantes em sociedade, por isso a relevância de o ambiente escolar abordar estratégias metodológicas que façam o uso dessas tecnologias, uma vez que os estudantes do século XXI são de uma geração que está, constantemente, conectado com as múltiplas formas de comunicar e se informar sobre o que acontece. Em função disso, o ensino a partir da inserção de TDIC pode contribuir com aulas mais dinâmicas e se aproximar da realidade e interesses dos jovens. (Matos; Mazzafera, 2022, p.3).

Nesse contexto, entende-se que a combinação entre metodologias de ensino ativas e o uso planejado de tecnologias digitais se mostra como uma excelente alternativa pedagógica com capacidade de favorecer práticas centradas na aprendizagem significativa do estudante. Essa articulação contribui para que contextos educacionais onde o aluno participa ativamente, com mais engajamento e responsabilidade sejam construídos. A implementação de tecnologias digitais aumenta as possibilidades de mediação docente pois promovem uma maior flexibilidade e interatividade, incentivando o desenvolvimento das competências essenciais no cenário atual.

Entretanto, o simples uso de tecnologias em sala de aula não garante, por si só, as melhorias no processo de ensino-aprendizagem. É necessário saber como utilizar esses recursos para que se consiga extrair todo o seu potencial afim de somar a proposta pedagógica da escola e do professor, pois de acordo com Santiago (2024):

O uso dos softwares devem ser vistos como estratégia didática mediadora do processo de ensino. A implementação do computador como mero caderno digital não oferece oportunidade para a exploração de conteúdos matemáticos. (Santiago, 2024, p. 5).

Dessa forma, é essencial que um professor saiba manusear as tecnologias educacionais disponíveis, esses recursos quando utilizados de forma inadequada, sem o devido planejamento, podem limitar-se à reprodução de práticas tradicionais em um ambiente digital, sem a promoção das aprendizagens significativas.

Como aponta Kenski (2015), o uso de ferramentas tecnológicas no ensino precisa de:

planejamento, investigação, adequação dos espaços e tempos a realidade dos alunos e dos conteúdos que se pretende ensinar. Requer tempo, dedicação, avaliação constante, cooperação e muita comunicação entre todos os envolvidos. (Kenski, 2015, p. 145).

Logo, para que se tenha efetividade no processo de ensino – aprendizagem é necessário que o professor esteja disposto a se adequar ao ambiente, a planejar com antecedência e investigar qual ferramenta é mais útil para os alunos da turma. Segundo Gallo, et al (2024, p.32) “é essencial fornecer formação e suporte contínuos aos educadores, capacitando-os para efetivamente integrar metodologias ativas e tecnologia em sua prática”. Dessa forma, o professor precisa ter em mente que inserir a tecnologia nas suas aulas não é um processo simples sendo necessário um planejamento adequado para a turma além de uma capacitação.

A tecnologia invade o campo educacional e se torna presente nas salas de aulas, principalmente no ensino da matemática. Indo de acordo, Borba; Penteado (2016, p. 3) dizem que “a informática se constituiu em uma das principais tendências da educação matemática”, dessa forma, é impossível desassociar o uso de *softwares* do processo de ensino aprendizagem de matemática. Para os autores, o uso de tecnologias digitais permite integração entre diferentes representações matemáticas, como gráficos, tabelas e expressões algébricas, o que contribui para a compreensão dos conteúdos, mostrando que utilizar essas ferramentas de ensino é de grande importância.

Apesar das potencialidades citadas, é necessário reconhecer que o uso de tecnologias digitais no ensino da matemática enfrenta grandes desafios. A falta de infraestrutura, a escassez na formação continuada para professores e em alguns casos a resistência à mudança de práticas pedagógicas são fatores que podem dificultar a utilização efetiva desses recursos no contexto escolar. Corroborando, Kenski (2012) afirma que para que essas ferramentas tenham um impacto positivo, elas:

precisam ser compreendidas e incorporadas pedagogicamente. Isso significa que é preciso respeitar as especificidades do ensino e da própria tecnologia para poder garantir que o seu uso, realmente, faça diferença. Não basta usar a televisão e o computador, é preciso saber usar de forma pedagogicamente correta a tecnologia escolhida. (Kenski, 2012, p.46).

Assim, a utilização de tecnologias educacionais exige compreensão pedagógica e organização prévia. O professor, ao utilizar tais ferramentas, precisa dominar não apenas os aspectos técnicos, mas também compreender as possibilidades pedagógicas que essas ferramentas oferecem. Além disso, a formação continuada deve contemplar tanto o uso de tecnologias educacionais quanto reflexões sobre metodologias ativas que favoreçam a

aprendizagem significativa do aluno. Nesse aspecto, a tecnologia passa a ser um meio facilitador para o processo de ensino-aprendizagem.

Portanto, a inserção de tecnologias digitais no ensino de matemática apresenta – se como uma forma de enfrentar as dificuldades de aprendizagem da disciplina, tornando-a mais dinâmica e interativa. Essas ferramentas, quando utilizadas de forma planejada, crítica e integrada ao currículo, as tecnologias educacionais podem contribuir para um ensino mais significativo e acessível, preparando os alunos para lidar com os desafios de uma sociedade que cada dia fica mais tecnológica. Assim, o contexto apresentado abre caminho para o uso de softwares específicos, como o geogebra, que será discutido no próximo tópico, juntamente com uma introdução sobre o conteúdo de funções trigonométricas.

2.4 FUNÇÕES TRIGONOMÉTRICAS E O GEOGEBRA NO ENSINO DE MATEMÁTICA

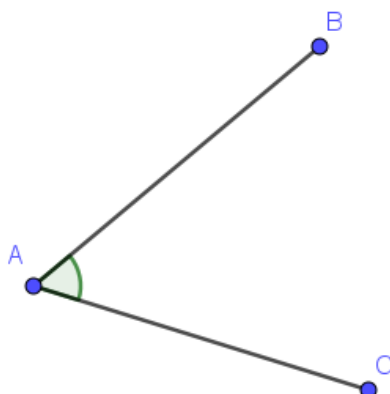
O tópico presente apresentará os conteúdos matemáticos e o *software geogebra*, que embasaram todas as atividades propostas nessa dissertação. Para uma melhor organização e entendimento do que está sendo apresentado, o tópico será dividido em 3 subtópicos. O primeiro subtópico (2.4.1) apresentará os conceitos básicos, o segundo subtópico (2.4.2) aborda o ciclo trigonométrico e as funções trigonométricas. O último subtópico (2.4.3) discute sobre a importância das representações gráficas para o conteúdo de funções trigonométricas e o uso do *geogebra* no ensino de funções.

2.4.1 Conceitos básicos

Para a construção conceitual dos tópicos 2.4.1 e 2.4.2, o embasamento teórico é composto por Iezzi (2013), Lima *et al* (2020) e Dante (2013).

Definição 2.1. Ângulo é união de duas semirretas de mesma origem que não estão contidas na mesma reta.

Figura 2.2 - Ângulo $B\hat{A}C$, definido pelos pontos B , A e C , sendo o ponto A o vértice



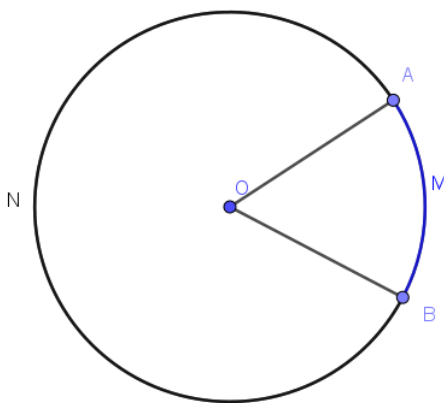
Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Definição 2.2. Dado uma circunferência de centro O e ângulo $A\hat{O}B$, sendo A e B os pontos de interseção entre os lados do ângulo e a circunferência (Figura 2.3). A circunferência fica dividida em duas partes, das quais cada uma dessas partes é denominada arco de circunferência.

- i. Arco de circunferência $\widehat{AMB}$;
- ii. Arco de circunferência $\widehat{ANB}$

Sendo A e B as extremidades do arco.

Figura 2.3 - Circunferência de centro O



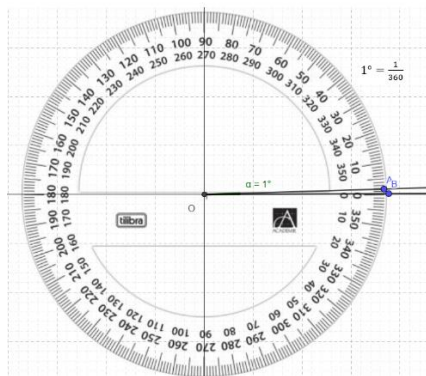
Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Definição 2.3. $A\hat{O}B$ é denominado de ângulo central. Um ângulo é ângulo central sempre que o vértice está no centro da circunferência, como ilustra a Figura 2.3.

As unidades de medida de ângulos e arcos são o grau e o radiano.

Definição 2.4. O grau, representado pelo símbolo $^\circ$, é um arco unitário igual a $\frac{1}{360}$ da circunferência que contém o arco a ser medido.

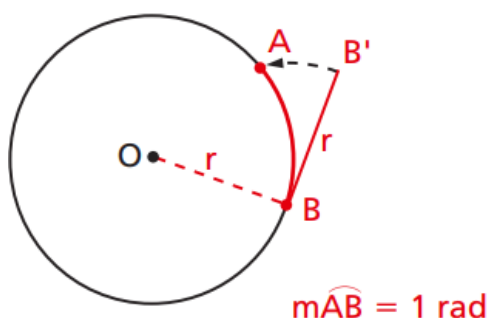
Figura 2.4 - ângulo de 1°



Fonte: Moreira (2020)

Definição 2.5. O radiano, representado por *rad* (abreviação de radiano), é um arco unitário cujo comprimento é igual ao raio da circunferência que contém o arco a ser medido.

Figura 2.5 - arco de um 1 *rad*



Fonte: Iezzi (2013, p.27)

Uma circunferência, evidentemente possui 360° , no entanto, não é tão fácil dizer quantos radianos medem uma circunferência. Segundo Iezzi (2013, p. 27): “O radiano "cabe" 6 vezes na circunferência. Mais precisamente, uma circunferência mede 6,283184... *rad* (número batizado com o nome de 2π *rad*)”. Isto é, uma circunferência mede 2π *rad*.

Nesse sentido, as relações que seguem são suficientes para a conversão de unidades.

$$360^\circ \leftrightarrow 2\pi \text{ rad}$$

$$180^\circ \leftrightarrow \pi \text{ rad}$$

Exemplo 1. Converta $\frac{\pi}{3}$ *rad* em graus.

Solução:

$$180^\circ \leftrightarrow \pi \text{ rad}$$

$$x \leftrightarrow \frac{\pi}{3} \text{ rad}$$

$$x \cdot \pi = \frac{\pi}{3} \cdot 180$$

$$x \cdot \pi = \pi \cdot 60$$

$$x = 60^\circ$$

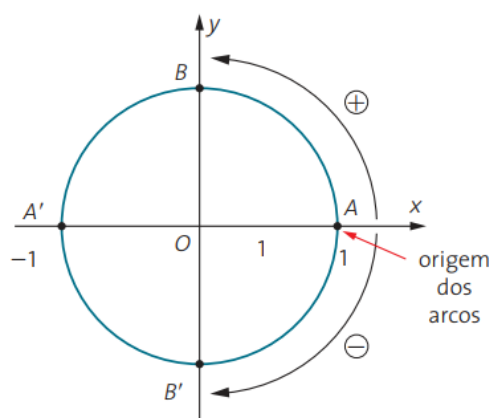
Com os conceitos iniciais já expostos, discute – se no próximo tópico o círculo trigonométrico e as funções trigonométricas.

2.4.2 O ciclo trigonométrico e as funções trigonométricas

Definição 2.6. O ciclo trigonométrico é uma circunferência orientada, de centro na origem do sistema de coordenadas cartesianas ortogonais, cujo o raio mede 1 unidade de comprimento.

O significado do termo “orientada”, apresentado na definição se dá pelo fato do ciclo ter um sentido positivo e um sentido negativo. Ao explorar a circunferência no sentido anti-horário, a medida dos arcos serão positivas. Caso contrário, sentido horário, a medida dos arcos serão negativas. Como ilustra a Figura 2.6.

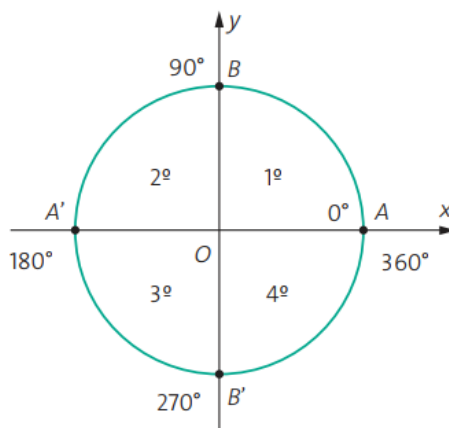
Figura 2.6 - O ciclo trigonométrico



Fonte: Dante (2016, p. 31)

Além disso, os eixos x e y dividem a circunferência trigonométrica em quatro partes chamadas quadrantes, numeradas de 1 a 4 e contadas a partir da origem (ponto A), no sentido positivo. Como mostra a Figura 2.7.

Figura 2.7 - O ciclo trigonométrico dividido em quadrantes



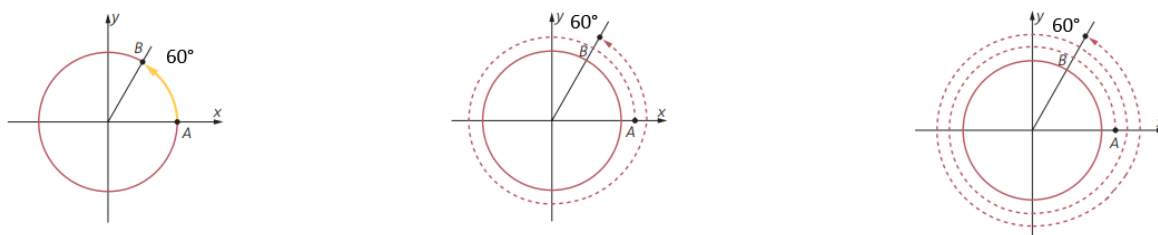
Fonte: Dante (2016, p. 31)

Definição 2.7. Arcos côngruos são aqueles que possuem a mesma extremidade, isto é, o final do arco iniciado no ponto A é o mesmo para todos.

Isso ocorre porque no ciclo trigonométrico se pode dar um número V de voltas, $V \in \mathbb{Z}$, como mostra a Figura 2.8, que ilustra três arcos congruentes.

- i. 60° ou $\frac{\pi}{3} \text{ rad}$;
- ii. $420^\circ = 360^\circ + 60^\circ$ ou $\frac{7\pi}{3} \text{ rad} = \frac{\pi}{3} + 2\pi \text{ rad}$;
- iii. $780^\circ = 2 \cdot 360^\circ + 60^\circ$ ou $\frac{13\pi}{3} = \frac{\pi}{3} + 2 \cdot 2 \cdot \pi \text{ rad}$.

Figura 2.8 - Arcos côngruos



Fonte: Elaborado pelo autor (2026), baseado em Dante (2016, p. 32).

De uma forma geral um arco pode ser escrito como:

- i. Representação em grau:

$$x = \alpha^\circ + V \cdot 360^\circ, \text{ com } V \in \mathbb{Z}$$

- ii. Representação em radianos:

$$x = \alpha + V \cdot 2\pi, \text{ com } V \in \mathbb{Z},$$

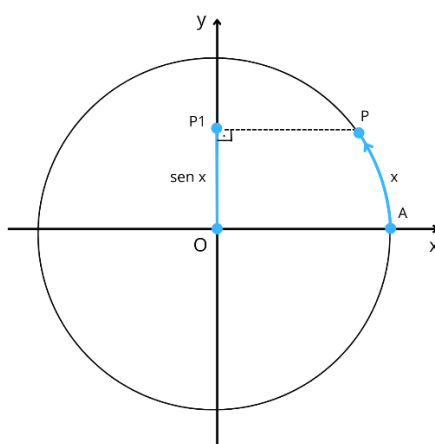
em que V é número de voltas.

Definição 2.8. Uma função é dita periódica se houver um número real positivo t tal que, para todo $x \in \mathbb{R}$, tem-se $f(x) = f(x + t)$.

Um movimento periódico é aquele que se repete em intervalos de tempo iguais, como o movimento dos ponteiros de um relógio. Alguns fenômenos naturais como comportamento das marés ou ondas sonoras podem ser modelados matematicamente através dessas funções, mais especificamente as funções seno e cosseno.

Definição 2.9. Dado um número real x , seja P sua imagem na circunferência trigonométrica. Chama-se de seno de x (simbolizado por $\text{sen}(x)$) a ordenada $\overline{OP_1}$ do ponto P .

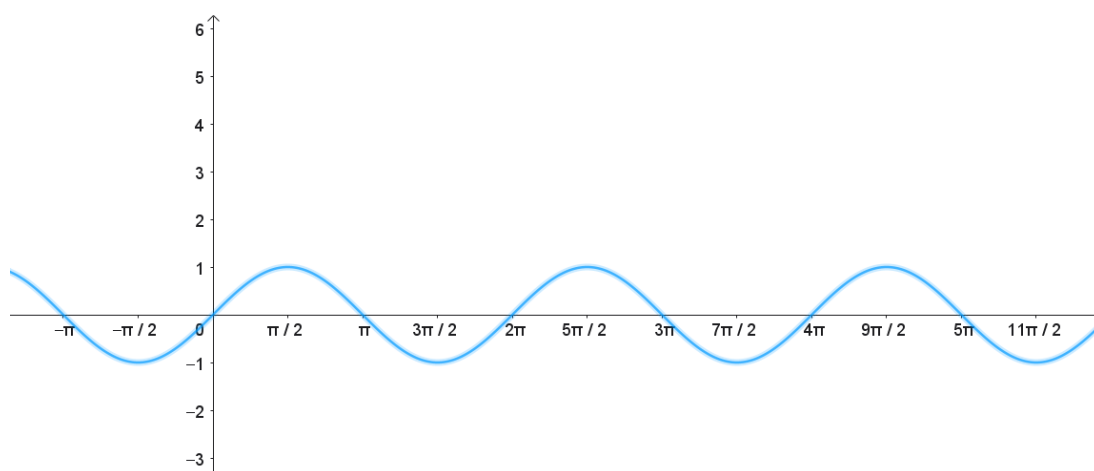
Figura 2.9 - Função seno no ciclo trigonométrico



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Definição 2.10. Denomina-se função seno a função $f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ que associa cada número real x ao valor real $\overline{OP_1} = \text{sen}(x)$, isto é, $x \rightarrow f(x) = \text{sen}(x)$. A Figura 2.10 ilustra seu gráfico.

Figura 2.10 - Gráfico da função seno



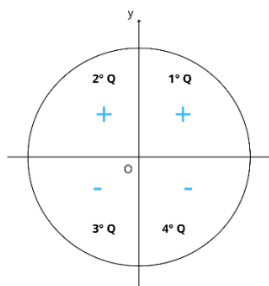
Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Características da função seno

- A imagem da função $f(x) = \text{sen}(x)$ é o intervalo $[-1, 1]$;
- A função seno é periódica de período 2π ;
- A função seno é ímpar, isto é, $f(-x) = -\text{sen } x = -f(x)$;
- A metade da diferença entre o máximo e o mínimo valor numérico da função seno, chamado de amplitude, é igual a 1;
- Sinal da função seno:
 - i. Se x pertence ao primeiro ou ao segundo quadrante, então $f(x) = \text{sen}(x)$ tem valor positivo;
 - ii. Se x pertence ao terceiro ou quarto quadrante, então $f(x) = \text{sen}(x)$ tem valor negativo;

Como ilustra a Figura 2.11.

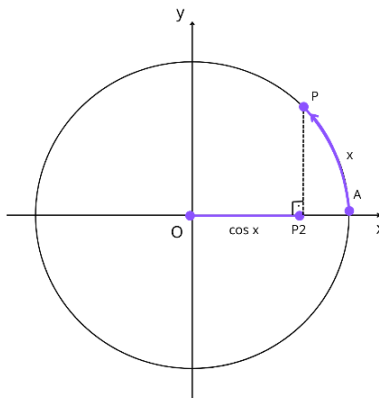
Figura 2.11 - Sinal da função seno



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Definição 2.11. Dado um número real x , seja P sua imagem na circunferência trigonométrica. Chama-se de cosseno de x (simbolizado por $\cos(x)$) a ordenada $\overline{OP_2}$ do ponto P .

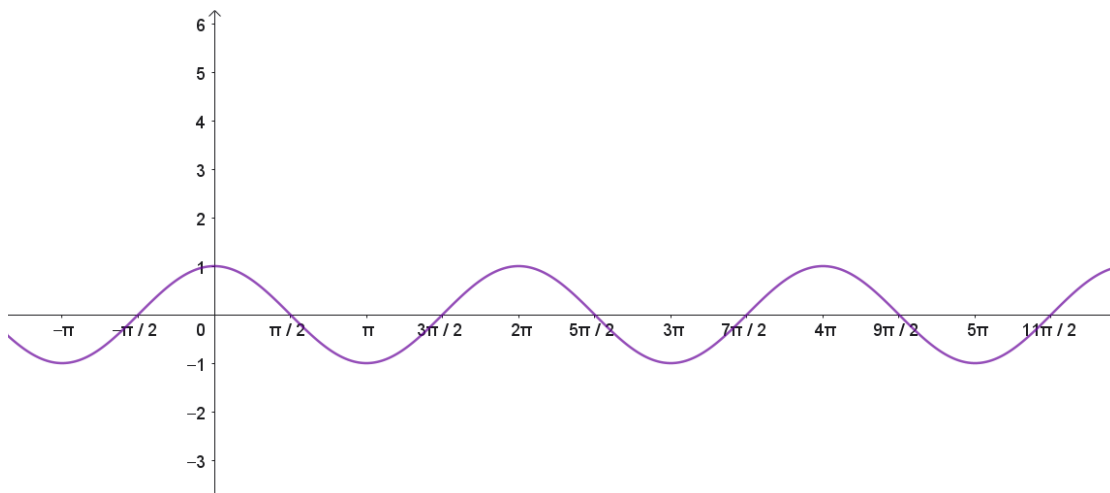
Figura 2.12 - Função cosseno no ciclo trigonométrico



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Definição 2.12. Denomina-se função cosseno a função $f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ que associa cada número real x ao valor real $\overline{OP_2} = \cos(x)$, isto é, $x \rightarrow f(x) = \cos(x)$. A Figura 2.13 ilustra seu gráfico.

Figura 2.13 - Gráfico da função cosseno



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

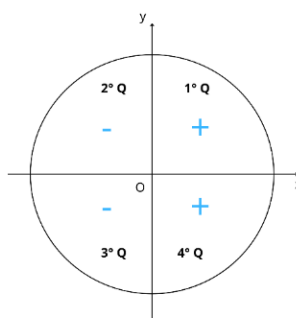
Características da função cosseno

- A imagem da função $f(x) = \cos(x)$ é o intervalo $[-1, 1]$;
- A função cosseno é periódica de período 2π ;
- A função cosseno é par, isto é, $f(-x) = \cos x = f(x)$;

- A metade da diferença entre o máximo e o mínimo valor numérico da função cosseno, chamado de amplitude, é igual a 1;
- Sinal da função cosseno:
 - Se x pertence ao primeiro ou ao quarto quadrante, então $f(x) = \cos(x)$ tem valor positivo;
 - Se x pertence ao segundo ou terceiro quadrante, então $f(x) = \cos(x)$ tem valor negativo;

Como ilustra a Figura 2.14.

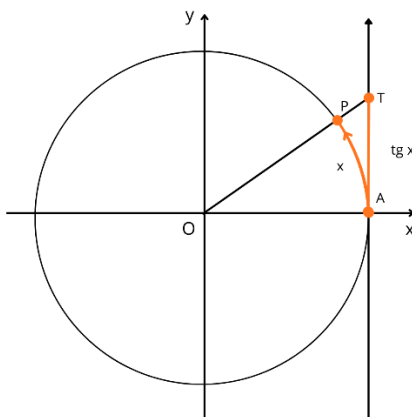
Figura 2.14 - Sinal da função cosseno



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

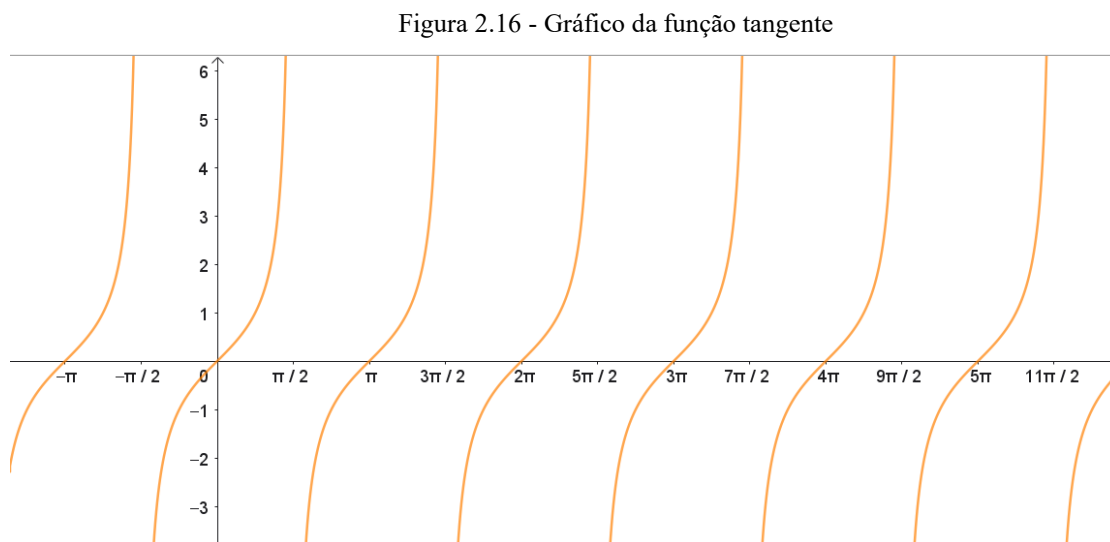
Definição 2.12. Dado um número real x , com $x = \frac{\pi}{2} + V \cdot \pi$, $V \in \mathbb{Z}$, seja P sua imagem no ciclo. Considere a reta $\overline{OP}$ e seja T sua interseção com o eixo das tangentes. Chama-se de tangente de x (simbolizado por $\text{tg}(x)$) a medida algébrica do segmento $\overline{AT}$. Como ilustra a Figura 2.15

Figura 2.15 - Função tangente no ciclo trigonométrico



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Definição 2.13. Denomina-se função tangente a função $f : D \rightarrow \mathbb{R}$ que associa cada número real x , $x = \frac{\pi}{2} + V \cdot \pi$, ao valor real $\overline{AT} = tg(x)$, isto é, $x \rightarrow f(x) = tg(x)$. A Figura 2.16 ilustra seu gráfico.



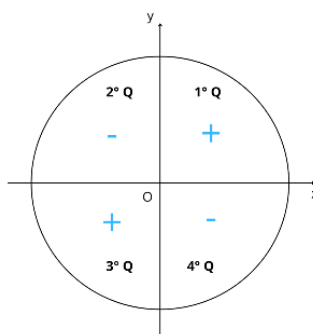
Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Características da função tangente

- Seu domínio é $D = \{x \in \mathbb{R} | x \neq \frac{\pi}{2} + V \cdot \pi, V \in \mathbb{Z}\}$;
- A imagem da função $f(x) = tg(x)$ é $\mathbb{R}$;
- A função tangente é periódica de período π ;
- A função tangente é ímpar, isto é, $f(-x) = -tg(x) = -f(x)$;
- Sinal da função tangente:
 - iii. Se x pertence ao primeiro ou ao terceiro quadrante, então $f(x) = tg(x)$ tem valor positivo;
 - iv. Se x pertence ao segundo ou ao quarto quadrante, então $f(x) = tg(x)$ tem valor negativo;

Como ilustra a Figura 2.17.

Figura 2.17 - Sinal da função tangente



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Nesse cenário, após a formalização dos conceitos de funções trigonométricas e da análise de suas principais características, evidencia-se a importância de compreender como esses conceitos se apresentam graficamente. Dessa forma, a representação gráfica possibilita a visualização dos comportamentos das funções e assume um importante papel no processo de ensino – aprendizagem. Assim, os gráficos das funções devem ser apresentados de forma clara e objetiva, aspecto esse que pode ser potencializado com o uso de recursos tecnológicos, como o *geogebra*. A seguir, discute-se a sua importância para o ensino de funções trigonométricas, bem como suas principais ferramentas.

2.4.3 O *geogebra* no ensino de funções trigonométricas

O estudo de funções enfatiza a importância das representações gráficas, pois “conhecer sobre funções passa a significar saber coordenar representações” (Borba; Penteado, 2016, p. 32). Isso implica dizer que para que se construa uma aprendizagem efetiva, é necessário que se represente graficamente as funções estudadas.

No entanto, as construções de alguns gráficos apresentam limitações quando realizadas apenas com régua e lápis, o que pode comprometer a compreensão do educando uma vez que a representação gráfica atua como complemento da representação algébrica. Além disso, o recurso visual favorece a interpretação dos conceitos matemáticos e auxilia o aluno a estabelecer relações entre diferentes representações. Corroborando, Romeiro, Garcia, Romão (2021. p. 115) dizem que “os recursos tecnológicos fornecem para a sala de aula um espaço mais atraente e mais dinâmico, proporcionando aos educandos uma reflexão entre o conteúdo trabalhado com o dia a dia”.

Portanto, o ensino de funções está associado diretamente a representações gráficas que só podem ser feitas com perfeição se colocadas em algum *software* que possibilite a construção

das mesmas. Sendo de suma importância a sua utilização no processo de ensino - aprendizagem do conteúdo.

A partir dessa compreensão acerca da importância das representações gráficas no estudo de funções, evidencia – se a necessidade de olhar para um campo específico da matemática no qual tais representações assumem um papel ainda mais importante. Dessa forma, a trigonometria destaca-se por articular representações gráficas e algébricas, além de apresentar ampla aplicabilidade em diferentes áreas do conhecimento.

A trigonometria aparece como uma extensão da geometria e tem várias aplicações, desde práticas voltadas a agrimensura até na navegação. Nos dias de hoje, o conteúdo é apresentado aos alunos de forma verbal e o mesmo também é submetido a resolução de exercícios que envolvem cálculos e representações geométricas. No que se refere ao estudo das funções trigonométricas, a BNCC afirma que os alunos devem ser capazes de:

(EM13MAT306) Resolver e elaborar problemas em contextos que envolvem fenômenos periódicos reais (ondas sonoras, fases da lua, movimentos cíclicos, entre outros) e comparar suas representações com as funções seno e cosseno, no plano cartesiano, com ou sem apoio de aplicativos de álgebra e geometria. (Brasil, 2018, p.536).

Dessa forma, ao estudar as funções trigonométricas, os alunos devem ser capazes de reproduzir seus gráficos e identificar as mudanças causadas neles por meio dos parâmetros incluídos na sua lei de formação. Nesse sentido, o *geogebra* aparece como uma possibilidade para elucidar o ensino desse conteúdo pois “permite ao usuário inserir funções e realizar construções geométricas em janelas de exibição em duas ou três dimensões”. (Novaes, 2021, p. 24).

Em concordância, Lopes (2013), afirma que o uso do *geogebra* possibilita a:

movimentação os objetos na tela sem alterar as propriedades da construção inicial, com isso, tem-se a possibilidade de, numa atividade desenvolvida com os recursos de um software com essas características, se fazer investigações, descobertas, confirmar resultados e fazer simulações, permitindo, inclusive, levantar questões relacionadas com a sua aplicação prática. (Lopes, 2013, p.635).

Diante do exposto, percebe-se que a uma relação entre o ensino de funções trigonométricas e o uso *software geogebra*, uma vez que essa ferramenta possibilita a exploração dos conceitos, a visualização precisa dos gráficos e a análise das variações provocadas pelos parâmetros das funções. Nesse aspecto, o *geogebra* configura-se como um recurso capaz de potencializar a compreensão dos alunos e de favorecer a construção de uma aprendizagem mais significativa, ao articular diferentes representações matemáticas e promover maior interação com o conteúdo estudado.

O *geogebra* é um *software* de matemática dinâmica gratuito e multiplataforma que engloba todos os níveis de ensino. O programa combina álgebra, geometria, gráficos, tabelas, estatísticas e cálculo numa única aplicação. (Geogebra, 2026).

Segundo (Geogebra, 2026), o *software* é usado em 190 países, traduzido para 55 idiomas e possui mais de 62 institutos *geogebra*, que são responsáveis por dar suporte ao seu uso.

O *geogebra* apresenta algumas características importantes, a tabela 1 apresenta algumas das suas principais características, destacando suas funcionalidades e contribuições para o ensino de matemática.

Tabela 1 - Características do *software geogebra* e suas contribuições pedagógicas

Característica	Descrição	Contribuição para o ensino
Software dinâmico	Oferece a manipulação de objetos matemáticos	Facilita a compreensão de conceitos
Múltiplas representações	Integra gráficos, tabelas, expressões algébricas e geometria	Auxilia na articulação de diferentes representações
Interatividade	Possibilita a criação de controles deslizantes e animações	Estimula a participação do aluno no processo de aprendizagem
Construção e visualização de gráficos	Exibe gráficos de funções com precisão	Torna a análise do comportamento de funções mais fácil
Gratuito e multiplataforma	Disponível para diversos sistemas operacionais	Amplia o acesso e facilita o uso em contextos escolares diversos
Versão <i>mobile</i> e versão <i>online</i>	Disponível para sistemas <i>android</i> , <i>iOS</i> e em qualquer navegador.	Possibilita o uso de <i>smartphones</i> e dispensa a necessidade de instalar o programa tornando -se assim mais acessível.

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em Geogebra (2026).

Observa-se que o *geogebra* integra diferentes representações matemáticas, favorecendo a visualização e o entendimento de conceitos, como funções trigonométricas. Além disso, o fato do *geogebra* ser um *software* livre, o transforma em um recurso importante para democratizar a educação, estando disponível até mesmo para *smartphones*. Isso contribui para elevar a qualidade do ensino e dar oportunidade para todos os alunos, independente da sua origem socioeconômica.

A interface do programa é bem amigável e intuitiva, permitindo ao usuário a utilização de suas ferramentas com facilidade. Como ilustra Figura 2.18, que destaca suas principais ferramentas disponíveis na tela inicial.

Figura 2.18 - Interface do *geogebra*



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

A tabela 2 destaca as funcionalidades das ferramentas disponíveis no menu inicial.

Tabela 2 - Ferramentas do *geogebra* e suas funcionalidades

Ferramenta	Funcionalidade
Barra de ferramentas	Contém as ferramentas de desenho e manipulação, localizada no canto superior esquerdo da janela principal.
Barra de menus	Apresenta diversas funcionalidades como salvar projetos, alteras o <i>layout</i> da janela ou até mesmo as configurações gerais do programa.
Janela de visualização	Local onde são criadas as representações gráficas a partir da seleção dos comandos na barra de ferramentas.
Janela de álgebra	São exibidos as coordenadas, medidas e equações dos objetos criados na janela de visualização.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Nesse aspecto, a interface do *geogebra* caracteriza-se pela sua facilidade de uso, favorecendo a autonomia do aluno e otimizando o tempo didático em sala de aula, contribuindo para processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico.

Diante dos fundamentos teóricos apresentados, a seção seguinte descreve os materiais e métodos adotados nesta pesquisa, evidenciando os procedimentos metodológicos escolhidos e as etapas do desenvolvimento do trabalho.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Esta seção busca descrever, de forma sistematizada, a metodologia que orientou o desenvolvimento da pesquisa. Para que se obtenha um fácil entendimento, a seção foi dividida em 5 eixos: Modalidade da pesquisa, na qual são citadas a natureza da pesquisa e enfoque investigativo adotado. Participantes da pesquisa, que caracteriza o público envolvido no estudo. Instrumentos de coleta de dados, onde são delimitados os instrumentos responsáveis pela coleta de informações e por fim as técnicas de análise, que explicitam os métodos adotados para a interpretação, organização e tratamento dos dados obtidos. Essa organização visa possibilitar uma maior compreensão da pesquisa, assegurando a coerência entre os objetivos traçados e as escolhas metodologias adotadas.

3.1 MODALIDADE DA PESQUISA

Para que se alcance os objetivos traçados, tornou -se necessário definir uma metodologia que possibilite a análise do uso do *software* no ensino de funções trigonométricas. Logo, as escolhas metodológicas foram orientadas pela natureza da pesquisa e pelos propósitos investigativos, buscando garantir a coerência entre os procedimentos escolhidos e as estratégias de análise.

Assim, esta pesquisa é classificada como aplicada. Conforme Prodanov; Freitas (2013, p.51), a pesquisa aplicada busca “gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos.” Além disso, Gil (2010, p. 18) corrobora com o pensamento afirmando que “uma pesquisa aplicada pode conduzir à descoberta de princípios científicos.”

Com relação aos objetivos, entende – se que é uma pesquisa exploratória. Segundo Gil (2010, p, 41), a pesquisa exploratória “têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições.” No entanto, a pesquisa exploratória é flexível no que se refere ao planejamento, podendo assumir um caráter de pesquisa bibliográfica ou de estudo de caso.

Nesse sentido, primeiramente foi realizado um levantamento bibliográfico com o foco em conhecer trabalhos relacionados ao tema com o intuito de gerar uma sequência didática que possa vir somar ao processo de ensino aprendizagem de matemática, no que tange ao ensino do conteúdo de funções trigonométricas. Como aponta Heerdt (2007, p.67):

A pesquisa bibliográfica pode ser realizada, quando se quer ter maiores conhecimentos ou uma certa familiaridade sobre um assunto; oferecer informações mais precisas ao investigador no momento da construção de problemas ou questões de pesquisa e fundamentar na análise e discussão de resultados.

Dessa forma, a pesquisa bibliográfica se constitui como peça fundamental para a pesquisa exploratória pois torna possível identificar as principais lacunas e potencialidades no ensino de funções trigonométricas.

A coleta de dados se deu em uma sala de aula específica, por esse motivo, emprega-se como principal estratégia de metodologia aplicada, a pesquisa de campo, tendo essa uma intrínseca relação com a pesquisa bibliográfica, como destacam Prodanov; Freitas (2013):

A pesquisa de campo requer, em primeiro lugar, a realização de uma pesquisa bibliográfica sobre o tema em questão. Ela servirá, como primeiro passo, para sabermos em que estado se encontra atualmente o problema, que trabalhos já foram realizados a respeito e quais são as opiniões reinantes sobre o assunto. (Prodanov; Freitas, 2013, p.59).

Pelo fato de o pesquisador estar inserido no meio onde a pesquisa foi realizada, a pesquisa de campo se mostra a mais adequada e corroborando para essa classificação, Lakatos; Marconi (2010) a definem da seguinte maneira.

Pesquisa de campo é aquela utilizada com o objetivo de conseguir informações e/ou conhecimentos acerca de um problema, para o qual se procura uma resposta, ou de uma hipótese, que se queira comprovar, ou, ainda, descobrir novos fenômenos ou as relações entre eles. Consiste na observação de fatos e fenômenos tal como ocorrem espontaneamente, na coleta de dados a eles referentes e no registro de variáveis que se presume relevantes, para analisá-los. (Lakatos; Marconi, 2010, p. 186).

Este modelo de pesquisa apresenta diversas vantagens que contribuem para o enriquecimento dos resultados obtidos, evidenciando a interação direta entre pesquisador e participantes da pesquisa, a contextualização do conhecimento e maior engajamento dos estudantes. Além disso, favorece a aprendizagem ativa, o desenvolvimento de habilidades e participação efetiva dos alunos, aspectos considerados relevantes em pesquisas no campo educacional.

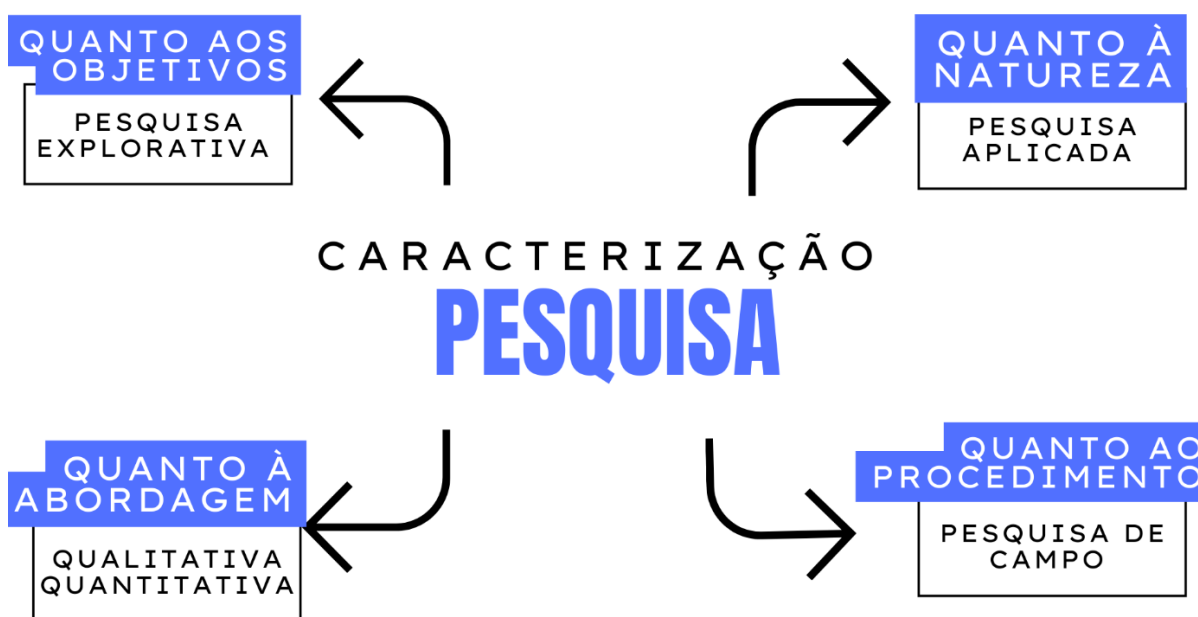
No que se refere à abordagem do problema, a pesquisa segue uma orientação qualitativa, com foco na interpretação das respostas obtidas pelos alunos. Nesse sentido, a pesquisa qualitativa visa “analisar os dados provenientes das comunicações, buscando compreender os significados e os sentidos das mensagens, que vão além de uma leitura comum. “(Cardoso, Oliveira, Ghelli, 2021, p. 99). Dessa forma, serão observadas as possíveis mudanças no entendimento dos conceitos de funções trigonométricas e na percepção dos alunos quanto ao uso de recursos tecnológicos como ferramenta pedagógica. Assim, a escolha por essa abordagem visa dar uma outra percepção da matemática aos estudantes e os motive a estudar essa disciplina. Prodanov; Freitas (2013) apontam que a pesquisa qualitativa:

considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. Tal pesquisa é descritiva. Os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem. (Prodanov; Freitas, 2013, p.70).

A pesquisa busca compreender as contribuições do uso do *software geogebra* no processo de ensino – aprendizagem do conteúdo de funções trigonométricas, então esta caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa, em sua maioria. No entanto, para complementar a análise, são utilizados dados quantitativos, apresentados por meio de gráficos, com o objetivo de apoiar a interpretação e enriquecer os resultados obtidos. Os dados quantitativos são obtidos por meio de pré–teste e pós–teste feitos em momentos programados com os alunos. Nesse aspecto, a pesquisa quantitativa “considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las.” (Prodanov; Freitas, 2013, p. 69).

A Figura 3.1 resume a caracterização da pesquisa.

Figura 3.1 - Caracterização da pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

3.2 PARTICIPANTES DA PESQUISA

O presente estudo foi no município de Floriano, que fica situado na região do médio Parnaíba do estado do Piauí, a 253 km da capital Teresina. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município do estudo foi constituído de uma população aproximada de 62.036 habitantes (IBGE, 2022). A pesquisa foi desenvolvida na Escola Madre Teresa, instituição de ensino que atende estudantes dos níveis fundamental e médio, além de ofertar cursos preparatórios para o ENEM. A pesquisa teve como locus uma turma do 2º ano do Ensino Médio, composta por 21 alunos, que participaram integralmente das etapas da investigação e da intervenção pedagógica proposta.

A motivação da escolha se dá pelo fato de os alunos já estarem próximos aos anos finais do conteúdo, sendo que eles teoricamente já conhecem as práticas de análise e desenvolvimento da trigonometria. Ademais, o conteúdo de funções trigonométricas é apresentado nessa etapa do ensino médio, tornando assim viável a escolha por trabalhar com 2º ano do ensino médio, especificamente.

Todos os alunos participaram de forma voluntária e foram informados sobre os objetivos da pesquisa, os procedimentos a serem desenvolvidos, os possíveis benefícios e seus direitos como participantes da pesquisa. A identidade dos estudantes não será revelada, garantindo assim o anonimato dos mesmos e a total confidencialidade das informações coletadas. Os dados obtidos serão utilizados exclusivamente para fins acadêmicos, sem qualquer tipo de identificação individual. Vale ressaltar que a pesquisa não ofereceu nenhum risco físico, psicológico ou moral aos participantes, respeitando todos os princípios éticos da pesquisa científica e assegurando o compromisso com a melhoria da qualidade do ensino de matemática na escola pesquisada.

3.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Para a coleta de dados, foi proposto a utilização do *software geogebra* com o intuito de fazer os alunos visualizarem os principais conceitos trigonométricos, gráficos e formulas de maneira eficaz. Também foi proposto o envolvimento dos alunos por meio de uma apresentação interativa do *software*, permitindo aos alunos um olhar diferente para o comportamento dos gráficos das funções seno e cosseno, possibilitando aos mesmos a alteração de parâmetros como amplitude, período e deslocamento dos gráficos. Nesse sentido, os instrumentos de coleta de

dados selecionados foram o pré-teste, o pós-teste, observações sistemáticas e atividades elaboradas. Como destacam Lakatos e Marconi (2010), na observação sistemática:

o observador sabe o que procura e o que carece de importância em determinada situação; deve ser objetivo, reconhecer possíveis erros e eliminar sua influência sobre o que vê ou recolhe. Assim deve ser planejada com cuidado e sistematizada. (Lakatos; Marconi, 2010, p.193).

Dessa forma, a utilização desses instrumentos visa atender os objetivos da pesquisa e fundamentar possíveis respostas para pergunta proposta.

Além disso, foi usado como instrumento um questionário de avaliação final, que tem como objetivo avaliar a percepção dos alunos quanto ao uso do *geogebra* como recurso pedagógico e os possíveis impactos causados no aprendizado. Gil (2010, p. 51) aponta que a utilização de questionários tem como principais vantagens “o conhecimento direto da realidade, quantificação dos dados e economia e rapidez”. As atividades elaboradas citada acima, foram aplicadas aos alunos através práticas com registros escritos, visando analisar a compreensão dos conceitos de funções trigonométricas, com o intuito de verificar o engajamento dos alunos, as possíveis dificuldades apresentadas, as estratégias utilizadas para sanar tais dificuldades e as interações entre os alunos.

3.4 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

A proposta de utilização do *geogebra* para o ensino de funções trigonométricas busca facilitar a compreensão dos conceitos de funções trigonométricas, com o intuito de aumentar o engajamento dos estudantes, de maneira a tornar a linguagem matemática mais acessível e contribuir positivamente na construção de uma aprendizagem significativa.

Os alunos tiveram contato direto com o *geogebra* por meio da versão para computadores ou por meio da versão *mobile* para *smartphones*, deixando a critério do mesmo qual plataforma usar. Foi reservada um encontro para instruir os alunos como instalar e usar as ferramentas de construção de gráficos.

Para analisar os impactos causados pelo uso do *software*, foram aplicados dois questionários, um no primeiro momento antes do contato com o programa e um segundo após a elucidação do conteúdo com o uso do programa. Essa metodologia visou realizar uma análise comparativa detalhada dos resultados com o foco em destacar possíveis benefícios no desempenho dos alunos provenientes do uso da ferramenta tecnológica. Tal abordagem tem

como meta contribuir com uma avaliação da eficácia do uso do *geogebra* e evidenciar a importância de utilizar ferramentas tecnológicas em sala de aula. Além disso, ao final do projeto foi aplicado um questionário de avaliação final, dando espaço aos alunos para comentar suas impressões e avaliar os aspectos positivos e até mesmo os negativos do emprego do *geogebra* no processo de ensino – aprendizagem.

A execução do projeto se deu em dez encontros. A distribuição desses momentos e uma breve descrição de cada um deles estão representadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Distribuição dos encontros

	ATIVIDADE	DESCRIÇÃO
1º Encontro	Acolhida e aplicação do pré-teste	Foi feito a apresentação do projeto e a aplicação de questões envolvendo o conteúdo de funções trigonométricas.
2º Encontro	Revisão dos conceitos fundamentais.	Foram revisados os conceitos de ângulo, grau, radiano e os conceitos iniciais do ciclo trigonométrico.
3º Encontro	O ciclo trigonométrico	Encontro voltado para o estudo do ciclo trigonométrico
4º Encontro	A função seno	Os alunos viram todas as definições de função seno, bem como a aplicação desses conceitos em contextos do cotidiano como fenômenos da natureza.
5º Encontro	A função cosseno	Os alunos viram todas as definições de função cosseno, bem como a aplicação desses conceitos em contextos do cotidiano como fenômenos da natureza.
6º Encontro	Apresentação do <i>geogebra</i>	Encontro voltado para a apresentação do <i>software</i> bem como a instalação do programa nos computadores e <i>smartphones</i> . Também foi apresentado as ferramentas principais do <i>software</i> .
7º Encontro	O ciclo trigonométrico no <i>geogebra</i>	Os alunos foram instruídos a construir o ciclo trigonométrico no <i>geogebra</i> .
8º Encontro	Estudo da função seno no <i>geogebra</i> .	Foi construído o gráfico da função seno no <i>geogebra</i> , possibilitando aos alunos interagir com o gráfico.

9º Encontro	Estudo da função cosseno no <i>geogebra</i> .	Foi construído o gráfico da função cosseno no <i>geogebra</i> , possibilitando aos alunos interagir com o gráfico.
10º Encontro	Aplicação do pós-teste e do questionário de avaliação final.	Aplicação de questões envolvendo o conteúdo de funções trigonométricas e do questionário de avaliação do projeto.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

3.5 TECNICAS DE ANÁLISE DE DADOS

A análise de dados desempenha papel fundamental, pois nessa etapa os resultados são apresentados. As técnicas de análise estão relacionadas a coleta de dados e cada tipo de pesquisa exige técnicas próprias. (Heerdt, 2007).

No contexto apresentado, a pesquisa adotou uma abordagem qualitativa. Nesse aspecto, as técnicas de análise de dados empregadas na pesquisa são a análise de conteúdo e análise de discurso. A justificativa pela escolha de tais técnicas se dá pelo fato dos instrumentos utilizados na pesquisa forneceu dados e informações que devem ser abordados com essas técnicas de análise.

A estatística descritiva, de acordo com Morettin e Bussad (2010, p.18) limita-se a organização e resumo dos dados de forma que principais características do conjunto sejam evidenciadas. Tal processo exerce papel fundamental quando envolve uma grande quantidade de dados, pois facilita a interpretação dos dados obtidos e permite a representação adequada das informações coletadas.

Apesar da pesquisa empregar uma análise de dados utilizando técnicas de estatística descritiva, enfatiza-se que os métodos adotados são, em sua maioria, qualitativos. As técnicas de análise qualitativa são empregadas visando a compreensão de significados, as interpretações e as experiências vivenciadas pelos participantes da pesquisa. Daí, métodos como o de análise de conteúdo garante que tais reflexões sejam abordadas. Nesse aspecto, foi necessário a implementação de três etapas usualmente seguidas na análise de dados: Redução, categorização e conclusão ou verificação.

Nesse sentido, a análise qualitativa dos dados da pesquisa passou inicialmente por uma redução que de acordo com Gil (2010, p.133) “consiste em um processo de seleção, simplificação, abstração e transformação dos dados originais provenientes das observações de campo.” O autor destaca que esta etapa envolve a seleção, simplificação e organização dos dados de acordo com os objetivos estabelecidos na pesquisa.

A segunda etapa, consiste na “organização dos dados selecionados de forma a possibilitar a análise sistemática das semelhanças e diferenças e seu inter-relacionamento.” (Gil, 2008, p.175). Esta categorização pode ser constituída de textos, diagramas, mapas ou qualquer outra ferramenta que facilite a organização e análise dos dados selecionados. Dessa forma, nessa etapa foi realizada uma análise de conteúdo que de acordo com Bardin (2016) é um conjunto técnicas de análise de comunicações que tornam possível aprofundar -se nas informações obtidas e permite compreender os significados das mensagens transmitidas, transformando uma leitura superficial em algo mais profundo e significativo. Portanto, a análise de conteúdo é

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (Bardin, 2016, p. 42).

Nesse aspecto, todas as informações obtidas foram analisadas e categorizadas de forma minuciosa com o intuito de avaliar a percepção dos participantes da pesquisa quanto ao projeto. Essa investigação permitiu verificar o potencial motivador das abordagens de conteúdo, bem como mensurar o impacto da metodologia proposta no processo de ensino-aprendizagem da matemática sob a ótica dos participantes.

A última etapa, de acordo com Gil (2008) requer

uma revisão para considerar o significado dos dados, suas regularidades, padrões e explicações. A verificação, intimamente relacionada à elaboração da conclusão, requer a revisão dos dados tantas vezes quantas forem necessárias para verificar as conclusões emergentes. (Gil, 2008, p.176).

Assim, concluídas as etapas de análise qualitativa e a sistematização dos dados estatísticos, seguiu-se à síntese dos resultados que fundamentam as conclusões desta pesquisa. Tal análise de informações permitiu validar a eficácia das metodologias aplicadas e verificar se os objetivos propostos foram atingidos. A seguir apresentam-se os dados detalhados.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

4.1 ANÁLISE DIAGNÓSTICA

Este tópico apresenta a análise diagnóstica inicial realizada por meio de um pré-teste (apêndice 1), aplicado antes do início da intervenção didática. O primeiro encontro foi focado na aplicação do pré-teste e também na acolhida dos alunos, explicando todos os procedimentos e próximos passos da pesquisa, bem como aspectos éticos da mesma. A figura 4.1 destaca os alunos concentrados respondendo o pré-teste.

Figura 4.1 - Aplicação do pré-teste



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Discute-se a seguir os dados obtidos na aplicação do pré-teste.

Inicialmente, observou-se que a nota mais baixa do pré-teste foi 0 e a mais alta, 2,5. A pontuação média das notas foi de 0,73, enquanto o desvio padrão atingiu 0,87. A tabela 3 mostra esses dados.

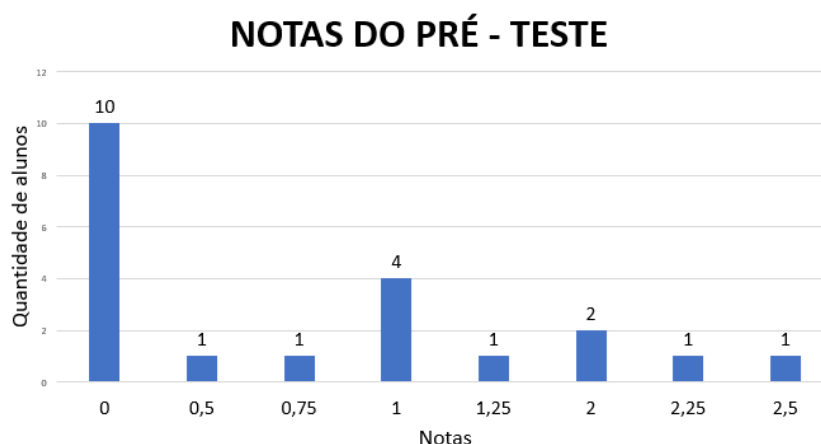
Tabela 3 - Notas do pré - teste

Quantidade de alunos	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
21	0,0	2,5	0,73	0,87

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

A análise do pré-teste mostrou que a maior parte dos 21 participantes apresentou dificuldades significativas em funções trigonométricas. A taxa de acertos foi baixa, e notou-se um número significativo de alunos o qual não acertou nenhuma questão, como mostra o gráfico 1, evidenciando falta de entendimento dos conteúdos abordados, tais como ciclo trigonométrico e funções trigonométricas seno e cosseno.

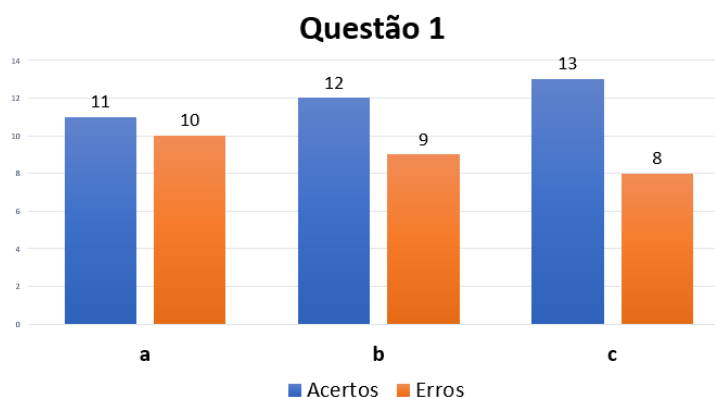
Gráfico 1 - Notas dos pré - teste



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

No pré-teste haviam quatro questões de sentença aberta contemplando o conteúdo de funções trigonométricas. A primeira questão abordava as ideias de conversão de medidas de ângulos e a primeira determinação positiva dos arcos. A letra a pedia para converter os ângulos de 12° e 170° em radianos, a letra b pedia para converter os ângulos de $\frac{2\pi}{3} \text{ rad}$ e $\frac{13\pi}{4} \text{ rad}$ em graus e a letra c pedia para encontrar a primeira determinação positiva do ângulo de 43260° . As respostas obtidas em cada alternativa dessa questão foram destacadas no gráfico 2.

Gráfico 2 - Respostas da questão 1 do pré - teste



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Observa-se na questão 1 que a maioria dos alunos obteve êxito nos itens a, b e c. No item a, 11 alunos responderam corretamente, enquanto 10 apresentaram respostas incorretas. No item b, foram encontrados 12 acertos e 9 erros. Já no item c, 13 alunos acertaram a questão e 8 apresentaram respostas incorretas. Dessa forma, os resultados indicam um desempenho satisfatório da turma, uma vez que o número de acertos foi superior ao de erros em todos os itens analisados. A análise das respostas dadas mostra que os erros encontrados foram de cálculos, como o apresentado na figura 4.2.

Figura 4.2 – Resposta da questão 1, item c (Pré-teste)

$$43260 = 43260 / 360$$

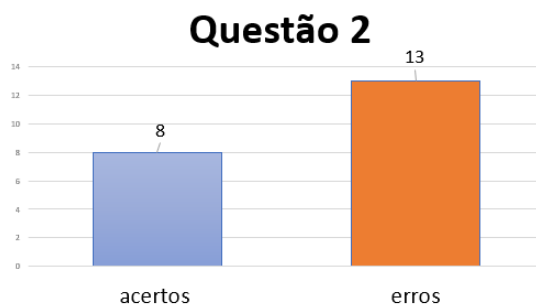
$$\begin{array}{r} 120,1 \\ 36 \overline{) 43260} \\ \underline{360} \\ 72 \\ \underline{72} \\ 06 \\ \underline{00} \\ 60 \\ \underline{36} \\ 240 \end{array}$$

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

O aluno sabe que deve dividir o ângulo por 360° para encontrar a primeira determinação positiva, mas efetuou a divisão de maneira equivocada. A causa desse erro pode ter sido ocasionada pela simplificação dos zeros durante o processo de divisão, o que dificultou o entendimento do aluno ao encontrar o resto e na sequência continuar a divisão acrescentando a virgula no quociente.

A segunda questão era voltada para os conceitos do ciclo trigonométrico, especificamente o conceito de redução ao primeiro quadrante, pedindo que os alunos encontrassem o seno do ângulo de 225° e do cosseno de 150° . As respostas obtidas nessa questão estão destacadas no gráfico 3.

Gráfico 3 - Respostas da questão 2 do pré - teste



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Na questão 2, observou-se que 8 alunos responderam corretamente e 13 apresentaram respostas incorretas. Nessa questão as respostas obtidas apontam erros diferentes, alguns mostrando que não sabiam o que fazer e outros que erravam as conversões. Vale ressaltar também que o erro mais comum foi associado aos sinais do seno e do cosseno dos ângulos pedidos. A figura 4.3 ilustra um aluno que acertou qual era o arco de referência no primeiro quadrante, porém trocou o sinal do cosseno. Tal erro pode ter sido ocasionado pelo fato de o estudante não ter associado do cosseno a esquerda da origem no eixo x , o que mostra uma certa dificuldade em visualizar o ciclo trigonométrico.

Figura 4.3 - Resposta da questão 2 (Pré-teste)

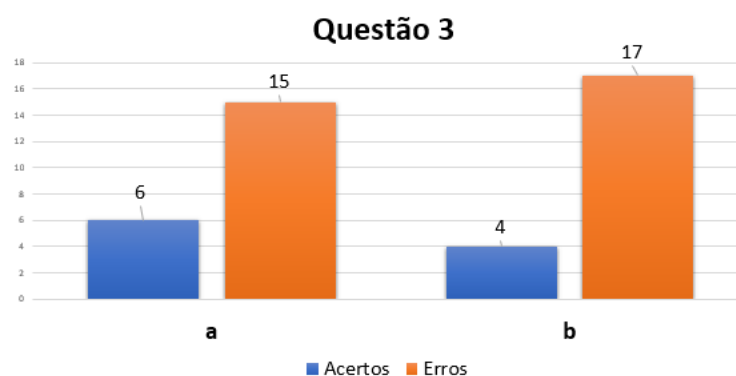
$$\text{Sin } 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2} \quad / \quad \text{Cos } 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\begin{array}{r} 225 \\ - 180 \\ \hline 45 \end{array} \quad \begin{array}{r} 180 \\ - 150 \\ \hline 30 \end{array}$$

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

A terceira questão trazia as imagens de dois gráficos de duas funções trigonométricas e pedia que os alunos identificassem se a função era seno ou cosseno, encontrassem o máximo, o mínimo e o período da função. O gráfico 4 traz os resultados obtidos nessa questão.

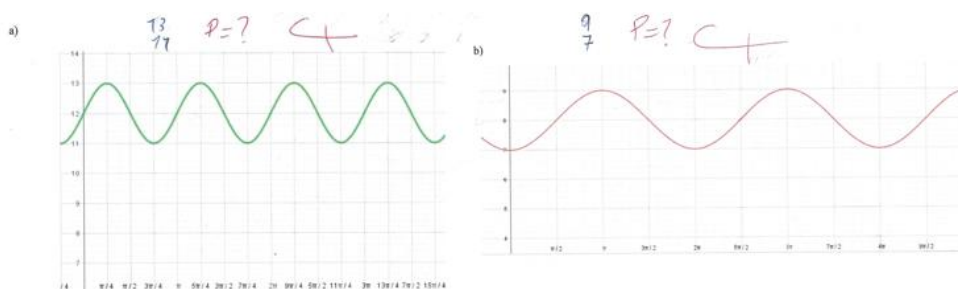
Gráfico 4 - Respostas da questão 3 do pré - teste



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Na questão 3, mostrou uma dificuldade significativa dos alunos em relacionar os conceitos das funções trigonométricas e os gráficos. No item a, somente 6 alunos responderam corretamente e 15 apresentaram respostas incorretas. Já no item b, foram encontrados apenas 4 acertos e 17 erros. A análise das respostas obtidas mostra que os alunos não conseguem associar os conceitos de funções trigonométricas com as suas representações gráficas. A maioria não sabe diferenciar o gráfico da função seno com o da função cosseno e muito menos calcular seu período. As respostas destacam apenas que os alunos associaram os picos das ondas como máximo e mínimo da função, como destaca a figura 4.4.

Figura 4.4 - Resposta da questão 3 (Pré-teste)



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

É possível observar pela imagem que o aluno apenas tem a noção do máximo e do mínimo pelo o que o gráfico apresenta, estando localizados nos picos da onda, sem necessariamente associar a soma e subtrações de parâmetros, não conseguindo então enxergar a ligação entre a parte algébrica e a representação gráfica.

A quarta e última questão também trazia as imagens de dois gráficos de duas funções trigonométricas, mas pedia que os alunos escrevessem a sua lei de formação. O gráfico 5 traz os resultados obtidos nessa questão.

Gráfico 5 - Respostas da questão 4 do pré - teste



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Por se tratar de uma questão análoga à questão 3, os erros observados nas respostas da questão 4 apresentaram características bastante próximas às identificadas anteriormente. No item **a**, apenas 4 estudantes responderam corretamente, enquanto 17 apresentaram respostas incorretas. Já no item **b**, foram registrados 3 acertos e 18 erros. Por ser uma questão semelhante a questão 3, os erros encontrados nas respostas da questão 4 são semelhantes aos da questão 3, sendo que alguns apontavam apenas o máximo e o mínimo das funções. A figura 4.5 destaca um aluno que errou por não conseguir calcular o período mesmo tendo conhecimento da fórmula, o que mostra que ele não conseguiu associar a representação gráfica da função a álgebra usada para calcular o período.

Figura 4.5 - Resposta da questão 4 (Pré-teste)

$y = a + b \sin(cx)$
 $\begin{cases} A+B=6 \\ A-B=2 \end{cases}$
 $2A=8$
 $A=4$
 $4-B=2$
 $-B=2-4(-3)$
 $B=2$

$y = 4 + 2 \sin(cx)$

$P = \frac{2\pi}{|c|}$
 $10 = \frac{2\pi}{|c|}$
 $5c = 2$
 $c = \frac{2}{5}$

$y = 4 + 2 \sin\left(\frac{2}{5}x\right)$

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

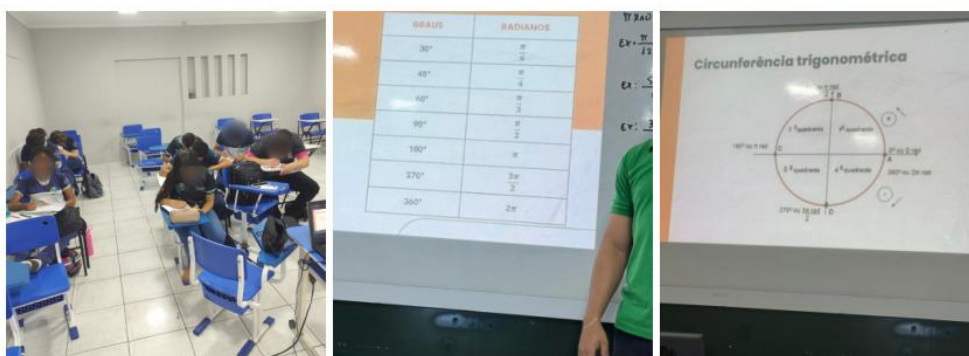
A partir dos dados obtidos do pré-teste, foi possível identificar as dificuldades dos alunos e as lacunas a serem preenchidas. Esses resultados orientaram o planejamento das ações desenvolvidas nas etapas seguintes, fundamentando as metodologias adotadas ao longo do restante da pesquisa. Assim, o tópico seguinte destaca as atividades realizadas com os estudantes com o objetivo de superar as dificuldades apresentadas e suprir as necessidades apontadas no pré-teste.

4.2 A INTERVENÇÃO DIDÁTICA

4.2.1 Etapa conceitual inicial

O segundo encontro teve como foco a revisão dos conceitos iniciais necessários para a compreensão das funções trigonométricas. Nessa aula foram retomadas e aprofundadas as correspondências entre medidas de ângulos em graus e radianos e as noções fundamentais relacionadas ao ciclo trigonométrico como orientação dos ângulos e suas representações. A figura 4.6 mostra alguns alunos resolvendo exercícios e a exposição do conteúdo com o uso de slides.

Figura 4.6 - O segundo encontro



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Como exercício de sala, foi proposto aos alunos que convertessem os ângulos de 30°, 45° e 60° para radianos e os ângulos de $\frac{\pi}{2} \text{ rad}$ e $2\pi \text{ rad}$ para graus. A figuras 4.7 e 4.8 ilustram algumas respostas obtidas.

Figura 4.7 - Respostas propostas pelos alunos I

$$\begin{aligned}
 \text{Ex: } 30^\circ \cdot \frac{\pi}{180} &= \frac{30\pi}{180} = \frac{1\pi}{6} \text{ rad} \\
 45^\circ \cdot \frac{\pi}{180} &= \frac{45\pi}{180} = \frac{1\pi}{4} \text{ rad} \\
 60^\circ \cdot \frac{\pi}{180} &= \frac{60\pi}{180} = \frac{1\pi}{3} \text{ rad}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \alpha &= 30^\circ = \frac{30}{180} \pi = \frac{1}{6} \pi \\
 \alpha &= 45^\circ = \frac{45}{180} \pi = \frac{1}{4} \pi \\
 \alpha &= 60^\circ = \frac{60}{180} \pi = \frac{1}{3} \pi
 \end{aligned}$$

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Figura 4.8 - Respostas propostas pelos alunos II

$$\begin{aligned}
 \text{Ex: } 30^\circ &= \frac{30\pi}{180} = \frac{1\pi}{6} \text{ RAD} \\
 45^\circ &= \frac{45\pi}{180} = \frac{1\pi}{4} \text{ RAD} \\
 60^\circ &= \frac{60\pi}{180} = \frac{1\pi}{3} \text{ RAD}
 \end{aligned}$$

Converta para graus
os ângulos

90 de $\frac{\pi}{2}$ Rad e 2π Rad

4) mte $\rightarrow 5120^\circ \sim 2000^\circ$

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Os alunos conseguiram assimilar as ideias de conversão e apresentaram os cálculos corretos na conversão desses ângulos. Além disso, foi possível perceber que os alunos associaram a conversão de grau para radiano com o conteúdo de redução de frações e que ao converter de radianos para graus a substituição $\pi \text{ rad} = 180^\circ$ ocorreu de forma natural.

O terceiro encontro foi focado no estudo do ciclo trigonométrico, aprofundando os conceitos introduzidos no encontro anterior. Nessa etapa foi enfatizado a redução ao primeiro quadrante e a primeira determinação positiva dos arcos. A figura 4.9 ilustra os alunos fazendo anotações.

Figura 4.9 - O terceiro encontro



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Como exercício de sala, foi proposto que os alunos encontrassem o seno de 120° , o cosseno de 210° e o seno de 300° . A figura 4.10 destaca uma resposta proposta por um aluno para o seno de 120° .

Figura 4.10 - Redução ao primeiro quadrante

$$\begin{aligned} &\text{Quanto falta pra } 180^\circ? \\ &\text{sen } 180^\circ 120^\circ = \text{sen } 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \\ &\text{Coss } 120^\circ = -\text{Coss } 60^\circ \end{aligned}$$

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

É possível observar que o aluno escreve “quanto falta para 180° ?” para representar ângulos do segundo quadrante. Vale ressaltar que para os ângulos presentes no terceiro e quarto quadrante também tiveram uma pergunta para encontrar o seu arco de referência no primeiro quadrante, sendo elas “quanto passou de 180° ?” para os arcos do terceiro quadrante ($\alpha - 180^\circ$) e “quanto falta para 360° ?” ($360^\circ - \alpha$) para arcos do quarto quadrante. Observa-se que os alunos focaram na distância do ângulo em relação ao eixo dos cossenos (eixo x), o que os ajudaram a entender melhor a circunferência trigonométrica ao invés de decorar as fórmulas de redução.

O quarto e quinto encontro foram focados em discutir as funções seno e cosseno. Os encontros tiveram a mesma estratégia didática com a apresentação dos gráficos e as movimentações causadas nos mesmos pela alteração dos parâmetros, além de apresentar os

conceitos de máximo e mínimo e como calculá-los. A figura 4.11 ilustra a exposição do conteúdo via slides.

Figura 4.11 - Professor na exposição do conteúdo



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

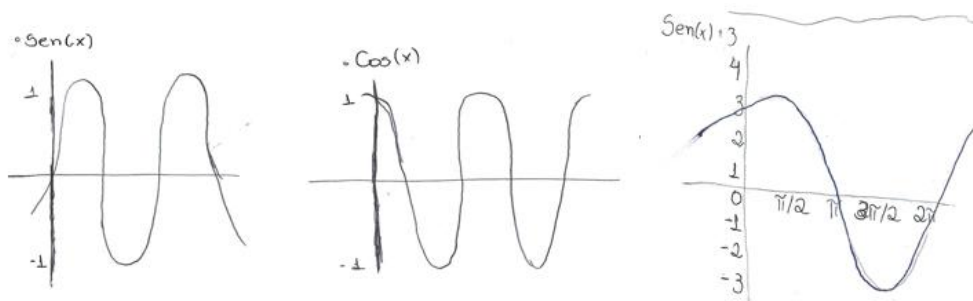
Algumas atividades foram propostas nesses dois encontros. A primeira delas pedia que os alunos calculassem o máximo, o mínimo e o período das funções $f(x) = 3 + 2 \operatorname{sen}(x)$ e $f(x) = 12 - 3 \operatorname{sen}(4x)$. Na segunda atividade foi pedido aos alunos que esboçassem os gráficos das funções $\operatorname{sen}(x)$, $\cos(x)$ e $\operatorname{sen}(x) + 3$. As figuras 4.12 e 4.13 e ilustram algumas respostas dos alunos na primeira e na segunda atividade respectivamente.

Figura 4.12 - Determinando máximo, mínimo e período

$1. f(x) = 3 + 2 \operatorname{sen}(x)$ $\bullet \text{ Máximo} = 3 + 2 = 5 //$ $\bullet \text{ Mínimo} = 3 - 2 = 1 //$ $\bullet \text{ Período} = \frac{2\pi}{1} = 2\pi //$	$2. f(x) = 12 - 3 \operatorname{sen}(4x)$ $\bullet \text{ Máximo} = 12 - (-3) = 15 //$ $\bullet \text{ Mínimo} = 12 + (-3) = 9 //$ $\bullet \text{ Período} = \frac{2\pi}{4} = \frac{\pi}{2} //$
$1' f(x) = 3 + 2 \operatorname{sen}(x)$ $\text{máximo} = 3 + 2 = 5$ $\text{mínimo} = 3 - 2 = 1$ $\text{Período} = \frac{2\pi}{1} = 2\pi$	$2' f(x) = 12 - 3 \operatorname{sen}(4x)$ $\text{máximo} = 12 - (-3) = 15$ $\text{mínimo} = 12 + (-3) = 9$ $\text{Período} = \frac{2\pi}{4} = \frac{\pi}{2} //$

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Figura 4.13 - Esboço de gráficos de funções trigonométricas



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

É possível perceber que os alunos compreenderam como calcular máximo, mínimo e período, dada a função na sua forma geral $f(x) = A + B \operatorname{sen}(Cx + D)$, uma vez que eles entenderam que o máximo e o mínimo são a soma ou subtração dos parâmetros A e B e o período é dado pela fórmula $\frac{2\pi}{|c|}$ onde o parâmetro C é quem multiplica o arco x . No entanto, a percepção dos alunos quanto a representação dos gráficos já apresenta algumas dificuldades. Na figura 4.13 há um entendimento com relação aos gráficos das funções $\operatorname{sen}(x)$ e $\cos(x)$, sendo estes representados corretamente, com o máximo em 1 e o mínimo em -1, além das diferenças bem representadas na posição das curvas onde na função seno passa pela origem e na função cosseno a curva está localizada no máximo da função. Porém, na representação da função $\operatorname{sen}(x) + 3$ houve um equívoco na sua representação, tendo como máximo 3 e mínimo -3 ou invés de 4 e 2 respectivamente. O erro pode ter sido causado pela falta de noção gráfica em que a função é alterada por um parâmetro e o aluno não associou que no máximo e no mínimo da função foram somadas 3 unidades, representando - a assim de forma errada. O equívoco apresentado mostra que tal erro pode ser superado se apresentado um *software* capaz de mostrar a alteração feita e também de comparar o gráfico da função sem e com alterações de parâmetro, reforçando a importância do uso do *geogebra* como ferramenta de ensino.

O tópico seguinte discute a inserção do *geogebra* no ensino como ferramenta mediadora do processo de ensino - aprendizagem. Nesse momento, o foco desloca - se da exposição teórica para a exploração dos conceitos com o uso do *software*, possibilitando aos alunos visualizar e interagir com os objetos matemáticos estudados.

4.2.2 Mediação com o *geogebra*

O sexto encontro foi voltado para a apresentação do *geogebra* aos alunos. Por uma questão de facilidade de acesso e praticidade, a maioria dos alunos optou por utilizar o *geogebra mobile*, disponível para *smartphones*, nas plataformas *android* e *iOS*. A figura 4.14 mostra o aplicativo disponível para baixar gratuitamente na loja de aplicativos do sistema *android*.

Figura 4.14 - *Geogebra mobile*



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

A figura 4.15 destaca o primeiro contato da maioria dos alunos com o *software*.

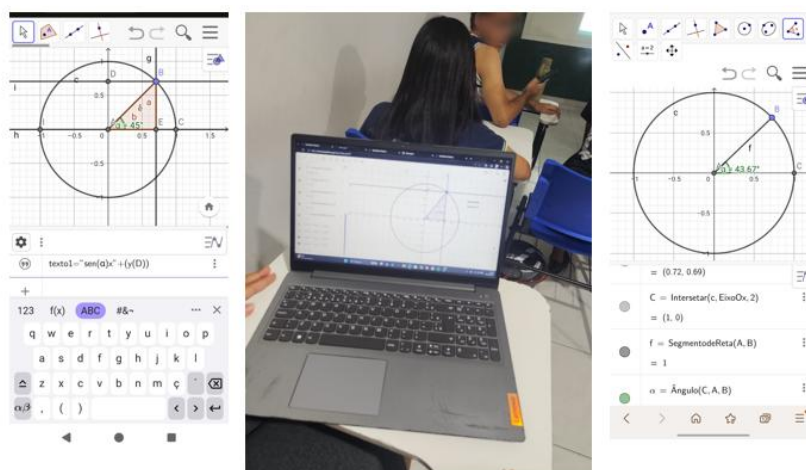
Figura 4.15 - Alunos baixando o *geogebra*



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

O sétimo encontro contou com a construção do ciclo trigonométrico no *geogebra*. Nessa etapa os alunos seguiram um passo a passo e construíram a circunferência trigonométrica, marcando ângulos em diferentes medidas estabelecendo relações entre a movimentação do ponto no ciclo e os valores associados. A atividade favoreceu a visualização dos conceitos anteriormente trabalhados promovendo a participação ativa no processo de aprendizagem. A figura 4.16 destaca as construções feitas por alguns alunos.

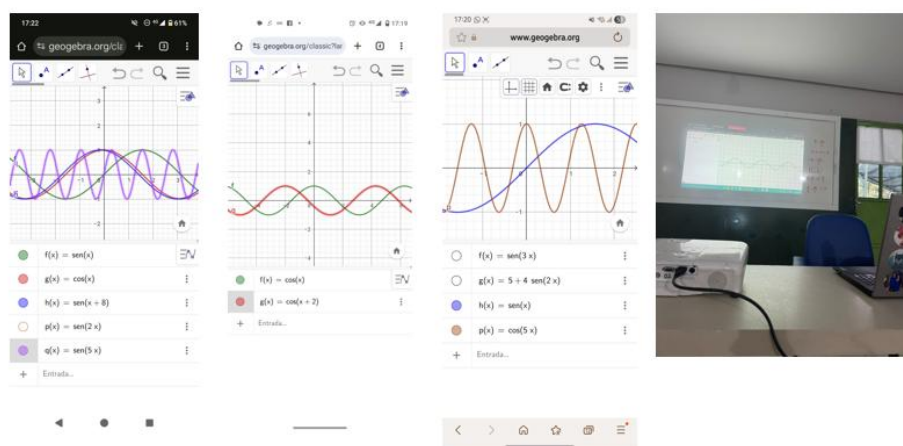
Figura 4.16 - Construção do ciclo trigonométrico



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

O oitavo e o nono encontro foram marcados pela utilização do *geogebra* para analisar as alterações causadas nas funções seno e cosseno. Os estudantes puderam observar, em tempo real, aspectos como período, amplitude e comportamento das funções. As alterações eram feitas pelos próprios alunos em seus aparelhos e tal experiência possibilitou uma construção de conhecimento mais significativa e colocou os alunos como protagonistas no processo de ensino-aprendizagem. Vale ressaltar que os procedimentos metodológicos adotados nos dois encontros foram os mesmos, tendo em vista as diversas semelhanças presentes entre os gráficos das funções seno e cosseno. A figura 4.17 ilustra algumas modificações promovidas pelos alunos.

Figura 4.17 - Construção de gráficos de funções trigonométricas



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Encerrada a etapa de mediação com o *geogebra*, na qual os estudantes puderam explorar dinamicamente o ciclo trigonométrico e as funções trigonométricas, no décimo encontro foram aplicados o pós - teste e o questionário de avaliação. A etapa seguinte discute os resultados obtidos no pós – teste.

4.3 ANÁLISE DO PÓS-TESTE

No décimo e último encontro foi realizada a aplicação do pós-teste nos mesmos moldes do pré-teste e também do questionário de avaliação da pesquisa. Na figura 4.18, vê – se o registro do momento da execução do pós-teste que contou ao todo com 19 dos 21 alunos participantes presentes. Ressalta – se que apenas no primeiro encontro houve a presença de todos os 21 alunos, porém, os estudantes sempre apresentaram uma frequência considerável, variando entre 13 e 20 alunos.

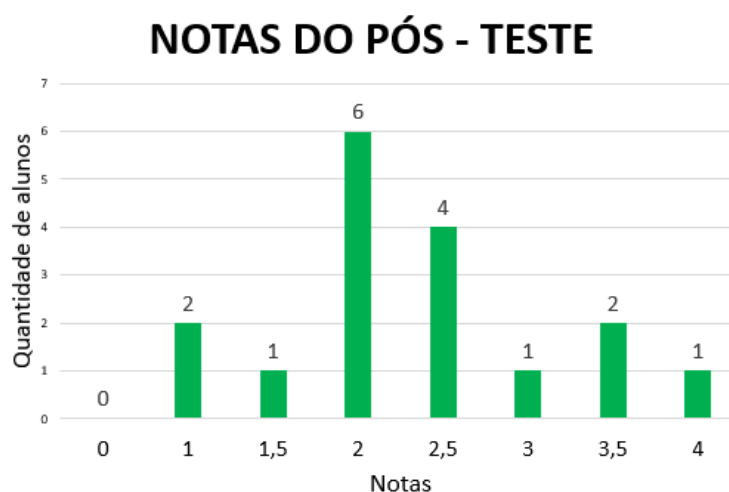
Figura 4.18 - Aplicação do pós-teste



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

No pós-teste, nenhum dos alunos tirou nota zero, o que representa uma redução expressiva em comparação com os resultados do pré-teste. Observa-se, ainda, que o percentual de discentes que obtiveram notas 0, 1 ou 2 não ultrapassa 48% do total de participantes. Em contrapartida, mais de 50% dos alunos alcançaram notas 3 ou 4, o que resultou em uma média geral de desempenho igual a 2,22. O gráfico 6 aponta os resultados obtidos.

Gráfico 6 - Notas do pós - teste



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Observa-se que nenhum aluno tirou nota 0, além disso apenas 9 alunos tiraram notas 1, 1,5 e 2. Percebe-se também que foram obtidas 4 notas 2,5, 1 nota 3, 2 notas 3,5 e 1 nota 4. A tabela 4 traz os dados referentes as notas dos alunos, média aritmética e desvio padrão.

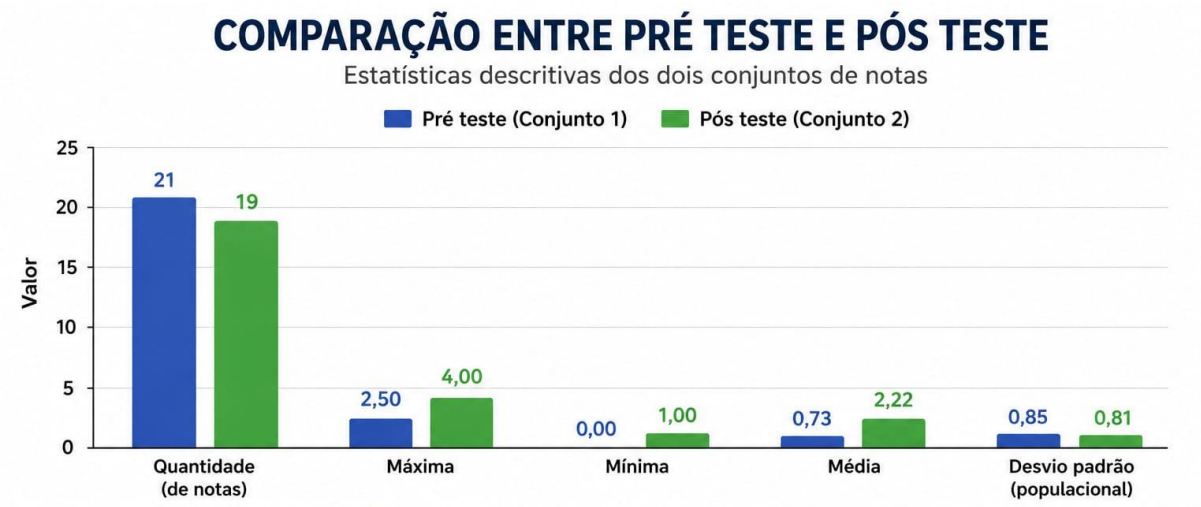
Tabela 4 - Notas do pós - teste

Quantidade de alunos	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
19	1,0	4,0	2,22	0,84

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

O gráfico 7 e a tabela 5 trazem uma comparação entre os resultados obtidos no pré-teste e no pós-teste, evidencia progressos consideráveis após a execução das atividades a utilização do *geogebra* como recurso pedagógico.

Gráfico 7 - Comparação de notas do pré-teste e do pós-teste



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

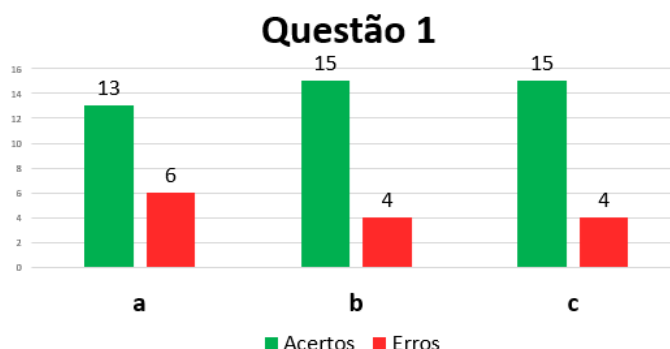
Tabela 5 - Comparação de notas do pré-teste e do pós-teste

Rendimento		Alunos
Pré-Teste	Número de participantes	21
	Nota mínima	0,0
	Nota máxima	2,5
	Média aritmética	0,73
	Desvio padrão	0,87
Pós-Teste	Número de participantes	19
	Nota mínima	1,0
	Nota máxima	4,0
	Média aritmética	2,22
	Desvio padrão	0,84

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

A estrutura do pós-teste foi a mesma do pré-teste, tendo quatro questões de sentença aberta envolvendo os conteúdos estudados. A primeira questão tinha três alternativas onde na letra a era exigido a conversão da medida dos ângulos em graus para radianos, a letra b de radianos para graus e a letra c pedia a primeira determinação positiva do ângulo de 2445°. O gráfico 8 destaca os resultados obtidos nessa questão.

Gráfico 8 - Respostas da questão 1 do pós-teste



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Observa-se novamente uma grande quantidade de acertos nos itens a, b e c da primeira questão. No item a, 13 alunos responderam corretamente enquanto 6 apresentaram respostas incorretas. No item b, foram encontrados 15 acertos e 4 erros. Já no item c, 15 alunos acertaram a questão e 4 apresentaram respostas incorretas. A análise das respostas obtidas na primeira questão mostrou que na maioria das respostas dos alunos, os erros de cálculo nas simplificações ou divisões foram corrigidos, porém, estes mesmos erros persistiram em alguns casos. Percebe-se que os estudantes assimilaram que $\pi \text{ rad} = 180^\circ$ e que o conteúdo de simplificação de frações deve ser dominado para que se faça a conversão de graus para radianos. Nota-se também que a divisão pelo método da chave é um conteúdo que foi dominado pela maioria dos alunos, tendo em vista a necessidade de tal método para encontrar a primeira determinação positiva dos arcos. A figura 4.19 destaca as respostas de um dos estudantes que errou o item b pois dividiu 900° por 2 ao invés de dividir por 4, errando assim a conversão.

Figura 4.19 - Resposta da questão 1 (Pós-teste)

Questão 1

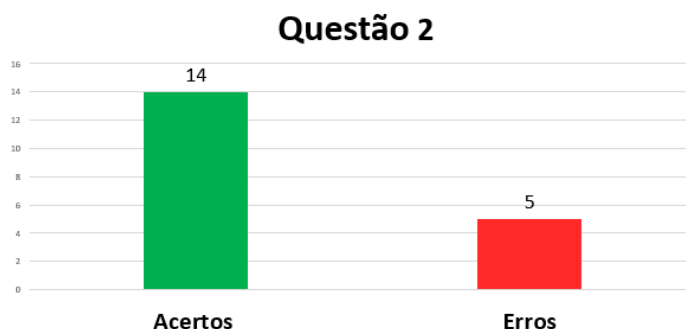
Em cada alternativa, faça o que se pede:

- a) Converta os ângulos de 14° e 160° para radianos. $\frac{14\pi}{180} = \frac{7\pi}{90}$ e $\frac{160\pi}{180} = \frac{8\pi}{9}$
- b) Converta os ângulos de $\frac{3\pi}{2}$ e $\frac{5\pi}{4}$ para graus. $\frac{3 \cdot 180}{2} = 270^\circ$ e $\frac{5 \cdot 180}{4} = 225^\circ$
- c) Ache a primeira determinação positiva do ângulo de 2445° .
 $\begin{array}{r} 2445 \\ - 360 \\ \hline 2085 \end{array}$ $\therefore$ determinação é 2085°

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

A questão 2, voltada para os conceitos de ciclo trigonométrico, pedia que os alunos encontrassem os valores do seno de 300° e do cosseno de 135° . As respostas obtidas estão destacadas no gráfico 9.

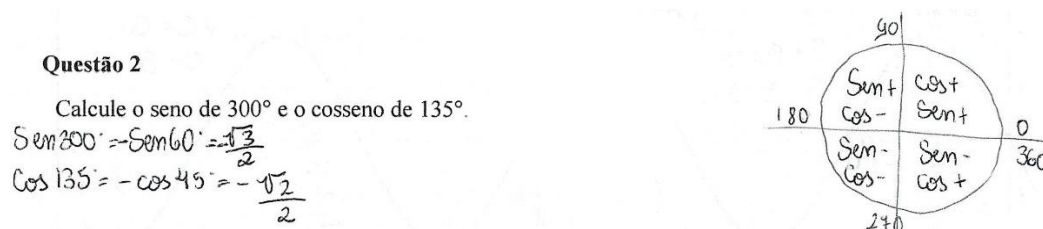
Gráfico 9 - Respostas da questão 2 do pós-teste



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Na questão 2, observou-se que 14 alunos responderam corretamente enquanto 5 apresentaram respostas incorretas. Com os resultados obtidos, percebe-se que o principal erro voltado para os sinais de seno e cosseno foi corrigido. A visualização e interação do ciclo através do geogebra mostra ter surtido um efeito positivo, tendo em vista uma quantidade maior de acertos na questão. A figura 4.20 destaca a solução obtida por um dos alunos, observando o esboço do ciclo feito pelo estudante, associando assim a representação algébrica com a representação geométrica.

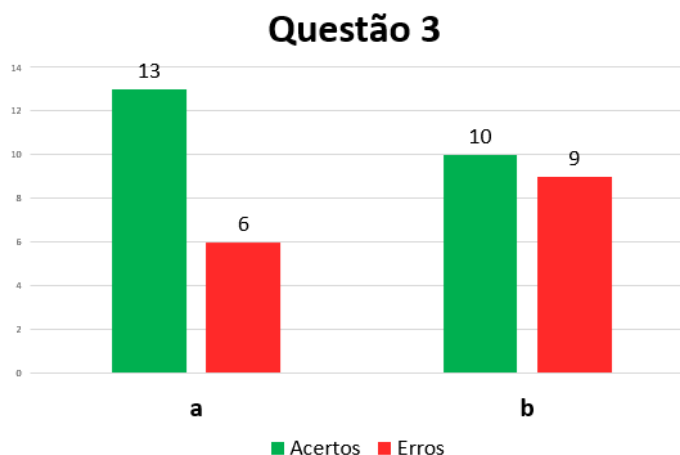
Figura 4.20 - Resposta da questão 2 (Pós-teste)



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

A terceira questão trouxe dois gráficos de duas funções trigonométricas e pediu para os alunos identificarem se o gráfico era da função seno ou da função cosseno, além disso, pediu também para que os estudantes identificassem o máximo, o mínimo e o período da função. O gráfico 10 destaca os resultados obtidos nessa questão.

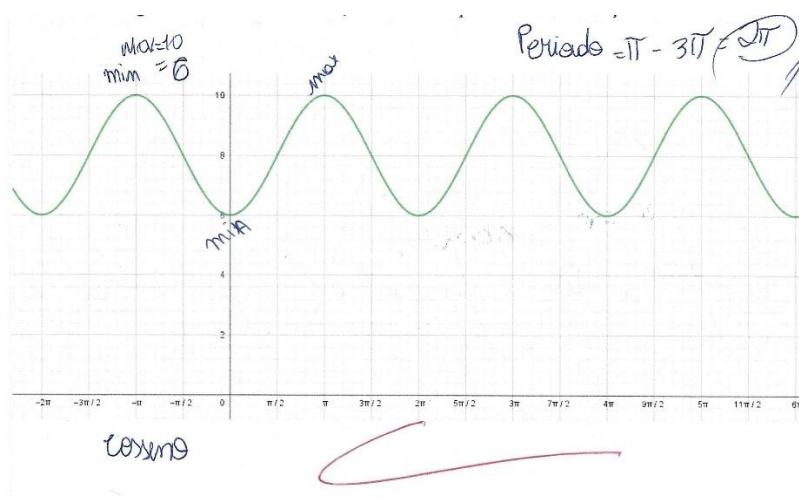
Gráfico 10 - Respostas da questão 3 do pós-teste



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Na questão 3, o item a trouxe 13 respostas certas e 6 incorretas. Já o item b, apresentou 10 acertos e 9 erros. Percebe-se um avanço no entendimento na associação dos conceitos com a representação gráfica da função. Os alunos, em sua maioria, acertaram qual função o gráfico representava, o máximo e mínimo. No entanto, alguns participantes não conseguiram calcular o período corretamente. A figura 4.21 destaca a resposta de um aluno que mostrou ter domínio de todos os conceitos, apontando no gráfico os elementos de maneira correta e consequentemente acertando o item.

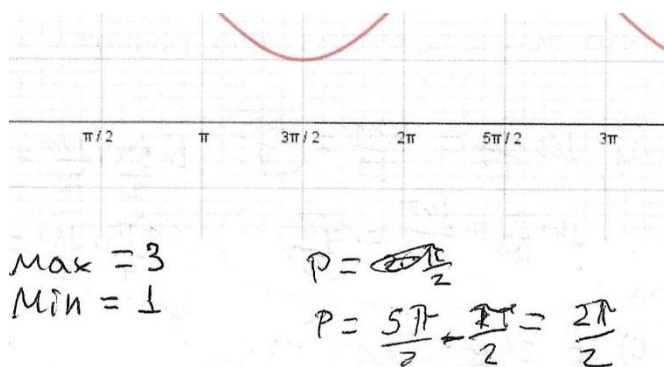
Figura 4.21 - Resposta da questão 3, item a (Pós-teste)



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

No item b, os alunos apresentaram uma certa dificuldade para calcular o período da função, como mostra figura 4.22.

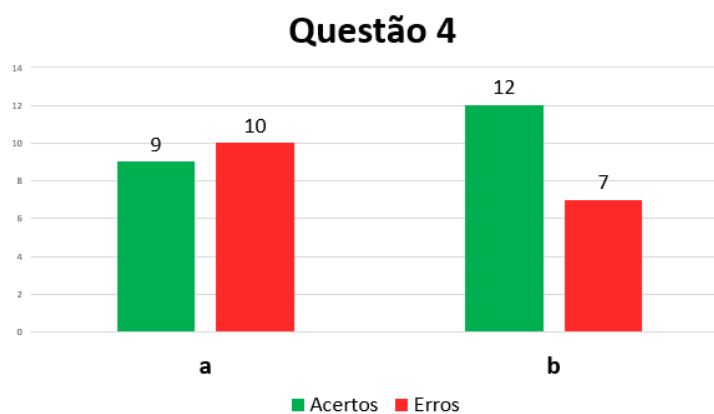
Figura 4.22 - Resposta da questão 3, item b (Pós-teste)



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

A questão 4, última do pós-teste, trouxe novamente dois gráficos de duas funções trigonométricas e pediu que os alunos determinassem a lei de formação das funções. Os resultados obtidos estão apontados no gráfico 11.

Gráfico 11 - Respostas da questão 4 do pós-teste

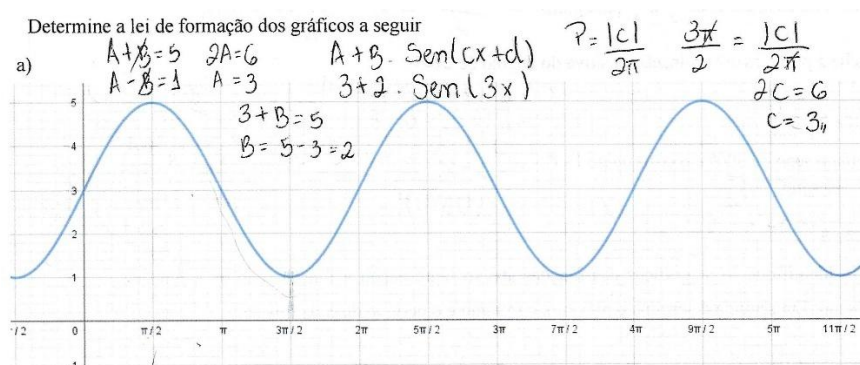


Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Na questão 4, o item a apresentou 9 respostas corretas e 10 incorretas. O item b teve 12 respostas certas e 7 incorretas. Analisando as respostas obtidas, percebeu-se uma melhora no entendimento dos conceitos e principalmente na associação entre os elementos algébricos e as representações gráficas das funções. O erro que ainda persistiu e não foi superado por todos os alunos está relacionado ao cálculo do período da função. A figura 4.23 destaca a resposta de

um estudante que conseguiu determinar todos os parâmetros, mas comete um erro ao calcular o período, errando assim o item a.

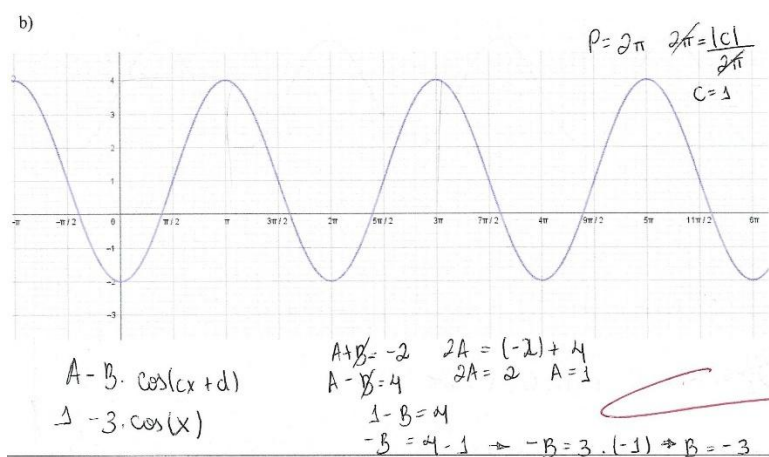
Figura 4.23 - Resposta da questão 4, item a (Pós-teste)



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

No item b, percebe-se que este é feito de maneira correta sendo apontado todos os elementos necessários para a determinação da lei de formação. Como ilustra figura 4.24.

Figura 4.24 - Resposta da questão 4, item b (Pós-teste)



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

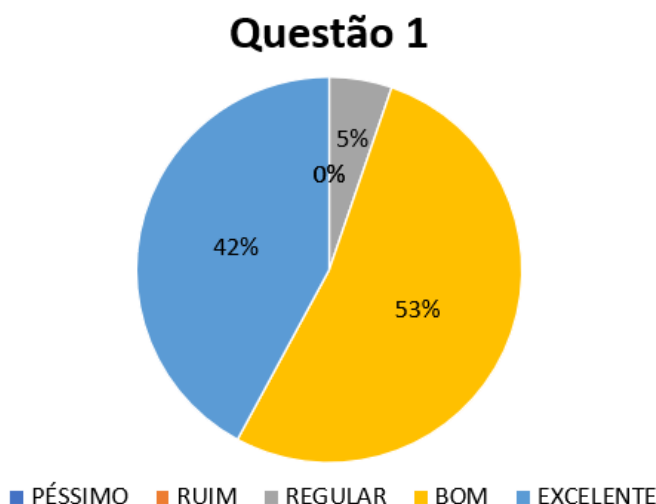
A análise do pós-teste evidenciou avanços alcançados ao longo da pesquisa, assim, torna-se relevante ampliar a compreensão do impacto da proposta para além dos dados quantitativos. Nesse aspecto, a seção 4.4 aborda a percepção dos estudantes acerca da experiência com o *geogebra*, levando em consideração as suas impressões, dificuldades e contribuições percebidas no processo de ensino-aprendizagem.

4.4 A PERCEPÇÃO DOS ESTUDANTES

O questionário de avaliação foi aplicado no décimo encontro juntamente com o pós-teste, assim, foram obtidas 19 respostas. O intuito de tal questionário foi compreender a percepção dos estudantes acerca da proposta desenvolvida, especialmente no que se refere ao uso do *geogebra* no processo de ensino-aprendizagem. O questionário possui dez questões, sendo as cinco primeiras objetivas e as cinco últimas discursivas. Tais questões buscaram identificar o nível de engajamento, as dificuldades encontradas e as contribuições percebidas para a compreensão do conteúdo de funções trigonométricas. Os parágrafos que seguem discutem os dados coletados com esse questionário.

A primeira pergunta foi: “Como você avalia a sua compreensão sobre o comportamento das funções seno e cosseno após utilizar o *geogebra*?”. As respostas obtidas estão destacadas no gráfico 12.

Gráfico 12 - Respostas da questão 1 do questionário

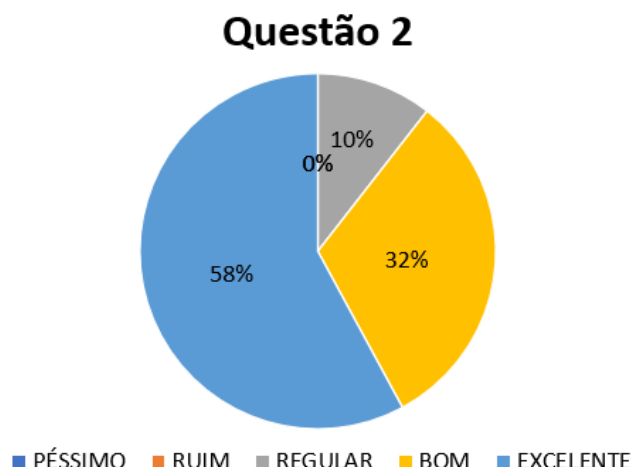


Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

As respostas obtidas mostram que mais da metade da turma considera as suas habilidades quanto a percepção de movimentações nos gráficos das funções seno e cosseno “boa” ou “excelente”. Questionados posteriormente, os alunos que consideraram a sua percepção como regular, apontaram que seria necessário mais tempo de uso do programa e mais resoluções de questões para que tivessem mais convicção nas suas interpretações.

A segunda pergunta foi: “O quanto o *geogebra* ajudou você a visualizar e entender a relação entre ângulos e o valor da função?”. O gráfico 13 ilustra os resultados obtidos com as respostas da pergunta.

Gráfico 13 - Respostas da questão 2 do questionário

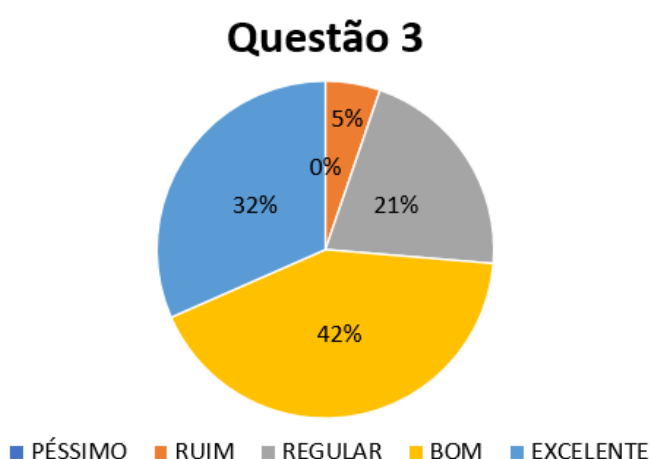


Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Os alunos se mostraram confiantes quanto a interpretação dos valores associados ao seno e ao cosseno dos ângulos, evidenciando a assimilação desses elementos. Os estudantes que responderam à alternativa regular justificaram a resposta por julgarem que os encontros não trabalharam este aspecto, em específico, o suficiente, gerando, assim, uma insegurança.

A terceira questão perguntava: “Como você avalia sua capacidade de interpretar os gráficos gerados no *geogebra*?”. As respostas obtidas estão evidenciadas no gráfico 14.

Gráfico 14 - Respostas da questão 3 do questionário



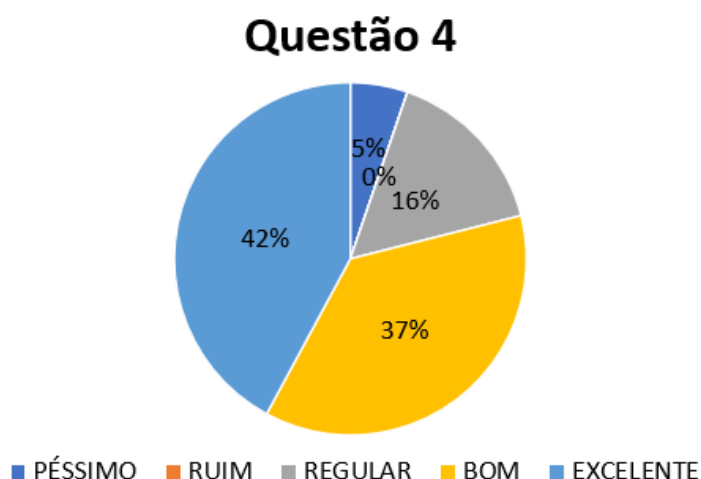
Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Analisando as respostas obtidas, percebe-se que a maioria dos alunos se sente capaz de interpretar os gráficos gerados pelo *software*. Os alunos que marcaram as opções regular ou

ruim, ao serem perguntados o porquê das respostas, afirmaram que por estarem ausentes em uma grande parte dos encontros, não se consideram capazes de interpretar qualquer gráfico de função trigonométrica gerado, conseguindo apenas observar os que trazem poucas modificações através dos parâmetros.

A quarta pergunta foi: “O quanto você se sentiu capaz de manipular o *geogebra*?”. O gráfico 15 traz um compilado das respostas obtidas.

Gráfico 15 - Respostas da questão 4 do questionário

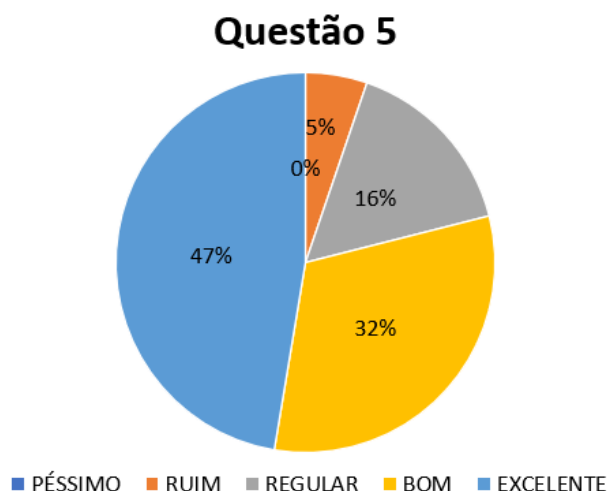


Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Os resultados mostram que cerca de 15 alunos se consideram excelentes na manipulação do *geogebra*. Questionados sobre tais respostas, os alunos relataram que se sentiram engajados ao manipular e construir os gráficos no *software*. Essa prática despertou a curiosidade da turma, motivando-os a construir representações gráficas de outras funções como as exponenciais. Vale ressaltar que pergunta obteve 3 respostas na opção regular e 1 na ruim. Perguntados sobre os motivos para assinalarem tais respostas, os estudantes afirmaram que necessitam de mais tempo de interação com programa, considerando 3 encontros insuficientes para terem o domínio do *software*.

A quinta pergunta foi a última das objetivas e trouxe o seguinte questionamento: “Ao final da pesquisa, como você avalia sua confiança para resolver exercícios de funções trigonométricas?”. O gráfico 16 ilustra as respostas obtidas.

Gráfico 16 - Respostas da questão 5 do questionário



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

O gráfico acima aponta que a maioria dos alunos se mostram confiantes para resolver questões que envolvem o conteúdo de funções trigonométricas, evidenciando o impacto positivo do uso *software* e tornando o estudante protagonista no processo de ensino-aprendizagem. As respostas obtidas apontam um fortalecimento da segurança e autonomia dos alunos diante do conteúdo, revelando um possível avanço na compreensão do assunto e também a construção de uma aprendizagem significativa para o estudante.

As demais questões são de natureza discursiva, nesse sentido, para preservar a identidade dos participantes, foram atribuídos pseudônimos aos estudantes nas citações extraídas das respostas do questionário. Os pseudônimos atribuídos os alunos são inspirados em matemáticos e matemáticas de relevância histórica.

A sexta questão perguntava se os alunos tinham conhecimento do *geogebra* e se já tinham utilizado alguma vez. A maioria dos alunos afirmam que não conheciam ou que já conheciam, mas nunca haviam utilizado. A aluna Hipátia destaca que não conhecia o programa e que o primeiro contato com o *software* ocorreu durante a pesquisa, como ilustra a figura 4.24.

Figura 4.25 - Resposta da aluna Hipátia

*Não, eu só fui conhecer através das aulas de matemática.
Também não, só consegui utilizá-lo em sala de aula.*

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

A sétima questão pergunta aos alunos se eles tiveram alguma dificuldade para lidar com o geogebra e pede que citem as situações que causaram problemas. As respostas, em sua maioria, foram que não tiveram dificuldade e que o *software* ajuda na compreensão, como destaca a figura 4.26, resposta da aluna Emmy Noether.

Figura 4.26 - Resposta da aluna Emmy

· Você teve algum problema para lidar com o geogebra?

Nunca tive problemas, pois sempre achei de melhor compreensão para aprender

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Vale ressaltar que alguns alunos responderam ter tido dificuldades no manuseio do programa. As alunas Grace Hopper, Ada Lovelace e o aluno Euclides apontaram ter tido problemas relacionados com a quantidade de ferramentas disponíveis no *software* e com a construção de ângulos. Porém, apesar dos obstáculos, os estudantes destacam que conseguiram se adaptar e que foi divertido utilizar o *geogebra*. A figura 4.27 ilustra as respostas desses alunos.

Figura 4.27 - Respostas dos alunos Grace, Euclides e Ada

Como foi de fato na minha primeira vez usando eu me emboçalhei nas opções mas foi tranquilo e divertido

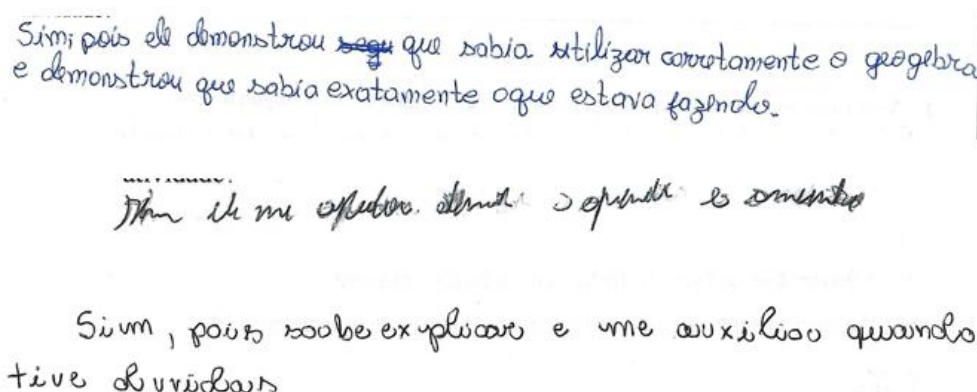
Sim, algumas ferramentas estavam diferentes, pois eu não usei computador.

Sim; em uma parte que tínhamos que fazer os ângulos em um círculo, não estava conseguindo manusear bem.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

A pergunta de número oito questionou os alunos sobre a atuação do professor pesquisador durante a execução da pesquisa. Os alunos afirmaram que o professor mostrou domínio do aplicativo, clareza nas explicações, disponibilidade para sanar dúvidas e os auxiliou durante todo o período de execução da pesquisa, incentivando à participação ativa nas atividades e atuando como um mediador no processo de aprendizagem. A figura 4.28 apresenta as respostas dadas pelos alunos Ada Lovelace, Pitágoras e Sophie Germain.

Figura 4.28 - Respostas dos alunos Ada, Pitágoras e Sophie



Sim, pois ele demonstrou ~~seu~~ que sabia utilizar corretamente o geogebra e demonstrou que sabia exatamente o que estava fazendo.

Sim, ele me ajudou a entender o que estava fazendo.

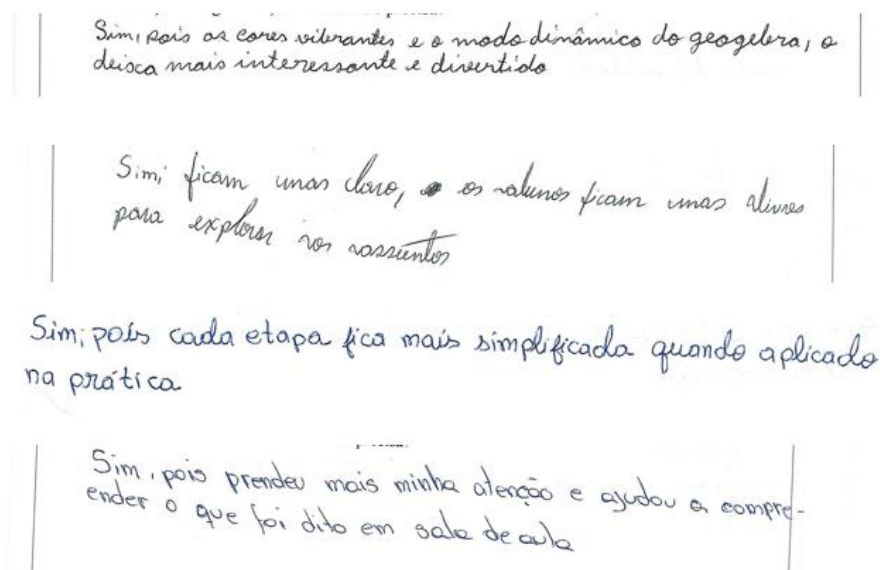
Sim, pois soube explicar e me auxiliou quando tive dúvidas.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

As respostas dadas indicam que a atuação do professor pesquisador como mediador exerceu um papel essencial no processo de ensino-aprendizagem, contribuindo para um ambiente favorável à construção de conceitos relacionados ao conteúdo de funções trigonométricas.

A nona questão perguntou aos alunos se, nas suas perspectivas, o uso do *software geogebra* tornou as aulas mais dinâmicas e criativas. As respostas dos alunos apontam que o programa teve um impacto positivo, tornando as aulas interessantes e divertidas. Os estudantes ainda destacaram que o uso programa os deixou mais atentos e despertou o interesse para o assunto. As respostas dos alunos Euler, Gauss, Maryam Mirzakhani e Elza furtado estão ilustradas na figura 4.29.

Figura 4.29 - Respostas dos alunos Euler, Gauss, Maryam e elza



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

É possível observar pelas respostas obtidas que os estudantes indicaram uma percepção favorável à utilização do *geogebra*. Essa avaliação evidencia que a inserção de ferramentas tecnológicas, quando articuladas a uma proposta pedagógica, potencializa o interesse, a participação e a construção de uma aprendizagem significativa.

A décima questão foi a seguinte indagação: “Na sua opinião, porque utilizar o *software geogebra* melhora ou não o seu processo de aprendizagem?”. As respostas dos alunos apontaram uma grande satisfação e aprovação do uso do programa, destacando que a sua utilização os deixou mais engajados e proporcionou um ambiente propício a aprendizagem. Além disso, os estudantes descrevem que o software contribuiu para o entendimento do conteúdo pois alinhou teoria a prática e deu mais dinâmica no processo de ensino-aprendizagem. Tais manifestações indicam que a ferramenta atuou como elemento potencializador no processo de aprendizagem, favorecendo a compreensão e reduzindo as dificuldades apresentadas no estudo do conteúdo.

A figura 4.30 destaca as respostas dos alunos Isaac Newton, Katherine Johnson, Marie Curie e Vera Rubin.

Figura 4.30 - Respostas dos alunos Newton, Katherine, Marie e Vera

Na minha opinião o geogebra melhora muito principalmente aqueles que tem dificuldade em funções.

Porque eu sinto que consigo absorver o conteúdo de forma leve e permanente. E senti uma vontade maior de estudar.

O software geogebra melhora no processo de aprendizado pois colocamos em prática o que aprendemos e podemos compreender melhor cada etapa da ~~for~~ formação das funções.

O software ajuda a melhorar a ideia e conceito visual sobre o assunto, além de exemplificar o assunto.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Diante das análises realizadas e destacadas nesse capítulo, que contemplou dados do pré e pós-teste, assim como as percepções dos participantes acerca do uso do *geogebra*, torna-se possível apontar as principais contribuições e implementações da pesquisa. Dessa forma, o próximo capítulo discutirá as considerações finais, nas quais são retomados os objetivos do trabalho, debatidos os resultados obtidos e apontadas as possíveis perspectivas para investigações futuras no âmbito do ensino de funções trigonométricas com o uso de ferramentas tecnológicas como o *geogebra*.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A comunidade de educadores matemáticos fomenta a busca por metodologias inovadoras que viabilizem melhorias na qualidade do ensino da disciplina. O presente trabalho teve como objetivo investigar as contribuições do *software geogebra* para o processo de ensino-aprendizagem do conteúdo de funções trigonométricas no ensino médio, buscando compreender de que forma a utilização de ferramentas tecnológicas podem favorecer a construção de saberes matemáticos, especialmente no que se refere as funções seno e cosseno.

A partir da execução das atividades propostas e da análise dos dados coletados, foi possível perceber que o uso do *geogebra* potencializou a visualização dos conceitos, através do dinamismo proposto pelas ferramentas presentes no *software* e permitiu aos estudantes estabelecer relações entre as representações gráficas e algébricas de forma mais articulada. A capacidade do programa de permitir que os estudantes manipulem os parâmetros em tempo real se apresentou como um fator principal para a compreensão dos conceitos de máximo e mínimo, deslocamentos horizontais e verticais, amplitude e período, elementos esses que, no ensino tradicional, frequentemente são apresentados de forma decorativa e procedimental.

Nota-se também que houve um aumento no engajamento e na participação dos educandos durante as atividades, mostrando que a implementação de ferramentas tecnológicas pode contribuir para tornar o processo de ensino-aprendizagem mais interativo e dinâmico. Ademais, buscar associar elementos do conteúdo estudado com outros assuntos já vistos pelos alunos como divisão com o método da chave e simplificação de frações proporcionou uma aprendizagem mais sólida, focada na interpretação das questões ao invés de apenas aplicar conceitos decorados, possibilitando aos estudantes uma aprendizagem significativa.

Evidencia – se como contribuições da pesquisa, a relevância do *geogebra* como uma ferramenta pedagógica capaz de integrar diferentes representações matemáticas, favorecendo a compreensão dos conteúdos da disciplina, especificamente, das funções trigonométricas. Além disso, a pesquisa reforça a importância de práticas docentes que integrem ferramentas tecnológicas de forma planejada e como instrumento de mediação no processo de ensino-aprendizagem.

Ao longo do desenvolvimento das atividades, foi possível observar uma evolução dos estudantes na compreensão dos conceitos e em sua postura diante dos obstáculos apresentados. Inicialmente inseguros, os alunos passaram a demonstrar mais autonomia na exploração dos conceitos, formulando hipóteses, testando possibilidades e justificando suas conclusões com mais clareza. Tal evolução indica que a mediação tecnológica, quando articulada a uma

proposta bem elaborada, pode contribuir não apenas para a aprendizagem de conceitos, mas também para o desenvolvimento pessoal dos estudantes.

No entanto, reconhece-se que existem limitações para desenvolver um trabalho mais efetivo, dentre as quais se destacam o tempo reduzido de aplicação das atividades e os déficits de cada aluno, pois os estudantes apresentam necessidades individuais de aprendizagem que demandam de uma atenção direcionada para serem superadas e, assim, serem capazes de ter um desenvolvimento pleno nas atividades realizadas.

A partir dos resultados obtidos nesta pesquisa, constata-se que existe potencial nas práticas adotadas e que uso de tecnologias digitais como ferramenta de mediação do processo de ensino-aprendizagem pode ser caracterizada como uma estratégia eficaz para a melhoria da aprendizagem matemática. Assim, tornando evidente que a integração do *geogebra* ao ensino de matemática contribui para uma prática pedagógica mais dinâmica e alinhada as demandas da educação matemática contemporânea.

5.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como perspectivas para investigações futuras, sugere-se a ampliação do estudo para outros níveis de ensino, bem como a realização de pesquisas de longo prazo que analisem periodicamente os impactos do uso contínuo do *geogebra* no desenvolvimento do pensamento matemático. Mostra-se relevante também, uma análise comparativa entre metodologias tradicionais e abordagens mediadas por ferramentas tecnológicas, com o intuito de identificar e aprofundar as contribuições específicas de cada abordagem.

Além disso, destaca-se a uma investigação específica sobre a função tangente, considerando as suas particularidades conceituais e didáticas, como a presença de assíntotas verticais e descontinuidade. Sugere-se a elaboração de sequências didáticas que explorem a interpretação geométrica da tangente a partir da circunferência trigonométrica, bem como a análise entre suas representações gráfica e algébrica em ambientes dinâmicos como o *geogebra*.

Destaca-se, por fim, um ponto muito comentado nas respostas dadas no questionário e nas interações em sala de aula, sendo este ponto, uma carga horária maior para a realização dos encontros, possibilitando aos alunos um maior tempo de contato com o *software*, para absorver e praticar os conteúdos estudados.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Denis Rogério Sanches; DETSCH, Denise Trevisoli; BANHEZA, Karen Vanessa Gozer. Computational tools as an aid to Mathematics learning: GeoGebra. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 12, n. 11, p. e51121142984, 2023. DOI: 10.33448/rsd-v12i11.42984. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/42984>. Acesso em: 30 maio de 2025.
- ANDREIS, Greice da Silva Lorenzzetti; PACHECO, Marina Buzin. Causas das dificuldades de aprendizagem em matemática: Percepção de professores e estudantes do 3º ano do ensino médio. Paraíba: **Revista Principia**, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/1612>. Acesso em: 23 de abril de 2025.
- AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Lisboa: Paralelo editora. 2003. Disponível em: https://www.mackenzie.br/fileadmin/ARQUIVOS/Public/1-mackenzie/universidade/pro-reitoria/graduacao-assuntos-acad/forum/X_Forum/livroAusubel.2000_Aquisicao_e_retencao_de_conhecimentos.pdf. Acesso em: 16 de janeiro de 2026.
- BARBOSA, Thiago Henrique das Neves. **Octave: uma proposta para o ensino de funções**. Paraná, 2012. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1109/1/PG_PPGECT_M_Barbosa%2c%20Thiago%20Henrique%20das%20Neves_2012.pdf. Acesso em: 5 de maio de 2025.
- BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. 3º reimpressão da 1 ed. Lisboa: Edições 70, 2016.
- BORBA, Marcelo de Carvalho; PENTEADO, Mirian Godoy. **Informática e educação matemática**. Belo horizonte, Autêntica. 2016
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Notas sobre o Brasil no Pisa 2022**. Brasília, DF: Inep, 2023.
- BRAZ, Lúcia. Helena. Costa.; CASTRO, Gustavo. Teixeira. de; OLIVEIRA, Patrick. Macêdo. O GeoGebra no estudo das funções trigonométricas: uma experiência em um minicurso com alunos do 2º ano do Ensino Médio. **Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo**, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 71–85, 2019. DOI: 10.23925/2237-9657.2019.v8i1p071-085. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/IGISP/article/view/42089>. Acesso em: 5 de maio de 2025.
- CARDOSO, Márcia Regina Gonçalves; OLIVEIRA, Guilherme Saramago de; GHELLI, Kelma Gomes mendonça. Análise de conteúdo: Uma metodologia de pesquisa ativa. **Cadernos da Fucamp**, v.20, n. 43, p. 98 – 111. 2021. Disponível em:

<https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/cadernos/article/view/2347/1443>. Acesso em: 4 de maio de 2025.

COUTINHO, Maria Lívia Astolfo; FEITOSA, Samira Souza; PINHEIRO, Geresa Soares. O aplicativo photomath como apoio em processos formativos no ensino e aprendizado da matemática. Curitiba – Paraná. **Brazilian journal of development**. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/19242/15435>. Acesso em: 01 de maio de 2025.

CUNHA, Cézar Pessoa. A Importância da Matemática no Cotidiano. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Edição 04. Ano 02, Vol. 01. pp 641-650, Julho de 2017. ISSN:2448-0959. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/matematica/matematica-no-cotidiano>. Acesso em: 25 de abril de 2025.

CURY, Helena Noronha. **Análise de erros: O que podemos aprender com as respostas dos alunos**. 3. ed. Belo Horizonte, MG: Autêntica Editora, 2019. (Coleção Tendências em Educação Matemática).

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Educação matemática: Da teoria à prática**. 17. Ed. Campinas, SP: Papirus, 2009.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **História da Matemática e Educação**. 1º ed. Campinas, SP: 1996.p. 7- 17.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Da realidade à ação: Reflexões sobre educação e matemática**. 2º ed. Campinas, SP: Editora da universidade estadual de Campinas, 1986.

DANTE, Luiz Roberto. **Matemática: Contexto & Aplicações. V.2**. 2.ed. São Paulo: Ática, 2016.

DA SILVA, Marлизete. Franco.; FROTA, maria. Clara. Rezende. Explorando modelos matemáticos trigonométricos a partir de applets. **Vidya**, Santa Maria (RS, Brasil), v. 32, n. 2, p. 15, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/VIDYA/article/view/276>. Acesso em: 5 de maio de 2025.

GALLO, Solange Aparecida; BARROS, Ayrla Morgana Rodrigues; CARVALHO, Ianan Eugênia de; LAET, Lucas Estevão Fernandes; SILVA, Tatiana Petúlia Araújo da. Metodologias ativas e tecnologia na educação. **Revista Ilustração, [S. l.]**, v. 5, n. 1, p. 27–36, 2024. DOI: 10.46550/ilustracao.v5i1.245. Disponível em: <https://journal.editorailustracao.com.br/index.php/ilustracao/article/view/245>. Acesso em: 18 de janeiro de 2026.

GEOGEBRA. **About GeoGebra**. [Página da internet]. 2026. Disponível em: <https://www.GeoGebra.org/about>. Acesso em: 15 de maio de 2026.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HEERDT, Mauri Luiz. **Metodologia científica e da pesquisa**. 5 ed. Santa Catarina: Unisul virtual, 2007. Disponível em: https://www.fatecead.com.br/mpc/aula01_ebook_unisulvirtual.pdf. Acesso em: 29 de janeiro de 2026.

IEZZI, Gelson. **Fundamentos de Matemática Elementar, 3: Trigonometria**. 9. ed. São Paulo: Atual, 2013.

KENSKI, Vani Moreira. Educação e internet no Brasil. **Cadernos Adenauer XVI**, 2015. Disponível em: https://www.kas.de/c/document_library/get_file?uuid=cfbf2881-e6e9-5724-4da9-d61e8dcd7a7c&groupId=265553. Acesso em 5 de maio de 2025.

KENSKI, Vani Moreira. **Tecnologias e ensino presencial e a distância**. 8. ed. Campinas, SP: Papirus, 2012.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. 8. ed. Campinas, SP: Papirus, 2012.

KOCH, Marlene Zimmermann. **As tecnologias no cotidiano escolar: Uma ferramenta facilitadora no processo ensino – aprendizagem**. Sarandi - Rio grande do Sul. UFSM. 2013. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/498/Koch_Marlene_Zimmermann.pdf?sequencia=1. Acesso em: 23 de março de 2025.

LAKATOS, Eva Maria. MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos da metodologia científica**. 7. Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LIMA, Elon Lages; CARVALHO, Paulo Cezar Pinto; WAGNER, Eduardo; MORGADO, Augusto César. **A Matemática do Ensino Médio. v. 2**. 8. Ed. Rio de Janeiro: SBM, 2020.

LIMA, Luciana de. **A aprendizagem significativa do conceito de função na formação inicial do professor de matemática**. Fortaleza, Ceará: UECE. 2008. Disponível em: https://www.uece.br/wp-content/uploads/sites/29/2019/06/Dissertação_LUCIANA-DE-LIMA.pdf. Acesso em: 17 de janeiro de 2026.

LOPES, Maria. Maroni. Sequência didática para o ensino de trigonometria usando o software GeoGebra. **Boletim de Educação Matemática**, v. 27, n. 46, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-636X2013000300019>. Acesso em: 5 de maio de 2025.

LORENZATO, Sergio. **Para aprender matemática**. 3. Ed. Ver. Campinas, SP: Autores associados, 2010. (coleção formação de professores).

MATOS, Simone Ribeiro; MAZZAFERA, Bernadete Lema. *Reflections on active methodologies and digital technologies as pedagogical resources in the process of teaching and learning skills*. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 9, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/32259>. Acesso em: 18 de janeiro de 2026.

MOREIRA, Cláudia. **Transferidor virtual** [Página da internet]. 2020. Disponível em: <https://www.geogebra.org/material/show/id/eqbjfzay>. Acesso em: 19 de janeiro de 2026.

MOREIRA, Marco Antonio. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

MOREIRA, Marco Antonio; MASINI, Elcie Aparecida Fortes Salzano. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. . São Paulo, SP: Centauro, 2009.

MORETTIN, Pedro Alberto. BUSSAD, Wilton de Oliveira. **Estatística básica**. 6. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

NOVAES; Carolina de Paula Ribeiro. **Funções trigonométricas no ENEM com auxílio do geogebra**. Rio de Janeiro. UERJ. 2021. Disponível em: <http://www.bdtd.uerj.br/handle/1/20139>. Acesso em: 3 maio de 2025.

OLIVEIRA, Mateus Souza. SILVA, Maria Deusa Ferreira. Desvendando os Segredos das Funções Trigonométricas: uma atividade prática com o uso do GeoGebra. **Educação Matemática em Revista**, [S. l.], v. 29, n. 82, p. 1–12, 2024. DOI: 10.37001/emr.v29i82.3412. Disponível em: <https://www.sbemrasil.org.br/periodicos/index.php/emr/article/view/3412>. Acesso em: 3 maio de 2025.

PACHECO, José Adson D; BARROS, Janaina V. O uso de softwares educativos no ensino de matemática. Pernambuco. **Diálogos – revista de estudos culturais e da contemporaneidade – n.º 8**. 2013. Disponível em: https://web.archive.org/web/20190104124154id_/http://www.revistadiologos.com.br/Dialogos_8/Adson_Janaina.pdf. Acesso em: 01 de maio de 2025.

PEREIRA. Eder da Silva. **Uma proposta de Sequência Didática: Aprendendo sobre Triângulos com uso do GeoGebra alinhado com a Teoria da Aprendizagem Significativa**. UFMS 2025. Disponível em: https://sca.profmtat-sbm.org.br/busca_tcc_det.php?id=171058550&id1=8341. Acesso em: 17 de janeiro de 2026.

PEREIRA. Pedro Paulo de Oliveira. **GeoGebra e o jogo Puzzle color como estratégia para o ensino do plano cartesiano no 9º ano do ensino fundamental**. UEA 2025. Disponível em: https://sca.profmtat-sbm.org.br/busca_tcc_det.php?id=171059524&id1=8426. Acesso em: 16 de janeiro de 2026.

PERINI, Érica Rezende. **Os dispositivos móveis e a contemporaneidade na educação: O uso dos celulares nas escolas da rede estadual de ensino do Espírito Santo**. UNIVC. 2018. Disponível em: <https://repositorio.ive.br/handle/123456789/1585>. Acesso em: 14 de maio de 2025.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2ª edição. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

ROMEIRO, Ricardo Augusto Guimarães; GARCIA, Roberta Veloso; ROMÃO, Estaner Claro. O ensino de funções e a educação tecnológica: O simulador Phet e o software Winplot como facilitadores da aprendizagem. IFS. **Revista cemer**. 2021. Disponível em: https://aplicacoes.ifs.edu.br/periodicos/caminhos_da_educacao_matematica/article/view/772/643. Acesso em 5 de maio de 2025.

SANTIAGO, Eilson. O ensino da trigonometria usando o software geogebra como ferramenta de ensino-aprendizagem. **Revista foco**, [S. l.], v. 17, n. 6, p. e5230, 2024. DOI: 10.54751/revistafoco.v17n6-069. Disponível em: <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/5230>. Acesso em: 8 de maio de 2025.

SANTOS, Giliane Maria Dos. **Tecnologias da Informação e Comunicação: Apropriações na prática pedagógica dos professores do Ensino Fundamental I**. Curitiba - Paraná. UTFPR. 2020. Disponível em: https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/24326/1/CT_TCTE_III_2020_24.pdf. Acesso em: 23 de março de 2025.

SILVA, Gláucia Correia; SANTOS, Luiza Ferreira; FILHO, Manoel Messias. **O uso das tecnologias nas escolas**. Aracaju - Sergipe. FSLF. 2016. Disponível em: https://portal.fslf.edu.br/wp-content/uploads/2016/12/S31_Artigo8.pdf. Acesso em: 02 de maio de 2025.

SILVA, Ivani Valentim da; VAZ, Marcos Braz. Records of semiotic representations in regression analysis: a proposal for didactic sequences using the GeoGebra software. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 11, p. e318111133643, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i11.33643. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/33643>. Acesso em: 30 maio de 2025.

SOUSA, Cleângela Oliveira; SILVANO, Antônio Marcos da Costa; LIMA, Ivoneide Pinheiro. Teoria da aprendizagem significativa na prática docente. **Revista Espacios**, v. 39, n. 23, 2018. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a18v39n23/a18v39n23p27.pdf>. Acesso em: 17 de janeiro de 2025.

APÊNDICE A – PRÉ-TESTE

	TESTE DIAGNÓSTICO
	ORIENTAÇÕES • Use caneta, preferência preta ou azul; • Deixe os cálculos; • Não é permitido fazer perguntas ao professor e nem aos colegas;

Questão 1

Em cada alternativa, faça o que se pede:

- Converta os ângulos de 12° e 170° para radianos.
- Converta os ângulos de $\frac{2\pi}{3}$ e $\frac{13\pi}{4}$ para graus.
- Ache a primeira determinação positiva do ângulo de 43260° .

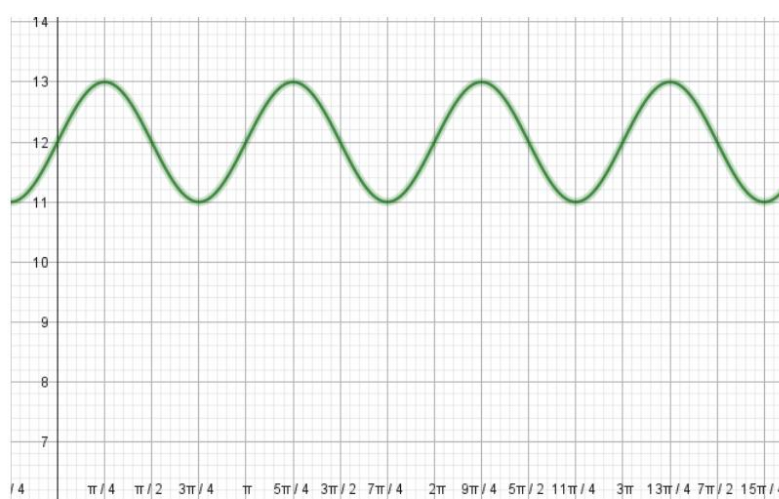
Questão 2

Calcule o seno de 225° e o cosseno de 150° .

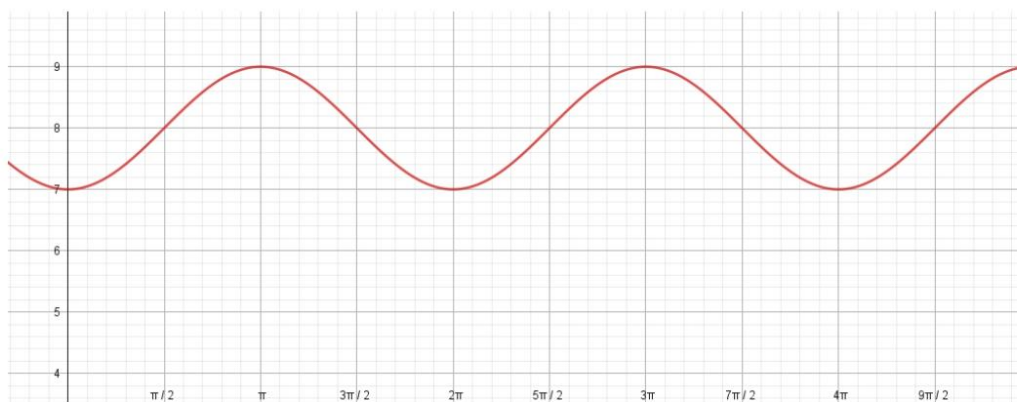
Questão 3

Identifique se os gráficos das funções abaixo representam a função seno ou a função cosseno. Em seguida determine o máximo, o mínimo e o período de cada função.

a)



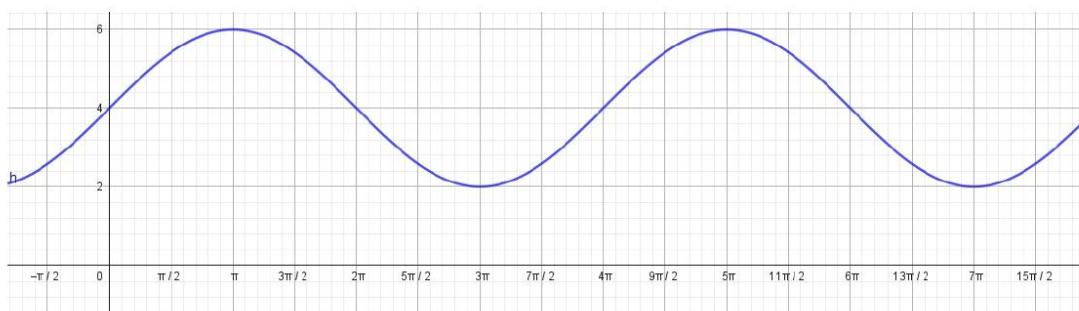
b)



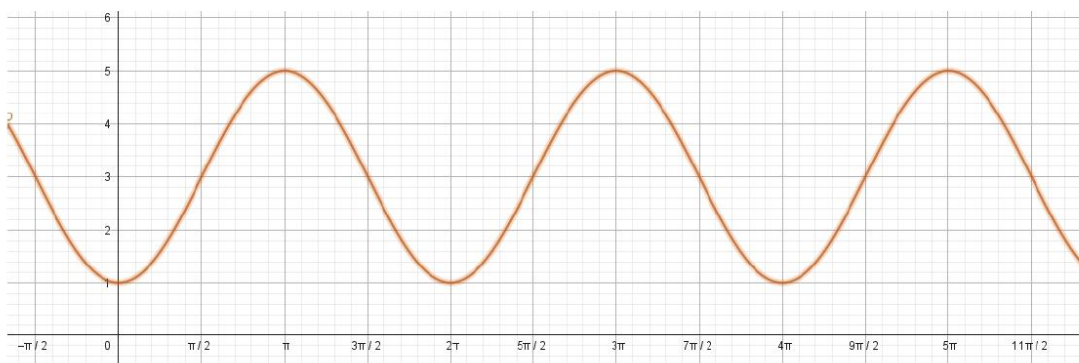
Questão 4

Determine a lei de formação dos gráficos a seguir

a)



b)



APÊNDICE B – PÓS-TESTE

 PROFMAT	TESTE AVALIATIVO
	ORIENTAÇÕES • Use caneta, preferência preta ou azul; • Deixe os cálculos; • Não é permitido fazer perguntas ao professor e nem aos colegas;

Questão 1

Em cada alternativa, faça o que se pede:

- Converta os ângulos de 14° e 160° para radianos.
- Converta os ângulos de $\frac{3\pi}{2}$ e $\frac{5\pi}{4}$ para graus.
- Ache a primeira determinação positiva do ângulo de 2445° .

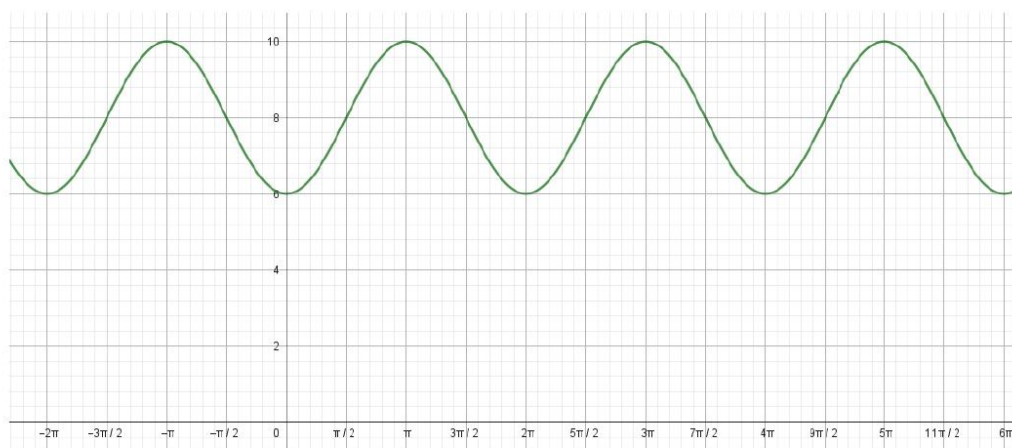
Questão 2

Calcule o seno de 300° e o cosseno de 135° .

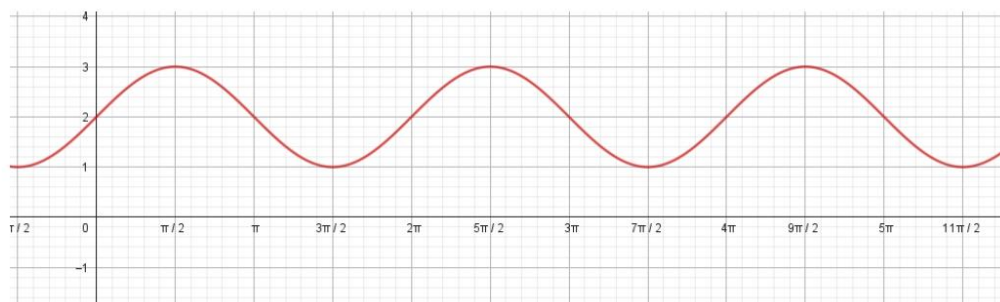
Questão 3

Identifique se os gráficos das funções abaixo representam a função seno ou a função cosseno. Em seguida determine o máximo, o mínimo e o período de cada função.

a)



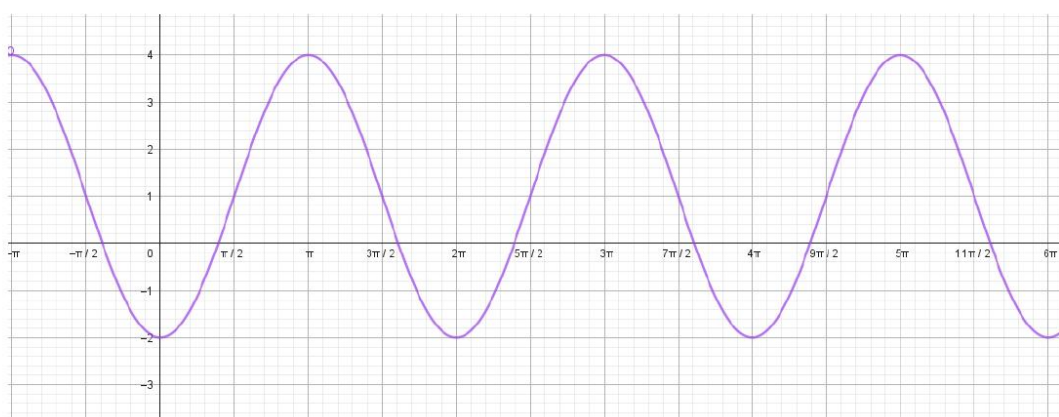
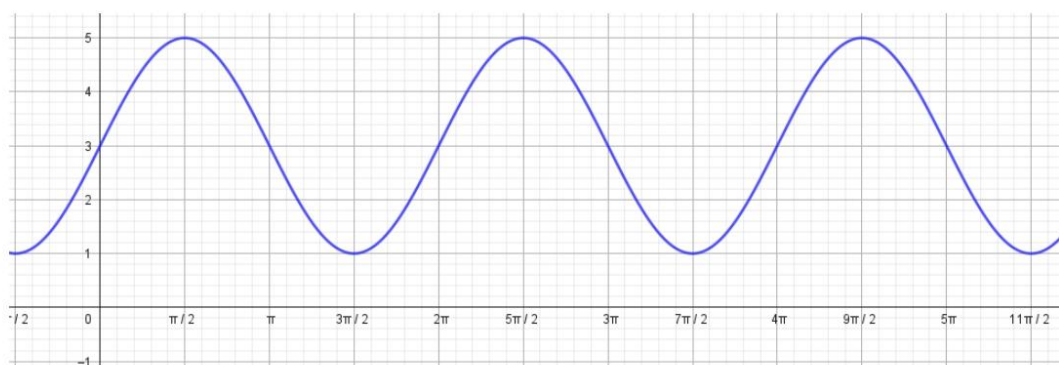
b)



Questão 4

Determine a lei de formação dos gráficos a seguir

- a)
b)



APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO AVALIATIVO

 PROFMAT	QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO
	ORIENTAÇÕES
	Use caneta, preferência preta ou azul;

1. Como você avalia sua compreensão sobre o comportamento das funções seno e cosseno após utilizar o GeoGebra?
☐ Péssimo ☐ Ruim ☐ Regular ☐ Bom ☐ Excelente

2. O quanto o uso do GeoGebra ajudou você a visualizar e entender a relação entre ângulo e valor da função?
☐ Péssimo ☐ Ruim ☐ Regular ☐ Bom ☐ Excelente

3. Como você avalia sua capacidade de interpretar os gráficos gerados no GeoGebra?
☐ Péssimo ☐ Ruim ☐ Regular ☐ Bom ☐ Excelente

4. O quanto você se sentiu capaz de manipular o GeoGebra?
☐ Péssimo ☐ Ruim ☐ Regular ☐ Bom ☐ Excelente

5. Depois da atividade, como você avalia sua confiança para resolver exercícios de funções trigonométricas?
☐ Péssimo ☐ Ruim ☐ Regular ☐ Bom ☐ Excelente

6. Você tinha conhecimento do *software* Geogebra? Já tinha utilizado alguma vez?

7. Você teve algum problema para lidar com o geogebra?

8. Na sua opinião, o professor auxiliou você e demonstrou segurança durante o desenvolvimento da atividade?

9. O uso do *software geogebra* torna a aula mais criativa e dinâmica, tornando a construção e visualização dos gráficos, de forma mais precisa?

10. Na sua opinião, porque utilizar o *software geogebra* melhora ou não o seu processo de aprendizagem?

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DO PIAUÍ - *CAMPUS FLORIANO*
MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA - *PROFMAT*

**GEOGEBRA COMO INSTRUMENTO DIDÁTICO NO
ENSINO DE FUNÇÕES TRIGONOMÉTRICAS**

Guia Prático e Sequência Didática.

GeoGebra

AUTOR: VALDEMIR SILVA OLIVEIRA JUNIOR
ORIENTADOR: PROF. DR. RUI MARQUES CARVALHO
COORIENTADOR: PROF. DR. EZEQUIAS MATOS ESTEVES

Ficha técnica do produto educacional

Origem: Trabalho de dissertação, do programa Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT) – Instituto Federal do Piauí / PROFMAT, intitulado “Geogebra como instrumento didático no ensino de funções trigonométricas: uma abordagem metodológica no contexto da educação matemática”.

Área de conhecimento: Ensino de Matemática

Público-alvo: Docentes de Matemática do ensino médio (e/ou cursos técnicos integrados) interessados em integrar tecnologias educacionais, especificamente o *geogebra* e com o ensino de funções trigonométricas.

Categoria: Produto Educacional – Sequência didática (intervenção pedagógica) com resolução de problemas e atividades investigativas mediadas pelo uso do *geogebra*.

Finalidade: Contribuir para o ensino e a aprendizagem de funções trigonométricas por meio da integração entre conceitos matemáticos e tecnologias digitais, utilizando o *geogebra* como ferramenta pedagógica de apoio, favorecendo: i) uma aprendizagem mais significativa, dinâmica e investigativa, ii) compreensão das relações entre representações algébricas, geométricas e gráficas das funções seno e cosseno. iii) maior participação, autonomia e engajamento dos estudantes durante as aulas.

Estruturação: O produto educacional está estruturado em formato de livro, contemplando: (1) Orientações metodológicas; (2) Caracterização do produto educacional; (3) Sequência didática em 10 encontros; (4) Guia prático de utilização do *geogebra*; (5) Recomendações finais e continuidade;

Registro: IFPI/PROFMAT (registro institucional do Produto Educacional vinculado à dissertação).

Avaliação: Avaliação realizada com os estudantes participantes da pesquisa por meio de: avaliação diagnóstica, atividades ao longo da intervenção, avaliação final e questionário final percepção dos alunos quanto a intervenção), considerando participação de 21 estudantes do

início ao fim. A aplicação preserva a identidade institucional do campo, conforme exigências éticas.

Disponibilidade: Irrestrita para fins educacionais, preservando-se os direitos autorais e a proibição de uso comercial, mediante citação da autoria.

Divulgação: Disponível em formato digital no âmbito do IFPI/PROFMAT, como material vinculado à dissertação.

Idioma: Português.

Instituição envolvida: Instituto Federal do Piauí / PROFMAT.

Cidade: Floriano – PI.

País: Brasil.

Apresentação

Caro professor, cara professora.

Compartilho com você este material de minha autoria, elaborado a partir da minha dissertação, que foi desenvolvida no âmbito do Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT), com o propósito de contribuir para o ensino de matemática no ensino médio. Este produto educacional tem como objetivo ofertar subsídios teóricos e práticos para o uso pedagógico do *software geogebra*, buscando oferecer uma aprendizagem significativa de conceitos trigonométricos por meio da exploração dinâmica do ciclo trigonométrico, da visualização de gráficos e da articulação entre diferentes representações matemáticas, promovendo maior compreensão e autonomia dos alunos no estudo das funções seno e cosseno.

A proposta fundamenta-se nos princípios da aprendizagem significativa, teoria desenvolvida por David Ausubel, segundo os quais a assimilação de novos conhecimentos ocorre de forma mais efetiva quando articulados, de forma não arbitrária, aos saberes prévios dos estudantes. Nessa perspectiva, a integração de tecnologias digitais, aliada a abordagens de caráter investigativo e exploratório, contribui para potencializar a compreensão conceitual, favorecer a visualização matemática e promover a construção de significados mais sólidos e consistentes.

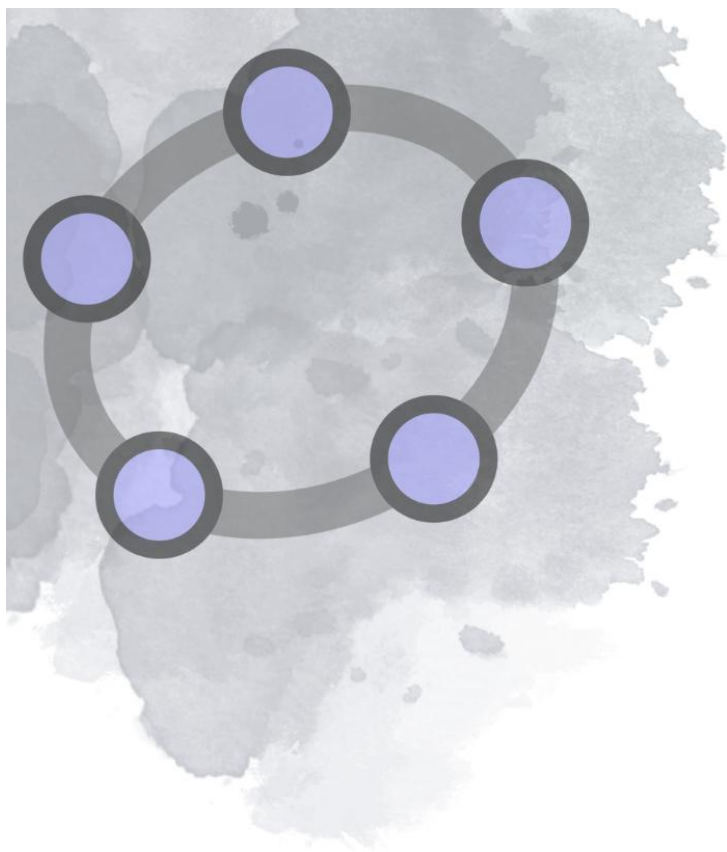
O material resulta de uma pesquisa feita com uma turma da 2ª série do ensino médio, envolvendo a elaboração e aplicação de uma sequência didática que trabalhe funções trigonométricas por meio de atividades desenvolvidas no ambiente digital do *geogebra*. Os resultados da pesquisa evidenciaram que a implementação, de forma planejada, dessa ferramenta, favorece a participação ativa dos alunos, instiga a curiosidade e contribui para o desenvolvimento dos conceitos de funções trigonométricas.

Nesse sentido, este material visa apoiar professores que desejam integrar tecnologias educacionais ao ensino de matemática, oferecendo metodologias que valorizem a investigação, a articulações entre as representações matemáticas e proporcione aos estudantes uma aprendizagem significativa.

Espero que este produto educacional possa fomentar reflexões, incentivar adaptações e estimular o desenvolvimento de novas práticas pedagógicas, contribuindo para a construção de um ensino de matemática mais articulado, contextualizado e significativo.

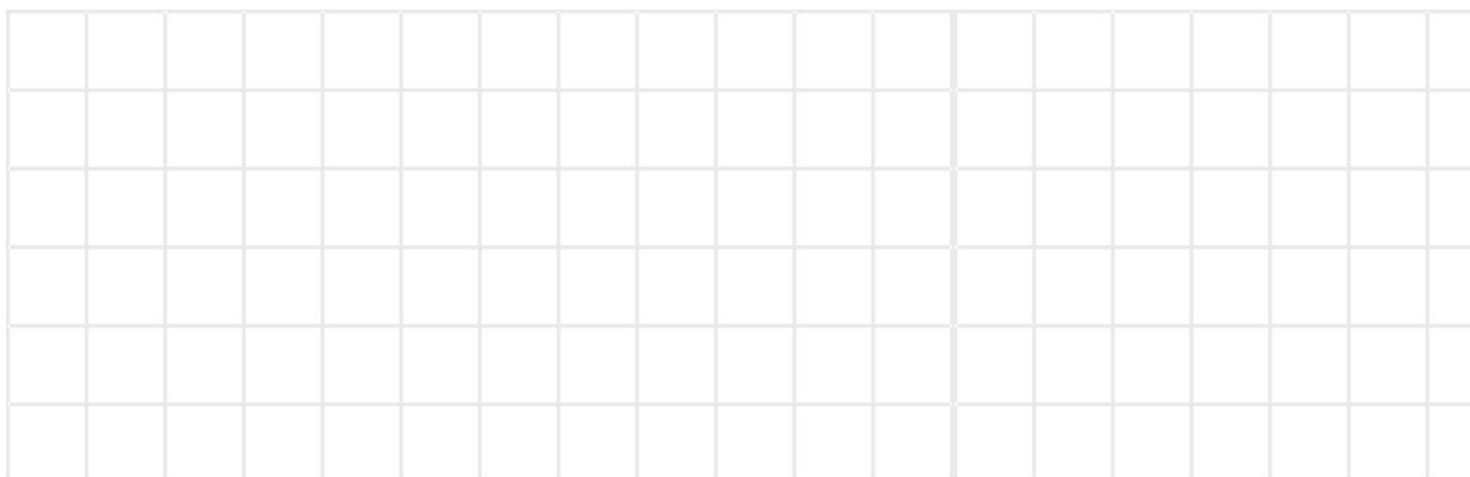
Sumário

Capítulo 1 – Orientações metodológicas	6
Capítulo 2 – Caracterização do produto educacional	9
Capítulo 3 – Sequência didática em 10 encontros.....	11
Encontro 1 – Avaliação diagnóstica e levantamento dos conhecimentos prévios...	12
Encontro 2 – Revisão de ângulos e conceitos trigonométricos fundamentais.....	13
Encontro 3 – Estudo do ciclo trigonométrico e relações angulares.....	13
Encontro 4 – Introdução a função seno e interpretação gráfica.....	13
Encontro 5 – Estudo da função cosseno e análise comparativa dos gráficos.....	13
Encontro 6 – Introdução ao <i>geogebra</i> e familiarização com as ferramentas digitais.....	14
Encontro 7 – Construção do ciclo trigonométrico no <i>geogebra</i>	14
Encontro 8 – Exploração da função seno no <i>geogebra</i>	14
Encontro 9 – Exploração da função cosseno no <i>geogebra</i>	15
Encontro 10 – Avaliação final e reflexão sobre a aprendizagem com o <i>geogebra</i> ...	15
Capítulo 4 – Guia prático de utilização do <i>geogebra</i>	16
Construção de um ângulo.....	17
Ângulo com abertura qualquer.....	17
Ângulo com amplitude fixa.....	20
Construção do ciclo trigonométrico.....	23
Funções trigonométricas.....	33
O parâmetro A.....	35
O parâmetro B.....	37
O parâmetro C.....	38
O parâmetro D.....	39
Capítulo 5 – Recomendações finais e continuidade.....	42
O Autor.....	44
Agradecimentos.....	45
Referências.....	46
Apêndice A – PRÉ TESTE.....	47
Apêndice B – PÓS TESTE.....	49
Apêndice C -QUESTIONÁRIO AVALIATIVO.....	51



CAPITULO 1

ORIENTAÇÕES METODOLÓGICAS



O presente produto fundamenta-se nas orientações curriculares nacionais expostas na base nacional comum curricular (BNCC) (Brasil, 2016) e nos parâmetros curriculares nacionais (PCN) (Brasil, 1997). As referências citadas orientam o desenvolvimento do raciocínio lógico, a resolução de problemas e fomenta a articulação entre as diferentes representações matemáticas. Além disso, auxiliam na implementação das tecnologias digitais no ensino de matemática.

As atividades propostas neste produto educacional foram elaboradas com o objetivo de favorecer a compreensão dos conceitos relacionados às funções trigonométricas por meio da exploração dinâmica de representações gráficas no *software geogebra*. o uso do programa possibilitou a articulação entre representações algébricas e geométricas, aspecto considerado fundamental para o ensino de funções, uma vez que, compreender funções implica saber coordenar diferentes formas de representação matemática. (Borba; Penteado, 2016).

A proposta pedagógica adotada fundamenta-se em uma perspectiva de ensino mediada por tecnologias digitais, centrada na participação ativa do estudante e na construção significativa do conhecimento matemático. Assim, no processo de análise e elaboração das atividades desenvolvidas, adotou-se também a análise de conteúdo proposta por Laurence Bardin (2016), permitindo uma organização e interpretação dos dados de forma rigorosa, além de possibilitar uma compreensão mais aprofundada dos resultados obtidos durante a intervenção pedagógica.

Inicialmente, destaca-se a aula expositiva sendo utilizada para a introdução, problematização e sistematização dos conteúdos estudados. Nesse sentido, o professor assume o papel de mediador do processo de ensino-aprendizagem, elaborando situações didáticas que incentivem a investigação, a reflexão e a interação dos alunos com os conceitos trabalhados, conforme D'Ambrosio (1986).

Articulado a essa estratégia, sugere-se a resolução de exercícios voltados ao tema estudado, pois, tal prática constitui uma importante ferramenta pedagógica, possibilitando aos estudantes mobilizar conhecimentos prévios, estabelecer relações entre conceitos matemáticos e desenvolver autonomia intelectual. (Brasil, 2018). Essa abordagem favorece o desenvolvimento do raciocínio lógico, da interpretação e da capacidade de argumentação dos estudantes.

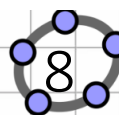
Outra estratégia relevante, constitui-se na articulação de momentos de exploração individual dos conceitos matemáticos com situações de interação e construção coletiva do conhecimento. O uso dos recursos digitais favorece a autonomia dos estudantes durante a

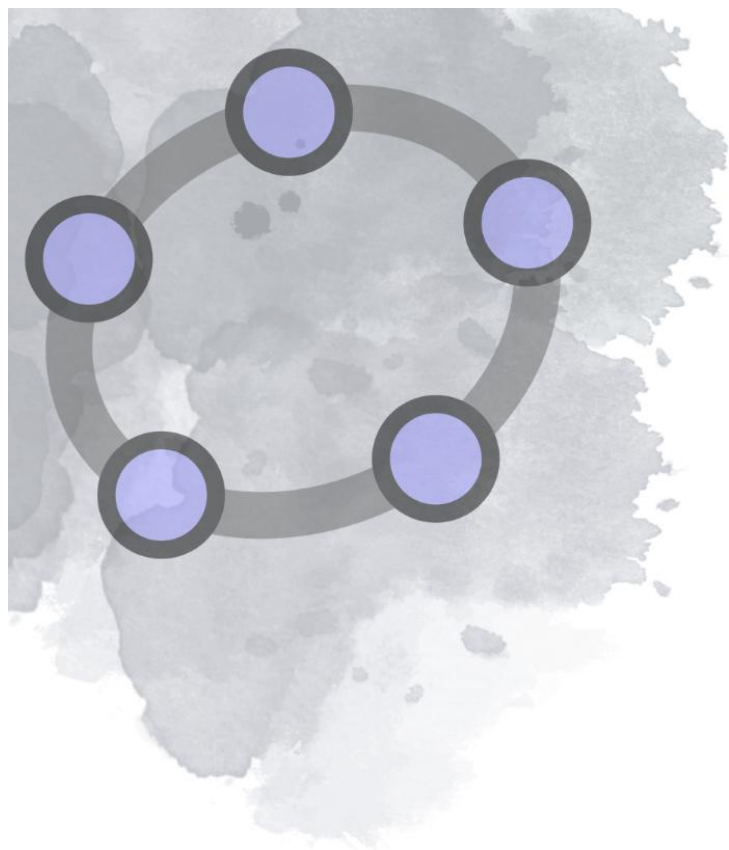
manipulação dos gráficos e a investigação das propriedades das funções trigonométricas, permitindo que formulem hipóteses, testem possibilidades e construam interpretações próprias acerca dos conteúdos estudados. Nesse sentido, a escola se torna um espaço de mediação e interação, enquanto as metodologias ativas associadas às tecnologias digitais favorecem maior participação, engajamento e protagonismo dos alunos. (Kenski, 2015).

No que se refere a organização do ensino, recomenda-se a elaboração e utilização de sequências didáticas organizadas de forma gradual e articulada, buscando integrar conhecimentos prévios dos estudantes, mediação pedagógica e uso de tecnologias digitais no processo de aprendizagem. E como estratégia de sistematização dos conteúdos, sugere-se a realização de sínteses coletivas, produções escritas, construções em ambientes digitais e discussões mediadas pelo professor, com o objetivo de favorecer a integração entre representações geométricas, algébricas e simbólicas. Tal etapa mostra-se essencial para a sistematização dos conhecimentos e para o fortalecimento da construção de significados matemáticos mais sólidos e articulados. (Bardin, 2016).

Com relação ao público-alvo, o presente produto educacional é destinado a professores e estudantes da 2ª série do ensino médio, sendo permitida a adaptação a outras etapas do ensino básico, conforme os objetivos pedagógicos e as especificidades do contexto escolar.

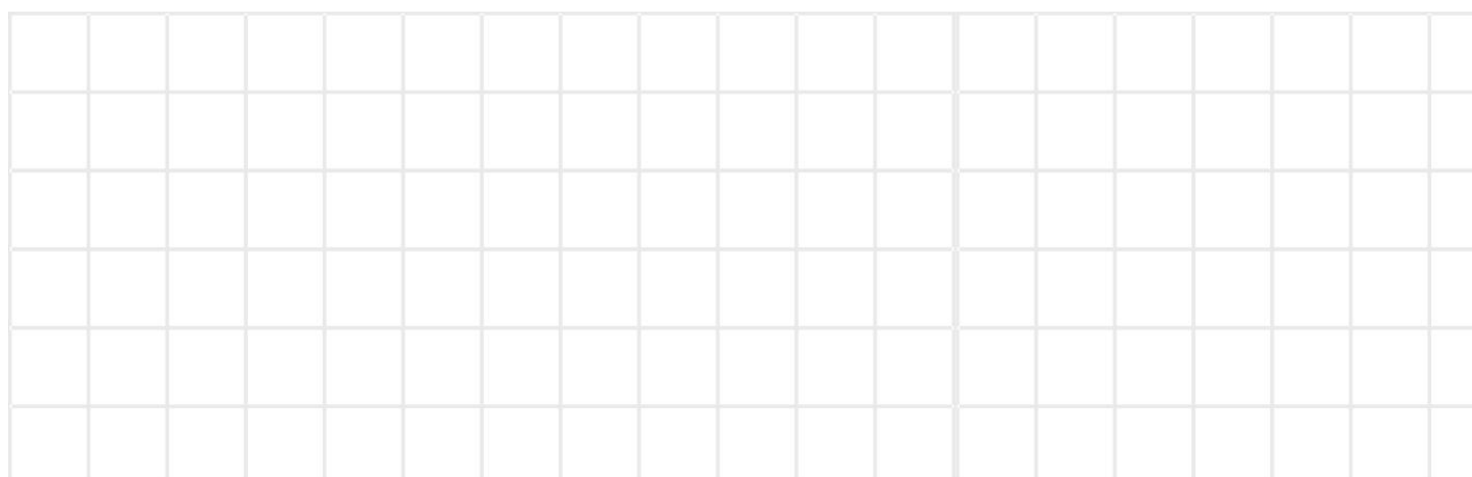
De forma geral, as orientações apresentadas enfatizam práticas investigativas, resolução de problemas, o uso de recursos digitais e a articulação entre as diferentes representações matemáticas, buscando promover uma aprendizagem mais significativa e contextualizada.





CAPITULO 2

CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL



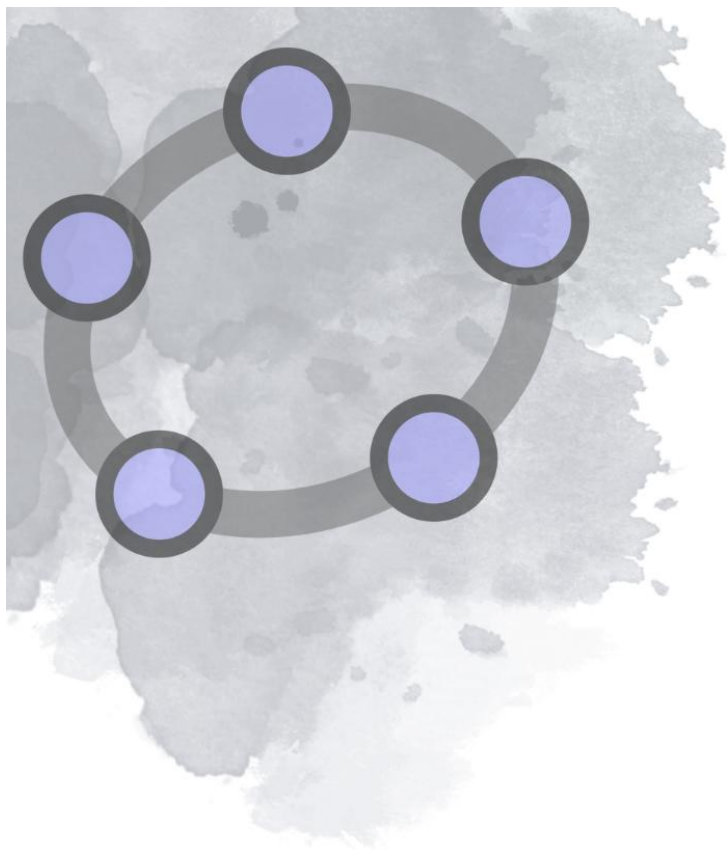
O presente produto educacional caracteriza-se como uma proposta pedagógica voltada ao ensino de funções trigonométricas com o uso de tecnologias digitais, especialmente o *software geogebra*, voltadas para estudantes da 2ª série do ensino médio. Embasado nos princípios da aprendizagem significativa de Ausubel (2003), o material foi elaborado com o objetivo de favorecer a compreensão do conteúdo de funções trigonométricas por meio da articulação entre representações algébricas, geométricas e gráficas, com o intuito de superar práticas centradas apenas na memorização de fórmulas.

A organização metodológica das atividades foi pensada para o contexto escolar, podendo ocorrer em aulas do turno regular. No entanto, aconselha-se que a aplicação seja realizada em contra turno, pois assegura o tempo necessário para a exploração, investigação e consolidação dos conteúdos. Os encontros são compostos por momentos de exposição dialogada, debate coletivo e resolução de problemas, promovendo assim uma aprendizagem ativa.

A proposta organiza-se em forma de sequência didática, estruturada em etapas progressivas que envolvem sondagem diagnóstica, exposição dialogada, resolução de exercícios, investigação matemática e exploração dinâmica do ciclo trigonométrico e dos gráficos das funções seno e cosseno, no *geogebra*. Nesse contexto, o produto busca promover maior participação, autonomia e protagonismo dos estudantes, permitindo que os mesmos formulem hipóteses, realizem experimentações e interpretem as transformações gráficas das funções em tempo real.

No que se refere aos recursos, a proposta utiliza *smartphones*, *tablets* e *notebooks* dos próprios alunos como suporte para o acesso ao *software geogebra*, principal ferramenta deste produto. O uso desse recurso permite a construção e a manipulação de objetos, favorecendo a visualização articulada de diferentes representações matemáticas e potencializando a formulação de conjecturas por parte dos alunos.

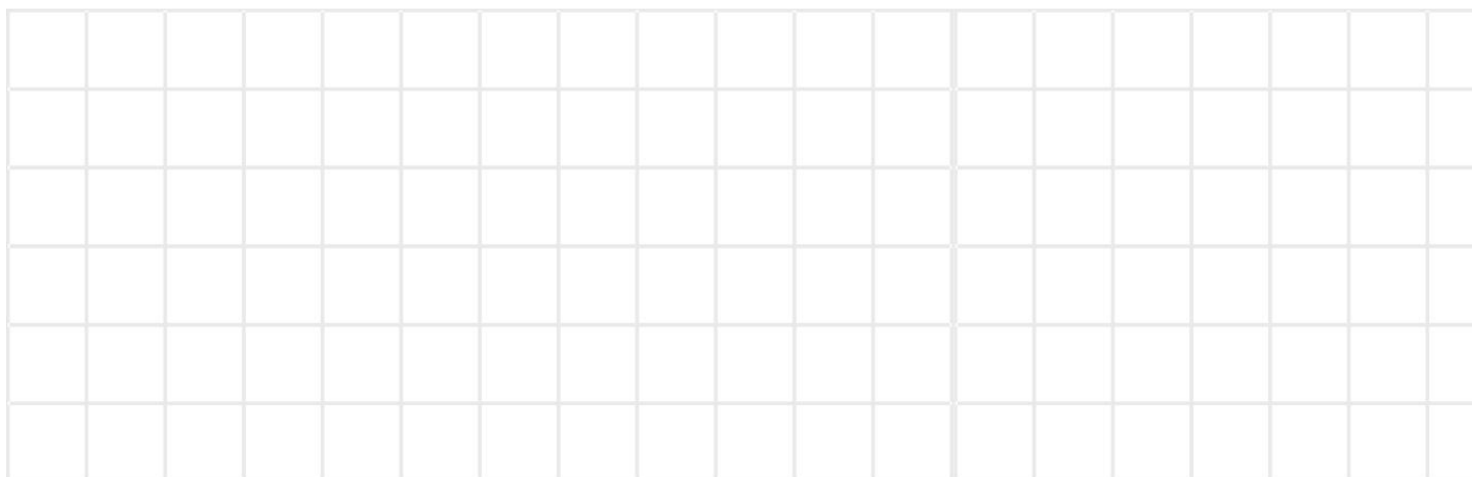
Além disso, a proposta fundamenta-se nas contribuições de Borba e Penteado (2016), ao defender o uso das tecnologias digitais como ferramentas de articulação entre diferentes representações matemáticas, e em Kenski (2012), que compreende as tecnologias como elementos mediadores do processo educativo contemporâneo. Assim, o produto educacional apresenta caráter investigativo, interativo e contextualizado, constituindo-se como um recurso de apoio ao ensino de matemática alinhado às orientações da Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018) e às discussões atuais sobre educação matemática.



CAPITULO 3

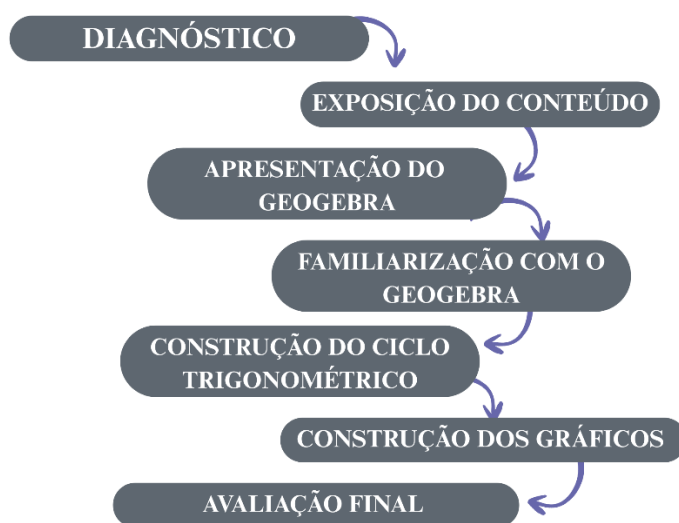
SEQUÊNCIA DIDÁTICA EM 10

ENCONTROS



Essa seção descreve como uma narrativa de aula, os 10 encontros realizados na intervenção pedagógica. Em cada encontro, o texto apresenta a intenção pedagógica e a forma de condução. O professor pode adaptar a duração e reorganizar as atividades, desde que preserve a seguinte sequência:

Figura 1.1 – Encadeamento da proposta



Elaborado pelo autor (2026)

Encontro 1 – Avaliação diagnóstica e levantamento dos conhecimentos prévios

O primeiro encontro servirá como uma linha de base. Aplica-se a avaliação diagnóstica (Apêndice A) para entender como a turma se comporta diante de problemas que envolvem os conteúdos estudados e qual o nível de conhecimento dos alunos. Deve ser compartilhada a ideia de ser apenas um retrato inicial, sem caráter punitivo ou classificatório.

É importante promover uma conversa inicial com a turma sobre as dificuldades encontradas em conteúdos trigonométricos e sobre a utilização de tecnologias digitais no ensino de matemática. Esse primeiro contato permite ao professor compreender o perfil da turma e planejar intervenções pedagógicas mais adequadas às necessidades dos estudantes. Essas observações guiarão o ritmo dos encontros seguintes.

Encontro 2 – Revisão de ângulos e conceitos trigonométricos fundamentais

O segundo encontro é onde começa a exposição do conteúdo. Esse encontro ao estudo de ângulos, medidas em graus e radianos, conversões entre unidades e organização do ciclo trigonométrico. Nesse momento, as atividades devem priorizar a construção conceitual, utilizando representações geométricas, resolução de exercícios e discussões coletivas. Associe as conversões entre as medidas grau e radiano a conceitos prévios já conhecidos pelos alunos como proporção e frações irredutíveis.

É importante que os estudantes compreendam o significado geométrico das medidas angulares antes da introdução formal das funções trigonométricas.

Encontro 3 – Estudo do ciclo trigonométrico e relações angulares

Esse encontro é dedicado ao estudo do ciclo trigonométrico. Aprofunde os conceitos desse conteúdo explorando quadrantes, periodicidade, arcos côngruos e relações trigonométricas associadas aos pontos do círculo. Essa etapa deve ser conduzida de maneira investigativa, incentivando os estudantes a identificar padrões, formular observações e interpretar relações existentes entre os ângulos e os valores trigonométricos correspondentes.

Esse momento é fundamental para preparar os alunos para a compreensão gráfica das funções seno e cosseno.

Encontro 4 – Introdução a função seno e interpretação gráfica

Nessa etapa, vamos introduzir a função seno. Inicialmente, o professor pode apresentar as características gerais da função, como domínio, imagem, período e amplitude. Em seguida, devem ser desenvolvidas atividades envolvendo interpretação gráfica, identificação de máximos e mínimos e análise do comportamento da função em diferentes intervalos.

É importante que os estudantes compreendam não apenas os procedimentos algébricos, mas também as relações existentes entre o ciclo trigonométrico e o comportamento gráfico da função seno.

Encontro 5 – Estudo da função cosseno e análise comparativa dos gráficos

Nesse encontro, o mesmo encaminhamento metodológico do encontro anterior deve ser adotado para o estudo da função cosseno. Recomenda-se que o professor estimule comparações entre os gráficos das funções seno e cosseno, destacando semelhanças, diferenças e deslocamentos horizontais.

Durante essa etapa, a resolução de exercícios deve ser utilizada não apenas como prática mecânica, mas como estratégia para favorecer interpretação, argumentação e compreensão conceitual.

Encontro 6 – Introdução ao *geogebra* e familiarização com as ferramentas digitais

Com a consolidação desses conceitos, inicia-se o trabalho com o *geogebra*. Nesse momento, apresente gradualmente o ambiente do *software*, explicando suas ferramentas básicas e orientando os estudantes quanto à construção de gráficos e manipulação de objetos matemáticos. Inicie com atividades simples de familiarização, permitindo que os alunos desenvolvam segurança na utilização da plataforma antes da realização das atividades investigativas mais complexas.

O próximo capítulo do produto apresenta um guia com algumas sugestões de atividades a serem desenvolvidas no *software geogebra*.

Encontro 7 – Construção do ciclo trigonométrico no *geogebra*

Após a familiarização com o *software*, essa etapa enfatiza a construção do ciclo trigonométrico no *geogebra*. O professor deve orientar os estudantes na construção da circunferência trigonométrica, marcação de ângulos e análise dinâmica da movimentação dos pontos ao longo do círculo.

Essa etapa deve priorizar a visualização matemática e a relação entre conceitos geométricos e algébricos, favorecendo uma compreensão mais concreta dos conteúdos trabalhados anteriormente de forma teórica.

Encontro 8 – Exploração da função seno no *geogebra*

Na sequência, o *geogebra* deve ser utilizado para a construção e análise dos gráficos das funções seno e cosseno. Utilize as ferramentas do *geogebra* para permitir que os estudantes manipulem parâmetros relacionados à amplitude, período e deslocamento das funções.

Durante essa etapa, os alunos devem ser incentivados a observar padrões, formular hipóteses e registrar conclusões acerca das transformações gráficas observadas. O caráter investigativo dessas atividades contribui para uma aprendizagem mais significativa e menos centrada na memorização de procedimentos.

Encontro 9 – Exploração da função cosseno no *geogebra*

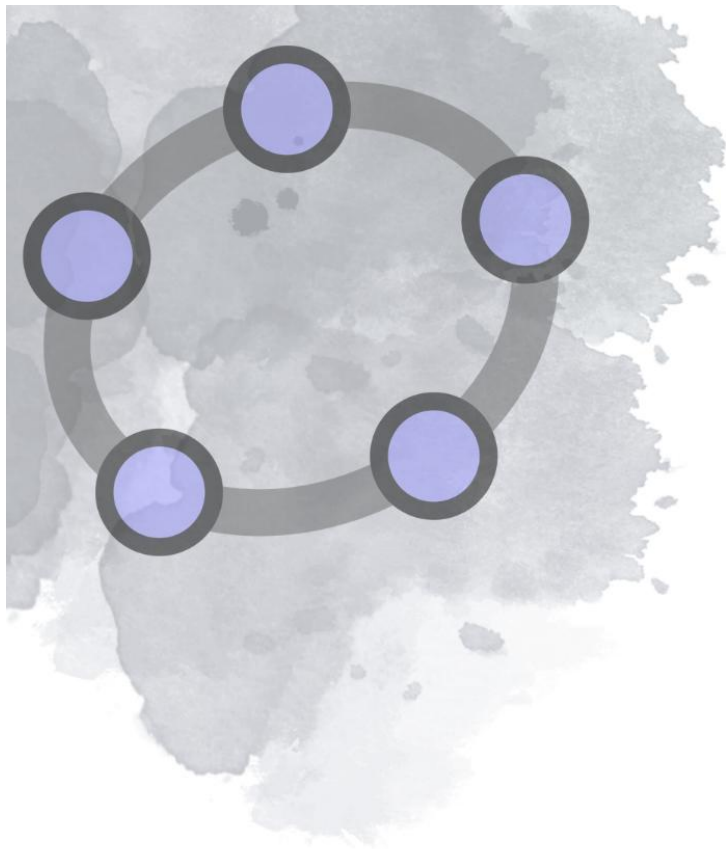
A metodologia aplicada no encontro anterior deve ser repetida nesse encontro, enfatize que as movimentações promovidas pelos parâmetros são as mesmas e incentive que os alunos comentem entre si as diferenças entre os dois gráficos.

À medida que os estudantes demonstrarem maior domínio do *software*, amplie as possibilidades exploratórias, incentivando comparações entre funções, análise de gráficos e resolução de situações-problema. Conduza as aulas de maneira colaborativa, promovendo momentos de discussão coletiva, socialização de estratégias e construção compartilhada do conhecimento.

Encontro 10 – Avaliação final e reflexões sobre a aprendizagem com o *geogebra*

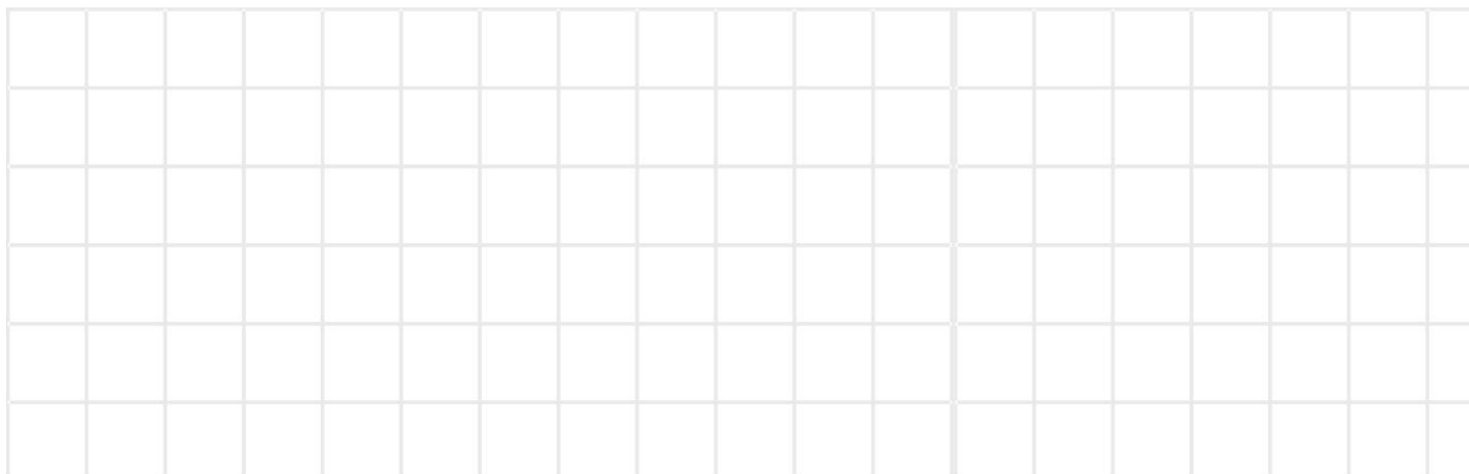
Por fim, a proposta é concluída com a aplicação de uma atividade (Apêndice B) de um questionário avaliativo (Apêndice C). O pós-teste permitirá verificar possíveis avanços na aprendizagem dos estudantes em relação aos conceitos trabalhados ao longo da intervenção. Novamente, aplique sem o teor classificatório e punitivo. Use as respostas como uma verificação de aprendizagem e como ferramenta de comparação ao teste diagnóstico, observando as possíveis evoluções. O questionário possibilitará identificar as percepções dos alunos sobre o uso do *geogebra*, o desenvolvimento das aulas e as contribuições das atividades para a compreensão das funções trigonométricas.

Ao longo de todo o processo, realize observações sistemáticas, registros escritos e discussões orientadas, buscando acompanhar o desenvolvimento dos estudantes e promover a articulação entre representações geométricas, algébricas e gráficas das funções seno e cosseno.



CAPITULO 4

GUIA PRÁTICO DE UTILIZAÇÃO DO GEOGEBRA



Este capítulo apresenta um guia prático para a realização das construções e manipulações desenvolvidas no *geogebra* ao longo da sequência didática proposta neste produto educacional. O objetivo é orientar professores e estudantes na utilização das principais ferramentas do *software* aplicadas ao ensino de funções trigonométricas, por meio de procedimentos organizados em etapas sequenciais, acompanhados de imagens ilustrativas e instruções detalhadas. As construções apresentadas buscam favorecer a visualização matemática, a investigação e a compreensão das relações entre representações algébricas, geométricas e gráficas das funções seno e cosseno.

Além disso, o capítulo oferece um suporte metodológico para a aplicação das atividades em sala de aula, possibilitando que outros professores adaptem e reproduzam as propostas conforme as necessidades de suas turmas.

Os parágrafos que seguem descrevem cada atividade com um passo a passo.

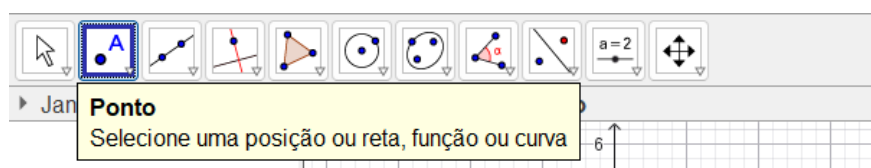
4.1 Construção de um ângulo

Introduza inicialmente o conceito de ângulo para os alunos, reforçando como construir. Em seguida, usando o *geogebra*, vamos construir inicialmente um ângulo com abertura qualquer.

4.1.1 Ângulo com abertura qualquer

Com o *geogebra* aberto, procure a opção **ponto**

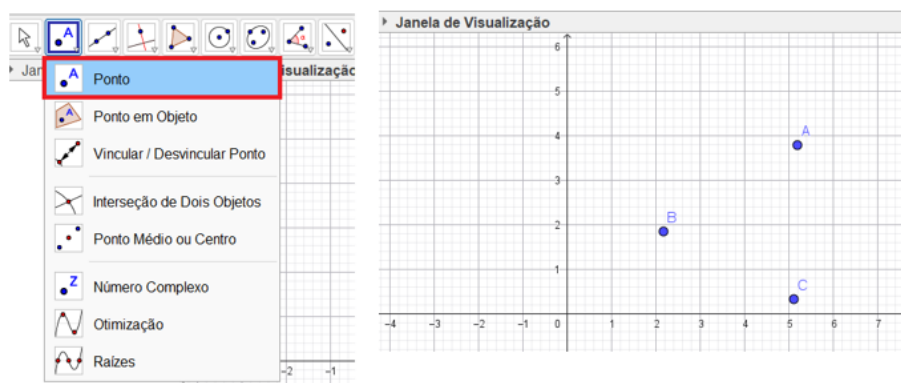
Figura 4.1 – Ferramenta ponto



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Selecione a ferramenta **ponto** e posicione três pontos em posições aleatórias na janela de visualização.

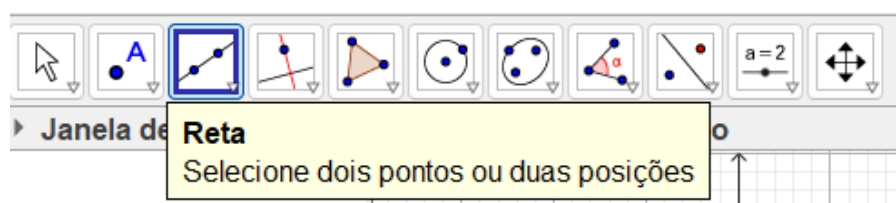
Figura 4.2 – Criando pontos



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Agora, busque a opção **reta**.

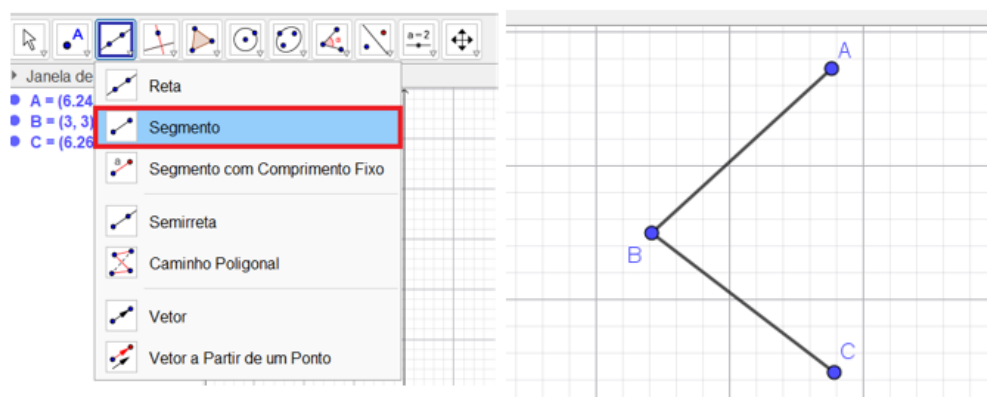
Figura 4.3 – Ferramenta reta



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Selecione a ferramenta **segmento** e ligue os pontos A e C o ponto B, como mostra figura abaixo.

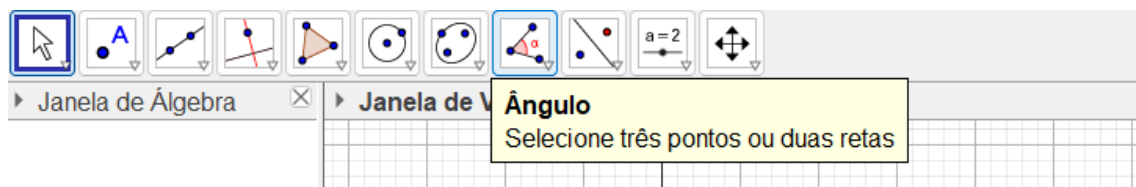
Figura 4.4 – Ferramenta segmento



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Procure a opção **ângulo**.

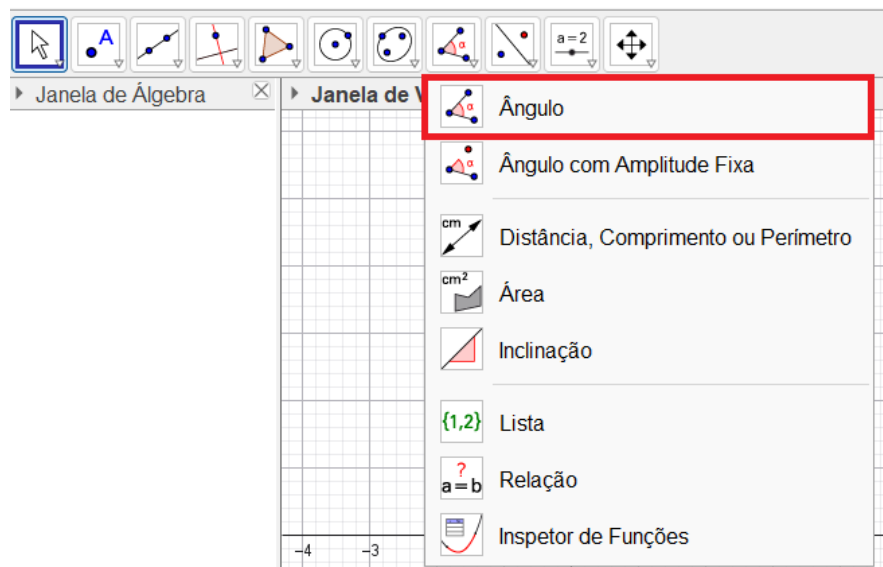
Figura 4.5 – Barra de ferramentas



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Selecione a ferramenta **ângulo**

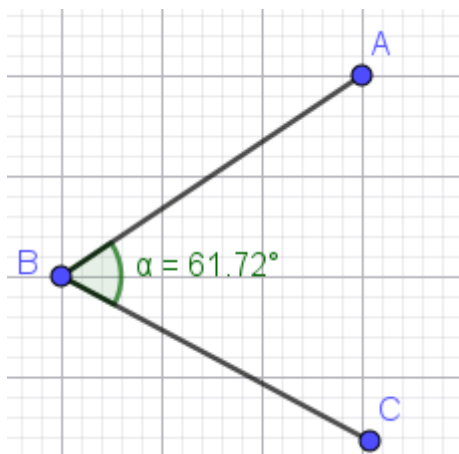
Figura 4.6 – Ferramenta ângulo



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Com a ferramenta selecionada, marque os pontos C, B e A, formando o ângulo $\widehat{ABC}$.

Figura 4.7 – Ângulo $\widehat{ABC}$



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

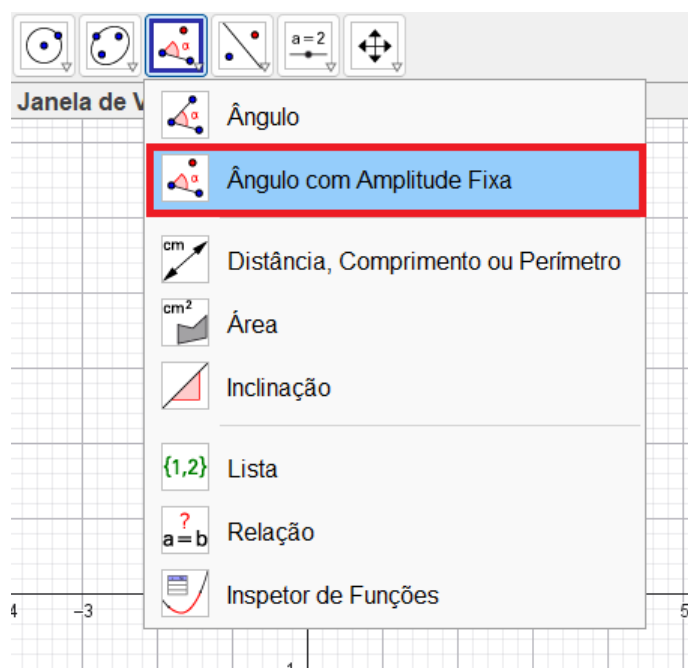
Os ângulos formados pelos alunos terão medidas diferentes, reforce essa ideia e peça para que eles socializem sobre esse fato.

4.1.2 Ângulo com amplitude fixa

Agora criaremos um ângulo com amplitude fixa, isto é, vamos escolher a abertura do ângulo.

Novamente na opção **ângulo**, busque pela ferramenta **ângulo com amplitude fixa**.

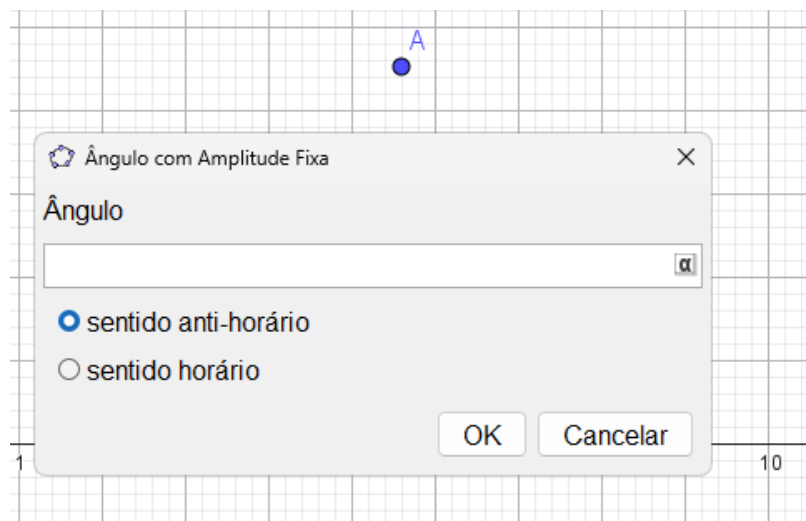
Figura 4.8 – Ferramenta ângulo com amplitude fixa



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Com essa ferramenta selecionada, clique na janela de visualização em locais diferentes para criar os pontos A e B. Quando clicar por uma terceira vez para criar o ponto A', o programa gerará uma janela perguntando qual a abertura em graus, que o ângulo deve ter. Deixe essa opção aberta aos alunos, para que eles escolham a abertura que quiserem.

Figura 4.9 – Janela de angulação

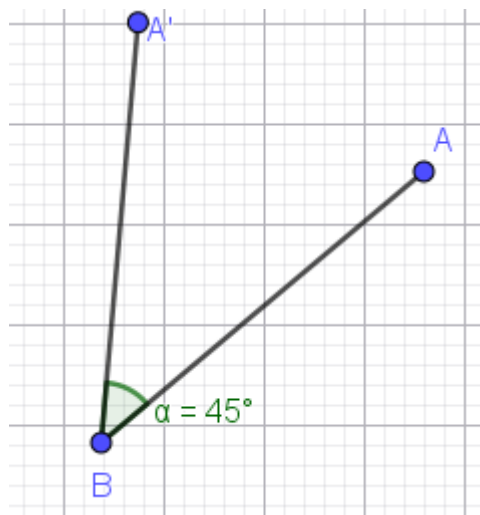


Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Explique aos alunos sobre os sentidos do ângulo (anti-horário e horário) e peça para que eles construam ângulos nos dois sentidos.

Ao construir o ângulo, faça novamente os segmentos de reta ligando os pontos que são os vértices do ângulo. Como mostra figura abaixo, construção do ângulo de 45° no sentido anti-horário.

Figura 4.10 – Ângulo de 45°

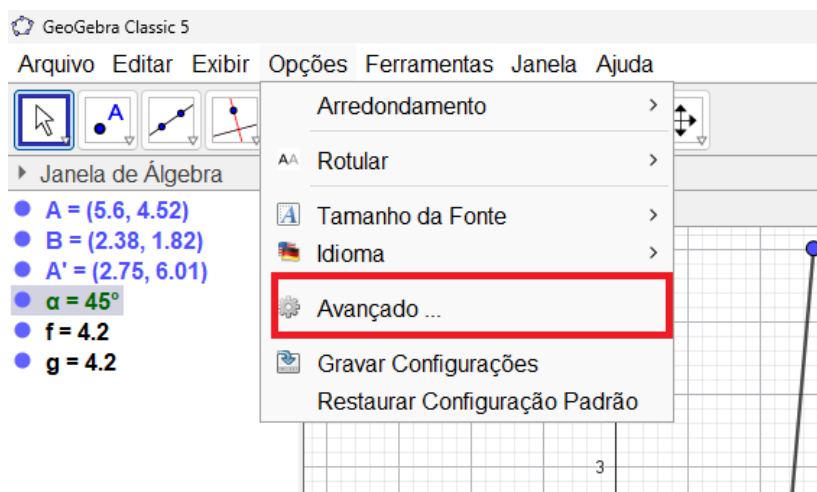


Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Após introduzir o conceito de radiano e trabalhar as conversões com os alunos, é possível trabalhar com a medida de radianos no geogebra.

Para isso, acesse as **opções** do programa e clique na opção **avancado**.

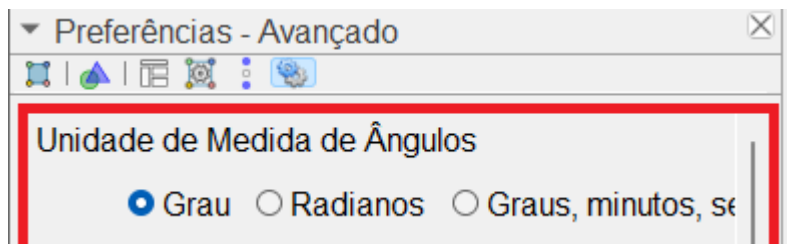
Figura 4.11 – Opção avançado



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Agora, mude a **unidade de medida de ângulos** de grau para radianos.

Figura 4.12 – Unidades de medida de ângulo



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

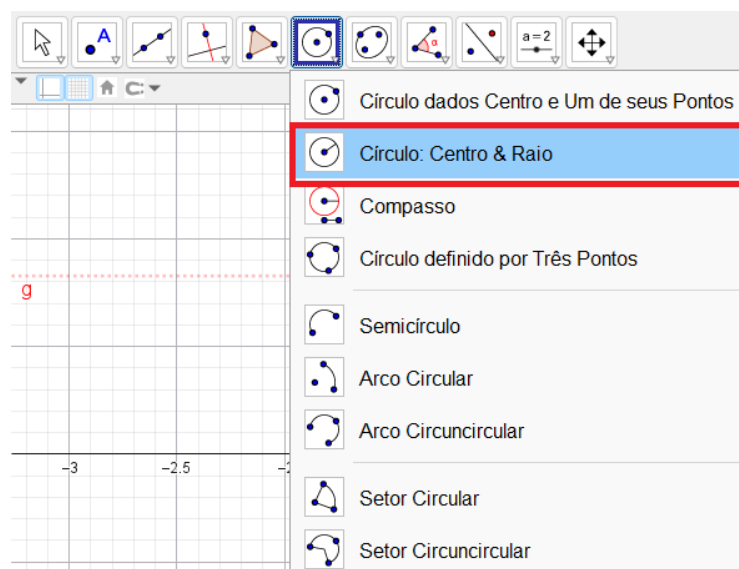
Nesse momento peça para os alunos construírem outros ângulos e socializarem entre si. É interessante pedir que eles façam conversões de grau para radiano e de radiano para grau também.

Após estudar o ciclo trigonométrico, passaremos para etapa de construção do ciclo no geogebra. Peça para que os alunos acompanhem o passo a passo da construção e façam cada etapa em tempo real.

4.2 Construção do ciclo trigonométrico

Inicie localizando a ferramenta **círculo: centro e raio**.

Figura 4.13 – Ferramenta círculo

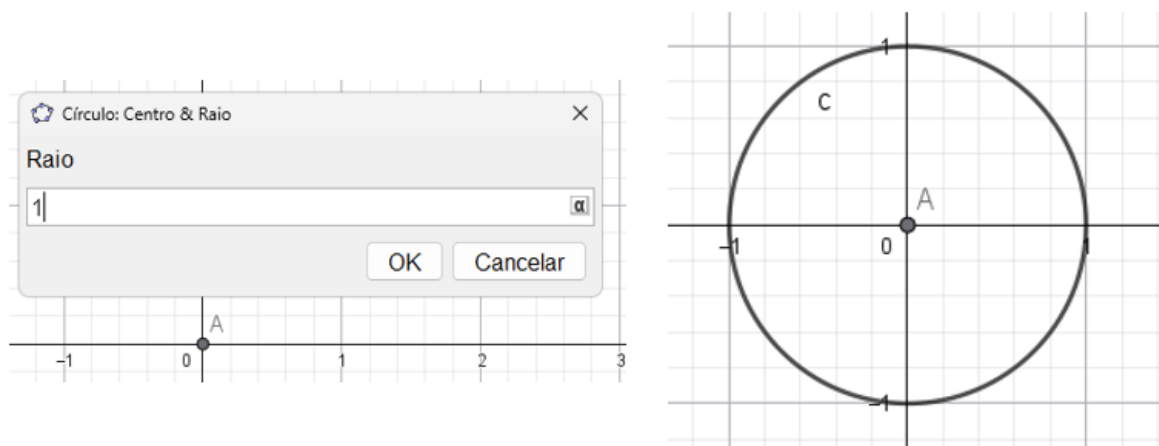


Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Ao clicar nessa ferramenta, busque a origem do plano cartesiano $(0;0)$ e clique nela para ser a origem do círculo.

Quando selecionada a origem, o *geogebra* gerará uma janela pedindo para que se acrescente o tamanho do raio desejado. Como iremos construir um círculo unitário, digite 1 na janela e clique em ok.

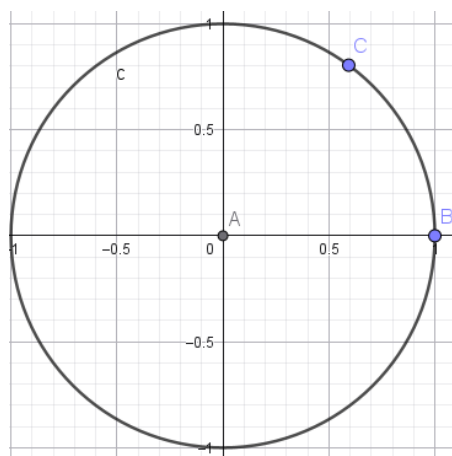
Figura 4.14 – Círculo



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Agora com a ferramenta **ponto**, crie dois pontos pertencentes a circunferência, como ilustra a figura abaixo. O primeiro na coordenada $(1;0)$ e o segundo em outro lugar da circunferência, no primeiro quadrante. No exemplo os pontos criados foram o B e o C.

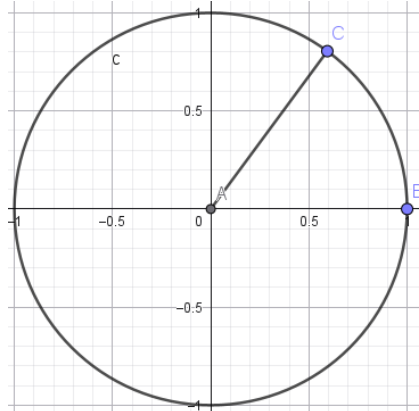
Figura 4.15 – Círculo de centro A



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Com a ferramenta **segmento**, construa o raio $\overline{AC}$ da circunferência.

Figura 4.16 – Raio

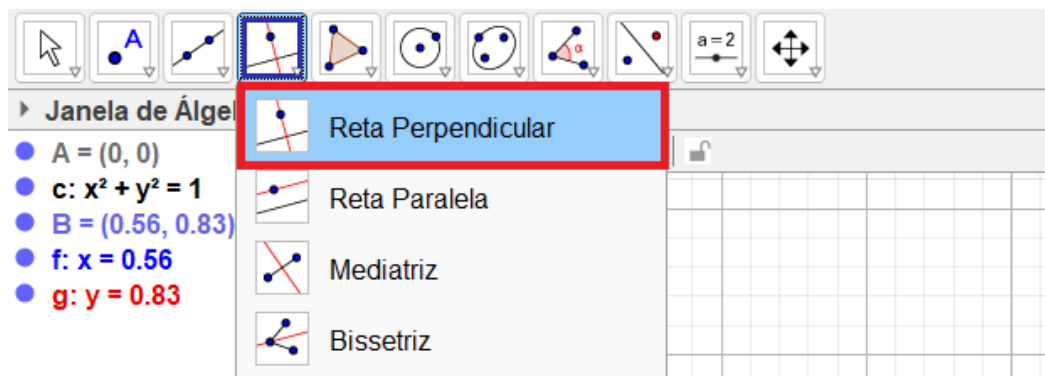


Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

O próximo passo é criar duas retas, uma perpendicular ao eixo x e outra perpendicular ao eixo y , ambas passando pelo ponto C . Como o processo de construção de ambas é o mesmo, mostraremos como construir uma reta perpendicular ao eixo x .

Procure a opção **reta perpendicular** e selecione a ferramenta **reta perpendicular**.

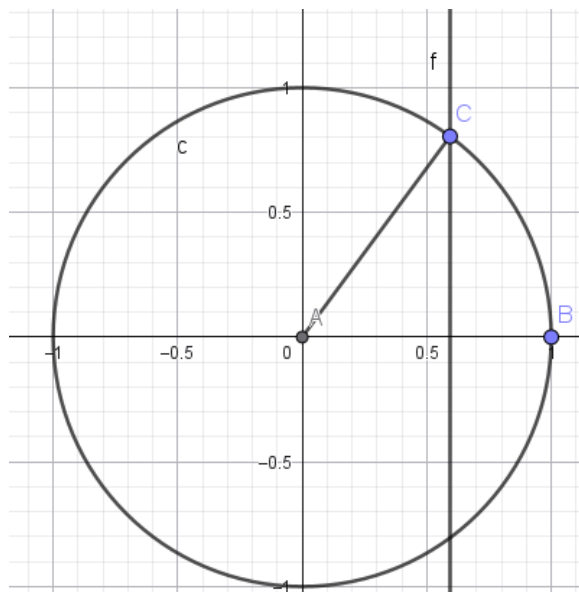
Figura 4.17 – Ferramenta reta perpendicular



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Com a ferramenta selecionada, clique no ponto C e depois no eixo x , gerando assim uma reta perpendicular ao eixo das abscissas passando pelo ponto C . Perceba que no exemplo a reta criada foi a f , como mostra a figura abaixo.

Figura 4.18 – Reta perpendicular

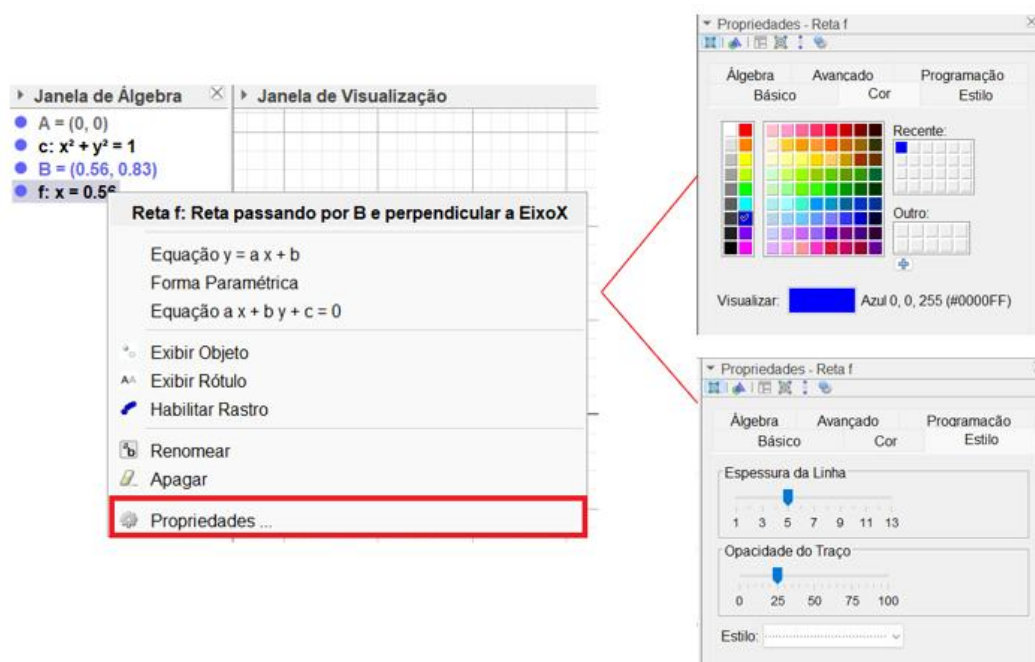


Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

O próximo passo é opcional, sendo feito meramente por questões de estética.

Na janela de álgebra, clique com botão direito em cima da reta construída e vá na opção **propriedades**. Nela selecione a **cor** que desejar a aba cor e mude o **estilo** e a **opacidade** da reta.

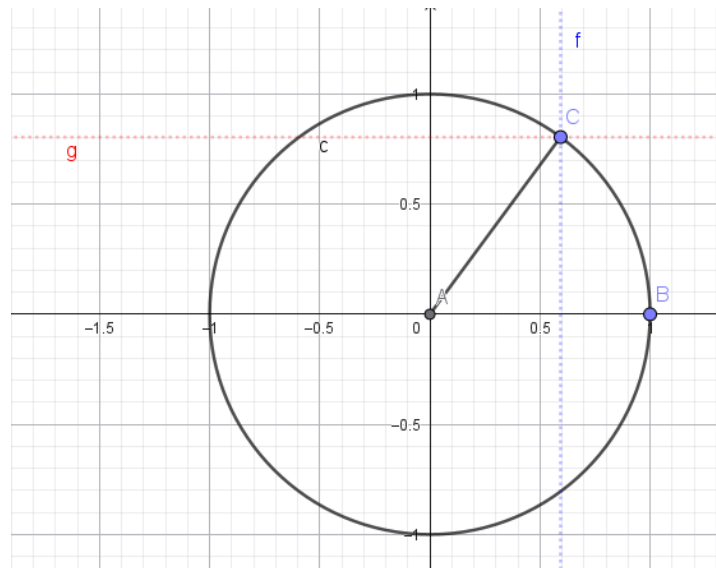
Figura 4.19 – Opção avançado



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

No exemplo mostrado abaixo optamos pelas cores azul e vermelho, pelo estilo pontilhado e com a opacidade em 25.

Figura 4.20 – Círculo de centro A e raio $\overline{AC}$



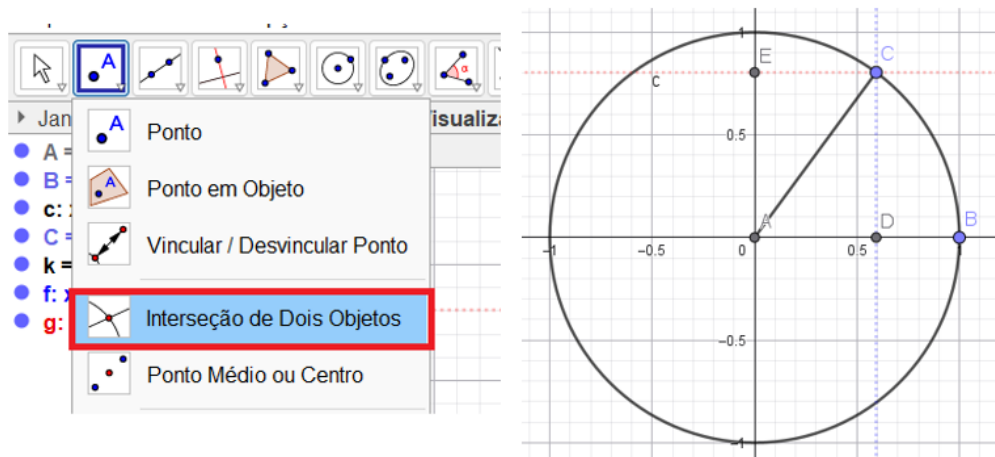
Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Lembrando que o processo de construção da reta que é perpendicular ao eixo das ordenadas é análogo, com a única diferença sendo a ordem de seleção, onde selecionaremos inicialmente o ponto C e depois o eixo y .

Agora destacaremos os pontos de interseção entre as retas criadas e os eixos ordenados. Faremos o processo para destacar o ponto de interseção entre a reta f e o eixo das abcissas, sendo análogo o processo para o outro ponto de interseção entre a reta g e o eixo das ordenadas.

Na opção **ponto**, busque a ferramenta **intersecção entre dois objetos**. Com a ferramenta selecionada, clique na reta f e no eixo x , gerando assim o ponto D . Faça o mesmo processo com a reta g e o eixo y , para gerar o ponto E .

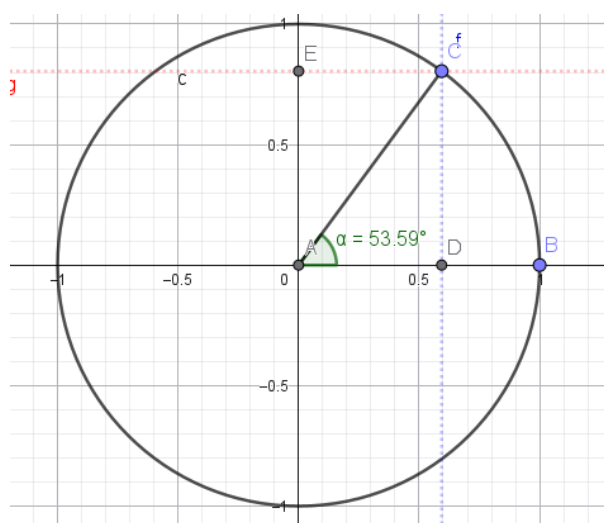
Figura 4.21 – Intersecção entre dois objetos



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Construa o ângulo $B\hat{A}C$.

Figura 4.22 – ângulo $B\hat{A}C$



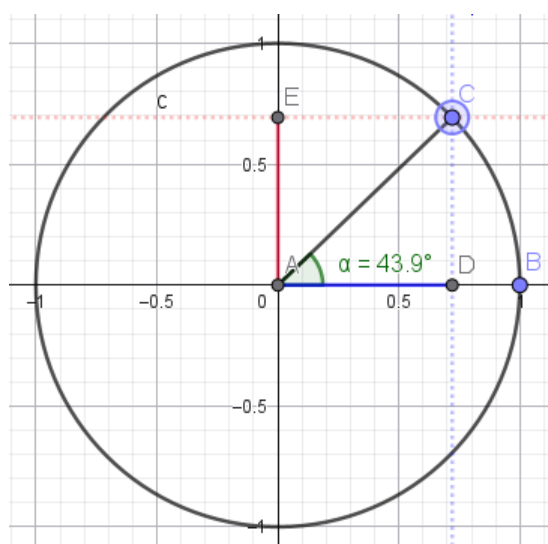
Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Nesse momento, peça para os alunos interagirem com o ciclo, movimentando o ponto C . Faça observações sobre a medida de α mudar de acordo com as movimentações feitas no ponto C e também sobre o ângulo $A\hat{D}C$ ser reto, o que faz com que o triângulo ADC seja retângulo. Faça a mesma observação para o triângulo EAC . Além disso, comente com os alunos que o ângulo $E\hat{C}A$ é igual ao ângulo $B\hat{A}C$, se necessário construa o ângulo $E\hat{C}A$ para mostrar essa igualdade.

Por fim, vamos colocar os valores de seno e cosseno para encerrar a construção do ciclo.

Com a ferramenta **segmento**, construa os segmentos $\overline{AE}$ e $\overline{AD}$ para destacar a medida do seno e do cosseno do ângulo. Se preferir, nas propriedades do elemento construído é possível alterar a cor de cada segmento.

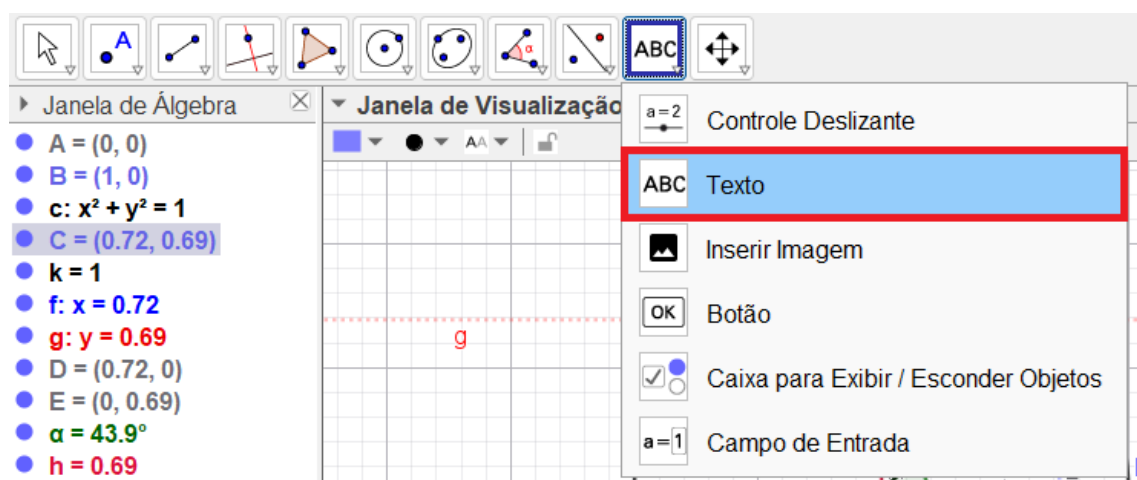
Figura 4.23 – Segmentos $\overline{AE}$ e $\overline{AD}$



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Em seguida, encontre a ferramenta **texto**.

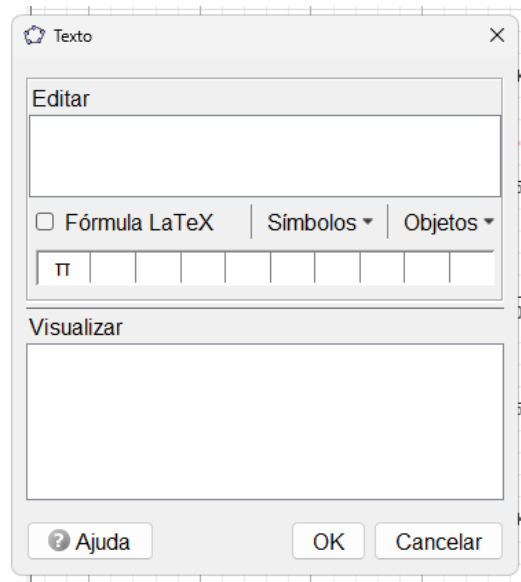
Figura 4.24 – Ferramenta texto



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Com essa ferramenta selecionada, clique em qualquer local da janela de visualização. Essa ação fará o programa gerar uma janela. Observe a figura abaixo.

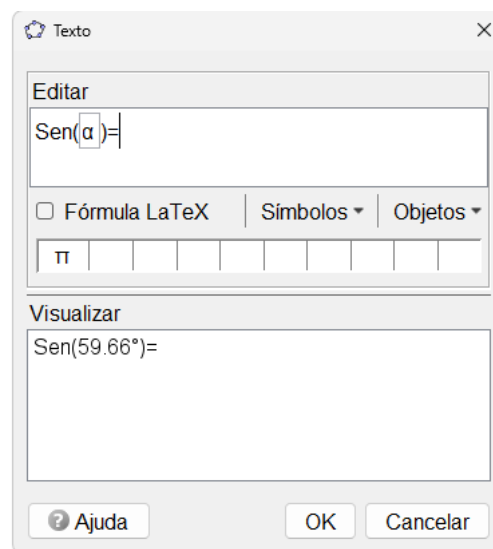
Figura 4.25 - Janela editar



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

No campo **editar**, digite “Sen () = “. Coloque o cursor entre os parênteses e clique no ângulo α . Isso fará com que o texto mostre a medida do ângulo.

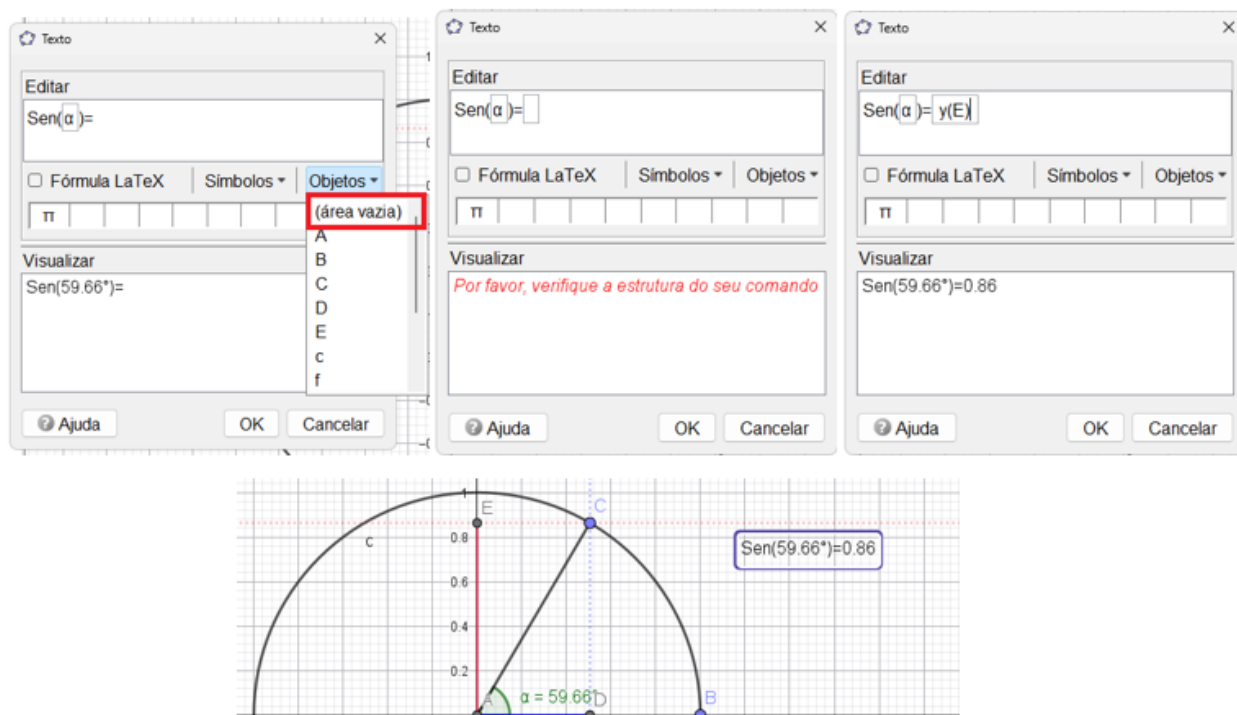
Figura 4.26 - Campo editar



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Em seguida, clique na opção **objetos** e selecione a opção **(área vazia)**. O campo gerado serve para o geogebra diferenciar o texto comum de um comando digitado. Assim, nesse campo, digite “y(E)” gerando assim um texto que mostra a coordenada de y do ponto E, sendo essa o seno do ângulo α .

Figura 4.27 – Área vazia

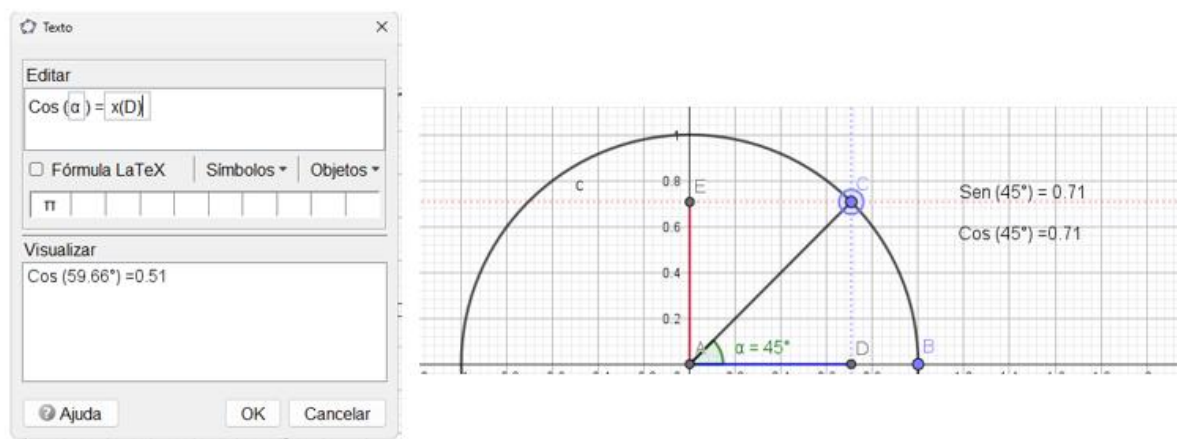


Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Para mostrar o cosseno do ângulo, o processo é análogo.

Vá novamente na ferramenta **texto** e clique em qualquer lugar da janela de visualização para que a janela de texto apareça. No campo **editar**, digite “Cos () = “. Coloque o cursor entre os parênteses e clique no ângulo α . Em seguida crie uma área vazia e digite nesse campo “x(D)” gerando assim um texto que mostra a coordenada de x do ponto D, sendo essa o cosseno do ângulo α .

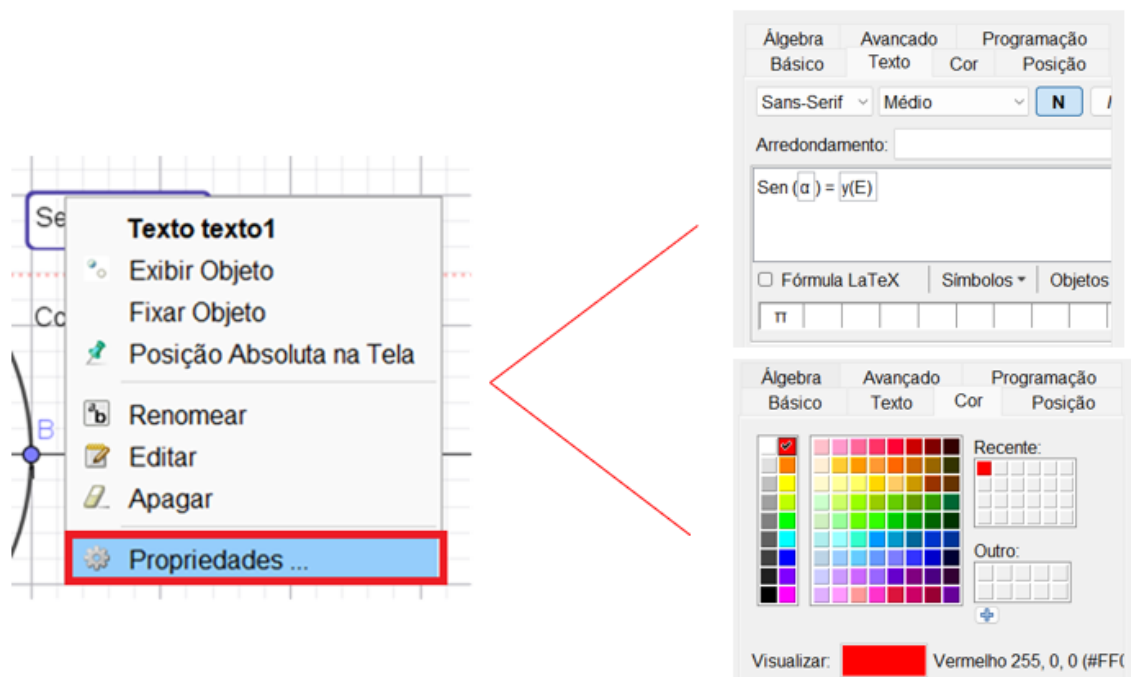
Figura 4.28 - Cosseno do ângulo



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Se preferir, nas **propriedades** dos elementos, altere a **cor** e o **texto** da fonte modificando o **tamanho** e o **tipo**. Também é possível colocar os textos em **negrito**.

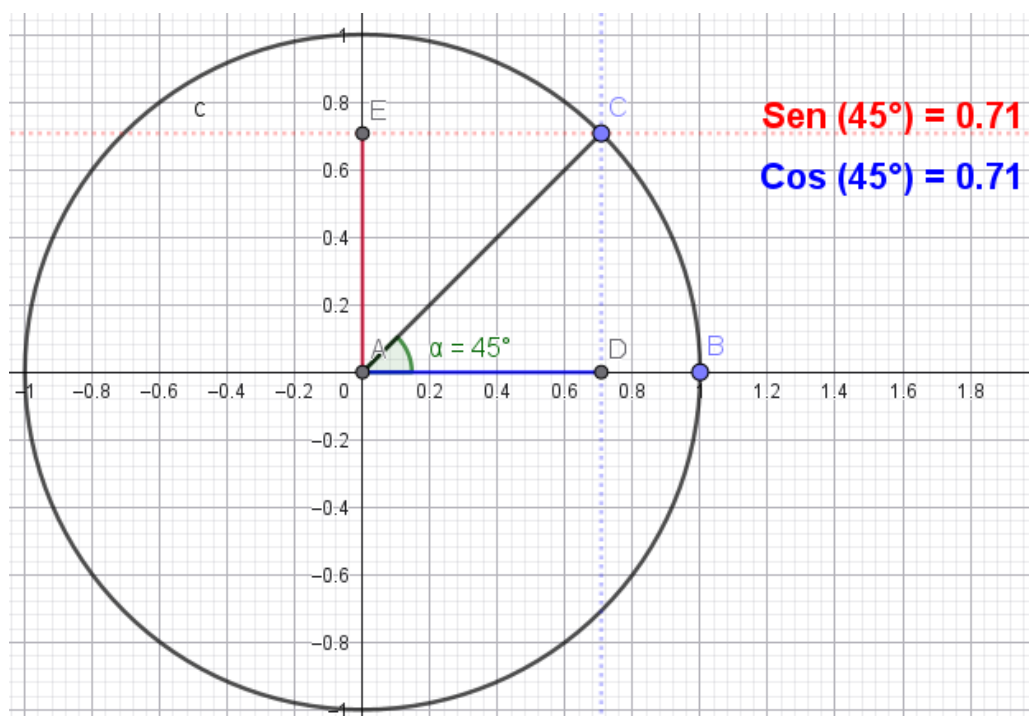
Figura 4.29 – Opção propriedades



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Com a circunferência trigonométrica pronta, instigue os alunos a manusearem a construção. Peça para que eles indiquem os valores de seno e cosseno de ângulos conhecidos como 30°, 45° e 60°. Explique também que os valores de seno e cosseno são as coordenadas dos pontos *E* e *D* respectivamente.

Figura 4.30 – Ciclo trigonométrico



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

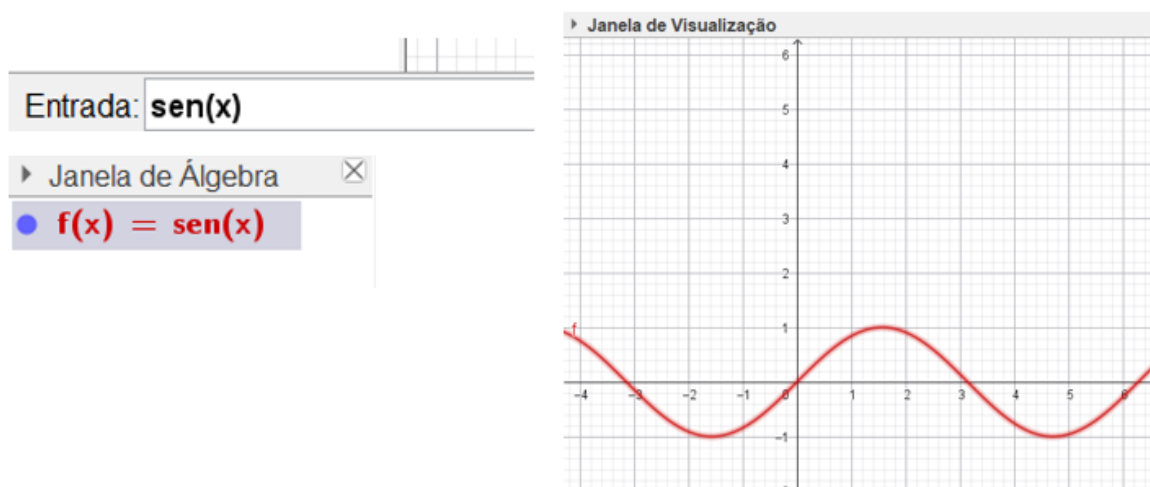
4.3 Funções trigonométricas

O objetivo agora é trabalhar as mudanças provocadas pelos parâmetros nos gráficos das funções seno e cosseno. Para isso, introduza os conceitos dessas funções, as suas formas gerais e mostre seus gráficos sem alterações. Depois peça para que os alunos sigam o passo a passo para que eles consigam manusear os gráficos e suas alterações.

As alterações promovidas pelos parâmetros no gráfico função seno são os mesmos do gráfico da função cosseno. Promoveremos as mudanças apenas no gráfico função seno, tendo em vista que no gráfico da função cosseno os parâmetros atuam da mesma forma.

No geogebra, busque na parte inferior do programa o campo para digitar fórmulas denominado de **entrada**. Nela digite o comando “sen (x)” e aperte *enter*. Nesse momento surgirá o gráfico da função seno na janela de visualização.

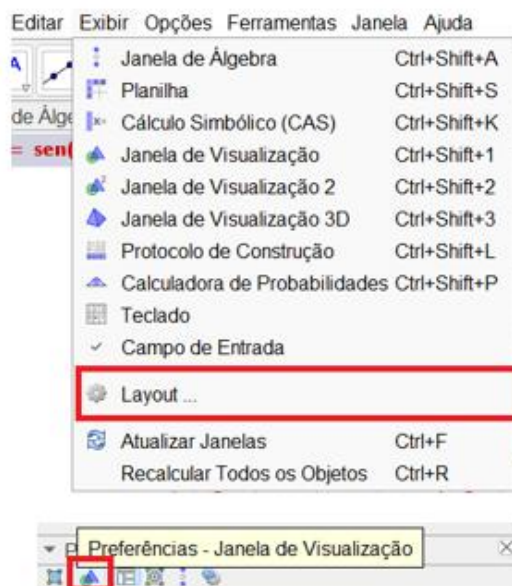
Figura 4.31 – Função $\text{sen } (x)$



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Para facilitar o entendimento dos alunos, iremos fazer o geogebra exibir alguns ângulos no eixo das abscissas. Na aba **exibir**, busque pela opção **layout**. Nela, procure a opção **preferências – Janela de visualização**.

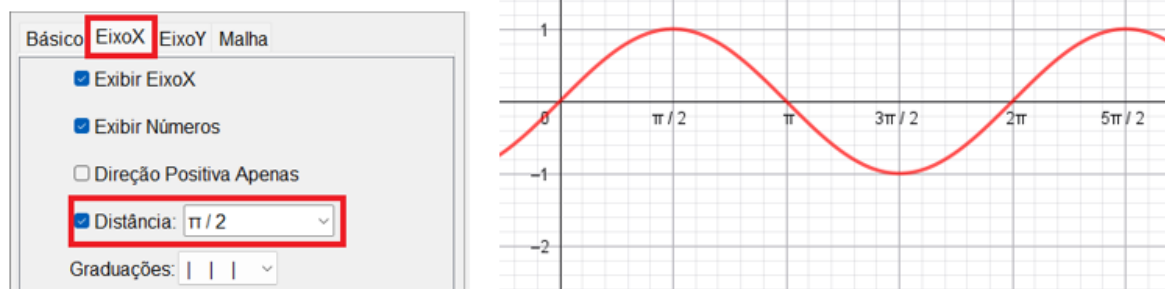
Figura 4.32 – Layout



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Nas preferências, selecione a aba **eixoX** e na opção **distância**, selecione $\pi/2$. O geogebra mostrará os ângulos em radiano com a distância de 90° de um ângulo para o outro.

Figura 4.33 – EixoX



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

No estudo de funções trigonométricas, a forma geral da função seno geralmente é apresentada na forma $F(x) = A + B\text{sen}(Cx + D)$. Analisaremos as alterações feitas na função seno por cada um desses parâmetros, comparando os gráficos antes e depois de atribuir valores diferentes aos parâmetros da função $f(x) = \text{sen}(x)$.

Peça para que os alunos acompanhem e realizem o passo a passo em tempo real, para que eles mesmos possam manipular os gráficos e enfatize que as letras usadas nos parâmetros são de opção do aluno e destaque que eles devem aprender o papel do parâmetro ao invés da letra.

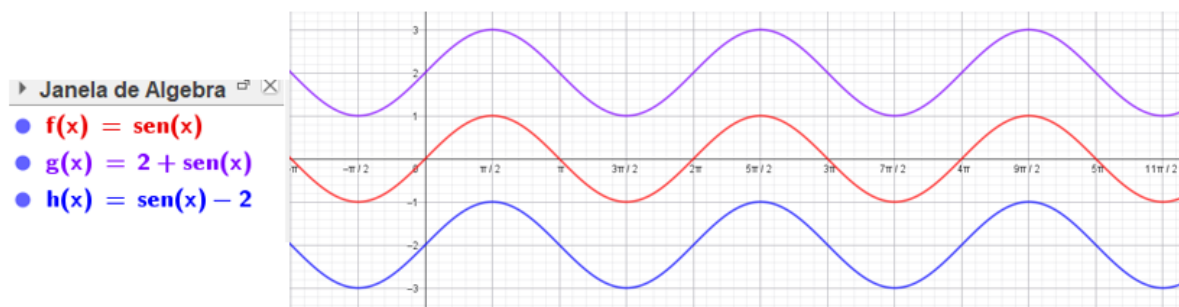
Seguimos com a manipulação dos gráficos.

4.3.1 O parâmetro A

O parâmetro denominado de A é aquele que faz o papel de somar ou subtrair a função. No geogebra, insira uma função com um parâmetro somando e um subtraindo e peça para os alunos observarem as diferenças com relação a função $f(x) = \text{sen}(x)$.

No exemplo abaixo, somamos e subtraímos o valor 2 na função, gerando os gráficos das funções $g(x) = 2 + \text{sen}(x)$ e $h(x) = \text{sen}(x) - 2$

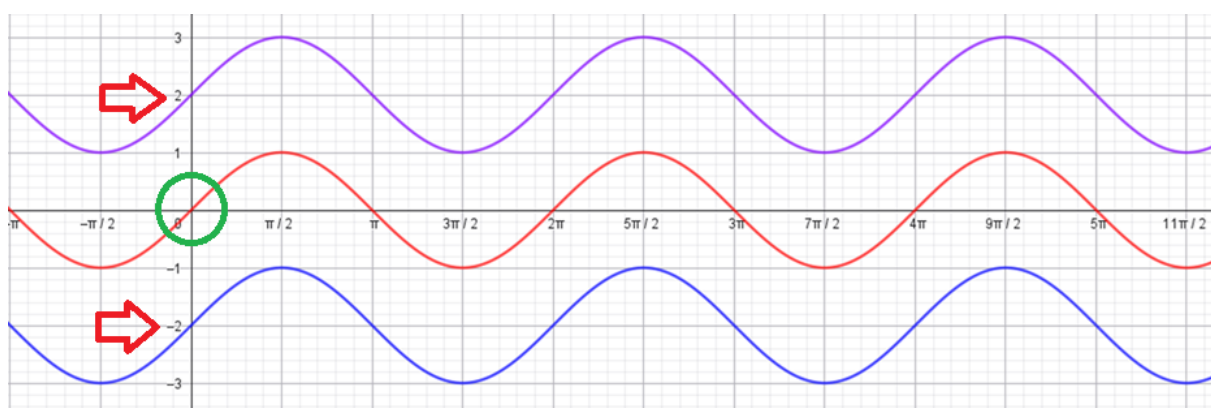
Figura 4.34 – Funções $2 + \text{sen}(x)$ e $\text{sen}(x) - 2$



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Comente com os alunos que ao somar um valor positivo ($A > 0$) o gráfico se desloca para cima e ao somar um valor negativo ($A < 0$) ele se desloca para baixo. Em relação ao gráfico da função f , que passa na origem $(0,0)$, o gráfico da função g passou por $(0,2)$ e o da função h por $(0,-2)$. Destaque também as alterações causadas nos valores de máximo e mínimo da função, o que altera a imagem. A f tem imagem $[-1;1]$, a g $[1;3]$ e a h $[-3;-1]$.

Figura 4.35 – Funções

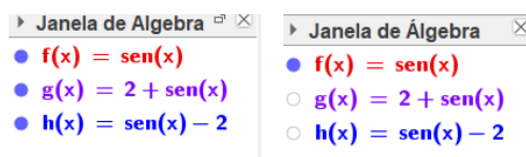


Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Em resumo, o parâmetro denominado de A tem o papel de transladar a função verticalmente.

Estudaremos agora as movimentações causadas pelo parâmetro B , oculte as demais funções e deixe apenas a função $f(x) = \text{sen}(x)$. Para isso, basta ir na **janela de álgebra** e desmarcar a bolinhas das funções g e h .

Figura 4.36 – Janela de álgebra

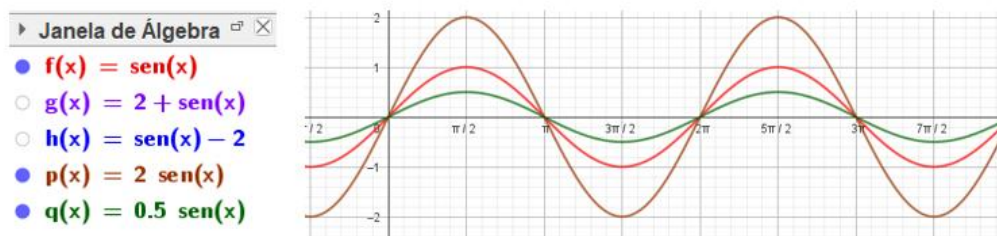


Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

4.3.2 O parâmetro B

O parâmetro denominado de B é aquele que faz o papel de multiplicar a função. No geogebra, insira uma função com um parâmetro multiplicando a função. No exemplo abaixo, multiplicamos os valores 2 e 0,5 na função, gerando os gráficos das funções $p(x) = 2\text{sen}(x)$ e $q(x) = 0,5\text{sen}(x)$.

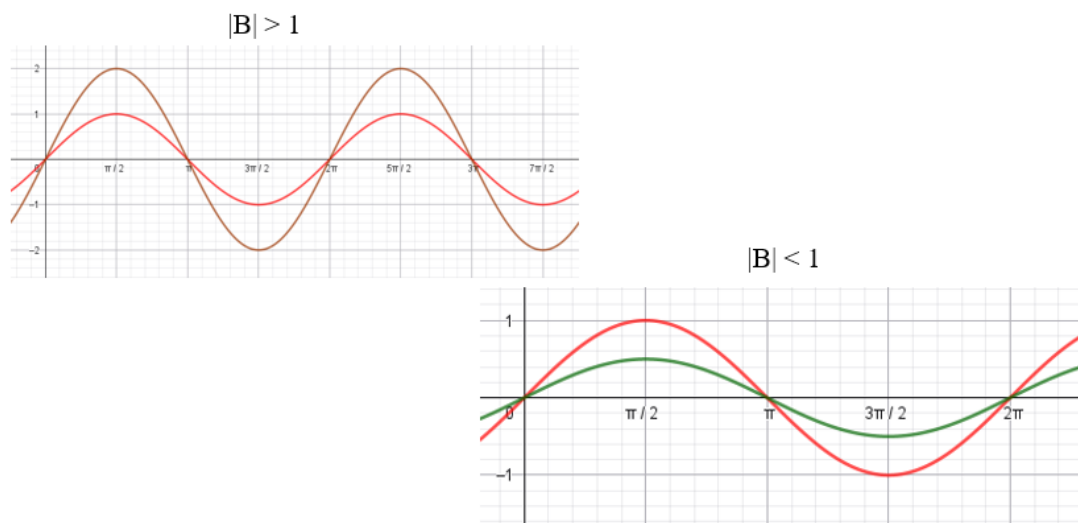
Figura 4.37 – Funções $2\text{sen}(x)$ e $0,5\text{sen}(x)$



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Analise as movimentações feitas com os alunos. Se $|B| > 1$, o gráfico sofre uma dilatação e atinge os valores de máximo e mínimo em 2 e -2, já quando $|B| < 1$ ocorre uma contração e o gráfico tem valores de máximo e mínimo em 0,5 e -0,5.

Figura 4.38 – Parâmetro B



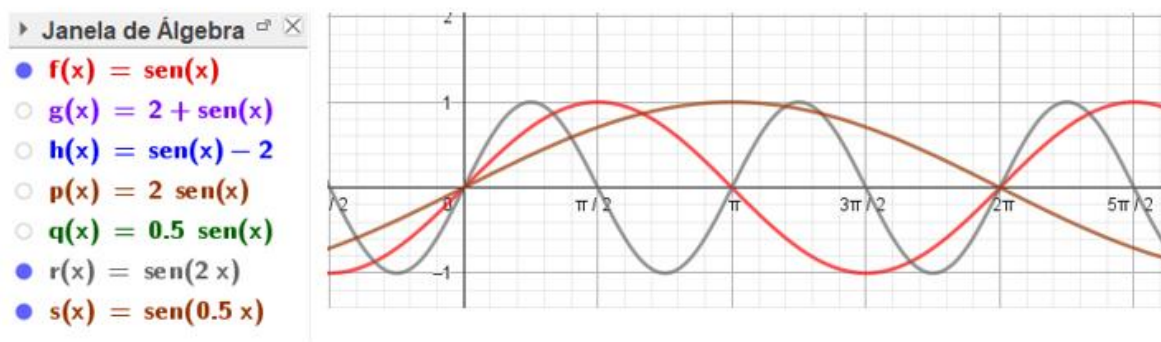
Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Comente com os alunos os parâmetros A e B alteram a imagem da função, mas pelo fato de não estarem manipulando o arco da função, eles não influenciam no período da mesma que continua, em ambos os casos sendo 2π . Seguimos agora atribuindo valores ao parâmetro C.

4.3.3 O parâmetro C

O parâmetro denominado de C é aquele que faz o papel de multiplicar o arco. Enfatize que o arco da função é a incógnita cuja são atribuídos valores. No geogebra, insira uma função com um parâmetro multiplicando o arco. No exemplo abaixo, multiplicamos os valores 2 e 0,5 no arco, gerando os gráficos das funções $r(x) = \text{sen}(2x)$ e $s(x) = \text{sen}(0,5x)$.

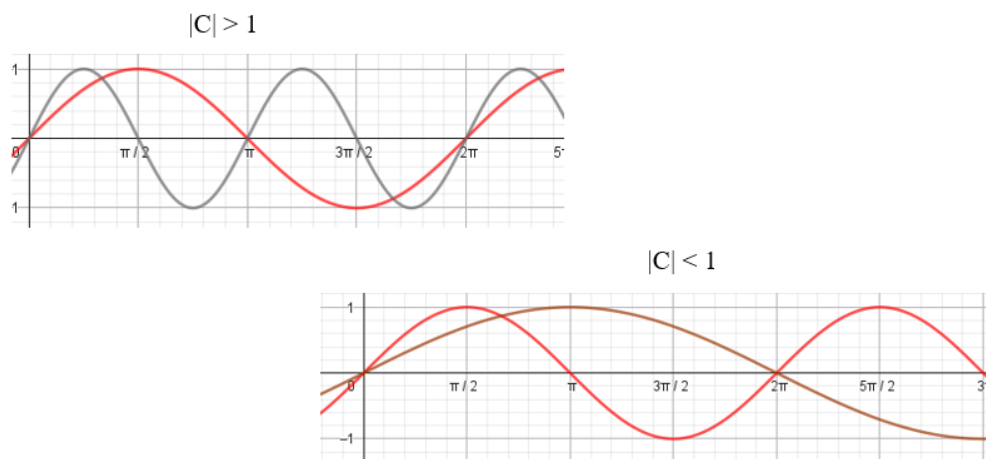
Figura 4.39 – Funções $\text{sen}(2x)$ e $\text{sen}(0,5x)$



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Analise as movimentações feitas com os alunos. Se $|C| > 1$, o gráfico sofre uma dilatação horizontal e seu período é alterado, já quando $|C| < 1$ ocorre uma contração horizontal e seu período também é alterado.

Figura 4.40 – Parâmetro C

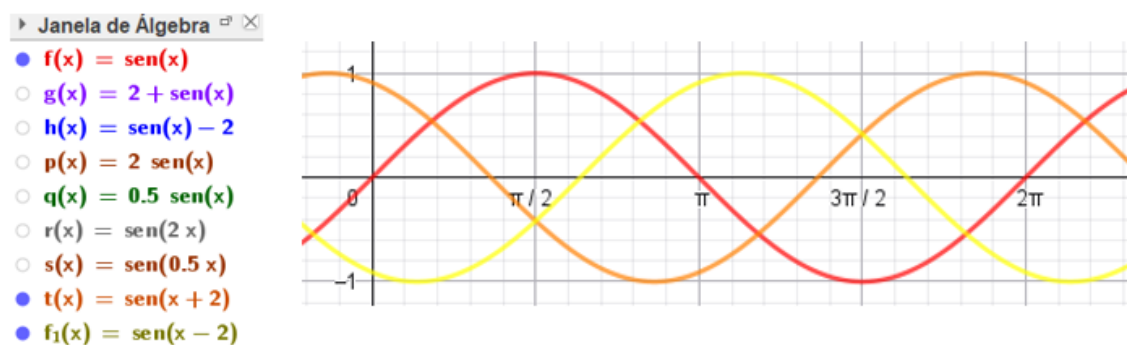


De forma geral, o período da função depende exclusivamente do valor de C e é possível calcular o período p de qualquer função pela fórmula $p = \frac{2\pi}{|C|}$.

4.3.4 O parâmetro D

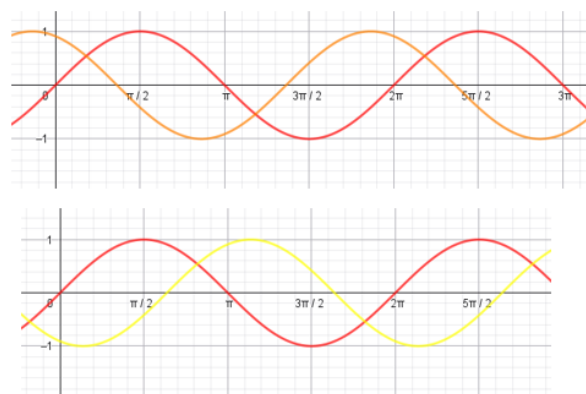
O parâmetro denominado de D é aquele que faz o papel de somar ou subtrair o arco. No geogebra, insira uma função com um parâmetro somado e outra subtraindo o arco. No exemplo abaixo, somamos e subtraímos o valor 2, gerando os gráficos das funções $t(x) = \text{sen}(x + 2)$ e $f_1(x) = \text{sen}(x - 2)$.

Figura 4.41 – Funções Sen (x+2) e sen (x-2)



Comente com os alunos que ao somar um valor positivo ($D > 0$) o gráfico se desloca para a esquerda e ao somar um valor negativo ($D < 0$) ele se desloca para a direita.

Figura 4.42 – Parâmetro D



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

De maneira geral, o parâmetro D translada o gráfico horizontalmente e a translação feita é de $\left|\frac{D}{C}\right|$ unidades.

Reforce que os parâmetros alteram o gráfico da função cosseno da mesma forma que alteram o gráfico da função seno. Se necessário, promova as mudanças também na função cosseno.

Por fim, faremos a comparação dos gráficos da função seno e da função cosseno e observaremos as características de cada gráfico.

No geogebra, insira no campo **entrada** os comandos “sen (x)” e “cos (x)”.

Figura 4.43 – Funções seno e cosseno



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Aponte as diferenças entre os gráficos, como o fato de a função seno passar pela origem (0,0) e a função cosseno passar pelo valor máximo (0,1). Destaque os pontos onde cada função atinge seu valor máximo e seu valor mínimo e evidencie que o período de ambas é o mesmo.

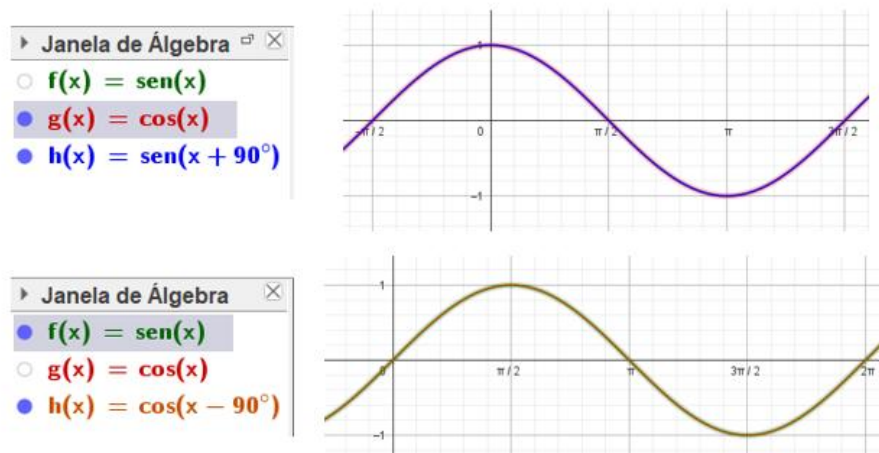
Figura 4.44 – Comparação de funções



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

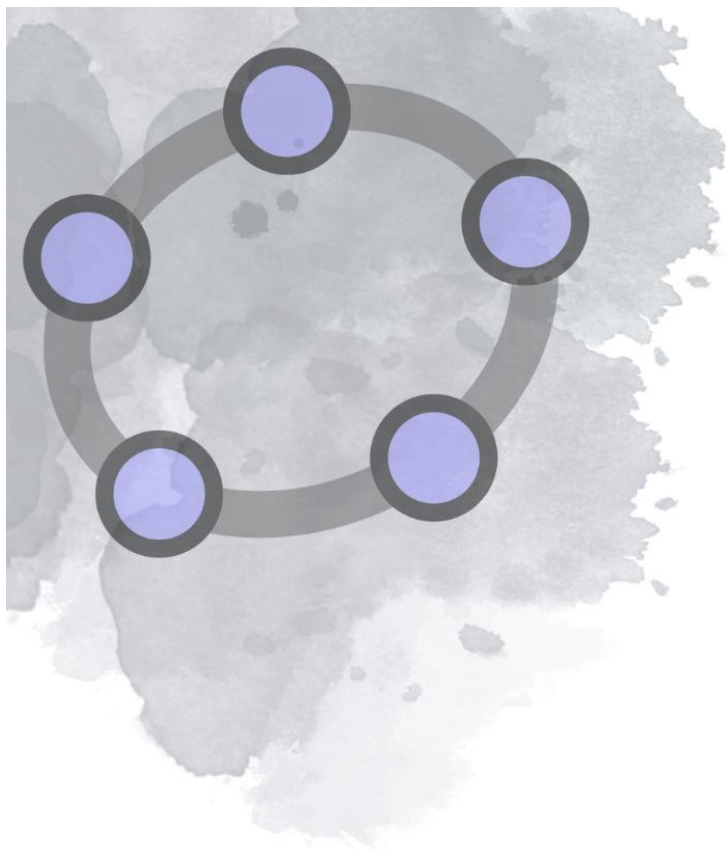
Promova um debate com os alunos se é possível fazer com que os gráficos se sobreponham e relembre que o parâmetro D translada o gráfico horizontalmente. Comente com os alunos que é possível promover essa alteração atribuindo o valor de 90° ou $\frac{\pi}{2} \text{ rad}$ ao parâmetro D e peça para que os alunos insiram a função “ $\text{sen}(x + 90^\circ)$ ” ou a função “ $\text{cos}(x - 90^\circ)$ ”, fazendo assim com que os gráficos se sobreponham.

Figura 4.45 – Translação



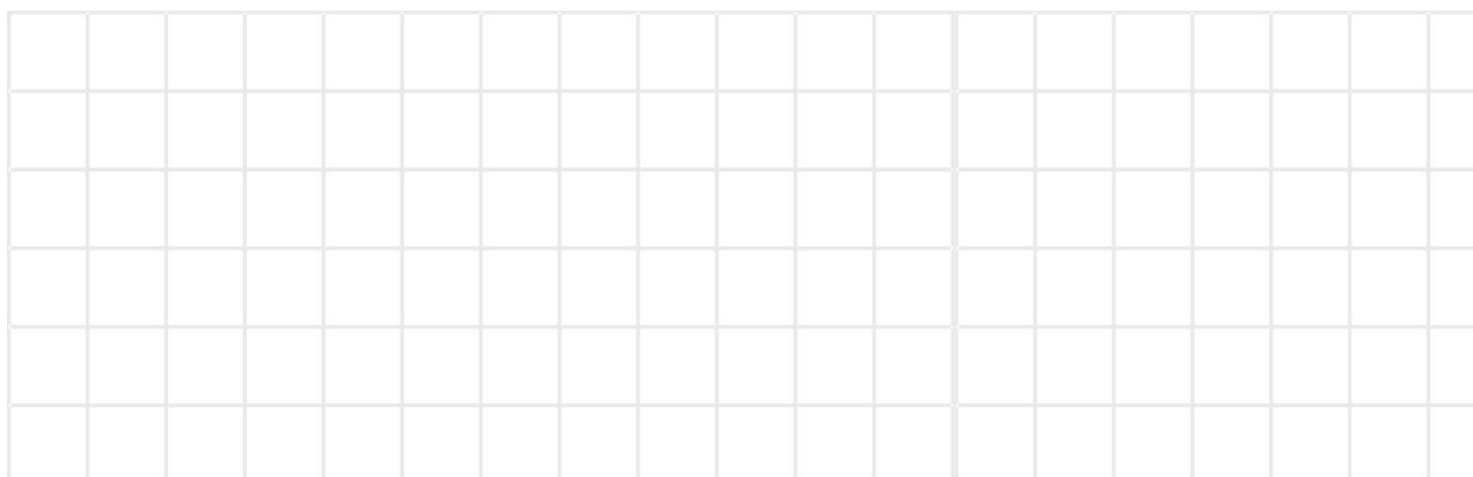
Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Por fim, instigue os alunos a promoverem alterações em outros gráficos e os permita usar a criatividade para que eles analisem cada alteração e tenham assim uma aprendizagem significativa.



CAPITULO 5

RECOMENDAÇÕES FINAIS E CONTINUIDADE



O núcleo pedagógico deste produto educacional pode ser resumido em uma ideia central: promover a compreensão das funções trigonométricas por meio da visualização, da investigação e da articulação entre diferentes representações matemáticas. O uso do *geogebra* pode tornar as aulas mais dinâmicas e interativas, mas a aprendizagem se consolida quando o estudante interpreta, registra, manipula e justifica matematicamente os fenômenos observados nos gráficos e construções realizadas. Por isso, recomenda-se preservar três momentos ao longo das atividades: (1) explorar e manipular as construções no *geogebra*; (2) registrar e interpretar matematicamente os comportamentos gráficos observados; (3) socializar estratégias, hipóteses e conclusões por meio de discussões coletivas em sala de aula.

Se necessário adaptar a proposta, mantenha o encadeamento lógico sugerido. Caso tenha menos tempo, reduza a quantidade de encontros antes da intervenção com o *software*, apresentando, em um único encontro, ao invés de dois, os conceitos iniciais e o ciclo trigonométrico e as funções seno e cosseno. Além disso, se identificado uma grande defasagem, desacelere as aulas expositivas, apresente exercícios com um nível menor e priorize as interações com o *geogebra*, afim de engajar os alunos e superar as dificuldades apresentadas.

Como continuidade, este material pode desdobrar-se em novas sequências didáticas envolvendo a função tangente e até mesmo outros conteúdos matemáticos, como funções exponenciais, logarítmicas, geometria analítica e cálculo, ampliando as possibilidades de exploração investigativa com o uso do *geogebra*. Também podem ser desenvolvidas oficinas, projetos interdisciplinares e atividades colaborativas voltadas à construção e análise de gráficos, modelagem matemática e resolução de situações-problema com apoio das tecnologias digitais.

O princípio permanece o mesmo: transformar o ambiente digital em um espaço de investigação, visualização e construção significativa do conhecimento matemático

O Autor



Valdemir Silva Oliveira Junior é licenciado em matemática pelo Instituto Federal do Piauí - *campus* Floriano. É pós graduado em ensino de matemática pela FAVENI e especialista em matemática, suas tecnologias e o mundo do trabalho pela UFPI. Atualmente, cursa o mestrado profissional em matemática (PROFMAT) pelo Instituto Federal do Piauí - *campus* Floriano. Sua motivação para integrar ferramentas digitais ao ensino de matemática surge no início da sua trajetória como professor, ainda na graduação, de onde vinha de um curso técnico em informática integrado ao ensino médio, o que justifica a sua afinidade com *softwares* como o *geogebra*. Essa vivência marcou sua trajetória acadêmica e pedagógica e inspira as propostas apresentas nesse produto.

Agradecimentos

Agradeço, primeiramente, a Deus, por me dar força, saúde e principalmente sabedoria ao longo dessa longa caminhada.

Agradeço, à minha esposa, Thabata Lais, por todo amor, compreensão, paciência e apoio durante os momentos mais difíceis desta jornada. Aos meus pais, Marinês e Valdemir, deixo minha eterna gratidão pelos ensinamentos, pelos valores transmitidos e por todo esforço realizado ao longo da vida para que eu pudesse alcançar meus objetivos. À minha irmã Nicole, pelo carinho, incentivo e companheirismo em todos os momentos.

Agradeço de maneira especial aos meus orientadores, Dr. Rui Marques Carvalho e Dr. Ezequias Matos Esteves, pelas orientações, contribuições acadêmicas, dedicação e confiança depositada neste trabalho. Ao PROFMAT, pela oportunidade de crescimento acadêmico e profissional, e a todos os professores do programa e colegas de turma, que contribuíram significativamente para minha formação ao longo dessa caminhada.

A diretora Keyla Alves, os coordenadores Karlene Medeiros e Alan Miranda e a todos os amigos do colégio Madre Teresa, meu muito obrigado pelo apoio, compreensão e incentivo durante todo o período do mestrado. Trabalhar ao lado de pessoas comprometidas tornou essa caminhada mais leve e significativa.

Aos meus irmãos de outras mães do grupo Fundão, agradeço pela amizade, pelas resenhas, pelo apoio e pelos momentos de descontração que ajudaram a equilibrar a intensidade dessa jornada acadêmica.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho e fizeram parte desta importante etapa da minha vida.

Referências

AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Lisboa: Paralelo editora. 2003. Disponível em: https://www.mackenzie.br/fileadmin/ARQUIVOS/Public/1-mackenzie/universidade/pro-reitoria/graduacao-assuntos-acad/forum/X_Forum/livroAusubel.2000_Aquisicao_e_retencao_de_conhecimentos.pdf. Acesso em: 16 de janeiro de 2026.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. 3º reimpressão da 1 ed. Lisboa: Edições 70, 2016.

BORBA, Marcelo de Carvalho; PENTEADO, Mirian Godoy. **Informática e educação matemática**. Belo horizonte, Autêntica. 2016

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**. Brasília: MEC/SEF, 1997.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Da realidade à ação: Reflexões sobre educação e matemática**. 2º ed. Campinas, SP: Editora da universidade estadual de Campinas, 1986.

KENSKI, Vani Moreira. Educação e internet no Brasil. **Cadernos Adenauer XVI**, 2015. Disponível em: https://www.kas.de/c/document_library/get_file?uuid=cfbf2881-e6e9-5724-4da9-d61e8dcd7a7c&groupId=265553. Acesso em 25 de fevereiro de 2026.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. 8. ed. Campinas, SP: Papirus, 2012.

APÊNDICE A – PRÉ-TESTE

	TESTE DIAGNÓSTICO
	ORIENTAÇÕES • Use caneta, preferência preta ou azul; • Deixe os cálculos; • Não é permitido fazer perguntas ao professor e nem aos colegas;

Questão 1

Em cada alternativa, faça o que se pede:

- Converta os ângulos de 12° e 170° para radianos.
- Converta os ângulos de $\frac{2\pi}{3}$ e $\frac{13\pi}{4}$ para graus.
- Ache a primeira determinação positiva do ângulo de 43260° .

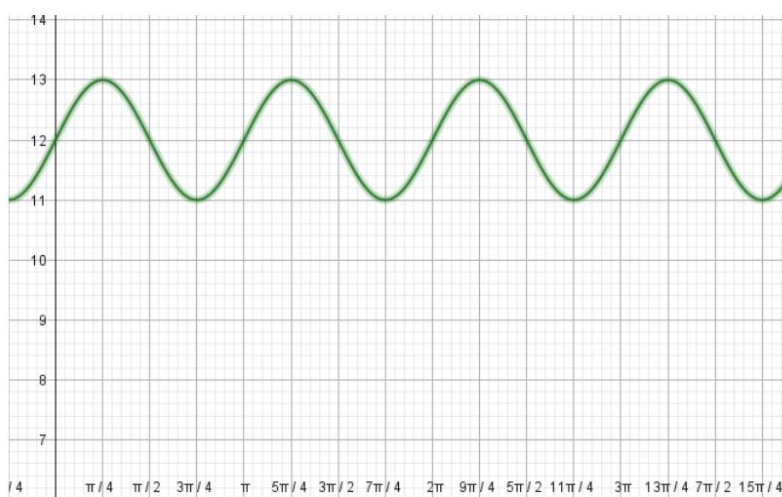
Questão 2

Calcule o seno de 225° e o cosseno de 150° .

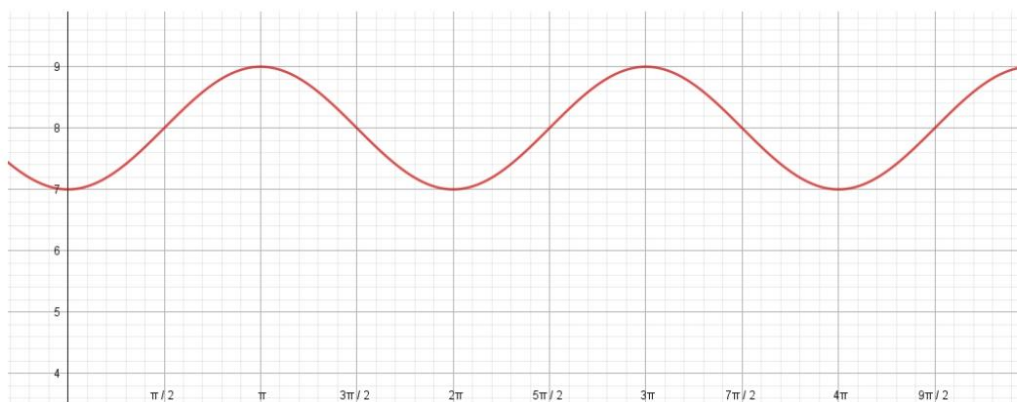
Questão 3

Identifique se os gráficos das funções abaixo representam a função seno ou a função cosseno. Em seguida determine o máximo, o mínimo e o período de cada função.

a)



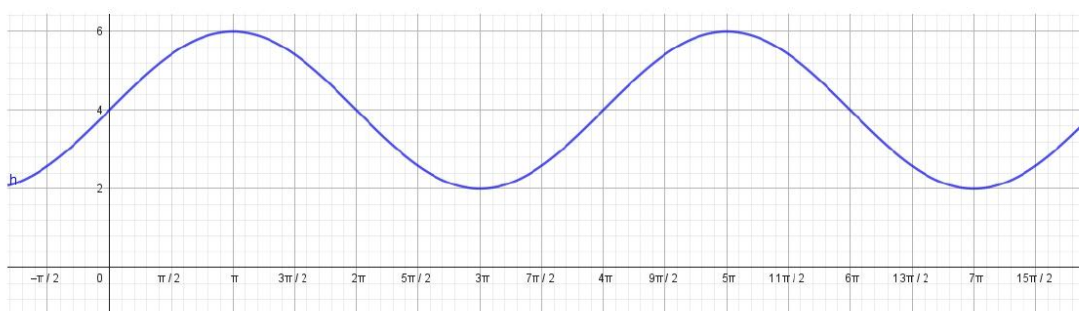
b)



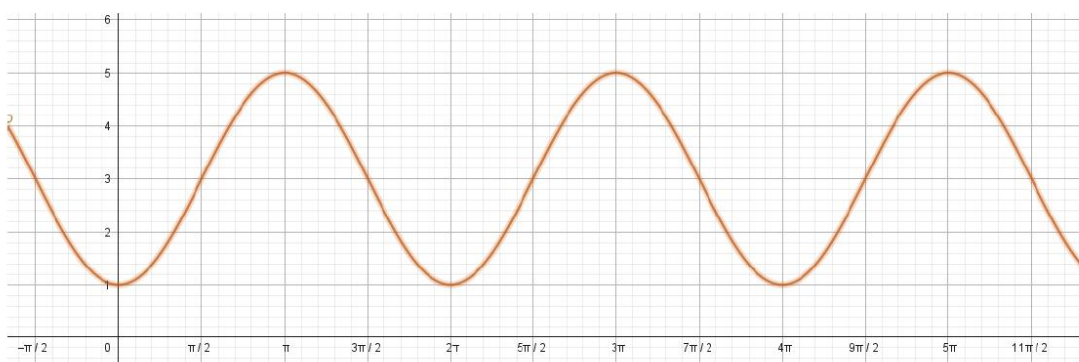
Questão 4

Determine a lei de formação dos gráficos a seguir

a)



b)



APÊNDICE B – PÓS-TESTE

	TESTE AVALIATIVO
	ORIENTAÇÕES • Use caneta, preferência preta ou azul; • Deixe os cálculos; • Não é permitido fazer perguntas ao professor e nem aos colegas;

Questão 1

Em cada alternativa, faça o que se pede:

- Converta os ângulos de 14° e 160° para radianos.
- Converta os ângulos de $\frac{3\pi}{2}$ e $\frac{5\pi}{4}$ para graus.
- Ache a primeira determinação positiva do ângulo de 2445° .

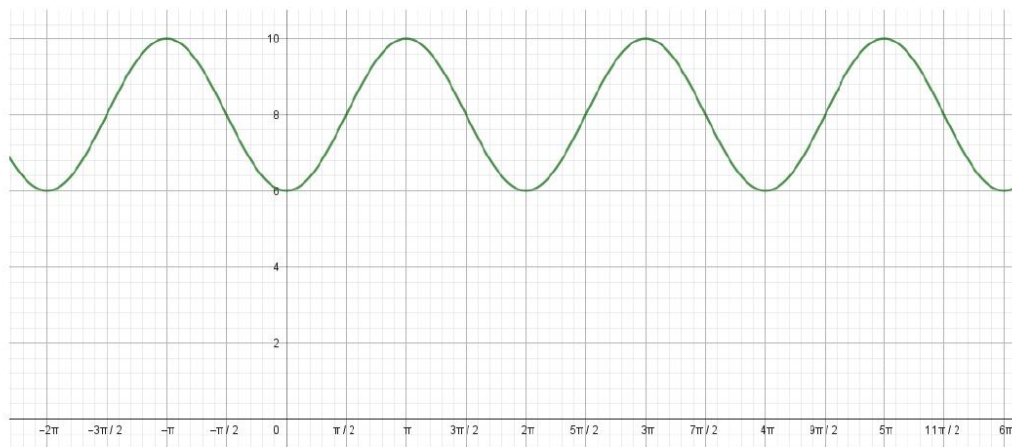
Questão 2

Calcule o seno de 300° e o cosseno de 135° .

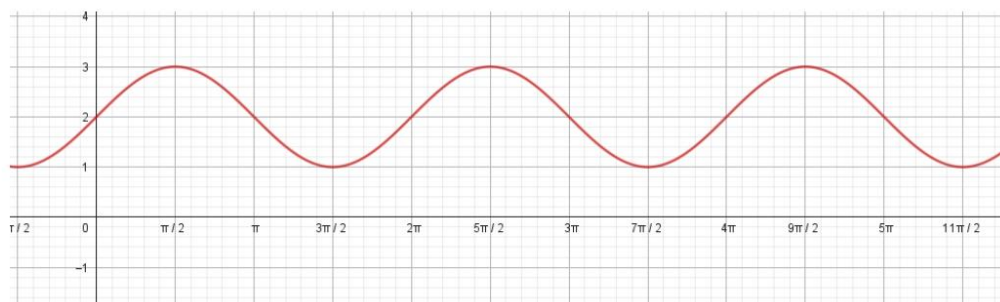
Questão 3

Identifique se os gráficos das funções abaixo representam a função seno ou a função cosseno. Em seguida determine o máximo, o mínimo e o período de cada função.

a)



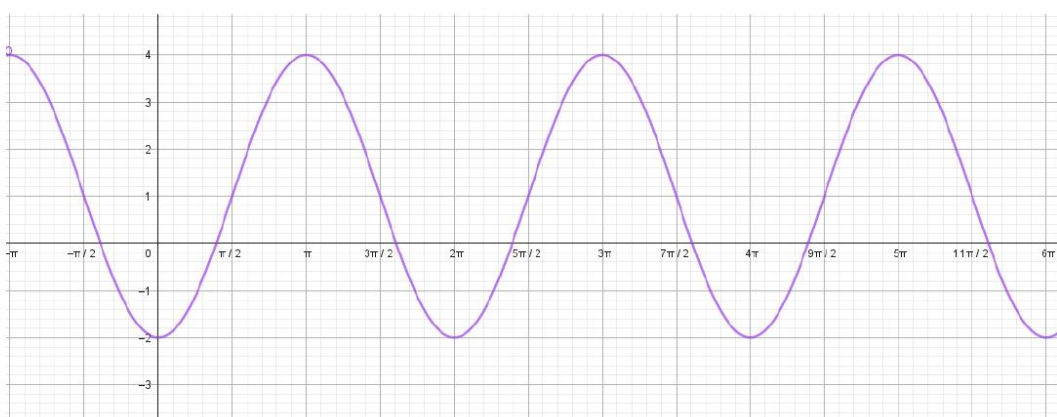
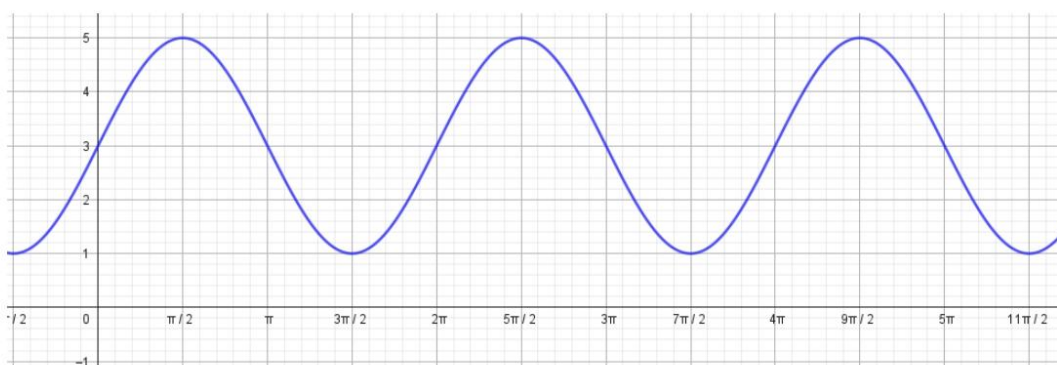
b)



Questão 4

Determine a lei de formação dos gráficos a seguir

- a)
- b)



APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO AVALIATIVO

	QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO
	ORIENTAÇÕES • Use caneta, preferência preta ou azul;

1. Como você avalia sua compreensão sobre o comportamento das funções seno e cosseno após utilizar o GeoGebra?

☐ Péssimo ☐ Ruim ☐ Regular ☐ Bom ☐ Excelente

2. O quanto o uso do GeoGebra ajudou você a visualizar e entender a relação entre ângulo e valor da função?

☐ Péssimo ☐ Ruim ☐ Regular ☐ Bom ☐ Excelente

3. Como você avalia sua capacidade de interpretar os gráficos gerados no GeoGebra?

☐ Péssimo ☐ Ruim ☐ Regular ☐ Bom ☐ Excelente

4. O quanto você se sentiu capaz de manipular o GeoGebra?

☐ Péssimo ☐ Ruim ☐ Regular ☐ Bom ☐ Excelente

5. Depois da atividade, como você avalia sua confiança para resolver exercícios de funções trigonométricas?

☐ Péssimo ☐ Ruim ☐ Regular ☐ Bom ☐ Excelente

6. Você tinha conhecimento do *software* Geogebra? Já tinha utilizado alguma vez?

7. Você teve algum problema para lidar com o geogebra?

8. Na sua opinião, o professor auxiliou você e demonstrou segurança durante o desenvolvimento da atividade?

9. O uso do *software geogebra* torna a aula mais criativa e dinâmica, tornando a construção e visualização dos gráficos, de forma mais precisa?

10. Na sua opinião, porque utilizar o *software geogebra* melhora ou não o seu processo de aprendizagem?