



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
Pró-reitora de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

**FUNÇÕES TRIGONOMÉTRICAS COM A METODOLOGIA APRENDIZAGEM
BASEADA EM PROBLEMAS NO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO**

ANDREZA SUYLLANE RODRIGUES DOS SANTOS

RIO BRANCO – ACRE

2026

FUNÇÕES TRIGONOMÉTRICAS COM A METODOLOGIA APRENDIZAGEM
BASEADA EM PROBLEMAS NO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Acre, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Linha de Pesquisa: Ensino-aprendizagem em Ciências e Matemática

Orientador: Prof. Dr. Gilberto Francisco Alves de Melo

S237f Santos, Andreza Suyllane Rodrigues dos, 1986 -

Funções trigonométricas com a metodologia aprendizagem baseada em problemas no 3º ano do ensino médio / Andreza Suyllane Rodrigues dos Santos; orientador: Prof. Dr. Gilberto Francisco Alves de Melo. – 2026.

124 f.: il.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática (MPECIM), Rio Branco, 2026.

Inclui referências bibliográficas e apêndice.

1. Metodologia Ativa. 2. Funções Trigonométricas. 3. Aprendizagem Baseada em Problemas. I. Melo, Gilberto Francisco Alves de (orientador). II.

Título.

CDD: 510.7

Bibliotecário: Uéliton Nascimento Torres CRB-11º/ 1074.

ANDREZA SUYLLANE RODRIGUES DOS SANTOS

**FUNÇÕES TRIGONOMÉTRICAS COM A METODOLOGIA APRENDIZAGEM
BASEADA EM PROBLEMAS NO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Acre, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Linha de Pesquisa: Ensino-aprendizagem em Ciências e Matemática

Orientador: Prof. Dr. Gilberto Francisco Alves de Melo

Aprovada em Rio Branco- AC, 25 de Novembro de 2025.

BANCA EXAMINADORA

PROF. DR. GILBERTO FRANCISCO ALVES DE MELO

Orientador/Presidente (CAP/UFAC)

PROF. DR. ANTONIO IGO BARRETO PEREIRA

Membro Interno (CELA/UFAC)

PROFA. DRA. NADJA FONSECA DA SILVA

Membro Externo (UEMA)

PROF. DR. PAULO JOSÉ DOS SANTOS PEREIRA

Membro Suplente (IFAC)

**Rio Branco- AC
2026**

RESUMO

Esta pesquisa objetivou analisar os efeitos da integração das funções trigonométricas por meio da Metodologia Baseada em Problemas, investigando de que forma essa abordagem contribui para a aprendizagem conceitual dos estudantes em contextos reais. O estudo adotou uma metodologia qualitativa do tipo pesquisa-ação, sendo conduzido em uma escola pública de Rio Branco, Acre, com 14 alunos de duas turmas da 3ª série do Ensino Médio. Os dados foram produzidos a partir de observações em sala de aula, narrativas escritas, produções dos alunos e análise de instrumentos avaliativos, sendo analisados por meio da Análise Textual Discursiva. O referencial teórico fundamentou-se em estudos sobre a metodologia ABP e no ensino de trigonometria. Como resultado da pesquisa, foi elaborado e validado um Produto Educacional no formato de uma sequência didática investigativa, fundamentada na ABP, composta por dezessete situações de ensino organizadas em seis blocos temáticos. A sequência articula conhecimentos geométricos, razões trigonométricas, funções trigonométricas e aplicações contextualizadas, utilizando o espaço escolar como ambiente de investigação.

Os resultados indicam que a proposta favoreceu a construção de significados para os conceitos trigonométricos, ampliando a participação e o protagonismo dos estudantes. O Produto Educacional, validado por banca examinadora, configura-se como um material pedagógico estruturado e passível de adaptação a diferentes contextos escolares.

Palavras-chave: Metodologia Ativa. Funções Trigonométricas. Aprendizagem Baseada em Problemas. Ensino Médio. Educação Matemática

ABSTRACT

This research aimed to analyze the effects of integrating trigonometric functions through Problem-Based Learning (PBL), investigating how this approach contributes to students' conceptual learning in real-life contexts. The study adopted a qualitative action research methodology and was conducted at a public school in Rio Branco, Acre, involving 14 students from two classes in the third year of high school. Data were collected through classroom observations, written narratives, students' work, and analysis of assessment instruments, and were examined using Discursive Textual Analysis. The theoretical framework was based on studies of PBL methodology and trigonometry instruction. As a result of the research, an Educational Product was developed and validated in the form of an investigative didactic sequence based on PBL, comprising seventeen teaching situations organized into six thematic blocks. The sequence integrates geometric knowledge, trigonometric ratios, trigonometric functions, and contextualized applications, using the school environment as an investigative space. The results indicate that the approach supported the construction of meaning for trigonometric concepts, boosting student participation and engagement. The Educational Product, validated by an examining committee, is characterized as a structured pedagogical material that can be adapted to various school contexts.

Keywords: Active Methodology. Trigonometric Functions. Problem-Based Learning. High School. Mathematics Education

LISTA DE GRÁFICOS, FIGURAS E TABELAS

Gráfico 1 - Distribuição das experiências prévias funções trigonométricas.....	50
Gráfico 2 – Conhecimentos prévios declarados sobre conceitos de funções trigonométricas.....	51
Gráfico 3 - Situações e contextos de uso das funções trigonométricas percebidos pelos alunos.....	52
Gráfico 4– Sentimentos manifestados pelos alunos em relação ao estudo das funções trigonométricas.....	52
Gráfico 5 – Relevância do conteúdo de funções trigonométricas no cotidiano pessoal dos alunos.....	53
Gráfico 6– Experiências prévias dos alunos com metodologias ativas de aprendizagem.....	54
Gráfico 7 –Desafios antecipados pelos alunos em relação à aprendizagem das funções trigonométricas	54
Gráfico 8– Expectativas com Relação à Aprendizagem das Funções Trigonométricas	55
Gráfico 9– Desafios Antecipados à Aprendizagem das Funções Trigonométricas. ..	55
Figura 1 - Construção do triângulo retângulo inicial pelo aluno A, com marcação dos vértices e medição dos lados e ângulos.....	59
Figura 2 - Registro das medidas dos ângulos e dos lados do triângulo retângulo inicial, realizado pelo aluno com auxílio de régua e transferidor.	59
Figura 3 - Traçado de segmento de reta paralela à base do triângulo, formação do segundo triângulo retângulo e medição dos seus lados e ângulos	60
Figura 4 - Registro das medidas dos ângulos e dos lados do triângulo retângulo formado no interior do triângulo maior, com uso de régua e transferidor	60
Figura 5 - Comparação das medidas dos ângulos e lados dos triângulos formados, para verificação da semelhança geométrica.	61
Figura 6 - Justificativa escrita do aluno sobre a semelhança dos triângulos esboçados, com base na igualdade dos ângulos e proporcionalidade dos lados.	62
Figura 7 - Cálculo das razões entre os lados (altura/base, altura/hipotenusa e base/hipotenusa) em cada triângulo retângulo.....	65
Figura 8 - Resposta do aluno à questão 1: Observação da consistência nas razões obtidas.....	65
Figura 9 - Resposta do aluno à questão 2: Reflexão sobre a constância das razões e suas implicações nos triângulos semelhantes.....	66
Figura 10 - Resposta do aluno à questão 3: Relação entre razões trigonométricas, proporções e escalas.	66
Figura 11 - Resposta do aluno à questão 4: Análise do experimento de Eratóstenes sob a perspectiva da proporcionalidade e dos ângulos.....	67
Figura 12 - Resposta do aluno à questão 5: Aplicação das razões trigonométricas no cotidiano e em áreas como engenharia e ciências.....	68

<i>Figura 13 - Medição experimental da quantidade de radiano</i>	<i>71</i>
<i>Figura 14 - Resolução da atividade de medição de radianos.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 15 - Preenchimento do círculo trigonométrico com medidas em graus e radianos</i>	<i>73</i>
<i>Figura 16 - Registro do método de resolução realizado pelo aluno.</i>	<i>73</i>
<i>Figura 17 - Respostas do aluno às questões 1, 2 e 3 do questionário reflexivo, sobre a relação entre radianos e o comprimento do arco.</i>	<i>74</i>
<i>Figura 18 - Respostas do aluno às questões 4 e 5, abordando estratégias, padrões identificados e processos de medição.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 19 - Respostas do aluno às questões 6, 7 e 8, relativas ao trabalho colaborativo e à comparação entre radianos e graus.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 20 - Respostas do aluno às questões 9 e 10 e 11, sobre a confiança no uso de radianos, insights obtidos.</i>	<i>75</i>
<i>Figura 21 - Situação-problema e resolução da altura do prédio com uso da tangente de 75°, a partir da medida da sombra de 3 metros.</i>	<i>79</i>
<i>Figura 22 - Respostas às questões da Fase 1: medidas coletadas, função utilizada e justificativa da escolha.</i>	<i>80</i>
<i>Figura 23 - Tabela com diferentes ângulos de visão e respectivas alturas estimadas</i>	<i>80</i>
<i>Figura 24 - Gráfico representando a variação da altura em função do ângulo, evidenciando a relação inversa entre essas grandezas.</i>	<i>81</i>
<i>Figura 25 - Resposta do aluno à questão 6: Análise da relação entre a variação do ângulo de visão e a altura calculada do prédio.</i>	<i>81</i>
<i>Figura 26 - Resposta do aluno à questão 7: Estimativas de distâncias necessárias para diferentes ângulos de visão, baseando-se nas medições realizadas.....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 27 - Resposta do aluno à questão 8: Determinação do ângulo de visão necessário para obter a altura correta do prédio, considerando a sombra medida... </i>	<i>82</i>
<i>Figura 28 - Resposta do aluno à questão 9: Reflexão sobre a influência da altura da pessoa que realiza a medição no cálculo da altura final do prédio.</i>	<i>82</i>
<i>Figura 29 - Resposta do aluno à questão 10: Dificuldades encontradas durante as medições e cálculos, e estratégias utilizadas para solucionar os desafios.</i>	<i>83</i>
<i>Figura 30 - Grupo medindo inclinação e distância da sombra com o auxílio do transferidor e a trena</i>	<i>83</i>

<i>Tabela 1- 10 Passos da ABP na Proposta Didática da Pesquisa.....</i>	<i>31</i>
---	-----------

<i>Tabela 2– Autoavaliação do Aluno 1 sobre as Atividades de Funções Trigonométricas</i>	<i>86</i>
--	-----------

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. PROBLEMA DE PESQUISA	14
3.1. Objetivo geral	15
3.2. Objetivos específicos	15
4. JUSTIFICATIVA	16
CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA	18
CAPÍTULO 3- APRENDIZAGEM DE TRIGONOMETRIA COM A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS.....	24
<i>O Livro Didático e o Ensino da Trigonometria: Limitações e a Necessidade de Complementos</i>	<i>24</i>
<i>Aspectos positivos e desafios da ABP na aprendizagem de Trigonometria.....</i>	<i>27</i>
<i>Nesse sentido, a ABP não deve ser compreendida como solução automática, mas como uma arquitetura pedagógica que exige intencionalidade, mediação e adequação ao contexto. Quando bem planejada, tende a favorecer aprendizagens mais profundas e integradas; quando mal conduzida, pode produzir dispersão e superficialidade. Essa compreensão orientou as escolhas didático-metodológicas do Produto Educacional desenvolvido e sustenta a análise dos dados apresentada nos capítulos seguintes.</i>	<i>30</i>
<i>A Aprendizagem Baseada em Problemas como eixo organizador da proposta.....</i>	<i>30</i>
<i>Sequência didática: conceito, intencionalidade pedagógica e organização geral</i>	<i>32</i>
5. METODOLOGIA DA PESQUISA	35
5.1 Delineamento e Natureza da Pesquisa	35
5.2 Procedimento de Produção dos Dados.....	36
5.2.1 Instrumentos de Produção dos Dados	36
5.3 Etapas e Cronograma da Pesquisa.....	37
5.4 Local da pesquisa	37
5.5 População e Amostra	38
5.6 Critérios de Inclusão.....	38
5.7 Critérios de Exclusão.....	38
5.8 Aspectos éticos	38
5.9 Riscos, Providências e Cautelas.....	38
5.10 Benefícios.....	40
5.10.1 Benefícios Diretos	40
5.10.2 Benefícios Indiretos.....	40

5.11 Formas de Abordagem dos Participantes	40
5.12 Metodologias da Análise dos Dados	42
7. O PRODUTO EDUCACIONAL.....	47
7.1 Caracterização do produto Educacional.....	47
7.2 Objetivos da Sequência Didática.....	47
7.3 Organização Geral da Sequência Didática.....	48
8. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS DA PESQUISA.....	49
8.1 Organização da Análise e Critérios Interpretativos	49
8.2 Temática 1 - Relação Inicial com a Trigonometria: Memorização, Insegurança e Distanciamento.....	50
<i>A análise dos dados obtidos no levantamento de conhecimentos prévios revela que a relação inicial dos estudantes com a Trigonometria era marcada por fragilidade conceitual, experiências pouco significativas e baixa percepção de aplicabilidade do conteúdo. Esse cenário inicial fornece elementos fundamentais para compreender tanto as resistências quanto os deslocamentos conceituais observados ao longo da intervenção pedagógica.</i>	
8.3 Temática 2 – A Questão Norteadora Como Mobilização Cognitiva: Leitura Crítica da Ciência e Ressignificação da Matemática	56
8.4 Temática 3 - Construção do Conceito de Semelhança Entre Triângulos: Investigação, Erro e Reconstrução Conceitual.....	58
8.4.1 Desenvolvimento da atividade e registros produzidos	59
8.4.2 Análise Interpretativa da Atividade	62
8.4.3 Síntese Interpretativa dos Resultados Da Temática	62
8.5 Temática 4 - Explorando as Razões Trigonométricas- Uma Jornada Inspirada em Eratóstenes	63
8.5.1 Desenvolvimento da Atividade E Registros Produzidos	64
8.5.2 Análise Interpretativa da Atividade	68
8.5.3 Síntese Interpretativa dos Resultados da Temática	69
8.6 Temática 5 – Explorando o Círculo Trigonométrico: A Construção Coletiva da Relação entre Graus e Radianos	70
8.6.1 Desenvolvimento da Atividade e Registros Produzidos	71
8.6.2 Análise Interpretativa da Atividade	76
8.6.3 Síntese Interpretativa dos Resultados da Temática	77
<i>A análise desta temática evidencia que a abordagem investigativa, ao articular manipulação concreta, resolução de problemas e reflexão guiada, foi eficaz na construção coletiva de um conceito tradicionalmente considerado abstrato e difícil. 77</i>	

a) A superação da definição estéril: Os estudantes superaram a visão do radiano como meramente "outra unidade" para entendê-lo como uma "relação intrínseca entre ângulo e arco", cujo significado foi construído a partir da ação mediada e da descoberta.....	77
8.7 Temática 6 – Aplicação Prática da Função Tangente: Do Modelo Teórico à Ação no Espaço Escolar	77
8.7.1 Pró-análise e Contexto da Atividade.	78
8.7.2 Desenvolvimento da Atividade e Registros Produzidos	78
A atividade foi estruturada em duas fases interligadas: uma fase de modelagem e análise teórica e uma fase de aplicação prática e coleta de dados.....	78
Inicialmente, os alunos se debruçaram sobre um problema escrito que os posicionava no espaço escolar e estruturava o método de investigação. O roteiro orientava o grupo a:	78
8.7.3 Análise Interpretativa da Atividade	84
A análise da atividade revela uma consolidação da aprendizagem que se manifesta em três dimensões:	84
8.7.4 Síntese Interpretativa dos Resultados da Temática	84
Esta atividade funcionou como a síntese viva da sequência didática, materializando os princípios da ABP e demonstrando a efetiva consolidação da aprendizagem.	84
8.8 Síntese Avaliativa: A Percepção Discente sobre a Aprendizagem das Funções Trigonométricas.....	85
8.8.1 Pró-análise do Instrumento Auto avaliativo	85
8.8.2 Análise das Percepções Coletivas	86
8.8.3 Síntese Interpretativa: A Autoavaliação como Reflexo da Aprendizagem Significativa	88
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS	89
REFERÊNCIAS AUSUBEL, David P. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectivacognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.	92
APÊNDICE A- INSTRUMENTOS DE CONSTRUÇÃO DE DADOS.....	96
Dados de Identificação.....	97
1. Participação dos alunos	97
2. Interação entre os alunos (trabalho colaborativo)	97
3. Relação com os materiais didáticos / recursos utilizados	97
4. Compreensão dos conceitos explorados (durante a atividade).....	97
5. Postura e atitude diante do desafio proposto	97
6. Mediação da professora-pesquisadora	98

<i>7. Considerações gerais sobre a aula</i>	98
<i>APÊNDICE B - AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA E DECLARAÇÃO DE INFRAESTRUTURA</i>	111
<i>APÊNDICE C - DECLARAÇÃO DE ANEXAÇÃO DOS DADOS À PLATAFORMA BRASIL.</i>	113
<i>APÊNDICE D- DECLARAÇÃO DE INÍCIO DE COLETA.</i>	114
<i>Pesquisadora</i>	115
<i>Orientador</i>	115
<i>APÊNDICE E- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA RESPONSÁVEIS DE MENORES DE IDADE- TCLE.</i>	116
<i>APÊNDICE F- TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO- TALE (menor)</i>	120

1. INTRODUÇÃO

Para muitos estudantes, a Matemática ainda é percebida como uma disciplina abstrata, excessivamente formal e distante de suas vivências cotidianas. Essa percepção, amplamente discutida na literatura, está fortemente relacionada às práticas pedagógicas tradicionais que privilegiam a transmissão mecânica de conteúdos e a resolução repetitiva de exercícios, atribuindo ao aluno um papel predominantemente passivo no processo de aprendizagem. Conforme destacam Costa e Pequeno (2019, p.1), tal abordagem contribui para o afastamento dos estudantes da disciplina e para a construção de uma relação marcada pelo medo, pela insegurança e pela desmotivação.

Essa concepção resulta da forma como as aulas de matemática são ministradas e do julgamento cultural de que, por ser uma disciplina rigorosa, deve ser ensinada com igual rigor, fazendo com que os professores das áreas de exatas geralmente causem temor nos alunos. (2019, p.1).

Diante das transformações sociais, culturais e tecnológicas que atravessam a educação contemporânea, torna-se cada vez mais necessário repensar o ensino da Matemática, de modo a favorecer práticas pedagógicas que promovam o protagonismo discente, o pensamento crítico e a construção de sentidos. Diesel (2017, p.273), cita que:

[...] nessa perspectiva de entendimento é que se situa as metodologias ativas como uma possibilidade de ativar o aprendizado dos estudantes, colocando-os no centro do processo, em contraponto à posição de expectador, conforme descrito anteriormente. (DIESEL et al., 2017, p. 273).

Neste sentido, Freire (1996, p. 47) defende que “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção”. Ele ainda afirma que “ensinar é a ação pela qual um sujeito criador dá forma, estilo ou alma a um corpo indeciso e acomodado” (Freire, 1996, p. 25). Isso exige do/a professor/a uma postura mediadora que inspire autonomia, confiança e criticidade. Tal perspectiva implica compreender o ensino como prática que convoca o estudante à participação, ao diálogo e à ação-reflexão.

Morán (2015), reforça que a escola precisa promover a participação ativa dos alunos em atividades significativas e desafiadoras, que demandem atitude e tomada de decisão, rompendo com práticas pedagógicas exclusivamente expositivas, que podem contribuir para a apatia e desvalorização da aprendizagem. Para o autor, as metodologias ativas de aprendizagem funcionam como ponto de partida para “processos mais avançados de reflexão, de integração cognitiva, de generalização, de

reelaboração de novas práticas” (MORÁN, 2015, p. 18). Em convergência, Berbel (2011, p. 29), define:

As Metodologias Ativas baseiam-se em formas de desenvolver o processo de aprender, utilizando experiências reais ou simuladas, visando às condições de solucionar, com sucesso, desafios advindos das atividades essenciais da prática social, em diferentes contextos. (2011, p.29).

Dessa forma, a aproximação entre aprendizagem e vida tende a favorecer atribuição de sentido e diversidade de estratégias, valorizando a participação discente e o desenvolvimento de competências, conforme reforça Morán (2015, p. 18), “quanto mais aprendemos próximos da vida, melhor”. Ainda que muitos alunos apresentem grande potencial, a maneira como a Matemática lhes é ensinada pode contribuir para a construção de uma autoimagem negativa em relação à disciplina. Não é raro ouvir frases como “nunca fui bom em Matemática” ou “essa matéria não é pra mim”, revelando marcas que, em grande parte, são produzidas por práticas pedagógicas que não valorizam o diálogo, a experimentação e a diversidade de estratégias de aprendizagem. O ensino-aprendizagem centrado exclusivamente na resolução de exercícios e na memorização de fórmulas não leva em consideração os diferentes modos de pensar dos alunos, suas histórias, ritmos e contextos socioculturais. Assim, o fracasso escolar em Matemática muitas vezes não diz respeito à capacidade intelectual do aluno, mas ao distanciamento entre o conhecimento formal e sua realidade.

Esse debate torna-se especialmente relevante no campo da Trigonometria. Historicamente, esse conhecimento emergiu da necessidade de compreender e resolver problemas ligados à observação do espaço, à navegação e à astronomia. No entanto, no contexto escolar, frequentemente seu ensino se apresenta desvinculado dessas origens, priorizando uma abordagem formal e abstrata que conduz muitos estudantes a estudar seno, cosseno e tangente como conteúdo “para provas”, e não como ferramenta interpretativa aplicável ao cotidiano.

Na prática pedagógica com turmas do Ensino Médio, observa-se que a Trigonometria costuma ser recebida com resistência. Em muitos casos, a dificuldade não se restringe ao domínio técnico-operacional, mas se relaciona à ausência de significados atribuídos ao conteúdo, especialmente quando o aluno não estabelece conexão entre o que aprende e situações reais.

Esse cenário impulsiona a busca por alternativas e métodos capazes de despertar a curiosidade e o envolvimento dos alunos, considerando a possibilidade de que a forma como o conteúdo é apresentado influencia diretamente sua percepção quanto à relevância e aplicabilidade da matemática. Quando o aluno não estabelece uma conexão com o que está aprendendo, é pouco provável que compreenda a utilidade do conteúdo ou se sinta motivado a se aprofundar. Costa e Pequeno (2019, p.6), destacam que “a forma como o conteúdo é disposto em sala de aula faz com que o aluno tenha a impressão de que haja uma distância exorbitante entre o que está sendo aprendido na teoria e a utilização daquele conhecimento na prática”. Em seu trabalho, os autores enfatizam que esses desafios são decorrentes de diversos fatores, como lacunas nos conhecimentos prévios dos alunos, a predominância de uma abordagem tradicional de ensino e a falta de conexão com o cotidiano. Eles ainda destacam que:

Um estudante, que não compreende as propriedades básicas da matemática e que por uma razão ou outra não externa sua dificuldade e não recebe assistência adequada do seu professor, acaba criando uma barreira antes mesmo de ver ou avançar na matéria, impedindo assim a aprendizagem de todo o conteúdo não só da matemática, mas de todas as matérias que envolvem exatas. (Costa e Pequeno, 2019, p.3).

Nesse cenário, metodologias ativas mostram-se alternativas promissoras. Berbel (2011, p. 28), enfatiza que essas abordagens “têm o potencial de despertar a curiosidade, à medida que os alunos se inserem na teorização e trazem elementos novos, ainda não considerados nas aulas ou na própria perspectiva do professor”.

Entre essas metodologias, a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) se destaca por organizar o ensino a partir de situações-problema que antecedem a formalização, favorecendo mobilização de conhecimentos prévios, trabalho colaborativo e articulação entre teoria e prática. Ao colocar o aluno como agente ativo no processo, essas metodologias favorecem uma aprendizagem mais significativa, contextualizada e colaborativa.

Trajetória Pessoal e Profissional: a Gênese da Pesquisa

Essa investigação constitui-se como um processo dinâmico e multifacetado, que emerge da convergência entre experiências vividas, inquietações pedagógicas persistentes e um diálogo contínuo com os saberes produzidos no campo da Educação Matemática. Mais do que cumprir uma exigência acadêmica, esta pesquisa representa um percurso de amadurecimento pessoal e profissional, marcada pelos desafios e potências da educação pública. Minha caminhada educacional, interrompida na juventude e retomada tardiamente no Acre por meio do Programa Especial do Ensino Médio (PEEM), foi um reencontro com a Matemática e com a possibilidade de um futuro diferente.

O ingresso e a conclusão da graduação em Matemática na Universidade Federal do Acre (UFAC), em um contexto de vulnerabilidade, transformaram a instituição em um símbolo do que a educação pública pode representar: acolhimento, incentivo e porta de transformação. Hoje, como mestrande na mesma UFAC, vejo a docência como missão de vida, pautada na crença de que a escola pode e deve ser um lugar de recomeços e construção de sentido, ecoando a perspectiva freiriana da educação como prática da liberdade (FREIRE, 1996).

Foi dessa convicção e da vivência prática das limitações do ensino tradicional da Trigonometria que nasceu o desejo por esta pesquisa: compreender de que forma as funções trigonométricas – comumente vistas como abstratas e difíceis – podem ser ressignificadas pelos alunos por meio da ABP, utilizando o espaço escolar como campo vivo de investigação matemática. Mais do que um trabalho acadêmico, esta pesquisa é uma extensão da minha história e uma tentativa de devolver, com afeto e responsabilidade, a chance que um dia me foi oferecida.

2. PROBLEMA DE PESQUISA

A definição do problema de pesquisa nasce da convergência entre a inquietação pedagógica vivenciada em sala de aula e o diálogo com a literatura da área. No cotidiano escolar, observa-se que as dificuldades dos alunos com a Trigonometria não se restringem ao domínio técnico, mas atingem a ausência de significado atribuído ao conteúdo, frequentemente trabalhado de forma fragmentada e descontextualizada. Diante desse cenário, emergiu a necessidade de investigar caminhos alternativos para o ensino da Trigonometria, que considerassem o protagonismo dos alunos e a construção coletiva do conhecimento.

A revisão da literatura indicou que, embora existam propostas inovadoras, são escassos os estudos que utilizam a ABP de forma sistematizada como eixo estruturante no ensino das funções trigonométricas, articulada à exploração do espaço escolar como ambiente de investigação. Diante desse cenário, este trabalho propõe-se a examinar: **Como a integração das funções trigonométricas por meio da metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas, contribui com a aprendizagem dos alunos sobre conceitos trigonométricos em contextos reais?**

Esta pergunta norteadora visa investigar não apenas os resultados da metodologia adotada no ensino-aprendizagem dos conceitos, mas também seus impactos sobre a forma como os alunos compreendem a aplicação prática da Trigonometria, constroem sua relação com a disciplina e se engajam ativamente na resolução dos problemas propostos.

3. OBJETIVOS

A formulação de objetivos claros e coerentes é essencial para o direcionamento de toda pesquisa científica, pois orienta as escolhas metodológicas, delimita o escopo da investigação e define os caminhos que serão percorridos para responder ao problema de pesquisa. Neste trabalho, os objetivos decorreram da proposta pedagógica de integrar a metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) ao ensino das funções trigonométricas, bem como a observação da lacuna observada na literatura acerca do tema, principalmente nos livros didáticos.

3.1. Objetivo geral

Analisar os efeitos da integração das funções trigonométricas na exploração do espaço escolar, utilizando a Abordagem Baseada em Problemas, e observar como essa integração influencia o ensino-aprendizagem dos alunos sobre os conceitos trigonométricos em contextos reais.

3.2. Objetivos específicos

- Analisar o efeito da integração das Funções Trigonométricas em atividades que envolvem o ambiente escolar na compreensão conceitual dos/as alunos/as, verificando se essa abordagem contribui para um melhor entendimento dos conceitos trigonométricos;
- Compreender se a introdução da Trigonometria em atividades práticas, utilizando a Abordagem Baseada em Problemas, proporciona melhoria no desempenho acadêmico dos/as alunos/as;
- Analisar como a Aprendizagem Baseada em Problemas, influencia o engajamento dos/as alunos/as no processo de aprendizagem das Funções Trigonométricas; e
- Construir o produto educacional no percurso das etapas da pesquisa, com a participação dos alunos/as, no formato de uma sequência didática.

Esses objetivos buscam orientar a investigação no sentido de compreender não apenas os resultados cognitivos da proposta pedagógica adotada, mas também seus efeitos sobre aspectos metodológicos do processo de ensino-aprendizagem.

Pretende-se obter um panorama mais amplo e fundamentado sobre a metodologia empregada, contribuindo tanto para o aprimoramento das práticas pedagógicas quanto para o avanço do conhecimento na área da Educação Matemática. Além disso, os objetivos estão alinhados à proposta de desenvolvimento de um produto educacional que possa ser replicado ou adaptado por outros/as professores.

4. JUSTIFICATIVA

A presente pesquisa se justifica, em primeiro plano, pelas limitações historicamente observadas no ensino da Matemática no Ensino Médio, em especial no que se refere à Trigonometria. Frequentemente, esse conteúdo é apresentado de forma abstrata, fragmentada e desvinculada da realidade dos alunos, o que contribui para dificuldades de aprendizagem, desmotivação e para a perpetuação da ideia de que a Matemática é inacessível. Essa percepção, alimentada por práticas pedagógicas centradas na memorização de fórmulas e na resolução mecânica de exercícios, compromete a construção de significados e o desenvolvimento de competências relevantes para o exercício da cidadania e para a continuidade dos estudos.

Nesse contexto, o ensino das funções trigonométricas torna-se, com frequência, um fim em si mesmo, sem que os alunos percebam sua utilidade ou aplicabilidade. Tal abordagem acarreta o esvaziamento do sentido da aprendizagem e reforça um modelo de ensino que pouco dialoga com as vivências e os interesses dos alunos. Como afirma Moreira (2010, p. 2):

Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não literal, não ao pé da letra, e não arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (2010, p.2).

Esse princípio orienta a necessidade de práticas pedagógicas que articulem os saberes escolares com os conhecimentos prévios dos alunos e com seu contexto.

Para enfrentar essa fragilidade, a pesquisa propõe a análise de uma nova abordagem metodológica: a utilização da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) como eixo estruturante do ensino das funções trigonométricas, aliada à exploração do espaço escolar como campo de investigação matemática. A proposta fundamenta-se na resolução de problemas reais, inspirados no cotidiano dos alunos e nos ambientes que frequentam – como corredores, rampas e edificações –, integrando-os ao processo de ensino-aprendizagem dos conceitos de seno, cosseno e tangente. O objetivo é favorecer a mobilização do conhecimento matemático em situações significativas, estimulando a curiosidade, a capacidade analítica e o raciocínio lógico.

Embora a ABP venha ganhando espaço no cenário educacional, sua aplicação no ensino da Matemática ainda é incipiente, sobretudo quando se trata da Trigonometria. Segundo Glasgow (2019), a aprendizagem baseada em problemas permite “a aquisição de um corpo integrado de conhecimento relacionado ao problema e o desenvolvimento e aplicação de habilidades de solucionar problemas e raciocinar” (p. 35), aspectos que se mostram essenciais no desenvolvimento de uma formação matemática crítica e funcional. A escolha pela ABP alinha-se, portanto, não apenas à natureza da metodologia, mas também às diretrizes contemporâneas que preconizam o protagonismo discente e o desenvolvimento de competências para o século XXI.

Além disso, esta investigação busca contribuir para a valorização do espaço escolar como um ambiente pedagógico rico e acessível. Ao romper com a ideia de que a aprendizagem significativa requer laboratórios sofisticados, a pesquisa aposta em uma Matemática que emerge da observação, problematização e análise de situações reais e próximas aos alunos.

A relevância acadêmica do estudo é reforçada por uma lacuna identificada na literatura: são escassas as pesquisas que articulam de maneira sistemática a Trigonometria, a ABP e a exploração do espaço escolar como uma estratégia pedagógica integrada. Assim, esta investigação visa ampliar as possibilidades didáticas para o ensino desse conteúdo, dialogando com os desafios da prática docente e oferecendo subsídios teóricos e práticos para a superação dos desafios atuais no ensino desse conteúdo.

Por fim, destaca-se o potencial de contribuição social e formativa da pesquisa. Ao investir em uma proposta que valoriza o pensamento crítico, a autonomia, a colaboração e a resolução de problemas reais, espera-se fomentar uma educação matemática mais envolvente, inclusiva e comprometida com a formação integral. A construção e validação de um produto educacional – uma sequência didática baseada nessa abordagem – objetiva colaborar diretamente com a formação continuada de professores, fortalecendo o vínculo entre a pesquisa acadêmica e a prática pedagógica transformadora.

Dessa forma, a relevância desta investigação reside na busca pela superação de dificuldades específicas do ensino da Trigonometria, na ampliação do repertório metodológico à disposição do professor e na reafirmação da crença de que o ensino

da Matemática pode, e deve, constituir-se como uma experiência significativa e transformadora.

CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo realiza uma revisão sistemática da literatura com o duplo objetivo de fundamentar teoricamente a pesquisa e delimitar com precisão sua contribuição original no campo da Educação Matemática. Para tanto, são analisadas duas grandes frentes de investigação: a primeira concerne aos desafios e às alternativas pedagógicas para o ensino da Trigonometria no Ensino Médio; a segunda aborda os fundamentos e as aplicações da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). A revisão não se limita a descrever produções acadêmicas, mas busca estabelecer um diálogo crítico entre esses campos, identificando convergências, tensões e, sobretudo, lacunas. O percurso analítico culmina na justificativa central deste trabalho: a escassa articulação, na literatura especializada, entre a ABP como metodologia estruturante, o ensino conceitual das funções trigonométricas e a exploração do espaço escolar como ambiente de investigação. Esta lacuna consolida a pertinência e a potencial contribuição da presente investigação.

O Ensino da Trigonometria: Entre o Abstracionismo e a Busca por Significado As Críticas ao Paradigma Tradicional

A Trigonometria, embora amplamente presente no currículo do Ensino Médio, frequentemente é apontada por professores e alunos como um dos conteúdos mais complexos da Matemática escolar. Isso se deve, em grande parte, à sua abordagem tradicional, centrada na memorização de fórmulas e na resolução de exercícios, mecânicos desarticulados de contextos significativos. Bortoli (2012, p. 14), destaca:

Reportando-me mais especificamente ao ensino da Trigonometria no Ensino Médio, observei em meus alunos que muitos não compreendem seus conceitos fundamentais e sua aplicação, o que dificulta a construção de novos conhecimentos. Pela minha experiência de professora, percebendo os alunos aplicando fórmulas, lendo teorias e resolvendo os problemas que lhes eram propostos notava, nas atitudes de alguns, insatisfação e falta de iniciativa na busca pelo saber (p.14).

O resultado desse modelo é um duplo empobrecimento: por um lado, os alunos não desenvolvem a compreensão estrutural dos conceitos; por outro, não percebem a utilidade ou a aplicabilidade da Trigonometria para além da sala de aula, reforçando a ideia de uma matemática inacessível e desconectada da vida (COSTA; PEQUENO,

2019). Esse distanciamento entre o conhecimento formal e a realidade do estudante constitui o ponto de partida para a busca por abordagens alternativas.

Tendências para uma Trigonometria Significativa

Em resposta às limitações do modelo tradicional, uma gama de pesquisas tem explorado caminhos para um ensino da Trigonometria mais dinâmico, significativo e engajador. A análise dessas produções permite identificar três vertentes principais, que, embora distintas em seus recursos, compartilham a premissa do aluno como sujeito ativo do aprendizado:

- **Uso de Tecnologias e Ambientes Computacionais:** Santos (2014) investigou o impacto de ambientes computacionais, como o software GeoGebra, e de atividades práticas, como a construção de um teodolito, no processo de ensino-aprendizagem. Seus resultados indicaram que tais recursos, ao proporcionarem visualização e experimentação, foram bem aceitos pelos alunos e promoveram uma aprendizagem mais conectada à realidade.
- **Contextualização Interdisciplinar e Cotidiana:** Oliveira Júnior (2017) propôs a abordagem dos conceitos trigonométricos a partir de situações esportivas, como o futebol e o lançamento de dardos, observando um aumento significativo no envolvimento dos alunos quando os conteúdos eram articulados com o cotidiano. De modo similar, Freitas (2021) explorou a aplicação da Matemática na Topografia, com atividades práticas de medição que reforçam a importância da contextualização.
- **Atividades Práticas e Materiais Manipuláveis:** Vassallo (2017) desenvolveu uma atividade de medição da altura de uma construção utilizando instrumentos construídos pelos alunos, trabalho que contribuiu para o desenvolvimento de habilidades investigativas. Souza (2018), por sua vez, enfatiza a importância do uso combinado de materiais manipuláveis e recursos digitais para favorecer a compreensão conceitual e o engajamento.

Em comum, essas vertentes representam um significativo avanço em relação ao ensino expositivo, ao deslocarem o eixo da aprendizagem do professor para o aluno-investigador, elas convergem na defesa de que a Trigonometria deve ser

experimentada, problematizada e vinculada a contextos que lhes confirmam sentido. No entanto, uma análise mais detida das produções examinadas indica que parte significativa dessas iniciativas se organiza a partir de recortes didáticos específicos, frequentemente implementados como atividades pontuais, oficinas temáticas ou propostas fortemente ancoradas em determinados recursos (como softwares ou materiais específicos). Embora tais abordagens apresentem contribuições relevantes para a contextualização e a experimentação dos conceitos trigonométricos, observa-se que nem sempre estão integradas a uma estrutura metodológica contínua, capaz de orientar, de forma articulada e progressiva, o ensino das funções trigonométricas ao longo de uma unidade didática completa.

É precisamente neste espaço – o da estruturação metodológica – que a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) se revela. Ela não surge como mais uma atividade isolada, mas como uma estrutura organizacional completa para a aprendizagem. A ABP oferece o arcabouço unificado e progressivo que falta, configurando-se assim como um guia pedagógico com potencial para transformar de fato a experiência de ensinar e aprender.

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP): Uma Estrutura para a Investigação

A Aprendizagem Baseada em Problemas é uma metodologia ativa centrada no aluno, que toma um problema real ou simulado como ponto de partida para a construção do conhecimento. Segundo Berbel (2011, p. 29), as metodologias ativas "têm o potencial de despertar a curiosidade, à medida que os alunos se inserem na teorização e trazem elementos novos". A ABP materializa esse potencial ao colocar o estudante no papel de agente ativo, demandando dele a mobilização de conhecimentos prévios, a investigação, a colaboração em grupo e a busca autônoma por soluções.

Na Educação Matemática, a ABP é reconhecida por seu potencial em desenvolver, simultaneamente, o conhecimento conceitual e as competências de raciocínio, resolução de problemas e trabalho em equipe. Glasgow (2019, p. 35) destaca que a metodologia permite "a aquisição de um corpo integrado de conhecimento relacionado ao problema e o desenvolvimento e aplicação de habilidades de solucionar problemas e raciocinar". Para operacionalizar essa potencialidade de forma estruturada, Leal Junior e Onuchic (2015) propõem um roteiro

de dez passos, que vai da proposição do problema à sua formalização conceitual e à geração de novos problemas:

Proposição do problema, (2) leitura individual, (3) leitura em conjunto, (4) resolução do problema, (5) observar e incentivar, (6) registro das resoluções na lousa, (7) plenária, (8) busca do consenso, (9) formalização do conteúdo, (10) proposição e resolução de novos problemas. (p. 964).

Esta estrutura oferece ao professor um guia claro para mediar a investigação sem cair no espontaneísmo, assegurando que a descoberta culmina na sistematização e no rigor acadêmicos necessários.

A escolha pela ABP também se alinha intencionalmente às diretrizes curriculares nacionais e locais. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o Currículo de Referência Único do Acre (CRUA/EM, 2022) enfatizam competências como a resolução de problemas, a modelagem matemática e a comunicação em diferentes linguagens – a exemplo da habilidade EM13MAT306, que prevê a resolução de problemas envolvendo fenômenos periódicos com as funções seno e cosseno.

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. (CRUA/EM, 2022, p.18).

Essa habilidade está alinhada à competência 4, que fala acerca da utilização de diferentes representações matemáticas para o desenvolvimento do raciocínio matemático e a resolução de problemas:

Compreender e utilizar, com flexibilidade e fluidez, diferentes registros de representação matemáticos (algébrico, geométrico, estatístico, computacional etc.), na busca de solução e comunicação de resultados de problemas, de modo a favorecer a construção e o desenvolvimento do raciocínio matemático. (BRASIL, 2018, p. 530).

No Estado do Acre, o Currículo de Referência Único (CRUA) se mantém em consonância com essas diretrizes e reforça, em seu texto, a importância da trigonometria dentro das competências matemáticas a serem desenvolvidas na 3ª série do Ensino Médio. A competência específica 3, destaca a seguinte necessidade de:

Utilizar estratégias, conceitos, definições e procedimentos matemáticos para interpretar, construir modelos e resolver problemas em diversos contextos, analisando a plausibilidade dos resultados e a adequação das soluções propostas, de modo a construir argumentação consistente. (CRUA/EM, 2022, p. 18).

Alinhada a essa perspectiva, a habilidade EM13MAT308, também citada no CRUA (2022, p.18), incentiva “aplicar as relações métricas, incluindo as leis do seno e do cosseno ou as noções de congruência e semelhança, para resolver e elaborar problemas que envolvem triângulos, em variados contextos”.

Dessa forma, a ABP se apresenta não apenas como uma escolha metodológica inovadora, mas como um caminho pedagógico coerente e intencional para operacionalizar as competências e habilidades previstas nas diretrizes curriculares. Ela oferece a estrutura para transformar a previsão teórica da BNCC e do CRUA – a de um aluno resoluto de problemas em contextos reais – em uma prática de sala de aula tangível, especialmente no ensino de conteúdos que, como a Trigonometria, demandam fortemente essa conexão com a realidade.

A Lacuna Identificada: ABP, Funções Trigonométricas e o Espaço Escolar

Se, por um lado, a ABP se apresenta como o *framework* pedagógico ideal para um ensino problematizado e alinhado às diretrizes, e, por outro, a Trigonometria clama por abordagens que superem o abstracionismo, cabe perguntar: qual é o estado da arte dessa intersecção? A revisão das duas frentes literárias, portanto, permite agora identificar com precisão o nicho de contribuição desta pesquisa.

Constatou-se que, embora existam ricas experiências de contextualização da Trigonometria e sólidos fundamentos sobre a eficácia da ABP, a intersecção sistemática entre esses dois campos é pouco explorada. Para verificar essa percepção de forma empírica, realizou-se uma busca sistemática no Banco de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), cobrindo o período de 2015 a 2025. Utilizaram-se os descritores "aprendizagem baseada em problemas", "trigonometria", "funções trigonométricas" e "ensino médio".

Os resultados foram elucidativos: enquanto a busca pelo termo "Abordagem Baseada em Problemas" retorna 2.376 registros, a combinação com descritores específicos da Trigonometria não recupera estudos que adotem a ABP como eixo central e estruturador. Refinamentos da busca, com descritores como "aprendizado das funções trigonométricas em contextos reais", igualmente não identificaram trabalhos que preencham este critério específico.

Portanto, a lacuna identificada não é a simples ausência de estudos sobre Trigonometria ou sobre ABP, mas a carência de investigações que proponham e

analisem a ABP como arcabouço metodológico principal para uma sequência didática completa dedicada ao ensino das funções trigonométricas (seno, cosseno e tangente), utilizando como cenário privilegiado e acessível o espaço escolar. Esta pesquisa posiciona-se exatamente para preencher essa lacuna. Seu objetivo não é aplicar uma atividade pontual, mas desenvolver, implementar e analisar os efeitos de um produto educacional – uma sequência didática – que articule de forma orgânica e sistematizada esses três pilares: uma metodologia ativa consagrada (ABP), um conteúdo de reconhecida complexidade discente (funções trigonométricas) e um contexto de aprendizagem subutilizado e rico em potencialidades investigativas (o ambiente escolar).

Considerações Parciais da Revisão

A revisão de literatura permitiu traçar um arco argumentativo que parte da crítica a um modelo de ensino da Trigonometria percebido como abstrato e desmotivador, passa pelo mapeamento de alternativas pedagógicas que buscam conferir significado ao conteúdo, e chega à apresentação da Aprendizagem Baseada em Problemas como uma estrutura metodológica robusta para organizar a investigação e a aprendizagem significativa. O diálogo estabelecido entre esses campos evidencia que, apesar dos avanços, persiste uma desconexão entre a potência metodológica da ABP e sua aplicação estruturada ao núcleo conceitual das funções trigonométricas no Ensino Médio, especialmente quando se considera o espaço escolar como laboratório vivo para essa investigação.

A confirmação dessa lacuna por meio de busca sistemática não apenas válida a originalidade e a relevância acadêmica da presente investigação, mas também delimita com clareza seu território de contribuição.

Este estudo se propõe a ser mais do que uma nova aplicação da ABP; ele busca oferecer um caminho metodológico integrado e testado, que responda simultaneamente às demandas por um ensino mais significativo da Matemática, à necessidade de concretização dos conceitos trigonométricos e ao imperativo curricular de desenvolver competências para a resolução de problemas.

Com base nessa lacuna, o capítulo seguinte explicita o percurso de operacionalização da ABP no ensino das funções trigonométricas, discutindo o papel do livro didático, sistematizando potencialidades e limites da abordagem e apresentando a sequência didática investigativa elaborada como Produto

Educacional, concebida para explorar o espaço escolar como ambiente de investigação matemática.

CAPÍTULO 3- APRENDIZAGEM DE TRIGONOMETRIA COM A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

À luz da lacuna identificada no capítulo anterior, este capítulo apresenta o percurso de operacionalização dessa articulação no âmbito da pesquisa. O objetivo é discutir, de modo teórico-metodológico, as condições que justificam a adoção da ABP para o ensino da Trigonometria e explicitar o caminho de implementação que fundamenta o Produto Educacional desenvolvido.

Inicialmente, analisa-se o papel do livro didático na abordagem da Trigonometria no Ensino Médio, destacando limites que reforçam a necessidade de complementação metodológica. Em seguida, sistematizam-se contribuições e desafios da ABP no ensino de Matemática, com ênfase na Trigonometria. Por fim, apresenta-se a sequência didática investigativa elaborada nesta pesquisa — seus objetivos, estrutura e fundamentos — bem como considerações sobre sua implementação no contexto escolar investigado.

O Livro Didático e o Ensino da Trigonometria: Limitações e a Necessidade de Complementos

O livro didático permanece como um dos principais recursos pedagógicos no ensino da Matemática, especialmente no Ensino Médio. Como analisado por Santos (2014) em seu trabalho “Ensino-Aprendizagem da Trigonometria no Ensino Médio: um olhar para os livros didáticos”, esses materiais frequentemente apresentam limitações significativas na abordagem da Trigonometria, que merecem uma reflexão aprofundada.

Conforme a pesquisa desenvolvida por Santos (2014, p. 37), "os livros didáticos que estão sendo usados hoje pelas escolas propõem novas metodologias para auxiliar no ensino". No entanto, como o autor demonstra em sua análise, essas propostas nem sempre são suficientes para garantir uma aprendizagem significativa. Essa constatação é particularmente relevante quando observamos como os conteúdos trigonométricos são estruturados nas principais coleções didáticas.

Na análise comparativa realizada por Santos (2014) entre obras como as de Smole e Diniz (2016), Lezzi et al. (2013), Dante e Souza (2018), identificou-se que a abordagem da Trigonometria geralmente segue um padrão convencional: inicia-se com os elementos do triângulo retângulo, seguidos das razões trigonométricas básicas. Como critica Santos (2014, p. 38), embora alguns livros busquem incorporar "as tendências atuais do ensino de matemática", corriqueiramente essa incorporação ocorre superficialmente, com foco excessivo na memorização de fórmulas.

Um dos aspectos mais problemáticos destacados na pesquisa de Santos (2014) é a escassa contextualização histórica e aplicada. O autor ressalta que "a história da trigonometria desde o período da antiguidade até o século XVIII passou por grandes transformações" (Santos, 2014, p. 35), embora a Trigonometria tenha se desenvolvido historicamente a partir de necessidades práticas — como a medição de distâncias e a observação de fenômenos astronômicos —, essa dimensão raramente é explorada de modo pedagógico, limitando as possibilidades de atribuição de sentido aos conceitos. Esse problema se agrava com a predominância de exercícios que priorizam o treino algorítmico, os quais, conforme o autor observa, apresentam "baixa exigência de raciocínio lógico" (Santos, 2014, p. 60). Essa combinação — a falta de contextualização e o foco em procedimentos mecânicos — contribui para uma visão fragmentada da trigonometria, fato confirmado pelos depoimentos dos alunos entrevistados, que frequentemente associam a disciplina a dificuldades e fórmulas descontextualizadas (Santos, 2014).

Tais limitações continuam atuais e são reforçadas por análises contemporâneas das coleções didáticas. Pesquisa documental realizada com livros aprovados pelo PNLD (2018, 2020) confirma que a abordagem da trigonometria permanece predominantemente simbólica e procedimental, com ênfase em "processos algébricos que são explorados nas explicações, exemplificações e que acabam se repetindo nas atividades que, poucas vezes, levam o aluno à reflexão" (Martins; Galvão, 2020, p. 3). Esse predomínio do treino algorítmico, já criticado por Santos (2014), perpetua uma visão da matemática como um conjunto de regras a serem seguidas, em detrimento da construção de significado.

Além disso, a fragmentação do conhecimento relatada por Santos (2014) manifesta-se também na desconexão entre os conceitos trigonométricos e outros saberes matemáticos. Em livros atuais, observa-se que:

Algumas das atividades não podem ser exploradas somente com os conceitos apresentados no capítulo, exigindo dos alunos conhecimentos prévios de outros conceitos, como o de área, que não foram explorados no capítulo (Martins; Galvão, 2020, p. 13).

Essa falta de articulação reforça a percepção discente da trigonometria como uma ilha de fórmulas desconectadas, tal como identificado na pesquisa de 2014.

A análise recente também evidencia que as propostas de atividades pouco evoluíram no sentido de promover a reflexão. Embora alguns exercícios apresentem contextos, sua resolução normalmente recai em "procedimentos repetitivos e não demandam reflexões" (Martins; Galvão, 2020, p. 13), confirmando a crítica de Santos (2014) sobre a baixa exigência de raciocínio lógico. A uniformidade dessa abordagem, focada na aplicação direta de fórmulas, está em desacordo com a proposta de "novas metodologias" que o autor identificou como insuficientes.

Portanto, evidencia-se que as críticas fundamentais elaboradas por Santos (2014) mantêm plena validade. A escassa contextualização, o predomínio de exercícios de treino algorítmico com baixa exigência reflexiva e a consequente visão fragmentada da disciplina não só persistem como são sistematicamente reforçadas pela estrutura dos materiais didáticos atuais. Este cenário sublinha a necessidade premente de que o professor atue como um mediador crítico, capaz de suprir as lacunas do livro texto através de contextualizações históricas, problemas investigativos e atividades que promovam a atribuição de sentido aos conceitos, rompendo com o ciclo de mecanização e desinteresse que ainda caracteriza o ensino da trigonometria.

Nesse ponto, torna-se relevante considerar evidências do contexto investigado nesta pesquisa. Ao serem indagados sobre a contribuição das atividades desenvolvidas com base na ABP para a compreensão das funções trigonométricas, estudantes destacaram que a experiência prática e investigativa favoreceu a aprendizagem, sobretudo por possibilitar visualização, participação ativa e compreensão para além da cópia de procedimentos. Relatos como *"aprendo melhor na prática do que apenas na teoria"* e *"foi possível visualizar de forma prática como*

essas funções se comportam” sinalizam que a metodologia adotada contribuiu para superar a lógica de reprodução frequentemente associada ao uso exclusivo do livro didático.

Essas percepções dialogam com a teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003), segundo a qual novos conhecimentos são aprendidos de modo mais consistente quando se relacionam, de forma substantiva, a conhecimentos prévios. Ao mobilizar situações-problema e incentivar investigação, a ABP favorece a construção desses vínculos cognitivos, reduzindo a memorização mecânica. Da mesma forma, as evidências também se articulam à perspectiva de Dewey (1971), que atribui centralidade à experiência e ao “aprender fazendo”, compreendendo a aprendizagem como resultado da interação entre sujeito e ambiente. Quando estudantes investigam e aplicam conceitos matemáticos em situações concretas, a Trigonometria tende a ser compreendida como ferramenta de interpretação da realidade, e não apenas como um conjunto de fórmulas descontextualizadas.

Assim, embora o livro didático permaneça relevante como recurso de organização curricular, sua centralidade como único eixo do ensino mostra-se insuficiente para responder às demandas contemporâneas de aprendizagem. A necessidade de complementação por metodologias investigativas e problematizadoras reforça o sentido da proposta desenvolvida nesta pesquisa, fundamentada na ABP e na exploração do espaço escolar como ambiente de investigação.

Aspectos positivos e desafios da ABP na aprendizagem de Trigonometria

Entre as diversas metodologias ativas aplicadas ao ensino da matemática, a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) se destaca como uma metodologia eficaz e inovadora. Também chamada de *Problem-Based Learning* (PBL), essa metodologia coloca os alunos no centro do aprendizado, desafiando-os a resolver problemas reais e complexos que exigem a aplicação prática dos conceitos matemáticos.

Como bem destacam Borochovicus e Tortella (2014, p. 268), “a ABP tem como premissa básica o uso de problemas da vida real para estimular o desenvolvimento conceitual, procedimental e atitudinal do discente”. Ao conectar a teoria com situações do cotidiano, a ABP torna o aprendizado mais dinâmico e significativo, despertando a

curiosidade, incentivando a investigação e estimulando a resolução colaborativa de problemas.

Na ABP, os alunos são apresentados a um problema inicial que não possui uma solução única e evidente, o que demanda a busca ativa por informações, o desenvolvimento de hipóteses e a aplicação de conhecimentos prévios para encontrar soluções viáveis. Esse processo promove a autonomia, a responsabilidade e a capacidade de autogerenciamento dos alunos, características essenciais para a formação de indivíduos críticos e independentes, além de favorecer a construção coletiva do conhecimento, através da resolução de problemas em grupos, incentivando a troca de ideias, a argumentação e a tomada de decisões em conjunto. Conforme bem observado por Domingues (2024):

O estudante tem um papel ativo no processo educacional, pois é o pesquisador, responsável por encontrar uma solução, mas, para isso, deve estar envolvido na situação-problema e desenvolver estratégias que contribuam para sua resolução. (p. 216).

Em seu trabalho, a autora ainda destaca que os alunos, ao serem desafiados a resolver problemas práticos, demonstraram maior engajamento e motivação, além de aprimorarem sua capacidade de aprender e explorar a criatividade:

A metodologia de ensino ABP visa a uma atuação dos estudantes como protagonistas de sua aprendizagem, visto que a sociedade atual demanda novas habilidades que a escola tradicional, muitas vezes, não consegue suprir (Domingues, 2024, p.216).

Em vez de serem meros receptores de informações, os alunos são incentivados a assumir um papel ativo, investigando, refletindo e aplicando conhecimentos em situações reais. Essa mudança não só os prepara para os desafios acadêmicos, mas também os capacita a enfrentar os problemas complexos do mundo contemporâneo, desenvolvendo habilidades como pensamento crítico, criatividade e colaboração.

Além disso, a ABP tem se mostrado uma ferramenta poderosa para conectar diferentes disciplinas. Como os problemas propostos geralmente envolvem conhecimentos de várias áreas, os alunos desenvolvem uma compreensão mais ampla e integrada do aprendizado, o que no caso da Matemática se torna ainda mais relevante, pois permite que os alunos percebam a aplicação dos conceitos matemáticos em campos como a física, a economia e a engenharia. Dessa forma, eles não apenas compreendem a teoria, mas também se tornam capazes de ver como a matemática está presente no dia a dia e nas suas futuras carreiras.

Para implementar uma ABP é essencial que os professores planejem cuidadosamente a seleção dos problemas, garantindo que sejam desafiadores, mas acessíveis ao nível de conhecimento dos alunos, conforme destacado no estudo de Junior e Onuchic:

Para evitar problemas de cunho metodológico, o docente necessita de muitos estudos, preparações e conhecimentos sobre a classe/turma onde atua, para não propor problemas fora de contexto e muito além das condições de resolução dos estudantes. (2015, p. 963).

Além disso, o papel do professor muda: de transmissor de conhecimento para mediador, orientando os alunos na investigação e na busca por soluções, sem fornecer respostas prontas.

Conforme observado, a ABP emerge como uma metodologia com potencial de transformar o ensino da matemática em uma experiência mais engajadora e significativa, por parte dos alunos. Ao fomentar a resolução de problemas e a colaboração, a ABP não só se mostra capaz de enriquecer o ensino da matemática, mas também prepara os alunos para os desafios do mundo real, desenvolvendo habilidades essenciais como pensamento crítico, criatividade e trabalho em equipe.

Entre os principais aspectos positivos observados em estudos e experiências práticas, como as realizadas por BorochoVICIUS e Tortella (2014), (BorochoVICIUS; Tassoni, 2021), Junior e Onuchic (2015), Domingues (2024), destacam-se:

- Engajamento e motivação: Ao serem desafiados com problemas reais ou verossímeis, os alunos demonstram maior interesse e envolvimento com os conteúdos matemáticos, pois percebem sentido no que estão estudando.
- Desenvolvimento de competências socioemocionais: O trabalho em grupo, essencial na dinâmica da ABP, favorece o desenvolvimento de habilidades como cooperação, empatia, escuta ativa e responsabilidade compartilhada.
- Promoção da aprendizagem significativa: Ao investigar soluções para um problema, os alunos mobilizam conhecimentos prévios, formulam hipóteses, testam ideias e constroem novos saberes de forma integrada e contextualizada.
- Aproximação entre teoria e prática: A Trigonometria, quando abordada por meio de problemas que envolvem, por exemplo, a medição de distâncias inacessíveis, o cálculo da altura de edifícios ou a localização de pontos por coordenadas geográficas, torna-se mais concreta e compreensível.

Entretanto, a implementação da ABP no ensino de Trigonometria também apresenta desafios e limitações, como as observadas nos estudos de Blass e Irala (2020), BorochoVICIUS e Tortella (2014) e Domingues (2024), que devem ser considerados:

- Tempo e planejamento: A elaboração de problemas autênticos e a condução das etapas da ABP requerem tempo e dedicação por parte do professor, o que nem sempre é possível dentro da carga horária disponível.
- Formação docente: Muitos professores ainda não se sentem preparados para conduzir atividades baseadas em problemas, por falta de formação específica ou familiaridade com a abordagem.
- Avaliação da aprendizagem: A avaliação no contexto da ABP demanda instrumentos que considerem não apenas os resultados finais, mas também os processos de investigação, colaboração e argumentação desenvolvidos pelos alunos.
- Resistência à mudança: Tanto alunos quanto professores podem demonstrar resistência inicial à abordagem, especialmente quando estão habituados a métodos mais expositivos e diretivos.

Nesse sentido, a ABP não deve ser compreendida como solução automática, mas como uma arquitetura pedagógica que exige intencionalidade, mediação e adequação ao contexto. Quando bem planejada, tende a favorecer aprendizagens mais profundas e integradas; quando mal conduzida, pode produzir dispersão e superficialidade. Essa compreensão orientou as escolhas didático-metodológicas do Produto Educacional desenvolvido e sustenta a análise dos dados apresentada nos capítulos seguintes.

A Aprendizagem Baseada em Problemas como eixo organizador da proposta

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), conforme discutido no capítulo anterior, constitui-se não apenas como uma estratégia didática pontual, mas como uma arquitetura pedagógica que organiza o processo de ensino-aprendizagem a partir de situações-problema significativas. No contexto desta pesquisa, a ABP foi adotada como eixo estruturante da proposta didática, orientando tanto a concepção

do Produto Educacional quanto as decisões pedagógicas que nortearam sua implementação.

A operacionalização da ABP nesta investigação fundamenta-se no roteiro de dez passos sistematizado por Leal Junior e Onuchic (2015, p.964), o qual oferece ao professor um referencial metodológico que articula investigação, interação coletiva e formalização conceitual. Esses passos não são compreendidos como etapas rígidas, mas como momentos articulados de um processo investigativo que valoriza a construção progressiva do conhecimento matemático. De forma sintética, a tabela abaixo ilustra a transposição desse referencial teórico para o percurso didático desenvolvido na pesquisa:

Tabela 1- 10 Passos da ABP na Proposta Didática da Pesquisa

<i>Passo da ABP (Leal Junior & Onuchic, 2015)</i>	<i>Operacionalização na Proposta Didática</i>	<i>Objetivo Pedagógico Específico</i>
1. Proposição do problema	Problema orientador em cada bloco (ex.: “Como medir o imensurável?”).	Engajar os alunos em uma situação real, despertando curiosidade e necessidade de investigação.
2. Leitura individual	Leitura de textos (ex.: sobre Eratóstenes) ou roteiros de atividade.	Familiarização com o contexto e dados necessários para a investigação.
3. Leitura em conjunto	Discussão em duplas/grupos sobre o texto ou problema.	Socializar compreensões, identificar dúvidas e construir uma visão coletiva.
4. Resolução do problema	Atividades práticas de medição, cálculo de razões, uso do círculo trigonométrico.	Aplicar conhecimentos para chegar a uma solução, desenvolvendo raciocínio matemático.
5. Observar e incentivar	Professor circula pela sala, questionando, orientando e estimulando a argumentação.	Acompanhar o processo, intervir pedagogicamente e manter o engajamento.
6. Registro das resoluções	Apresentação oral dos grupos sobre suas descobertas e resultados.	Promover a comunicação matemática, a argumentação e a crítica entre pares.
7. Plenária	Apresentação oral dos grupos sobre suas descobertas e resultados.	Promover a comunicação matemática, a argumentação e a crítica entre pares.

8. Busca do consenso	Discussão coletiva para validar resultados e chegar a conclusões compartilhadas.	Desenvolver a capacidade de argumentação e validação coletiva do conhecimento.
9. Formalização do conteúdo	Sistematização das definições, fórmulas e leis (ex.: seno, cosseno, leis dos senos/cossenos).	Consolidar o conhecimento intuitivo em conceitos matemáticos formais e rigorosos.
10. Proposição de novos problemas	Lista de questões (estilo ENEM) e novas situações-problema contextualizadas.	Aplicar os conceitos em novos contextos, fixar a aprendizagem e preparar para avaliações.

Fonte: Dados da Pesquisa

Esse encadeamento, explicitado na tabela, permitiu que os conceitos trigonométricos emergissem da necessidade de resolver problemas concretos, evitando a introdução precoce de definições formais e favorecendo a mobilização de conhecimentos prévios, conforme pressupostos da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2003). Assim, a ABP atuou como mediadora entre o problema vivido e a formalização matemática, garantindo rigor conceitual sem romper com o caráter investigativo da proposta.

Sequência didática: conceito, intencionalidade pedagógica e organização geral

A compreensão do conceito de sequência didática é indispensável para a análise de propostas metodológicas no campo educacional, uma vez que esse conceito está diretamente relacionado à forma como o ensino é planejado, organizado e desenvolvido em sala de aula. Nesse sentido, Cardoso (2024) define sequência didática da seguinte forma:

A sequência didática é uma abordagem pedagógica fundamental no campo da Educação, constituindo-se como um conjunto estruturado de atividades planejadas, interligadas e desenvolvidas de forma sequencial" (CARDOSO, 2024, p. 11).

Essa definição evidencia que a sequência didática não se limita à mera disposição cronológica de conteúdos, mas envolve um planejamento consciente e estruturado das ações pedagógicas, orientado por objetivos de aprendizagem previamente estabelecidos. Como assinala Cardoso (2024), trata-se de uma articulação pedagógica que integra de forma sistemática a ação do professor, a participação do aluno e os recursos didáticos, visando à construção progressiva do

conhecimento.

A partir dessa concepção, Cardoso (2024) destaca que a elaboração de uma sequência didática pressupõe a definição clara dos objetivos de ensino, bem como a seleção de conteúdos, metodologias, recursos e formas de avaliação coerentes com tais objetivos.

A criação de uma sequência didática envolve uma cuidadosa consideração dos objetivos de ensino que o professor deseja alcançar, bem como a escolha de estratégias e recursos adequados para cada fase do processo educacional. (CARDOSO, 2024, p. 11).

Outro aspecto enfatizado pela autora refere-se ao caráter flexível da sequência didática. Embora seja cuidadosamente planejada, sua estrutura não deve ser compreendida como rígida, mas como passível de ajustes conforme as necessidades, dificuldades e ritmos de aprendizagem dos alunos.

No campo da Educação Matemática, essa organização do ensino assume especial relevância, considerando as especificidades dos conteúdos matemáticos e o nível de abstração envolvido em sua aprendizagem. Sua utilização possibilita estruturar o trabalho pedagógico de modo a favorecer a articulação entre conceitos, procedimentos e aplicações, promovendo aprendizagens progressivas e mais significativas.

No âmbito desta pesquisa, o Produto Educacional assume a forma de uma sequência didática investigativa, concebida como um conjunto articulado e intencional de situações de ensino organizadas para promover aprendizagens progressivas no estudo das Funções Trigonométricas no Ensino Médio. Sua elaboração esteve diretamente vinculada à adoção da Aprendizagem Baseada em Problemas como metodologia estruturante, o que implicou planejar as atividades a partir de situações-problema capazes de mobilizar conhecimentos prévios, provocar investigação e justificar a construção conceitual ao longo do percurso.

A sequência didática foi organizada de modo a garantir coerência interna entre objetivos, conteúdos, estratégias e avaliação, respeitando uma progressão conceitual que parte da retomada de conhecimentos geométricos fundamentais, avança para a construção das razões trigonométricas e se amplia para o estudo das funções trigonométricas e suas aplicações. Essa organização busca evitar a introdução fragmentada de conceitos, frequentemente observada em abordagens tradicionais, e assegurar que cada etapa cumpra uma função formativa específica dentro do conjunto

da proposta.

Do ponto de vista pedagógico, a intencionalidade da sequência didática não se limita à aprendizagem de conteúdos matemáticos, mas envolve também o desenvolvimento de competências associadas à investigação, à argumentação, ao trabalho colaborativo e à comunicação matemática. Ao estruturar o ensino em torno de problemas contextualizados e historicamente situados — como o experimento de Eratóstenes —, a proposta visa atribuir sentido aos conceitos trigonométricos e evidenciar sua relevância para a compreensão de fenômenos do mundo real.

Cabe destacar que, embora cuidadosamente planejada, a sequência didática não foi concebida como um roteiro rígido. Em consonância com a concepção defendida por Cardoso (2024), sua estrutura admite ajustes e adaptações em função do contexto escolar, das características da turma e das demandas que emergem ao longo do processo de ensino-aprendizagem. Essa flexibilidade constitui um elemento central da proposta, sobretudo quando associada a metodologias investigativas como a ABP, que exigem mediação docente contínua e sensibilidade pedagógica.

Assim, a sequência didática desenvolvida nesta pesquisa configura-se como um dispositivo pedagógico integrado, no qual metodologia, conteúdo e contexto escolar se articulam de forma coerente. Mais do que uma organização de aulas, trata-se de uma proposta formativa que busca responder às lacunas identificadas na literatura, oferecendo um caminho metodológico consistente para o ensino das Funções Trigonométricas, alinhado às diretrizes curriculares e às demandas contemporâneas da Educação Matemática.

Os aspectos relativos à aplicação da sequência didática, ao contexto da pesquisa, aos instrumentos de produção de dados e aos procedimentos de análise serão detalhados no capítulo seguinte, no qual se apresenta o delineamento metodológico da investigação.

5. METODOLOGIA DA PESQUISA

Este capítulo descreve o percurso metodológico da pesquisa, detalhando os fundamentos epistemológicos, o desenho da investigação, os sujeitos, o contexto, os instrumentos de produção de dados e os procedimentos de análise. A organização adotada busca assegurar clareza, rigor científico e coerência interna, atendendo às exigências de um Mestrado Profissional em Ensino.

5.1 Delineamento e Natureza da Pesquisa

A pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de natureza aplicada e com caráter exploratório-descritivo, inserindo-se no campo da pesquisa-ação. Essa abordagem articula investigação sistemática e intervenção pedagógica no contexto real da sala de aula, sendo coerente com o propósito de compreender os efeitos da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) – integrada à exploração do espaço escolar – no ensino e na aprendizagem das funções trigonométricas (seno, cosseno e tangente), ao mesmo tempo em que possibilita a construção, aplicação e análise de um Produto Educacional.

A opção pelo paradigma qualitativo justifica-se pelo objetivo de compreensão aprofundada dos fenômenos educativos. Conforme destacam Moraes e Galiuzzi:

Podemos constatar que toda a pesquisa pretende uma ampliação da compreensão ou da capacidade de explicação dos fenômenos que investiga. A compreensão geralmente é associada às pesquisas qualitativas. (2006, p.156).

Essa abordagem permite não apenas descrever os fenômenos observados, mas interpretá-los à luz das interações e experiências dos participantes. Esse alinhamento é reforçado por Bortoli, para quem:

A pesquisa qualitativa é especialmente relevante quando se busca compreender fenômenos educacionais em seu contexto natural, valorizando a percepção dos sujeitos envolvidos e as relações que estabelecem com o conhecimento. (2012, p. 43).

Nesse sentido, o estudo procura interpretar as mudanças na compreensão dos alunos sobre a Trigonometria quando submetidos à metodologia ativa da ABP.

A opção pela pesquisa-ação decorre da necessidade de atuar simultaneamente como professora e investigadora, permitindo acompanhar, refletir e ajustar a proposta pedagógica ao longo do processo. O foco, portanto, não recai sobre a generalização estatística, mas sobre a compreensão aprofundada e a transformação da prática em um contexto específico.

Além da intervenção, este trabalho incorpora uma análise teórico-bibliográfica, fundamentada na revisão de produções científicas anteriores sobre o ensino de Trigonometria através da ABP. Esse procedimento permite mapear tendências, lacunas e avanços no campo, conferindo à investigação atual uma base consolidada no panorama do conhecimento científico, pois, como ressalta Souza:

A pesquisa científica é iniciada por meio da pesquisa bibliográfica, em que o pesquisador busca obras já publicadas relevantes para conhecer e analisar o tema problema da pesquisa a ser realizada. Ela nos auxilia desde o início, pois é feita com o intuito de identificar se já existe um trabalho científico sobre o assunto da pesquisa a ser realizada, colaborando na escolha do problema e de um método adequado, tudo isso é possível baseando-se nos trabalhos já publicados. (Souza, 2020, p. 65).

Dessa forma, com base no referencial teórico e nas evidências já publicadas, a presente pesquisa configura-se como qualitativa e de caráter aplicado, buscando, nas palavras de Gil (2002, p. 18), "fornecer conhecimentos passíveis de aplicação prática imediata".

O estudo visa, portanto, ampliar as possibilidades didáticas para o ensino da Trigonometria, proporcionando uma visão aprofundada sobre os desafios e os potenciais benefícios da abordagem que integra a ABP e a exploração do espaço escolar.

5.2 Procedimento de Produção dos Dados

A produção dos dados ocorreu de forma processual, ao longo da implementação da sequência didática investigativa, articulando diferentes instrumentos e registros, de modo a contemplar tanto os processos quanto os produtos da aprendizagem.

5.2.1 Instrumentos de Produção dos Dados

Os dados foram produzidos a partir dos seguintes instrumentos:

- Questionário diagnóstico inicial, com questões abertas, destinado a identificar conhecimentos prévios, percepções e expectativas dos estudantes em relação às funções trigonométricas;
- Produções escritas dos estudantes, elaboradas durante a resolução das situações-problema propostas ao longo da sequência didática;

- Registros de observação da pesquisadora, organizados em diário de campo, contemplando interações, estratégias adotadas pelos grupos, dificuldades recorrentes e avanços observados;
- Instrumentos avaliativos formativos, aplicados ao longo do processo, incluindo atividades de síntese e autoavaliação dos estudantes.

A utilização de múltiplos instrumentos permitiu a triangulação dos dados, fortalecendo a consistência analítica da pesquisa.

5.3 Etapas e Cronograma da Pesquisa

A pesquisa desenvolveu-se em quatro etapas principais:

1. Planejamento da intervenção pedagógica, com elaboração da sequência didática e dos instrumentos de coleta;
2. Aplicação da sequência didática, ao longo de [número] encontros, integrados às aulas regulares de Matemática;
3. Produção e organização dos dados, concomitante à aplicação das atividades;
4. Análise qualitativa dos dados, realizada após o término da intervenção.

Essa organização garantiu coerência entre os objetivos da pesquisa, a proposta pedagógica implementada e os procedimentos analíticos adotados.

5.4 Local da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida em uma escola pública de ensino integral da rede estadual, localizada no município de Rio Branco, Acre, no período letivo de julho a outubro de 2024. Participaram do estudo 14 estudantes de duas turmas da 3ª série do Ensino Médio, regularmente matriculados e frequentando as aulas de Matemática.

A escolha do contexto e do público decorreu da atuação profissional da pesquisadora na instituição e da inserção do conteúdo de funções trigonométricas no planejamento curricular do período. Os estudantes participantes apresentavam trajetórias escolares heterogêneas, com diferentes níveis de familiaridade prévia com

os conteúdos trigonométricos, aspecto relevante para a análise dos efeitos da proposta metodológica.

5.5 População e Amostra

Participarão da pesquisa, 14 alunos matriculados em duas turmas de terceira série do ensino médio.

5.6 Critérios de Inclusão

A abordagem ocorrerá com os alunos/as de duas turmas de terceira série de uma escola pública integral em Rio Branco, Acre, incluindo pessoas com deficiência (PcD). Na mesma escola, a pesquisadora é professora das turmas e se compromete a seguir as precauções adequadas estipuladas na resolução do CNE, evitando exercer qualquer forma de influência sobre os alunos participantes da pesquisa.

5.7 Critérios de Exclusão

Serão excluídos alunos/as de turmas de escolas indígenas, rurais e/ou de campo, nas quais seja abordado o tema de pesquisa.

5.8 Aspectos éticos

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do Acre (CEP/UFAC), sob o protocolo número 77820924.2.0000.5010. Todos os estudantes participantes assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE). Além disso, no caso dos menores de idade, seus responsáveis legais também consentiram formalmente, por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para Responsáveis (TCLE).

5.9 Riscos, Providências e Cautelas

Considerando que trabalharemos com alunos/as, nossa pesquisa poderá apresentar alguns riscos, dentre os quais destacamos:

- I. Intelectual: identificação pública dos (as) participantes: Quanto à quebra de sigilo da pesquisa, discriminação e estigmatização a partir do conteúdo revelado.
- II. Social/cultural: alteração da visão de mundo, através da reflexão sobre sua formação, concepções e saberes.

III. Emocional: sentimento de insegurança e angústia pelo juízo de valor feito pelo (a) pesquisador (a) no ato da aplicação do questionário; o constrangimento em ser observado durante a construção dos dados, que poderá acarretar estresse emocional.

IV. Físico: cansaço físico e mental no momento de execução das etapas relacionadas à pesquisa.

V. Psíquicos: constrangimento por ter sua privacidade de aluno/a invadida pela pesquisadora, acarretando mudanças em sala de aula.

Para amenizar os riscos da pesquisa, tomaremos algumas precauções, pois, a integridade física e mental do (a) participante, assim como seu bem-estar precisam ser resguardados de quaisquer danos. Desse modo, elencaremos abaixo alguns cuidados que serão adotados para amenizar os possíveis riscos:

I. Assumir o compromisso de manter em sigilo a identidade do (a) participante e fidelidade dos dados construídos durante a pesquisa, sem prejuízos e despido de qualquer forma de discriminação. Quanto à preservação da identidade, serão utilizados códigos alfanuméricos para especificar as instituições de ensino e os (as) participantes, respectivamente, ficando organizado da seguinte forma: Escola - 01 e aluno/a A, aluno/a B, aluno/a C, aluno/a D, aluno/a E, dando sequência conforme quantidade de participantes;

II. Deixar claro para o (a) participante que as reflexões feitas sobre suas aprendizagens no ato do questionário ou observação poderão alterar a visão que tinha *a priori*. Essa mudança não acarreta nenhum problema ao participante, mas faz parte de nossa construção como seres humanos;

III. Garantir o respeito aos valores, sejam eles sociais, morais, éticos, religiosos, do (a) participante da pesquisa, explicitando que a pesquisa realizada não tem caráter de aprovação ou reprovação das práticas desenvolvidas pelos (as) alunos (as). Além disso, a qualquer momento, o (a) participante poderá desistir de participar da pesquisa;

IV. Proporcionar momentos acolhedores, criando um ambiente de descontração para amenizar possíveis nervosismos; garantir que os questionários e os demais momentos de construção dos dados sejam realizados em um ambiente adequado e em momento oportuno, com o consentimento prévio do (a) participante sobre local, horário e data;

V. Enfatizar para o participante o compromisso com a garantia do sigilo e preservação de sua imagem; que os dados construídos serão protegidos e armazenados em local seguro e protegido por senha;

A comunicação com o (a) participante será realizada de várias maneiras dentre: mensagem via WhatsApp, ligação, encontro presencial ou usando a plataforma do Meet. No processo de interação, buscaremos a melhor forma de comunicação respeitando o tempo e interesse do (a) participante.

5.10 Benefícios

5.10.1 Benefícios Diretos

Espera-se melhor aproveitamento e assimilação do conteúdo por parte do/a aluno/a, bem como a compreensão de sua aplicabilidade e importância em determinadas situações.

5.10.2 Benefícios Indiretos

A partir da pesquisa, pretendemos realizar publicações de trabalhos em eventos da área de Educação Matemática a nível local, nacional e/ou internacional, para que professores/as, graduandos/as, formadores/as, pesquisadores/as tenham acesso ao conhecimento produzido. E, deste modo, contribuir também para o crescimento do campo de investigação sobre o tema.

5.11 Formas de Abordagem dos Participantes

A abordagem dos(as) participantes nesta pesquisa foi estruturada de modo a promover o engajamento ativo e investigativo, seguindo a organização progressiva e lógica da Sequência Didática apresentada no Produto Educacional. A descrição a seguir apresenta a organização metodológica da intervenção, sem antecipar análises, as quais serão desenvolvidas no capítulo seguinte.

1. Diagnóstico e levantamento de conhecimentos prévios: Inicialmente, foi aplicado um Formulário de Conhecimentos Prévios, com o objetivo de identificar as concepções, experiências, expectativas e possíveis dificuldades dos (as) alunos(as) em relação aos conceitos trigonométricos. Essa etapa serviu como base para o ajuste das atividades subsequentes, permitindo uma adequação ao perfil real da turma.

2. Contextualização histórica e problema norteador: Em seguida, introduziu-se a questão-problema “Como medir o imensurável?”, baseada no experimento de Eratóstenes. Por meio da leitura compartilhada do texto “Quem mediu o comprimento da Terra?”, os(as) estudantes foram desafiados(as) a refletir sobre como a trigonometria pode ser utilizada para resolver problemas reais, despertando curiosidade e uma postura investigativa.

3. Retomada de conceitos geométricos fundamentais: Antes de abordar as razões trigonométricas, foram realizadas atividades de revisão, como a classificação de triângulos e a aplicação do Teorema de Pitágoras, incluindo uma demonstração prática com dobraduras. Essa etapa visou consolidar conhecimentos necessários para a compreensão da semelhança de triângulos.

4. Investigação da semelhança de triângulos: Os(as) alunos(as) exploraram experimentalmente os critérios de semelhança de triângulos, mediram lados e ângulos, e verificaram a proporcionalidade entre lados correspondentes. Essa atividade preparatória foi essencial para a construção do conceito de razões trigonométricas.

5. Exploração das razões trigonométricas no triângulo retângulo: Por meio da atividade investigativa com triângulos semelhantes, os(as) estudantes calcularam as razões altura/base, altura/hipotenusa e base/hipotenusa, percebendo sua constância. Essa experiência levou à formalização das razões seno, cosseno e tangente, sempre relacionando-as ao contexto do experimento de Eratóstenes.

6. Ampliação para o círculo trigonométrico: Na sequência, os(as) alunos(as) exploraram o círculo trigonométrico, realizando conversões entre graus e radianos, preenchendo lacunas no ciclo e compreendendo a relação entre ângulos e coordenadas. Essa etapa permitiu uma visualização ampliada das funções trigonométricas, além da análise de sinais e periodicidade.

7. Introdução às funções trigonométricas e suas representações gráficas: Foram trabalhadas as funções seno, cosseno e tangente como relações entre ângulos e valores reais, com a construção e interpretação de seus gráficos. Também foram apresentadas as Lei dos Senos e Lei dos Cossenos para aplicação em triângulos quaisquer.

8. Aplicação prática no espaço escolar: Como culminância, os(as) estudantes foram divididos em três grupos para resolver situações-problema reais no ambiente da escola, utilizando trena, transferidor e calculadora:

- Grupo 1: Medição da altura de um prédio com base na sombra e no ângulo de elevação (uso da tangente).
- Grupo 2: Cálculo do comprimento de uma rampa a partir da altura e do ângulo de inclinação (uso do seno).
- Grupo 3: Determinação da altura da caixa d'água utilizando o comprimento da mangueira e o ângulo com a vertical (uso do cosseno).

9. **Sistematização e avaliação reflexiva:** Ao final da sequência, foi aplicado um instrumento de avaliação do próprio aprendizado, no qual os(as) alunos(as) refletiram sobre sua trajetória, as atividades realizadas, os conceitos compreendidos, as dificuldades superadas e a aplicação dos conhecimentos em situações práticas. Essa etapa permitiu uma análise metacognitiva do processo de aprendizagem, sob a perspectiva dos próprios participantes.

5.12 Metodologias da Análise dos Dados

A análise dos dados coletados nesta pesquisa adotou uma abordagem qualitativa, fundamentada na metodologia da Análise Textual Discursiva (ATD) e, de forma complementar, nos princípios da Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2016). Conforme a autora, a análise de conteúdo compreende um conjunto de técnicas sistemáticas destinadas a identificar e inferir significados a partir da comunicação dos sujeitos, respeitando rigorosamente procedimentos de codificação e categorização (Bardin, 2016).

Tal escolha metodológica se justifica pela complexidade do fenômeno educativo investigado, uma vez que os processos de aprendizagem e construção de conhecimento não se reduzem a dados objetivos ou estatísticos. Em uma abordagem qualitativa, busca-se compreender o significado das ações, discursos e produções dos sujeitos, considerando o contexto em que estão inseridos e os sentidos atribuídos às suas experiências.

Com base na Análise de Conteúdo, conforme delineada por Bardin (2016), a análise dos dados foi organizada em três fases fundamentais: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados e interpretação. Essas etapas foram

cuidadosamente seguidas para assegurar o rigor metodológico e a profundidade interpretativa necessária à compreensão dos resultados obtidos.

6. FASE DE CONSTITUIÇÃO DO CORPUS

A primeira etapa, denominada constituição do corpus, consistiu na organização e preparação dos materiais coletados, visando à construção de um conjunto representativo e significativo. Essa fase incluiu a escolha dos documentos a serem analisados, a formulação de hipóteses iniciais e a definição dos indicadores que orientariam a exploração dos dados. Foram reunidos instrumentos de coleta, tais como:

- Formulário de levantamento de conhecimentos prévios;
- Registros de observações realizadas durante as atividades em sala de aula;
- Produções escritas elaboradas pelos/as alunos/as nas atividades investigativas;
- Registros gráficos produzidos nas atividades práticas;
- Resultados das aplicações práticas de funções trigonométricas no espaço escolar;
- Formulário final de avaliação do próprio aprendizado.

Essa variedade de instrumentos permitiu captar diferentes dimensões do processo educativo, oferecendo uma visão multifacetada e aprofundada da aprendizagem desenvolvida. A leitura flutuante dos materiais, realizada nesta fase, teve como objetivo o reconhecimento preliminar dos dados mais relevantes para os objetivos da pesquisa, orientando a formulação de categorias provisórias de análise.

6.1. Fase de Exploração do Material

Na segunda etapa, a exploração dos dados consistiu na identificação e codificação das unidades de significado presentes nos discursos, registros escritos e práticas observadas. Seguindo os princípios da Análise Textual Discursiva (ATD), delimitou-se a unidade de análise a partir de núcleos de sentido que emergiram espontaneamente dos dados.

A codificação foi orientada pela busca de regularidades, recorrências e singularidades nos enunciados dos/as alunos/as, nas suas estratégias de resolução de problemas e nas suas reflexões sobre o próprio processo de aprendizagem.

Posteriormente, essas unidades codificadas foram agrupadas em categorias temáticas emergentes, como:

- Compreensão dos conceitos de seno, cosseno e tangente;
- Aplicação prática dos conhecimentos em situações reais;
- Dificuldades e superações na resolução de problemas;
- Desenvolvimento do pensamento investigativo;
- Percepção da relevância da trigonometria no cotidiano;
- Trabalho colaborativo e construção coletiva do conhecimento.

Essas categorias refletem tanto os avanços observados quanto os desafios enfrentados pelos/as alunos/as ao longo da sequência didática, oferecendo subsídios importantes para a interpretação crítica dos resultados.

6.2. Fase de Tratamento dos Resultados e Interpretação

A terceira fase correspondeu ao tratamento analítico dos dados e à interpretação dos resultados. A partir das categorias formadas, buscou-se construir uma narrativa interpretativa que articulasse as evidências empíricas aos referenciais teóricos da pesquisa.

Nesse processo, a análise foi orientada pelos princípios da aprendizagem significativa de Ausubel (2003), que enfatiza a importância da construção ativa do conhecimento a partir da ancoragem de novos conceitos em estruturas cognitivas prévias, e pelas concepções de Paulo Freire (1996), que defendem a problematização e o protagonismo do aluno como elementos centrais no processo educativo.

A interpretação dos dados não se limitou à descrição dos fenômenos observados, mas procurou compreender os fatores que potencializaram ou dificultaram a aprendizagem, evidenciando aspectos como o papel da mediação docente, a interação entre pares, o contexto das atividades propostas e a relevância percebida do conhecimento trabalhado.

As evidências mais significativas — ou seja, aquelas que melhor ilustram os avanços conceituais, as transformações nas concepções dos/as alunos/as e o desenvolvimento de competências investigativas — serão apresentadas e analisadas no capítulo seguinte, dedicado especificamente à análise preliminar dos resultados.

A escolha pela Análise Textual Discursiva, em diálogo com a Análise de Conteúdo de Bardin (2016), permitiu interpretar os dados de forma a respeitar a riqueza e a diversidade dos discursos e práticas dos/as alunos/as. No capítulo seguinte, as categorias formadas serão ilustradas com exemplos concretos extraídos das falas, produções escritas e reflexões dos/as participantes, possibilitando uma análise crítica e aprofundada dos resultados obtidos.

Nesse sentido, a Análise Textual Discursiva, conforme proposta por Moraes e Galiuzzi (2006), mostrou-se particularmente adequada para interpretar os dados produzidos no contexto desta pesquisa, uma vez que permite compreender a aprendizagem como um processo de construção e reconstrução de significados. Segundo os autores, esse método “cria espaços de reconstrução, envolvendo-se nisto diversificados elementos, especialmente a compreensão da produção de significados sobre os fenômenos investigados” (Moraes; Galiuzzi, 2006, p. 118).

Essa perspectiva analítica revelou-se pertinente para investigar como os estudantes constroem, ressignificam e atribuem sentido aos conceitos trigonométricos no contexto de uma abordagem baseada em problemas, considerando suas interações, produções e reflexões ao longo da sequência didática. Ao articular a abordagem qualitativa com a ATD, a pesquisa buscou não apenas identificar efeitos da Aprendizagem Baseada em Problemas no ensino da Trigonometria, mas compreender os sentidos atribuídos pelos estudantes ao processo de aprendizagem e as transformações conceituais emergentes desse percurso.

Dessa forma, a opção metodológica adotada fundamenta a análise apresentada no capítulo seguinte, no qual as categorias construídas serão discutidas à luz dos referenciais teóricos que sustentam a pesquisa.

7. O PRODUTO EDUCACIONAL

O Produto Educacional desenvolvido nesta pesquisa consiste em uma sequência didática investigativa, fundamentada na metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), voltada ao ensino das funções trigonométricas (seno, cosseno e tangente) no Ensino Médio.

A sequência didática organiza-se em situações-problema progressivas, nas quais os conceitos trigonométricos emergem da necessidade de resolução de problemas contextualizados, favorecendo a investigação, o trabalho colaborativo e a construção significativa do conhecimento matemático.

7.1 Caracterização do produto Educacional

O Produto Educacional assume a forma de uma sequência didática composta por dezesseis situações/horas aula de ensino, organizadas em blocos temáticos que contemplam: retomada de conceitos geométricos fundamentais, estudo das razões trigonométricas, ampliação para o círculo trigonométrico, introdução das funções trigonométricas e aplicações práticas no espaço escolar.

A sequência foi estruturada de modo a respeitar uma progressão conceitual, evitando a fragmentação dos conteúdos e assegurando coerência entre objetivos, metodologias e instrumentos de acompanhamento da aprendizagem. Cada situação de ensino foi planejada à luz dos dez passos da ABP, conforme sistematizados por Leal Junior e Onuchic (2015), garantindo unidade metodológica ao longo de todo o percurso.

7.2 Objetivos da Sequência Didática

A sequência didática desenvolvida teve como objetivos:

- Promover a aprendizagem significativa dos conceitos de seno, cosseno e tangente a partir da resolução de problemas contextualizados;
- Desenvolver o pensamento crítico e investigativo dos/as alunos/as por meio da abordagem da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP);
- Estimular o trabalho em grupo, a comunicação matemática e a argumentação;
- Relacionar a Trigonometria com fenômenos do cotidiano e com a história da ciência, valorizando o protagonismo discente.

Esses objetivos orientaram a organização das atividades e a escolha das situações-problema, assegurando alinhamento entre a proposta pedagógica, o problema de pesquisa e os procedimentos metodológicos adotados.

7.3 Organização Geral da Sequência Didática.

A sequência didática foi organizada para ser desenvolvida ao longo das aulas regulares de Matemática, articulando momentos de investigação, discussão coletiva, sistematização conceitual e aplicação prática. O espaço escolar foi utilizado como ambiente privilegiado de investigação, possibilitando medições, observações e análises em contextos reais.

Ressalta-se que o Produto Educacional não foi concebido como um roteiro rígido, mas como uma proposta aberta, que admite ajustes conforme as características da turma, o tempo disponível e as condições da escola. Essa flexibilidade é coerente com os pressupostos da ABP e com a natureza da pesquisa-ação adotada neste estudo.

Os efeitos da aplicação do Produto Educacional, bem como as aprendizagens, dificuldades e significados construídos pelos estudantes ao longo da sequência didática, são analisados no capítulo seguinte.

8. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS DA PESQUISA

Este capítulo apresenta a análise e a interpretação dos dados produzidos ao longo da implementação da sequência didática investigativa fundamentada na Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), desenvolvida para o ensino das Funções Trigonométricas no Ensino Médio. A análise busca compreender como os estudantes construíram significados, ressignificaram conceitos e aplicaram a Trigonometria em situações reais, a partir de experiências investigativas mediadas pedagogicamente.

A interpretação dos dados foi conduzida à luz da Análise Textual Discursiva (ATD) (Moraes; Galiuzzi, 2006), em diálogo com a Análise de Conteúdo (Bardin, 2016), conforme detalhado no Capítulo 4. Foram considerados, de forma articulada e triangulada, os seguintes materiais empíricos:

- Produções escritas e gráficas dos estudantes;
- Registros de observação sistemática da pesquisadora;
- Respostas a questionários diagnósticos e avaliativos;
- Narrativas orais e escritas produzidas ao longo da sequência didática;
- Registros visuais (fotografias, esquemas, tabelas e gráficos).

A análise se estrutura em temáticas interpretativas, que emergem dos dados como eixos de sentido. Essas temáticas preservam a complexidade do processo de aprendizagem e integram a teoria e a observação prática.

8.1 Organização da Análise e Critérios Interpretativos

As temáticas apresentadas neste capítulo emergiram da leitura aprofundada e reiterada do corpus empírico, considerando recorrências discursivas, deslocamentos conceituais, tensões, avanços e ressignificações observadas nas falas, produções e interações dos estudantes. Esse processo alinha-se à Análise Textual Discursiva (Moraes; Galiuzzi, 2006), que compreende a aprendizagem como um processo dinâmico de construção e reconstrução de significados, no qual os sentidos não estão dados *a priori*, mas emergem da interação entre sujeito, conhecimento e contexto.

A triangulação dos dados ocorreu a partir do cruzamento entre:

- O que os estudantes disseram (questionários e narrativas);
- O que fizeram (atividades, medições, produções);
- O que foi observado durante as aulas;

- O que foi registrado visualmente ao longo da intervenção.

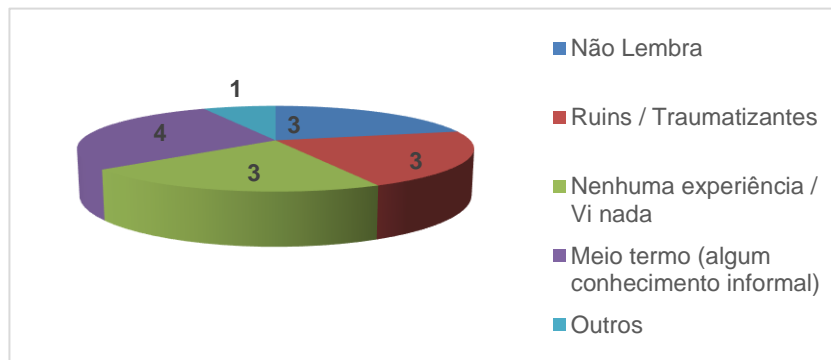
Esse procedimento analítico amplia a consistência interpretativa e possibilita uma compreensão mais abrangente do fenômeno educativo investigado.

8.2 Temática 1 - Relação Inicial com a Trigonometria: Memorização, Insegurança e Distanciamento

A análise dos dados obtidos no levantamento de conhecimentos prévios revela que a relação inicial dos estudantes com a Trigonometria era marcada por fragilidade conceitual, experiências pouco significativas e baixa percepção de aplicabilidade do conteúdo. Esse cenário inicial fornece elementos fundamentais para compreender tanto as resistências quanto os deslocamentos conceituais observados ao longo da intervenção pedagógica.

No que se refere às experiências prévias com o estudo das funções trigonométricas, os dados indicam que a maioria dos estudantes não possuía recordações positivas ou consistentes sobre o conteúdo, conforme apresentado no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Distribuição das experiências prévias funções trigonométricas.



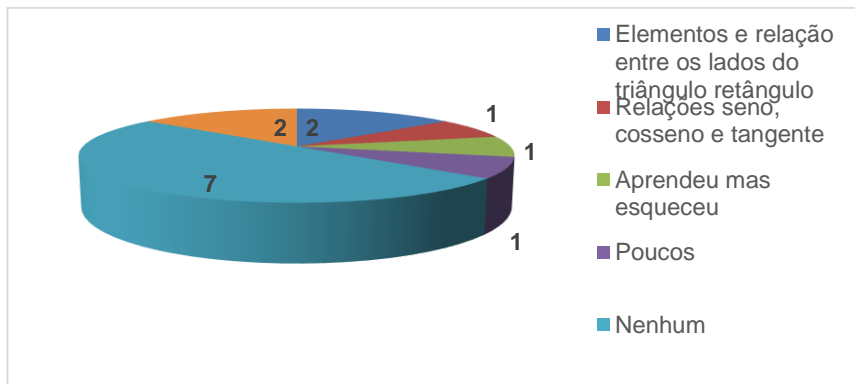
Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

Constata-se que cerca de 64,28% dos alunos relataram não se lembrar do conteúdo, não terem tido experiências anteriores ou associarem o estudo da Trigonometria a vivências negativas ou traumatizantes. Esse resultado dialoga com o estudo de Borochovcicius e Tassoni (2021), que identificaram limitações no desenvolvimento de habilidades conceituais prévias em turmas submetidas a práticas tradicionais de ensino da Matemática.

A investigação dos conhecimentos conceituais declarados pelos estudantes reforça esse diagnóstico. Conforme indicado no **Gráfico 2**, metade dos participantes

afirmou não possuir qualquer conhecimento prévio sobre funções trigonométricas, enquanto apenas uma minoria demonstrou compreender relações básicas entre os lados do triângulo retângulo ou reconhecer as razões seno, cosseno e tangente.

Gráfico 2 – Conhecimentos prévios declarados sobre conceitos de funções trigonométricas.

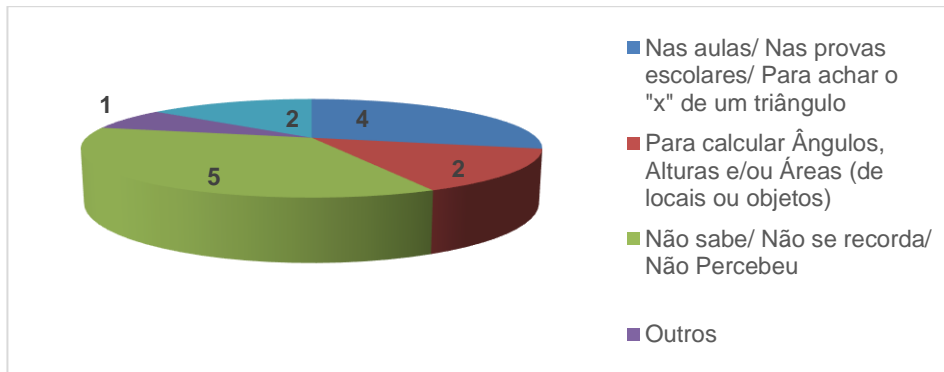


Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

Esses dados evidenciam a ausência de subsunções cognitivas sólidas, condição que, segundo Ausubel (2003), compromete a aprendizagem significativa e favorece a memorização mecânica, característica recorrente do ensino tradicional da Trigonometria.

Além do domínio conceitual, investigou-se a percepção dos estudantes quanto à aplicabilidade das funções trigonométricas em contextos cotidianos. Os resultados, apresentados no **Gráfico 3**, indicam que, antes da aplicação da sequência didática, a maioria dos alunos não conseguia identificar usos concretos do conteúdo fora do ambiente escolar.

Gráfico 3 - Situações e contextos de uso das funções trigonométricas percebidos pelos alunos

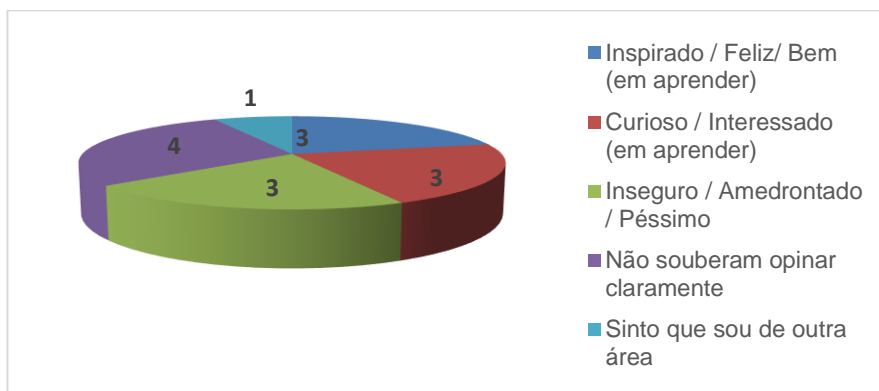


Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

Observa-se que aproximadamente 57% dos discentes não sabiam, não recordavam ou acreditavam que o conteúdo não possuía aplicação no cotidiano, ou ainda apresentaram respostas desconexas. A Trigonometria era majoritariamente associada à resolução de exercícios escolares, provas ou ao cálculo abstrato do "x" em triângulos, reforçando uma visão escolarizada e descontextualizada do conhecimento matemático.

Esse quadro inicial é complementado pela análise dos aspectos emocionais associados ao estudo da Trigonometria. Conforme evidenciado no **Gráfico 4**, mais da metade dos estudantes manifestou sentimento de insegurança, medo, desmotivação ou dificuldade de identificação em relação ao conteúdo.

Gráfico 4– Sentimentos manifestados pelos alunos em relação ao estudo das funções trigonométricas

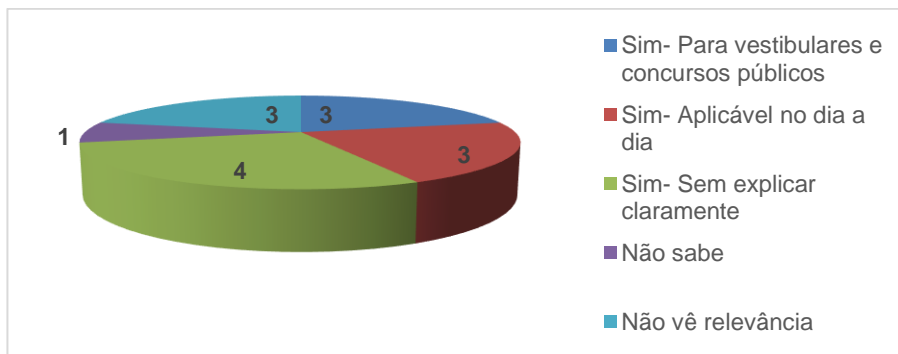


Fonte: Elaborado pela autora, 2025

Esses dados revelam que o distanciamento em relação à Trigonometria não se restringia ao plano cognitivo, mas também envolvia dimensões afetivas, aspecto amplamente discutido na literatura da Educação Matemática como fator de impacto direto no engajamento e na aprendizagem.

A percepção da relevância do conteúdo para a vida pessoal dos estudantes, apresentada no **gráfico 5**, reforça esse diagnóstico inicial. Embora alguns alunos reconhecessem a utilidade da Trigonometria para vestibulares ou situações pontuais, uma parcela significativa não conseguia justificar sua relevância no cotidiano.

Gráfico 5 – Relevância do conteúdo de funções trigonométricas no cotidiano pessoal dos alunos.

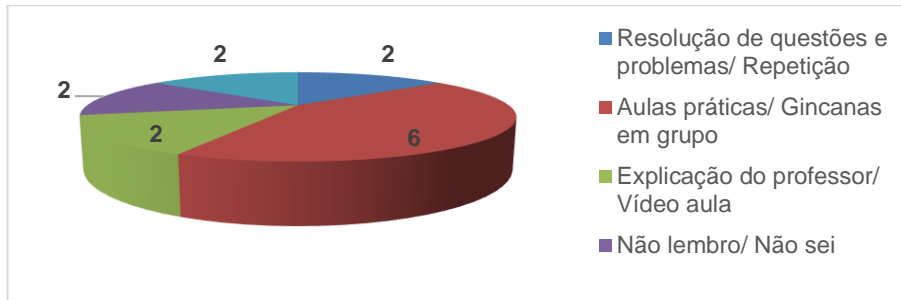


Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

A dificuldade de atribuir sentido à trigonometria é amplamente documentada. Silva e Santos (2023), ao aplicarem a metodologia de resolução de problemas com estudantes do ensino médio, notaram que muitos questionavam a utilidade do conteúdo para a vida pessoal, descrevendo-o como "abstrato, inútil e desconectado da realidade" (p. 3). De modo semelhante, Ramos (2021), em pesquisa com alunos da rede pública, relatou que "boa parte dos alunos sentem dificuldade em relacionar a trigonometria com situações que envolvam a sua aplicação" (p. 41), o que evidencia a necessidade de um ensino que enfoque suas utilizações práticas no cotidiano.

A análise também evidenciou que a maioria dos participantes possuía pouca ou nenhuma experiência anterior com metodologias ativas de aprendizagem, conforme indicado no **Gráfico 6**.

Gráfico 6– Experiências prévias dos alunos com metodologias ativas de aprendizagem

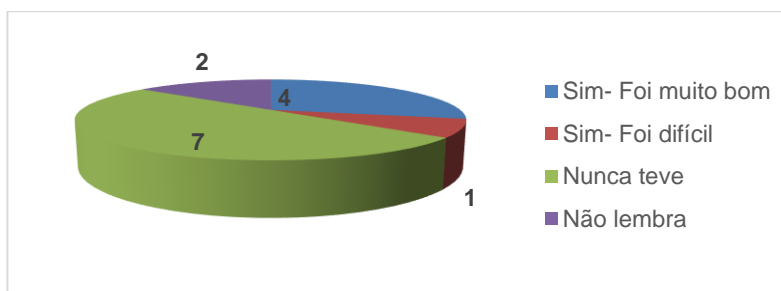


Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

Cerca de 57% dos alunos relataram trajetórias escolares predominantemente marcadas por aulas expositivas, resolução mecânica de exercícios e ausência de práticas investigativas, o que ajuda a explicar tanto a fragilidade conceitual quanto a resistência inicial a propostas metodológicas inovadoras.

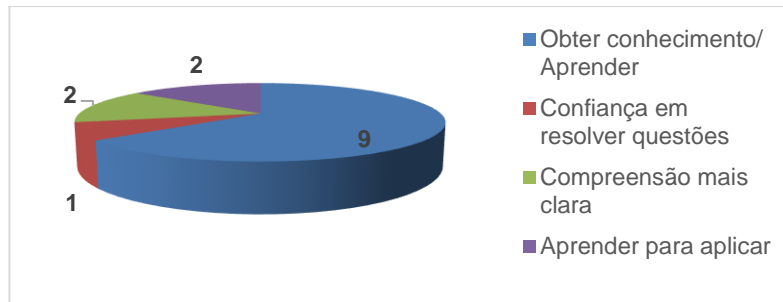
As expectativas e percepções antecipadas sobre a aprendizagem das funções trigonométricas, apresentadas nos **Gráficos 7, 8 e 9**, reforçam esse cenário. Embora parte dos alunos demonstrasse curiosidade ou abertura ao desafio, muitos antecipavam dificuldades ou não conseguiam projetar claramente como aprenderiam o conteúdo.

Gráfico 7 –Desafios antecipados pelos alunos em relação à aprendizagem das funções trigonométricas



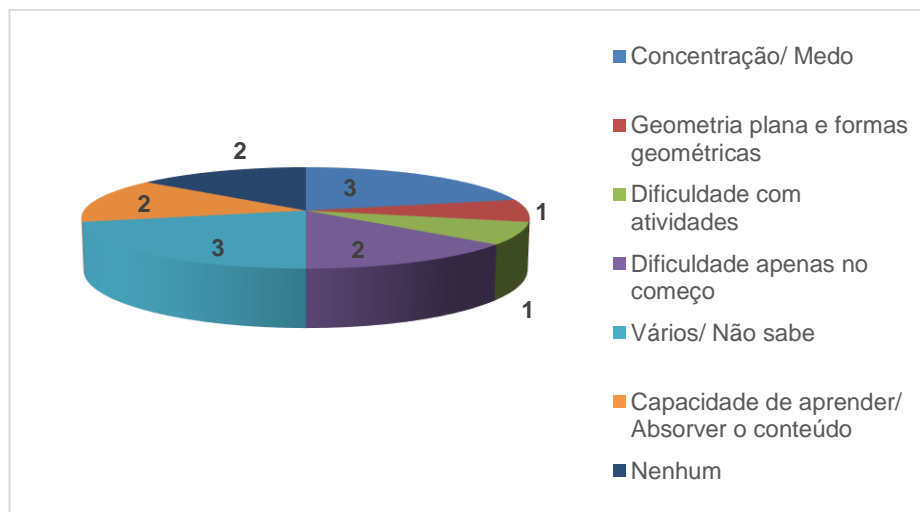
Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

Gráfico 8– Expectativas com Relação à Aprendizagem das Funções Trigonométricas



Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

Gráfico 9– Desafios Antecipados à Aprendizagem das Funções Trigonométricas.



Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

De forma integrada, os dados desta temática permitem compreender que o contexto inicial da turma era caracterizado por:

- Experiências prévias insuficientes ou negativas com a Trigonometria;
- Domínio conceitual superficial ou inexistente;
- Baixa percepção de aplicabilidade do conteúdo;
- Sentimento de insegurança e distanciamento afetivo;
- Pouca vivência com metodologias ativas de aprendizagem.

À luz da Análise de Conteúdo (Bardin, 2016) e da Análise Textual Discursiva (Moraes; Galiuzzi, 2006), esse cenário inicial justifica a adoção de uma metodologia investigativa como a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), capaz de promover a reconstrução conceitual e a ressignificação do papel da Matemática escolar.

Os resultados também dialogam com as críticas de D’Ambrósio (2002) e Skovsmose (2001), que defendem que o ensino matemático descontextualizado e homogeneizador contribui para processos de exclusão e para a negação do papel social e político da Matemática. Ao reduzir o conteúdo a fórmulas e procedimentos, o ensino tradicional compromete a formação crítica e a participação cidadã dos estudantes.

Assim, a caracterização do ponto de partida da turma evidencia não apenas as dificuldades enfrentadas, mas também a pertinência da proposta pedagógica adotada, preparando o terreno para a análise das transformações conceituais e atitudinais observadas nas temáticas seguintes.

8.3 Temática 2 – A Questão Norteadora Como Mobilização Cognitiva: Leitura Crítica da Ciência e Resignificação da Matemática

A introdução da sequência didática por meio da questão norteadora “*Quem mediu o comprimento da Terra?*” constituiu um marco inicial fundamental para a construção de uma cultura investigativa em sala de aula. Ao problematizar como seria possível medir a circunferência da Terra há mais de dois mil anos, sem o uso de tecnologias modernas, a proposta rompeu com a lógica tradicional de apresentação direta de conteúdos e mobilizou os estudantes para uma postura ativa de investigação e diálogo.

A leitura coletiva do texto sobre o experimento de Eratóstenes desencadeou um momento de troca de ideias, formulação de hipóteses e questionamentos espontâneos. Muitos alunos demonstraram surpresa ao perceber que conceitos matemáticos e geométricos haviam sido utilizados historicamente para resolver problemas complexos, o que ampliou a compreensão da Matemática como construção humana situada histórica e culturalmente.

Durante a discussão, emergiram narrativas que evidenciam esse deslocamento inicial de percepção. Um dos estudantes comentou: “*Eu nunca tinha parado para pensar que dava para medir a Terra sem satélite. Sempre achei que isso era coisa de tecnologia moderna*”. Outro aluno acrescentou: “*Isso mostra que a matemática sempre foi usada para entender o mundo, não só para fazer conta na escola*”.

Um aspecto particularmente relevante desse momento foi a articulação espontânea feita por um dos alunos entre o experimento de Eratóstenes e debates contemporâneos sobre ciência e negacionismo. Durante a discussão, um estudante

afirmou: *“Hoje em dia ainda tem gente que acredita que a Terra é plana, mesmo com tantos estudos e provas. Isso mostra que não é só saber a conta, é entender como o conhecimento é construído”*. Essa fala provocou um diálogo coletivo sobre a importância do pensamento científico, da argumentação baseada em evidências e da Matemática como ferramenta para combater discursos negacionistas

. Esse episódio evidencia que a questão norteadora extrapolou o objetivo inicial de introduzir conteúdos trigonométricos, funcionando como disparador para reflexões epistemológicas e sociais. Conforme defende Paulo Freire (1996), a educação problematizadora deve possibilitar que os sujeitos leiam criticamente a realidade, compreendendo o conhecimento como instrumento de conscientização e transformação social. Nesse sentido, a Matemática deixou de ser apresentada como um corpo neutro de fórmulas e passou a ser compreendida como prática histórica, cultural e política.

Do ponto de vista da aprendizagem significativa, a mobilização inicial observada dialoga diretamente com Ausubel (2003), ao evidenciar que a curiosidade e o questionamento ativaram estruturas cognitivas prévias, criando condições favoráveis para a ancoragem dos novos conceitos que seriam desenvolvidos ao longo da sequência. A problematização inicial funcionou como organizador prévio, permitindo que conteúdos posteriores — como semelhança de triângulos, razões trigonométricas e funções — fossem compreendidos dentro de um encadeamento lógico e com sentido.

Essa abordagem também se articula às contribuições de Moran (2015), ao defender que metodologias ativas ganham potência quando partem de problemas instigantes, capazes de provocar envolvimento intelectual e emocional dos estudantes. Segundo o autor, aprender exige participação, diálogo e conexão com questões reais ou socialmente relevantes, aspectos claramente observados neste momento da sequência didática.

Além disso, a discussão sobre o conhecimento científico, suas validações históricas e sua negação em contextos atuais aproxima-se da perspectiva de Morin (2000), que defende a necessidade de uma educação voltada para a compreensão da complexidade do mundo, superando visões fragmentadas e simplificadoras do saber.

Dessa forma, a questão norteadora configurou-se como um elemento estruturante da sequência didática, ao:

- Promover o engajamento inicial dos estudantes;

- Estimular a curiosidade e o pensamento investigativo;
- Ressignificar a Matemática como ciência aplicada e historicamente construída;
- Favorecer reflexões críticas sobre ciência, sociedade e conhecimento;
- Estabelecer bases cognitivas e conceituais para os conteúdos subsequentes.

Esse momento inicial confirmou a pertinência da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) como metodologia central da proposta, ao demonstrar que a aprendizagem se fortalece quando os estudantes são convidados a pensar, questionar e dialogar sobre problemas significativos, e não apenas a reproduzir procedimentos matemáticos.

8.4 Temática 3 - Construção do Conceito de Semelhança Entre Triângulos: Investigação, Erro e Reconstrução Conceitual

A temática da semelhança entre triângulos constitui um eixo estruturante da sequência didática, uma vez que fundamenta a compreensão das razões trigonométricas como relações invariantes entre lados correspondentes. A análise desta etapa permite compreender como os estudantes mobilizaram procedimentos geométricos, instrumentos de medição e argumentos matemáticos para construir, de forma investigativa, o conceito de semelhança.

A atividade teve como objetivo conduzir os alunos à compreensão prática da semelhança entre triângulos por meio da construção geométrica, da medição de ângulos e lados e da comparação de proporcionalidades. Durante sua realização, observou-se a necessidade de intervenções iniciais quanto ao uso do transferidor, uma vez que a maioria dos estudantes relatou desconhecimento prévio desse instrumento, o que reforça o caráter formativo da proposta.

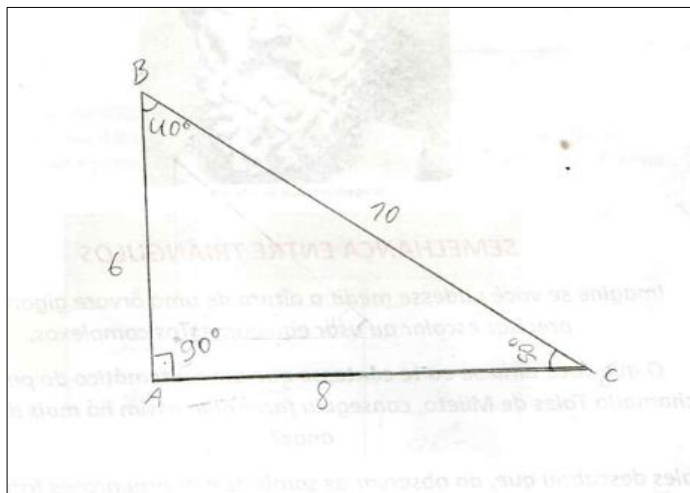
A análise foi conduzida a partir das produções escritas e interações dos 14 participantes. Para organizar a exposição dos resultados de forma clara e contextualizada, este capítulo estrutura a discussão em torno de exemplos textuais específicos e interconectados, extraídos do *corpus*. Esses exemplos foram selecionados por ilustrarem de modo particularmente claro os eixos interpretativos, tensões e movimentos de sentido que emergiram da análise integrada de todos os dados. Dessa forma, a discussão mantém ancoragem na materialidade das produções

dos estudantes, sem reduzir o processo a um único percurso, mas demonstrando os padrões e dinâmicas identificados no coletivo.

8.4.1 Desenvolvimento da atividade e registros produzidos

A atividade investigativa foi composta por seis etapas progressivas. Inicialmente, solicitou-se a construção de um triângulo retângulo qualquer, com identificação dos vértices e medição de seus lados e ângulos. O registro dessa etapa encontra-se ilustrado na **Figura 1**

Figura 1 - Construção do triângulo retângulo inicial pelo aluno A, com marcação dos vértices e medição dos lados e ângulos



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Na sequência, foi pedido para que os alunos registrassem as medidas obtidas em tabela própria (Figura 2), distinguindo corretamente ângulos e lados, o que demonstra compreensão inicial da organização dos dados geométricos.

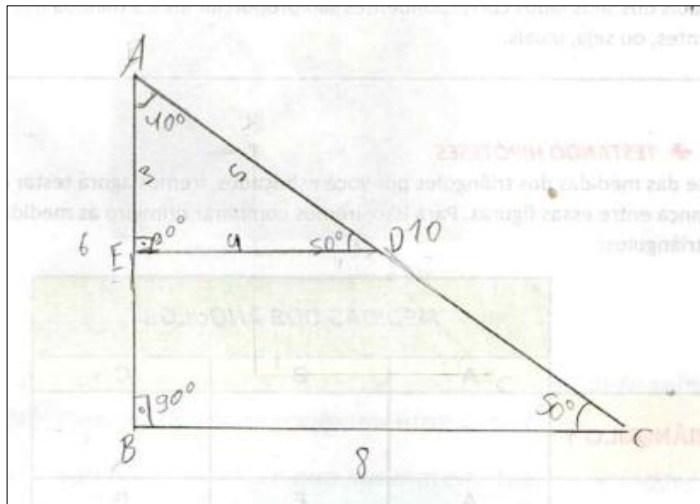
Figura 2 - Registro das medidas dos ângulos e dos lados do triângulo retângulo inicial, realizado pelo aluno com auxílio de régua e transferidor.

MEDIDAS DOS ÂNGULOS		
A	B	C
90°	40°	50°
MEDIDAS DOS LADOS		
AB	BC	AC
6	10	8

Fonte: Dados da pesquisa, 2025

O avanço conceitual da atividade ocorre quando se propõe o traçado de um segmento de reta paralelo à base do triângulo original, formando um novo triângulo no interior da figura. O registro dessa construção pode ser observado na **Figura 3**, na qual se evidencia a formação de um segundo triângulo retângulo, menor, porém com ângulos correspondentes aos do triângulo original.

Figura 3 - Traçado de segmento de reta paralela à base do triângulo, formação do segundo triângulo retângulo e medição dos seus lados e ângulos



Fonte: Dados da pesquisa, 2025

Na etapa seguinte, os alunos realizaram a medição dos lados e ângulos do novo triângulo, conforme registrado na **Figura 4**, permitindo a comparação direta entre as duas figuras.

Figura 4 - Registro das medidas dos ângulos e dos lados do triângulo retângulo formado no interior do triângulo maior, com uso de régua e transferidor

MEDIDAS DOS ÂNGULOS		
A	D	E
40°	50°	90°
MEDIDAS DOS LADOS		
AE	ED	AD
3	4	5

Fonte: Dados da pesquisa, 2025

Durante a realização da atividade de construção e análise de triângulos semelhantes, foi observada, na produção do aluno analisado, a inversão na nomeação

dos pontos D e E, que marcam as extremidades do segmento traçado paralelo à base do triângulo original. Esse equívoco, embora sutil, possui implicações significativas para a compreensão da correspondência entre lados e ângulos nos triângulos envolvidos, podendo comprometer a exatidão das comparações de medidas e razões propostas ao longo da tarefa.

Diante disso, realizou-se uma intervenção pedagógica orientada, retomando coletivamente o conceito de correspondência entre lados e ângulos em triângulos semelhantes. O erro foi tratado como oportunidade formativa, permitindo aos alunos a revisão da sua construção, a correção das marcações e maior rigor conceitual. Essa mediação evidencia o papel do professor como facilitador da aprendizagem significativa (Ausubel, 2003) e como agente de diálogo e conscientização crítica (Freire, 1996).

Na etapa seguinte, os alunos foram convidados a comparar sistematicamente os ângulos e lados dos dois triângulos, conforme tabela apresentada na **Figura 5**, reconhecendo a igualdade dos ângulos correspondentes e a proporcionalidade entre os lados.

Figura 5 - Comparação das medidas dos ângulos e lados dos triângulos formados, para verificação da semelhança geométrica.

		MEDIDAS DOS ÂNGULOS		
		A	B	C
TRIÂNGULO 1		00°	40°	50°
		A	E	D
TRIÂNGULO 2		40°	50°	90°

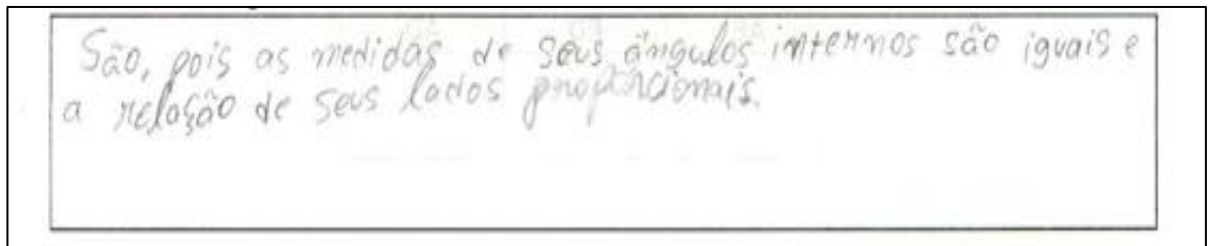
Agora, vamos comparar as medidas dos lados correspondentes:

MEDIDAS DOS LADOS CORRESPONDENTES		
$\frac{AB}{AE}$	$\frac{AC}{AD}$	$\frac{BC}{ED}$
$\frac{6}{3} = 2$	$\frac{10}{5} = 2$	$\frac{8}{4} = 2$

Fonte:

Por fim, os alunos elaboraram suas respectivas justificativas acerca da semelhança das figuras que eles traçaram. A **Figura 6** representa, de modo geral, essa percepção.

Figura 6 - Justificativa escrita do aluno sobre a semelhança dos triângulos esboçados, com base na igualdade dos ângulos e proporcionalidade dos lados.



Fonte: Dados da pesquisa, 2025

8.4.2 Análise Interpretativa da Atividade

A análise das produções revela que a turma, de modo geral, percorreu todas as etapas da atividade de forma satisfatória, desde a construção inicial até a elaboração de justificativas conceituais. Esse resultado é exemplificado na **Figura 6**, que ilustra um dos registros de medição e cálculo: a constante de proporcionalidade identificada entre os lados correspondentes (razão ≈ 2) evidencia a compreensão da característica fundamental dos triângulos semelhantes.

A compreensão dos critérios de semelhança (igualdade dos ângulos e proporcionalidade dos lados) foi construída de maneira progressiva, articulando observação empírica, registro numérico e explicação conceitual. Ainda que algumas justificativas escritas tenham sido sucintas, elas demonstram a apropriação do conceito central da atividade.

Os erros iniciais, como na identificação dos pontos D e E, longe de comprometerem a aprendizagem, tornaram-se elementos catalisadores do processo de reconstrução conceitual. A correção mediada permitiu aos estudantes refinar a atenção aos elementos geométricos e validar seus próprios raciocínios — aspecto central da aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003).

8.4.3 Síntese Interpretativa dos Resultados Da Temática

A análise desta temática evidencia três aspectos centrais do processo de aprendizagem:

a) Superação da aprendizagem mecânica: Os estudantes avançaram de uma compreensão baseada na reprodução de regras para uma compreensão relacional, reconhecendo que as razões trigonométricas derivam da proporcionalidade entre lados de triângulos semelhantes.

b) O erro como elemento formativo: Os equívocos observados — especialmente na correspondência entre lados e vértices — foram tratados como parte do processo investigativo. A mediação docente foi decisiva para transformar o erro em oportunidade de aprendizagem, promovendo reconstrução conceitual e autonomia intelectual.

c) Articulação entre prática e teoria: Os registros gráficos, as medições e as justificativas escritas demonstram que os alunos conseguiram articular ações práticas com explicações conceituais, superando a dicotomia entre fazer e compreender, recorrente no ensino tradicional.

À luz da Análise de Conteúdo (Bardin, 2016), os dados desta temática evidenciam o fortalecimento do raciocínio geométrico, da autonomia investigativa e do protagonismo discente. A atividade de semelhança entre triângulos mostrou-se fundamental para sustentar, conceitualmente, as etapas posteriores da sequência didática, especialmente a construção das razões e funções trigonométricas.

8.5 Temática 4 - Explorando as Razões Trigonométricas- Uma Jornada Inspirada em Eratóstenes

A temática das razões trigonométricas constitui o núcleo conceitual da sequência didática, representando a transição da investigação geométrica da semelhança para a formalização matemática das relações seno, cosseno e tangente. A análise desta etapa permite compreender como os estudantes, a partir de triângulos semelhantes fornecidos, identificaram padrões de constância nas razões entre lados, relacionando essa invariância ao conceito de função trigonométrica e à sua aplicação em contextos históricos e cotidianos.

Diferentemente da atividade anterior, os triângulos já foram disponibilizados prontos, e coube aos alunos apenas realizar a medição dos lados e ângulos com o auxílio de régua e transferidor, além de calcular as razões entre os lados e analisar a constância dessas relações. A atividade teve como objetivo conduzir os alunos à descoberta indutiva das razões trigonométricas, partindo da medição e cálculo de proporções em triângulos retângulos semelhantes e culminando na reflexão sobre seu

significado no experimento de Eratóstenes e em situações práticas. Durante sua realização, observou-se que os estudantes mobilizaram conhecimentos recentemente construídos sobre semelhança, aplicando-os de forma autônoma na análise dos triângulos fornecidos.

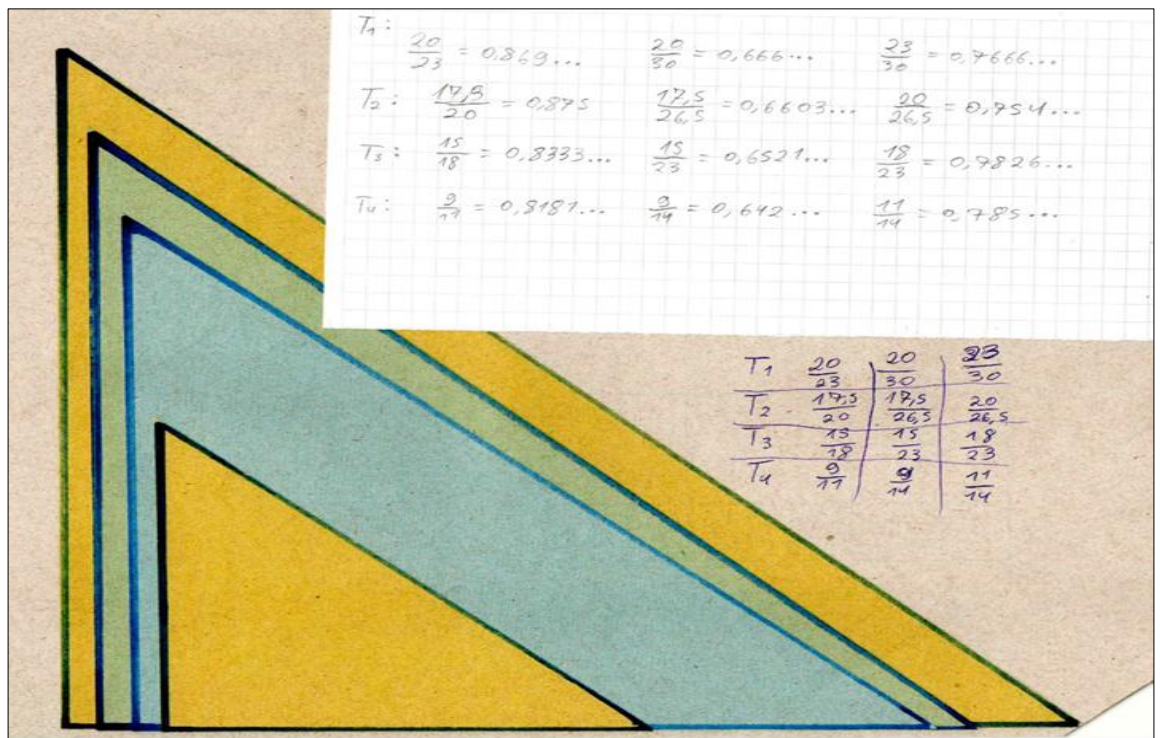
Para analisar como os alunos exploraram as razões trigonométricas, foram examinadas todas as produções escritas, tabelas de cálculo e respostas às questões reflexivas dos 14 participantes. Em vez de descrever aluno por aluno, a discussão será organizada em torno de temas ou padrões que surgiram no grupo todo.

8.5.1 Desenvolvimento da Atividade E Registros Produzidos

A atividade investigativa foi composta por duas fases principais: o cálculo das razões entre lados (altura/base, altura/hipotenusa, base/hipotenusa) em quatro triângulos retângulos semelhantes fornecidos, e a resposta a um questionário reflexivo de cinco questões que articulava a constância observada com conceitos de proporcionalidade, semelhança, história da ciência e aplicações cotidianas.

Inicialmente, os alunos realizaram as medições e os cálculos das razões para cada triângulo, nominados como T1, T2, T3 e T4. O registro dessa etapa, apresentado na **Figura 7**, demonstra a aplicação sistemática do procedimento e a organização dos dados em uma estrutura clara, facilitando a comparação posterior.

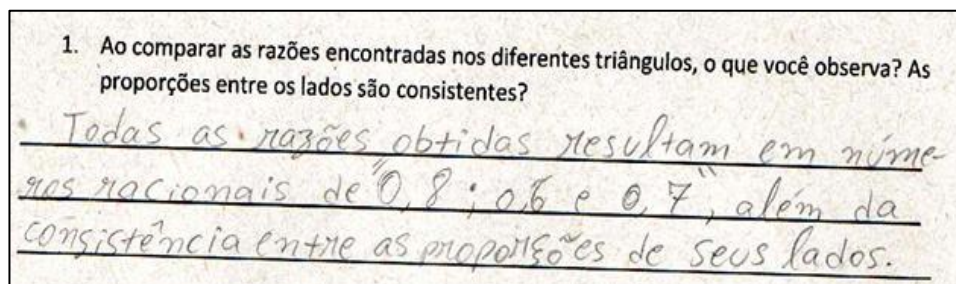
Figura 7 - Cálculo das razões entre os lados (altura/base, altura/hipotenusa e base/hipotenusa) em cada triângulo retângulo.



Fonte: Dados da pesquisa, 2025

Na sequência, com base nos resultados obtidos, os alunos responderam às questões reflexivas. A primeira questão – "Ao comparar as razões encontradas nos diferentes triângulos, o que você observa? As proporções entre os lados são consistentes?" – foi respondida com base na observação dos padrões numéricos. A Figura 8 apresenta a resposta do Aluno A, que destacou a "obtenção de valores racionais próximos 0,8; 0,6; 0,7 e a consistência nas proporções", indicando uma percepção inicial da invariância.

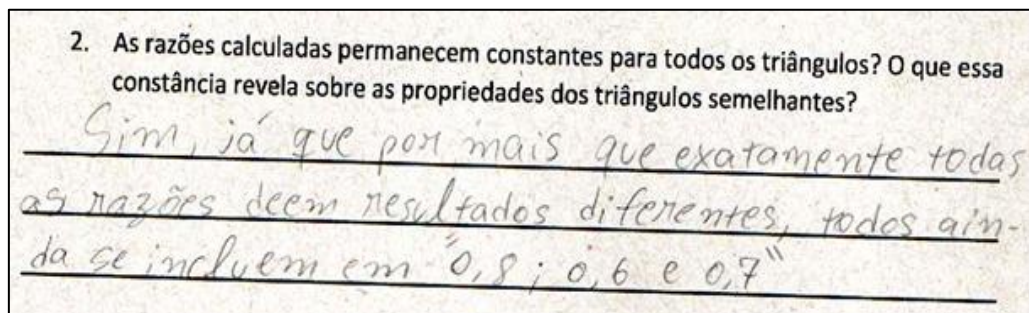
Figura 8 - Resposta do aluno à questão 1: Observação da consistência nas razões obtidas.



Fonte: Dados da pesquisa, 2025

A segunda questão – "As razões calculadas permanecem constantes para todos os triângulos? O que essa constância revela sobre as propriedades dos triângulos semelhantes?" – buscou aprofundar a relação entre constância e semelhança. Conforme a Figura 9, o aluno afirmou a constância, relacionando-a aos resultados que "variaram entre si, mas se mantiveram nas casas decimais" mencionadas. Embora não tenha explicitado detalhadamente a propriedade, sua resposta mostra a associação entre a estabilidade numérica e a natureza dos triângulos em estudo.

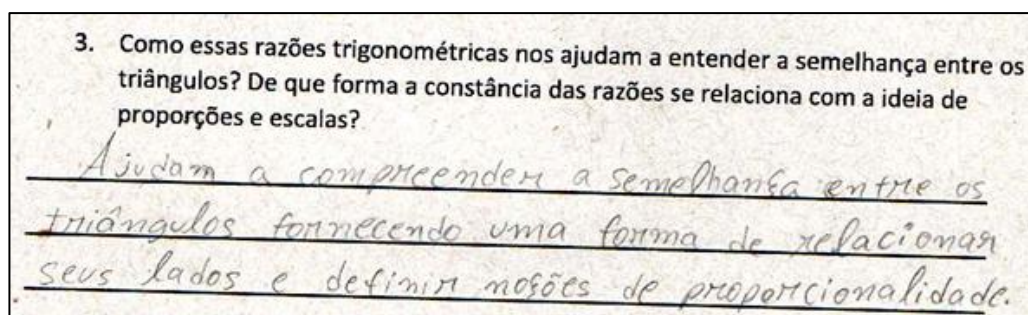
Figura 9 - Resposta do aluno à questão 2: Reflexão sobre a constância das razões e suas implicações nos triângulos semelhantes.



Fonte: Dados da pesquisa, 2025

A terceira questão – "Como essas razões trigonométricas nos ajudam a entender a semelhança entre os triângulos? De que forma a constância das razões se relaciona com a ideia de proporções e escalas?" – direcionou o olhar para a funcionalidade do conceito. Na **Figura 10**, o Aluno A respondeu que as razões "colaboram para a compreensão da relação entre os lados" e para a "definição das noções de proporcionalidade", demonstrando uma compreensão relacional e aplicada.

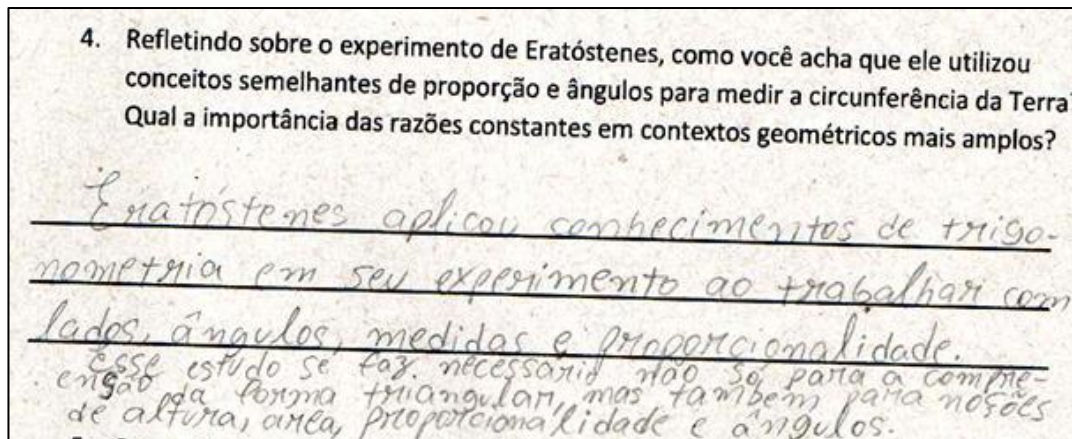
Figura 10 - Resposta do aluno à questão 3: Relação entre razões trigonométricas, proporções e escalas.



Fonte: Dados da pesquisa, 2025

A articulação com o contexto histórico foi solicitada na quarta questão: "Refletindo sobre o experimento de Eratóstenes, como você acha que ele utilizou conceitos semelhantes de proporção e ângulos para medir a circunferência da Terra? Qual a importância das razões constantes em contextos geométricos mais amplos?". A resposta do Aluno A, na **Figura 11**, mostra que ele identificou o uso de "saberes trigonométricos", "lados, ângulos, medidas e proporcionalidade" no experimento, além de apontar a relevância das razões para a "compreensão de altura, proporcionalidade, área e ângulos".

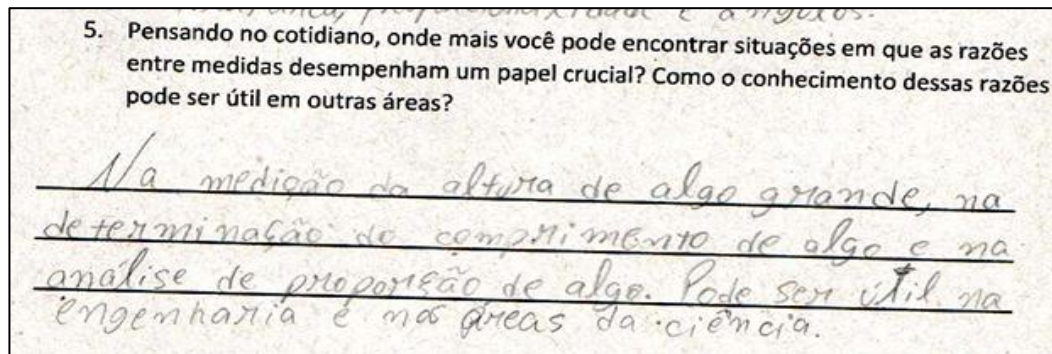
Figura 11 - Resposta do aluno à questão 4: Análise do experimento de Eratóstenes sob a perspectiva da proporcionalidade e dos ângulos.



Fonte: Dados da pesquisa, 2025

Por fim, a quinta questão – "Pensando no cotidiano, onde mais você pode encontrar situações em que as razões entre medidas desempenham um papel crucial? Como o conhecimento dessas razões pode ser útil em outras áreas?" – instigou a transferência do conhecimento. Conforme a **Figura 12**, o Aluno A citou a utilidade para a "medição de grandes proporções" no dia a dia e sua aplicação em áreas como a engenharia e outras ciências.

Figura 12 - Resposta do aluno à questão 5: Aplicação das razões trigonométricas no cotidiano e em áreas como engenharia e ciências.



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Na percepção do aluno, o uso das razões trigonométricas pode ser útil no dia a dia principalmente para medição de grandes proporções. Para ele, áreas como a engenharia e outras áreas científicas podem valer-se dessa função.

8.5.2 Análise Interpretativa da Atividade

A análise das produções revela que os estudantes, de modo geral, compreenderam o cerne da atividade: a constância das razões em triângulos semelhantes como fundamento das funções trigonométricas. O percurso do Aluno A é ilustrativo desse processo. Ele realizou os cálculos com precisão (**Figura 7**), identificou a consistência numérica (**Figura 8**) e associou-a à ideia de constância e proporcionalidade (**Figuras 9 e 10**). Sua capacidade de conectar o conceito ao experimento de Eratóstenes (**Figura 11**) e a contextos aplicados (**Figura 12**) demonstra uma aprendizagem que ultrapassou a manipulação algorítmica, alcançando níveis de compreensão conceitual e de percepção de relevância.

Um aspecto que merece destaque na análise refere-se à postura crítica que os estudantes desenvolveram em relação aos próprios dados empíricos. Foi recorrente, em diversos registros, a percepção de que pequenas variações nas razões calculadas decorriam de limitações na precisão das medições manuais — uso da régua e do transferidor — e não de uma inconsistência do princípio matemático subjacente. Essa distinção, explicitada em justificativas como “os valores foram quase iguais, a diferença é por causa da régua” ou “a conta teórica é uma coisa, na prática a medida pode sair um pouco diferente”, revela que os alunos aprenderam a separar o essencial — a constância das razões como propriedade dos triângulos semelhantes — do acidental — o erro instrumental inerente ao processo de medição.

Tal habilidade vai além da aplicação mecânica de fórmulas; ela denota um amadurecimento do raciocínio lógico-matemático e uma compreensão mais profunda da natureza do conhecimento científico, que é construído a partir de modelos ideais passíveis de aproximação empírica. Ao validarem o princípio teórico mesmo diante de inconsistências numéricas menores, os estudantes não apenas consolidaram o conceito de razões trigonométricas, mas também fortaleceram a confiança em seu próprio julgamento intelectual — um indicador claro de autonomia na aprendizagem e de apropriação significativa do conteúdo.

A mediação docente, nessa etapa, foi menos corretiva e mais provocadora de reflexão, incentivando os alunos a justificarem suas observações e a estabelecerem relações cada vez mais amplas. Essa postura dialógica, em sintonia com Freire (1996), potencializou a atribuição de sentido pessoal e social ao conteúdo.

8.5.3 Síntese Interpretativa dos Resultados da Temática

A análise desta temática evidencia três avanços centrais no processo de aprendizagem:

a) Da observação empírica à generalização conceitual: Os estudantes transitaram da verificação numérica de que *"as razões são parecidas"* para a compreensão de que *"a constância é uma propriedade dos triângulos semelhantes, independente do seu tamanho"*. Essa generalização é o alicerce para a definição formal de seno, cosseno e tangente como funções de um ângulo.

b) A historicização e contextualização como produtoras de significado: A referência ao experimento de Eratóstenes e às aplicações cotidianas permitiu que os alunos vissem a trigonometria não como um conjunto abstrato de fórmulas, mas como uma ferramenta intelectual historicamente construída para resolver problemas reais. Isso resgata a dimensão humana e utilitária da matemática.

c) Consolidação do pensamento proporcional e funcional: A atividade solidificou a noção de proporcionalidade, que havia sido investigada na temática da semelhança, agora associando-a diretamente a uma relação funcional (ângulo → razão). A maioria dos alunos (pelo menos 12 em 14) afirmou, nas Questões 1 e 2, que as razões entre os lados de triângulos semelhantes são constantes ou consistentes. Essa constatação demonstra que os alunos superaram o aprendizado mecânico. O Aluno C e o Aluno D, apresentaram uma compreensão mais profunda ao verbalizar

que a constância "determina uma escala entre triângulos" e que a proporcionalidade é mantida mesmo que as medidas dos lados sejam diferentes. Isso valida que o conceito de razões trigonométricas foi internalizado como uma propriedade do ângulo, e não do tamanho do triângulo.

À luz da Análise Textual Discursiva (Moraes; Galiazzi, 2006), os dados desta temática evidenciam a construção ativa de significados, onde os conceitos matemáticos emergem da interação entre a manipulação de dados, a reflexão guiada e o diálogo com contextos significativos. A atividade de exploração das razões trigonométricas mostrou-se decisiva para ancorar, de forma significativa (AUSUBEL, 2003), os conteúdos subsequentes do círculo trigonométrico e das funções seno, cosseno e tangente, cumprindo seu papel de eixo conceitual central da sequência didática.

8.6 Temática 5 – Explorando o Círculo Trigonométrico: A Construção Coletiva da Relação entre Graus e Radianos

A temática do círculo trigonométrico representa um momento de síntese e ampliação conceitual na sequência didática, no qual a relação angular, antes explorada no triângulo retângulo, é transposta para uma representação circular e periódica. A análise desta etapa permite compreender como os estudantes construíram, de forma investigativa, a noção de radiano como unidade de medida angular vinculada ao comprimento do arco, e como estabeleceram as conversões entre graus e radianos a partir de uma lógica de proporcionalidade.

A atividade teve como objetivo principal desenvolver uma compreensão corpórea e visual da relação entre graus e radianos, superando a memorização de fórmulas de conversão. Para isso, a proposta foi estruturada em duas fases investigativas interligadas: uma experiência prática de medição do número de radianos em uma circunferência, e o preenchimento sistemático de um círculo trigonométrico com ângulos notáveis. Durante sua realização, observou-se a mobilização de conceitos anteriores, como proporção e semelhança, para a construção deste novo saber.

A análise foi conduzida a partir das produções escritas, registros visuais, cálculos auxiliares e respostas ao questionário reflexivo dos 14 participantes. Para organizar a exposição dos resultados, este capítulo articula exemplos discursivos e procedimentais extraídos de diferentes estudantes, selecionados por expressarem de

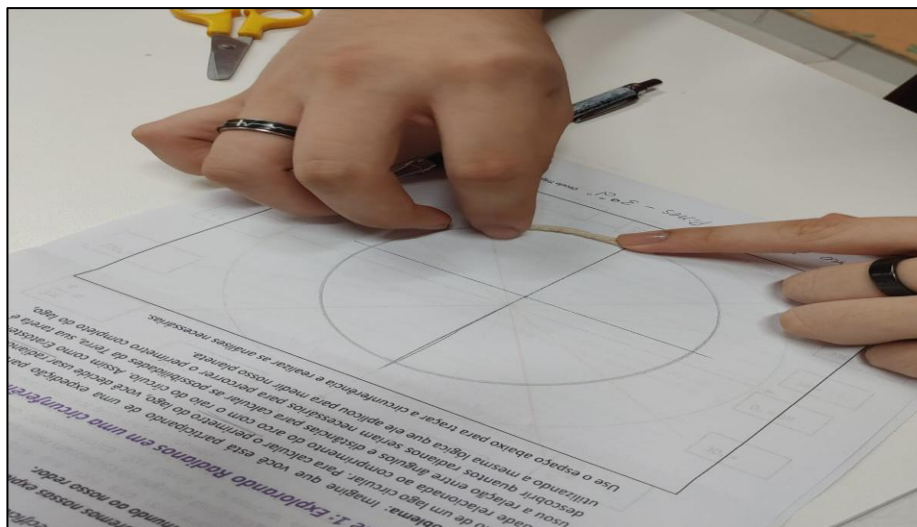
forma nítida as principais tendências interpretativas identificadas no *corpus*: a passagem da medição concreta à abstração matemática, a internalização da relação $\pi = 180^\circ$, e as percepções diferenciadas sobre a utilidade e aplicabilidade das duas unidades de medida. Dessa forma, a discussão mantém-se fundamentada na diversidade de vozes e estratégias do grupo, evidenciando os padrões coletivos de aprendizagem sem reduzi-los a um trajeto individual.

8.6.1 Desenvolvimento da Atividade e Registros Produzidos

A atividade investigativa foi dividida em duas partes principais, ambas contextualizadas pela narrativa de um problema inspirado no legado de Eratóstenes.

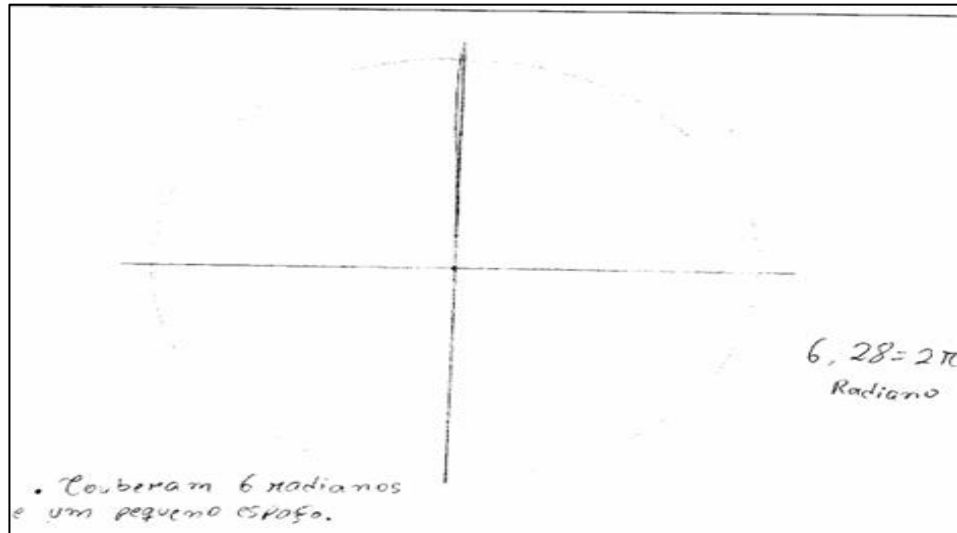
A primeira parte desafiou os estudantes a determinarem, experimentalmente, quantos radianos cabem na circunferência de um "lago circular". Para isso, utilizaram barbante e régua para medir o raio e o perímetro de uma circunferência por eles traçada. O registro desse processo, exemplificado na **Figura 13**, mostra o engajamento em uma medição física. O resultado do cálculo, como registrado na **Figura 14** por um dos grupos, evidencia um momento-chave de descoberta: a constatação de que cabem aproximadamente "6 radianos e um pouco mais", sendo essa medida prontamente associada à expressão 2π . Este resultado, verbalizado de maneira similar em vários registros – "deu um pouco mais de 6, que é 2π " –, aponta para a eficácia da atividade em gerar uma âncora concreta para a definição abstrata do radiano.

Figura 13 - Medição experimental da quantidade de radiano



Fonte: Dados da pesquisa, 2025

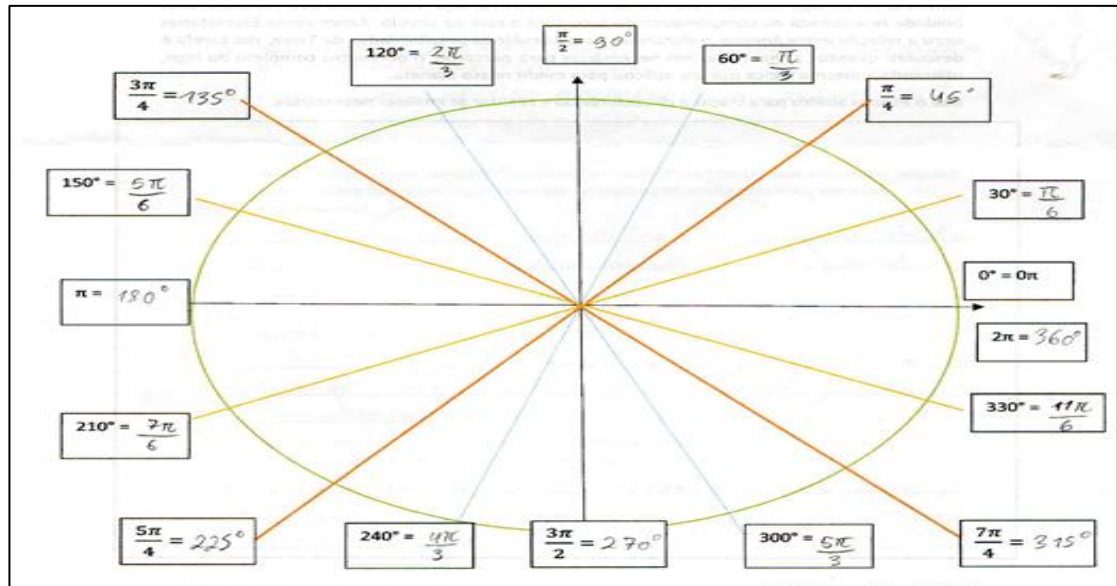
Figura 14 - Resolução da atividade de medição de radianos



Fonte: Dados da pesquisa, 2025

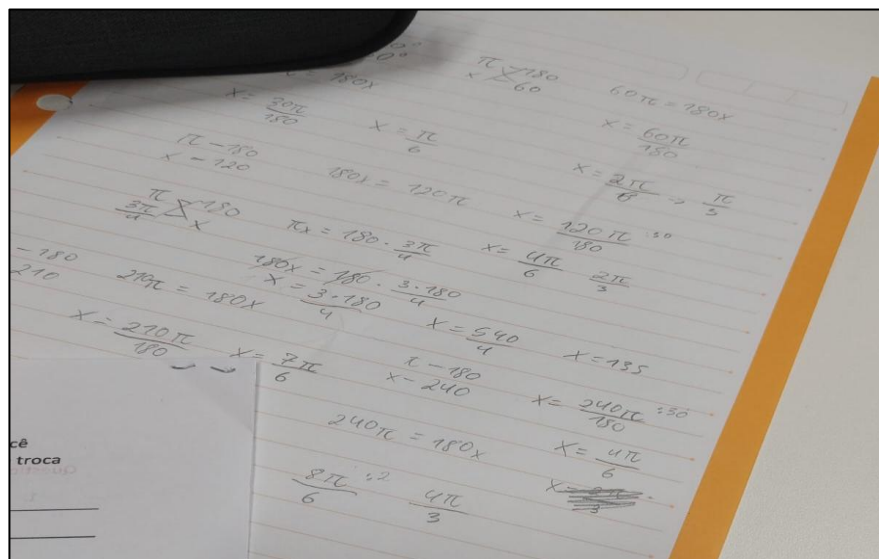
A segunda parte consistiu no preenchimento de um círculo trigonométrico com as medidas em graus e radianos para ângulos notáveis (30° , 45° , 60° , etc.) e seus respectivos arcos côngruos. Conforme ilustrado na **Figura 15**, a tarefa exigia a aplicação da relação de proporcionalidade aprendida. Os registros de cálculo, como o da **Figura 16**, revelam a estratégia predominante: o uso da regra de três baseada na equivalência fundamental $\pi \text{ rad} = 180^\circ$. A precisão no preenchimento, observada na maioria das produções, indica que os estudantes não apenas executaram um algoritmo, mas internalizaram a lógica de proporção que o sustenta.

Figura 15 - Preenchimento do círculo trigonométrico com medidas em graus e radianos



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Figura 16 - Registro do método de resolução realizado pelo aluno.



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

O processo foi acompanhado por um questionário reflexivo de 11 questões. As respostas iniciais (**Figura 17**) mostram que os alunos conseguiram articular a relação entre radiano e comprimento do arco, frequentemente mencionando a atividade prática com o barbante como facilitadora dessa compreensão. Questões sobre

estratégias (**Figura 18**) revelaram o domínio da proporcionalidade e a identificação de padrões no círculo (como a repetição a cada 90° ou $\pi/2$ rad.)

Figura 17 - Respostas do aluno às questões 1, 2 e 3 do questionário reflexivo, sobre a relação entre radianos e o comprimento do arco.

Questionário Reflexivo

1. Durante a atividade sobre a medição dos radianos em um círculo, você conseguiu visualizar a forma clara de como os radianos estão relacionados ao comprimento do arco? Explique sua compreensão sobre esse conceito.

Sim, pois independente do tamanho da circunferência, quando o barbante possui o mesmo tamanho do raio, é possível encontrar 6 radianos e uns quebrados.

2. Ao completar o círculo trigonométrico, como você conseguiu relacionar os dados angulares em graus com suas respectivas representações em radianos?

Através da regra de três e da compreensão de que $\pi = 180^\circ$.

3. Quais foram as principais dificuldades ao realizar a conversão entre graus e radianos? O que você ajudou a superar essas dificuldades?

Não tive dificuldades.

Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

Figura 18 - Respostas do aluno às questões 4 e 5, abordando estratégias, padrões identificados e processos de medição

4. Ao preencher as lacunas dos ângulos no círculo trigonométrico, houve algum padrão que facilitou seu trabalho? Se sim, qual foi?

Sim, pois todos os ângulos estavam divididos de forma exata, com cada grau possuindo 15° de diferença entre cada um.

5. Que estratégia você utilizou para calcular quantos radianos cabem em um círculo completo? Você fez uso de alguma fórmula ou raciocínio lógico? Descreva o processo.

Utilizei um pequeno pedaço de barbante que possuía a mesma medida do raio do círculo e fui contando os radianos na circunferência.

Fonte: Dados da pesquisa, 2025

Questões subsequentes (**Figuras 19 e 20**) exploraram a colaboração, a comparação entre as unidades e a autopercepção da aprendizagem. Um padrão claro emergiu: enquanto muitos alunos declararam preferir o uso de graus no cotidiano por maior familiaridade, reconheceram a utilidade dos radianos em contextos de "movimento circular" ou "cálculos mais precisos". Apesar de relatarem maior

confiança, uma demanda quase unânime por "mais prática" foi expressa, indicando a consciência de que a fluência na manipulação do novo conceito ainda era um processo em construção.

Figura 19 - Respostas do aluno às questões 6, 7 e 8, relativas ao trabalho colaborativo e à comparação entre radianos e graus

6. Durante a atividade de preenchimento dos ângulos em graus e radianos, você trabalhou de forma independente ou trocou ideias com colegas? Como essa troca influenciou no seu entendimento?	Trabalhei de forma independente.
7. Como a exploração dos radianos e graus no círculo trigonométrico pode te ajudar em outros contextos matemáticos, como no estudo de funções trigonométricas ou em problemas envolvidos no movimento circular?	Pode ajudar na operação de coordenadas e compreensão de ângulos.
8. Após realizar a atividade, você acha que os radianos são mais fáceis de usar do que os graus em certos tipos de problemas? Por quê?	Não, pois prefiro trabalhar com números certos em determinadas situações.

Fonte: Elaborado pela autora, 2025

Figura 20 - Respostas do aluno às questões 9 e 10 e 11, sobre a confiança no uso de radianos, insights obtidos.

9. Você se sente mais confiante agora para resolver problemas que envolvem ângulos medidos em radianos? Que aspectos do conteúdo ainda precisam ser mais trabalhados?	Sim, mas ainda me falta prática para utilizar esse conhecimento para resolução de problemas.
10. Qual foi a parte mais interessante da atividade para você? Houve algum momento em que você teve um "insight" ou uma nova compreensão?	Foi a identificação dos radianos e do número "π", onde $\pi \text{ rad} = 6,28$ e $\pi = 3,14$ → metade do radiano.

Fonte: Elaborado pela autora, 2025

Por fim, a questão 11 buscou coletar sugestões de melhorias para o estudo do tema, assim o enunciado foi: “O que você acredita que poderia ser feito para melhorar a atividade e facilitar ainda mais a compreensão dos conceitos de radianos e graus?”. Ao tempo que o aluno respondeu: *“Mais tempo para estudo e resolução de problemas”*.

8.6.2 Análise Interpretativa da Atividade

A análise integrada dos registros permite identificar três movimentos cognitivos principais que caracterizaram a aprendizagem do grupo:

- **Da Experiência Tangível à Formalização Abstrata:** A atividade prática com o barbante cumpriu um papel crucial de organizador prévio concreto (AUSUBEL, 2003). Ao medirem quantos raios "cabiam" na circunferência, os estudantes não calcularam um número abstrato; construíram uma imagem mental do radiano como uma medida de arco. A frequente menção a esse experimento em suas justificativas escritas – *“usamos o barbante para ver quantos raios dava”* – atesta que a abstração “ 2π radianos” foi ancorada em uma vivência sensorial, promovendo uma aprendizagem significativa.
- **Internalização da Proporcionalidade como Eixo Estruturante:** O preenchimento preciso do círculo trigonométrico demonstra que a relação $\pi = 180^\circ$ foi apreendida não como uma fórmula isolada, mas como um caso particular de uma proporção geral. Os registros de cálculo mostram que os alunos aplicavam consistentemente raciocínios do tipo *“se 180° é π , então 90° é $\pi/2$ ”*. Esta internalização da lógica proporcional permitiu que lidassem com a tarefa de forma autônoma e generalizável, transcendendo a mera memorização de uma tabela de conversão.
- **Desenvolvimento de uma Consciência Metacognitiva sobre as Ferramentas Matemáticas:** As respostas ao questionário reflexivo revelam um salto qualitativo na relação dos estudantes com o conhecimento. Eles não apenas aprenderam *o que* são radianos, mas começaram a refletir sobre *quando e por que* usá-los, comparando-os criticamente com os graus. Além disso, a autorreflexão sobre a *“falta de prática”* e a necessidade de *“mais concentração”* indica um amadurecimento da autonomia intelectual e da capacidade de gerenciar seu próprio aprendizado – aspectos centrais de uma educação libertadora (FREIRE, 1996).

8.6.3 Síntese Interpretativa dos Resultados da Temática

A análise desta temática evidencia que a abordagem investigativa, ao articular manipulação concreta, resolução de problemas e reflexão guiada, foi eficaz na construção coletiva de um conceito tradicionalmente considerado abstrato e difícil.

a) A superação da definição estéril: Os estudantes superaram a visão do radiano como meramente *"outra unidade"* para entendê-lo como uma *"relação intrínseca entre ângulo e arco"*, cujo significado foi construído a partir da ação mediada e da descoberta.

b) O erro e a prática como parte do processo: Dificuldades operacionais, como erros de cálculo ou confusão momentânea nos quadrantes, foram tratadas pelos próprios alunos – muitas vezes em discussão com os pares – como problemas a serem resolvidos dentro da lógica do sistema, e não como falhas insuperáveis. A demanda por *"mais prática"* sinaliza o desejo de dominar a ferramenta, não o desconhecimento de seu princípio. Os alunos sugerem *"prestar mais atenção"*, e *"me concentrar mais"*, sugerindo que a dificuldade é mais operacional do que conceitual.

c) A contextualização histórica como geradora de sentido: O vínculo estabelecido com o "enigma de Eratóstenes" conferiu uma finalidade e uma narrativa à atividade, transformando um exercício de conversão em uma missão de investigação. Isso resgatou para os alunos a dimensão da matemática como uma linguagem para descrever e medir o mundo.

À luz da Análise Textual Discursiva, os dados demonstram um processo de ressignificação conceitual. O círculo trigonométrico deixou de ser um diagrama estático a ser decorado para se tornar um espaço dinâmico de exploração, onde relações de proporção, simetria e periodicidade puderam ser descobertas e validadas pelo grupo. Esta temática consolidou, portanto, os alicerces necessários para a etapa seguinte: o estudo das funções trigonométricas propriamente ditas como leis que mapeiam esse círculo ao conjunto dos números reais.

8.7 Temática 6 – Aplicação Prática da Função Tangente: Do Modelo Teórico à Ação no Espaço Escolar

A culminância da sequência didática se concretizou na aplicação prática das funções trigonométricas para resolver um problema real no ambiente escolar. Nesta temática iremos analisar especificamente a trajetória do Grupo 1 (Tangente), encarregado de determinar a altura de um dos prédios da escola (o grupo escolheu o

do auditório), utilizando o ângulo de elevação solar e o comprimento da sombra. A escolha por um recorte analítico focado justifica-se pela necessidade de profundidade interpretativa: a atividade da tangente oferece um caso paradigmático para observar a transição completa do conhecimento abstrato para a ação prática, envolvendo modelagem matemática, análise de variação, consciência crítica sobre o modelo e execução colaborativa. Os processos investigativos, desafios e estratégias identificados neste grupo são representativos da dinâmica experienciada coletivamente, permitindo uma análise densa e alinhada ao objetivo central de compreender a consolidação da aprendizagem por meio da ABP.

8.7.1 Pró-análise e Contexto da Atividade.

Esta atividade teve como propósito principal consolidar a compreensão da função tangente por meio de sua aplicação em um contexto autêntico e desafiador. A proposta exigiu que os estudantes mobilizassem conhecimentos previamente construídos para planejar e executar uma investigação que integrou o uso de instrumentos (trena e transferidor), a seleção e manipulação correta da relação trigonométrica e a consideração de variáveis práticas intervenientes.

Organizados no Grupo da Tangente, os alunos percorreram um percurso que vai da simulação e modelagem teórica em sala de aula até a coleta e análise de dados no espaço escolar. As produções deste grupo – esquemas resolutivos, tabelas de variação, gráficos, registros fotográficos e respostas a um questionário reflexivo – constituem um *corpus* empírico rico para analisar os processos de aprendizagem aplicada, a superação de obstáculos e a atribuição de sentido final ao conceito matemático.

8.7.2 Desenvolvimento da Atividade e Registros Produzidos

A atividade foi estruturada em duas fases interligadas: uma fase de modelagem e análise teórica e uma fase de aplicação prática e coleta de dados.

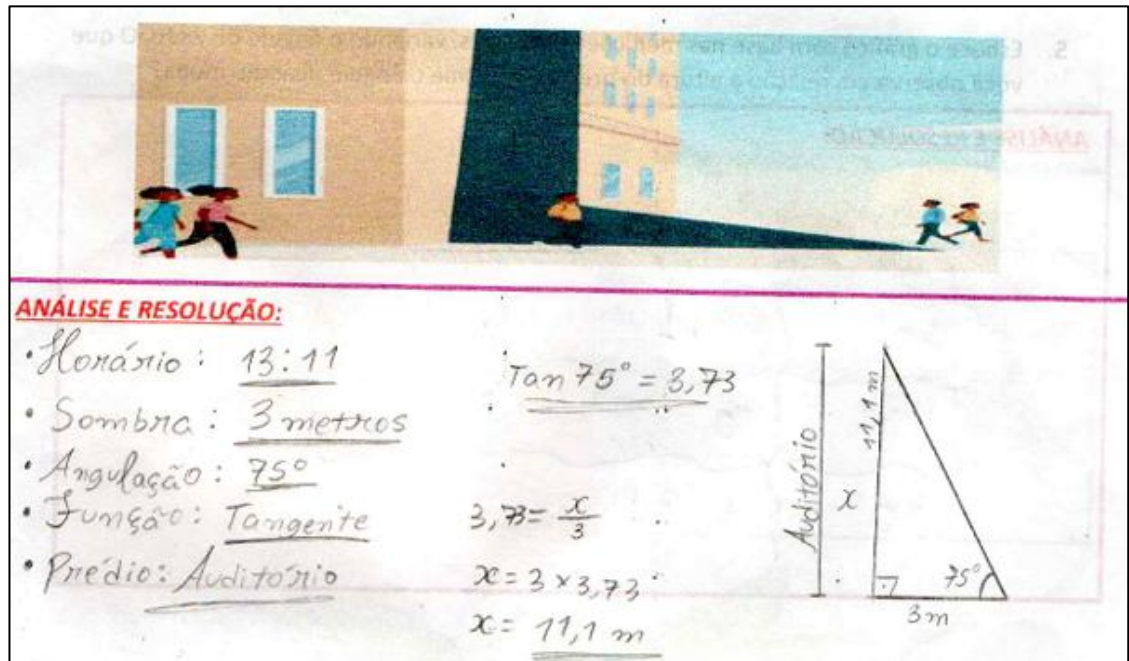
Inicialmente, os alunos se debruçaram sobre um problema escrito que os posicionava no espaço escolar e estruturava o método de investigação. O roteiro orientava o grupo a:

- **Medir:** com auxílio de trena, o comprimento da sombra do prédio, e, com auxílio de um transferidor, o ângulo de elevação do Sol;

- **Registrar:** esses dados (que no caso do grupo em análise resultaram em 3 metros para a sombra e 75° para o ângulo); e
- **Aplicar:** o conceito da referida função para calcular (neste caso), a altura.

A Figura 21 apresenta a resolução que seguiu essa sequência, partindo dos dados reais coletados pelo grupo:

Figura 21 - Situação-problema e resolução da altura do prédio com uso da tangente de 75° , a partir da medida da sombra de 3 metros.



Fonte: Dados da pesquisa, 2025

Concluídas as etapas de medição, registro e cálculo, um questionário com 10 questões conduziu os alunos participantes no aprofundamento da análise das respectivas funções. As respostas iniciais (**Figura 22**) mostram a correta identificação dos dados do problema, a seleção da função tangente e uma justificativa precisa baseada na relação entre os catetos do triângulo retângulo modelado

Figura 22 - Respostas às questões da Fase 1: medidas coletadas, função utilizada e justificativa da escolha.

FASE 1

Responda:

- Qual foi a distância da sombra (S) que você mediu? 3 metros.
- Qual foi o ângulo de elevação (θ) que você mediu? 75° .
- Qual das funções trigonométricas você utilizou para resolver esse problema? Justifique sua escolha.
Tangente de 75° , relacionando o cateto adjacente e o oposto, em prol de obter a medida da altura
- Qual foi a altura aproximada do prédio? aprox. 11,1 metros.

Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

A questão 5 deslocou o foco para o comportamento da função. Os alunos preencheram uma tabela (**Figura 23**) calculando a altura para ângulos de 75° , 60° , 45° e 30° , constatando a variação.

Figura 23 - Tabela com diferentes ângulos de visão e respectivas alturas estimadas

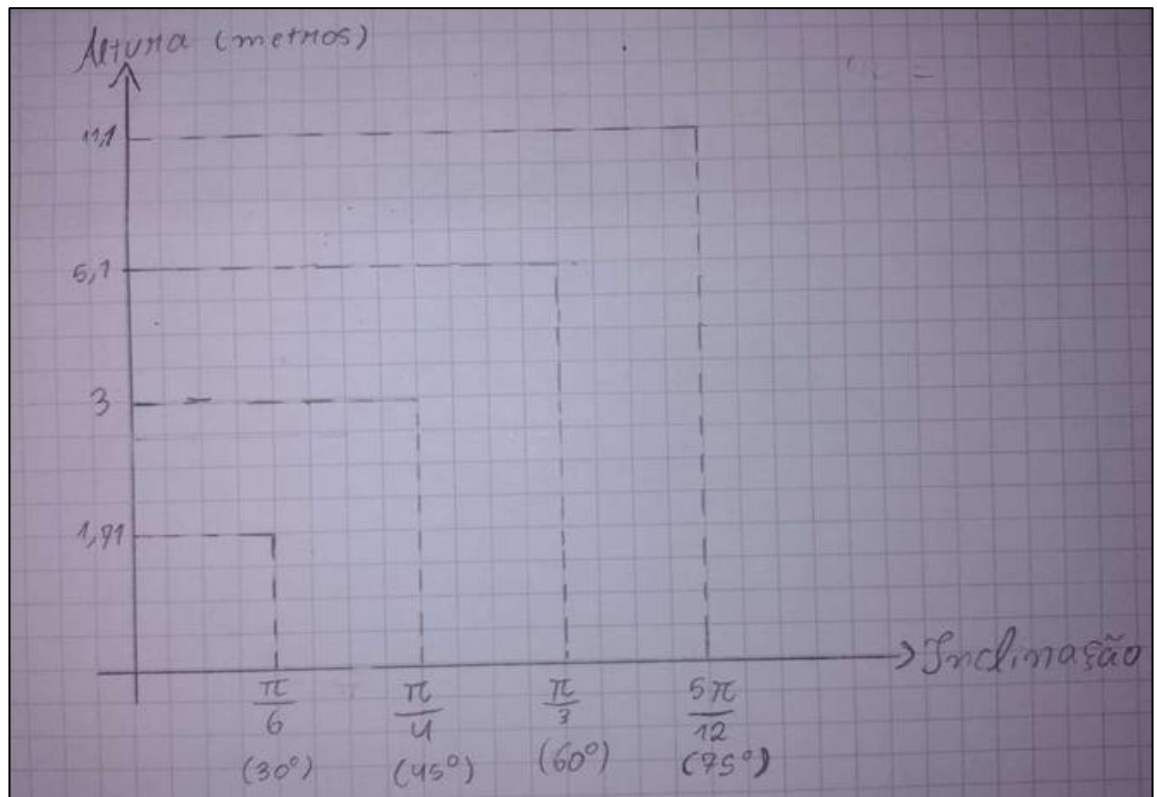
ANÁLISE E RESOLUÇÃO:

ângulo	altura
75°	33,7
60°	5,1
45°	3
30°	1,71

Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

A partir desses dados, os alunos construíram um gráfico (**Figura 24**) que representou visualmente a relação não linear, marcando os eixos tanto em graus quanto em radianos.

Figura 24 - Gráfico representando a variação da altura em função do ângulo, evidenciando a relação inversa entre essas grandezas.



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

As questões 6 a 10 promoveram uma reflexão crítica. Na **Figura 25**, descreveram a relação inversa entre ângulo e altura.

Figura 25 - Resposta do aluno à questão 6: Análise da relação entre a variação do ângulo de visão e a altura calculada do prédio.

6. Como a variação do ângulo de visão impacta a altura calculada do prédio? Descreva a relação observada entre o ângulo e a altura.

Quando o ângulo diminui, a altura diminui simultaneamente.

Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

As questões 7 e 8 (**Figuras 26 e 27**) testaram a reversibilidade do raciocínio, com os alunos manipulando algebricamente a fórmula para encontrar distâncias e o ângulo exato, demonstrando domínio operacional.

Figura 26 - Resposta do aluno à questão 7: Estimativas de distâncias necessárias para diferentes ângulos de visão, baseando-se nas medições realizadas.

7. Qual seria a distância aproximada necessária para que o prédio tenha a altura desejada? Justifique sua resposta com base nas medições.

$$\tan 60^\circ = 6,41\text{ m} / \tan 45^\circ = 11,1\text{ m} / \tan 30^\circ = 19,4\text{ m}$$

Fonte: Dados da pesquisa, 2025

Figura 27 - Resposta do aluno à questão 8: Determinação do ângulo de visão necessário para obter a altura correta do prédio, considerando a sombra medida

75° de inclinação para 3 metros de sombra

Fonte: Dados da pesquisa, 2025

O ápice da reflexão crítica apareceu nas questões finais. Na **Figura 28**, os alunos discutiram como a altura do instrumento ou do observador poderia interferir na medição do ângulo, propondo um ajuste ao resultado final.

Figura 28 - Resposta do aluno à questão 9: Reflexão sobre a influência da altura da pessoa que realiza a medição no cálculo da altura final do prédio.

9. A altura da pessoa que está realizando a medição interfere no cálculo da altura final do prédio? Explique como e por que essa interferência ocorre.

Depende da posição dos instrumentos utilizados para medir as dimensões. Se o transferidor estiver fora do chão, a altura final deve ser somada com a altura do transferidor. Isso ocorre porque o ângulo de inclinação muda dependendo da altura que ele se encontra.

Fonte: Dados da pesquisa, 2025

Na **Figura 29**, relataram dificuldades reais, como a precisão da medição angular e a seleção inicial da função, detalhando como as superaram por meio da colaboração e da retomada dos conceitos.

Figura 29 - Resposta do aluno à questão 10: Dificuldades encontradas durante as medições e cálculos, e estratégias utilizadas para solucionar os desafios.

A maior dificuldade foi encontrar a função trigonométrica correta para descobrir a altura do auditório, além de descobrir a inclinação do sol em um horário próximo de 12h (meio-dia).

Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

A **Figura 30** documenta o momento da ação, mostrando a medição do comprimento real da sombra e a estimativa do ângulo de elevação solar com os instrumentos. Esta etapa materializou a aprendizagem, transformando a teoria em procedimento e exigindo negociação, precisão e adaptação às condições reais.

Figura 30 - Grupo medindo inclinação e distância da sombra com o auxílio do transferidor e a trena



Fonte: Dados da pesquisa, 2025

8.7.3 Análise Interpretativa da Atividade

A análise da atividade revela uma consolidação da aprendizagem que se manifesta em três dimensões:

- **Internalização da Tangente como Modelo Relacional:** Os estudantes demonstraram ter superado a visão da tangente como uma fórmula estática, compreendendo-a como uma ferramenta de modelagem que relaciona grandezas do mundo real (altura, distância, ângulo). A escolha correta da função e a manipulação algébrica para isolar diferentes variáveis evidenciam que a relação foi apreendida em sua funcionalidade, não apenas em sua forma.

- **Compreensão do Comportamento Funcional e Gráfico:** A construção da tabela e do gráfico representou um momento de síntese cognitiva. Ao calcular e visualizar pontos da função, os alunos conectaram a expressão algébrica $\tan(\theta)$ ao seu comportamento crescente e não linear. Esta representação múltipla (numérica, algébrica e gráfica) solidificou a compreensão conceitual de maneira significativa.

- **Desenvolvimento do Pensamento Crítico e da Autonomia Investigativa:** O aspecto mais significativo foi a capacidade dos alunos de problematizar seu próprio método. A discussão sobre a interferência da altura do instrumento (Figura 28) revela a consciência de que um modelo matemático é uma simplificação da realidade e que suas premissas devem ser examinadas. O relato das dificuldades e das estratégias de superação (Figura 29) evidencia uma postura metacognitiva e resiliente, marca de um aprendiz autônomo que gerencia obstáculos como parte constitutiva da investigação científica.

-

8.7.4 Síntese Interpretativa dos Resultados da Temática

Esta atividade funcionou como a síntese viva da sequência didática, materializando os princípios da ABP e demonstrando a efetiva consolidação da aprendizagem.

a) A Matemática como Tecnologia do Pensamento: O problema conferiu um propósito tangível a toda a trajetória de aprendizagem. A trigonometria deixou de ser um conteúdo curricular para se tornar uma tecnologia intelectual utilizada para intervir e compreender o espaço imediato, cumprindo o objetivo de atribuição de sentido e aplicabilidade.

b) A Prática como Espaço de Complexificação e Validação: A etapa de medição no pátio foi onde a teoria encontrou a complexidade do real. Lidar com sombras difusas, imprecisão instrumental e variáveis não previstas forçou os alunos a adaptarem e robustecerem seu modelo, consolidando a aprendizagem de forma mais profunda e duradoura do que qualquer exercício fechado.

c) A Construção Social de um Saber Aplicado: A superação dos desafios foi profundamente colaborativa. As discussões para interpretar dados, validar resultados e criticar o método foram processos dialógicos que distribuíram a cognição e promoveram a construção coletiva do conhecimento, alinhando-se à perspectiva freiriana de uma educação problematizadora

Em síntese, a análise do percurso do Grupo da Tangente revela uma transformação na identidade discente em relação à matemática. Os estudantes se perceberam como agentes capazes de utilizar ferramentas conceituais para desvendar seu entorno. A função tangente foi aprendida em sua plenitude: como conceito, algoritmo, representação gráfica e, sobretudo, como uma lente poderosa para ler e interagir com o mundo real, validando a eficácia da ABP e da exploração do espaço escolar como eixos de um ensino transformador.

8.8 Síntese Avaliativa: A Percepção Discente sobre a Aprendizagem das Funções Trigonométricas

8.8.1 Pró-análise do Instrumento Auto avaliativo

Para verificar as aprendizagens construídas e captar a percepção dos estudantes sobre o percurso percorrido, foi aplicado, ao final da sequência didática, um formulário de autoavaliação composto por questões abertas. Este instrumento buscou identificar não apenas a evolução conceitual, mas também as dificuldades enfrentadas, as estratégias de superação, o impacto das atividades práticas e o desenvolvimento de competências investigativas e colaborativas. A opção por questões abertas permitiu que os alunos expressassem livremente suas impressões, proporcionando um *corpus* discursivo rico para uma análise qualitativa das percepções construídas coletivamente sobre o processo de aprendizagem.

A utilização de questões abertas possibilitou que os alunos expressassem suas opiniões de maneira livre, permitindo uma análise qualitativa das aprendizagens e

percepções construídas. O formulário foi respondido pelos alunos participantes logo após a conclusão de todas as atividades da sequência didática.

8.8.2 Análise das Percepções Coletivas

A análise integrada das respostas dos 14 participantes revela padrões consistentes em suas percepções, que podem ser organizadas em quatro eixos centrais. A **TABELA 1** apresenta um recorte ilustrativo dessas respostas, exemplificando as tendências discursivas mais frequentes observadas no conjunto dos formulários. Este recorte não representa um caso excepcional, mas serve como evidência concreta dos eixos interpretativos que emergiram da análise coletiva.

Tabela 2– Autoavaliação do Aluno 1 sobre as Atividades de Funções Trigonométricas

Pergunta	Resposta do Aluno
Como você descreveria as atividades recentes relacionadas a funções trigonométricas?	<i>“Atividades muito envolventes que nos colocam em constante contato prático... apresentam alternativas para solucionar problemas do cotidiano.”</i>
O que mais chamou sua atenção durante as atividades?	<i>“O envolvimento prático que cada atividade trouxe para a sua resolução.”</i>
Você sentiu que as atividades contribuíram para uma melhor compreensão das funções trigonométricas? Por quê?	<i>“Com certeza, pois trouxe uma experiência nova na compreensão... e fixou esse conhecimento na minha mente através das atividades.”</i>
Quais conceitos específicos foram mais desafiadores ou mais fáceis de compreender?	<i>“A mais difícil foi a parte dos gráficos... já as mais fáceis foram as relações dos triângulos e os cálculos das funções.”</i>
Consegue identificar situações do cotidiano em que as funções trigonométricas poderiam ser aplicadas após as atividades recentes?	<i>“Sim, como calcular a altura da minha casa, a altura do poste de luz... além de ter ajudado a solucionar questões em vestibulares.”</i>
Como essas atividades influenciaram sua capacidade de resolver problemas práticos relacionados às funções trigonométricas?	<i>“Me trouxeram uma experiência que posso replicar em situações que talvez eu precise aplicar as funções.”</i>
Como foi a colaboração com seus colegas durante as atividades recentes?	<i>“Foi perfeita, todos tiveram muito envolvimento... e contribuíram de forma efetiva.”</i>
Você sentiu que sua participação ativa contribuiu para seu aprendizado?	<i>“Sim, pois me colocou à prova de solucionar um problema... forçando a colocar conhecimentos em prática, retomar dificuldades e fixar tudo.”</i>

Em que aspectos você percebeu um crescimento ou aprimoramento pessoal durante esse período de aprendizado?	<i>“Percebi um aprendizado quando... fui resolver uma lista de exercícios e consegui compreender facilmente todas as questões.”</i>
Como você se sente em relação ao estudo de funções trigonométricas após essas atividades?	<i>“Muito tranquilo, coisa que não acontecia antes... sobre as trigonométricas, posso dizer que não esqueço mesmo.”</i>

Fonte: Dados da pesquisa, 2025

A partir de respostas como essas, foram delineados os seguintes eixos interpretativos:

1. Valorização da Abordagem Prática e Investigativa: A maioria dos estudantes descreveu as atividades como *“dinâmicas”* e *“envolventes”*, destacando o *“envolvimento prático”* como elemento mais marcante (cf. Quadro 1, respostas 1 e 2). Frases como *“aprendi fazendo”* e *“foi diferente só ficar na teoria”*, recorrentes no *corpus*, sinalizam uma clara preferência e valoração da metodologia ativa em contraste com abordagens expositivas tradicionais.

2. Reconhecimento da Evolução Conceitual e das Dificuldades Superadas: Os alunos foram unânimes em afirmar que as atividades contribuíram para uma *“melhor compreensão”* e *“fixação” dos conceitos* (cf. Quadro 1, resposta 3). Eles identificaram com clareza pontos de avanço e desafio. As dificuldades mais citadas concentraram-se na construção e interpretação de gráficos, conteúdo percebido como mais abstrato (cf. Quadro 1, resposta 4). Por outro lado, as facilidades foram associadas às medições práticas e aos cálculos das razões, vistos como extensão de saberes prévios. A consciência sobre essa trajetória é expressa em relatos como *“no começo foi difícil, mas depois fazendo a atividade deu para entender”*.

3. Percepção de Aplicabilidade e Transferência do Conhecimento: Um resultado significativo foi a capacidade dos alunos de projetar o uso do conhecimento além da sala de aula (cf. Quadro 1, resposta 5). Eles citaram aplicações no cotidiano e também reconheceram a utilidade para *“vestibulares e provas”*. Isso indica uma resignificação da utilidade da trigonometria, que deixou de ser vista como conteúdo inaplicável para ser entendida como uma ferramenta potencialmente útil.

4. Desenvolvimento de Competências Socioemocionais e Metacognitivas: As respostas evidenciam um crescimento que transcende o

conteúdo matemático. Os alunos destacaram o valor da colaboração (cf. Quadro 1, resposta 7), o aumento da confiança (cf. Quadro 1, resposta 10) e o desenvolvimento do raciocínio lógico. A fala sobre ser “*colocado à prova*” (cf. Quadro 1, resposta 8) revela uma percepção de que a aprendizagem exigiu e desenvolveu autonomia, resiliência e uma postura ativa diante dos desafios, com reflexo positivo até na resolução de exercícios formais (cf. Quadro 1, resposta 9).

8.8.3 Síntese Interpretativa: A Autoavaliação como Reflexo da Aprendizagem Significativa

A análise das autoavaliações não serve apenas para listar opiniões, mas para validar, pela perspectiva dos próprios aprendizes, os efeitos da proposta pedagógica.

Os dados coletados revelam que a sequência didática, fundamentada na ABP, cumpriu seu papel de promover uma aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003). A ancoragem dos novos conceitos em atividades práticas e problematizadas permitiu que os alunos os assimilassem de forma não arbitrária, atribuindo-lhes sentido pessoal e utilidade percebida. A menção constante à prática como facilitadora da compreensão e da fixação é um forte indicador desse processo.

Além disso, as falas dos estudantes ecoam os princípios de uma educação problematizadora e libertadora (FREIRE, 1996). Ao se verem desafiados a resolver problemas reais, em grupo, eles experimentaram um deslocamento de posição: de objetos passivos do ensino para sujeitos ativos da sua aprendizagem. O relato do crescimento da confiança e da autonomia é testemunho dessa mudança na relação com o saber matemático.

Em conclusão, a autoavaliação final configura-se como um poderoso instrumento de escuta que confirma a efetividade da abordagem. As percepções dos alunos convergem para apontar que a integração da ABP com a exploração do espaço escolar não apenas facilitou a compreensão conceitual das funções trigonométricas, mas também fomentou o engajamento, a colaboração e uma visão mais positiva e aplicada da matemática, consolidando os objetivos formativos almejados pela pesquisa.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa, ao integrar a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) com a exploração do espaço escolar, propôs-se a analisar os efeitos dessa abordagem no ensino e na aprendizagem das funções trigonométricas no 3º ano do Ensino Médio. A análise sistemática das atividades implementadas – desde o levantamento dos conhecimentos prévios até a aplicação prática da tangente para medição de alturas – evidencia a efetividade da metodologia adotada na promoção de uma aprendizagem significativa e engajadora.

Os resultados demonstram um percurso marcado pelo envolvimento ativo dos estudantes, pela superação progressiva de dificuldades conceituais e, sobretudo, pela ressignificação do sentido da trigonometria. Os alunos não apenas consolidaram saberes matemáticos – internalizando as razões e funções trigonométricas a partir da lógica da proporcionalidade e da modelagem – como também desenvolveram competências fundamentais, tais como raciocínio lógico, colaboração, autonomia investigativa e pensamento crítico. A autoavaliação final corrobora essa transformação, revelando uma percepção discente de maior confiança, utilidade prática e domínio do conteúdo.

Este processo dialoga diretamente com os referenciais teóricos que embasam a pesquisa. A aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003) foi possibilitada pela ancoragem dos novos conceitos em experiências concretas e problemas reais, evitando a assimilação arbitrária e mecânica. Ao mesmo tempo, a pedagogia problematizadora (FREIRE, 1996) materializou-se ao colocar os alunos como sujeitos ativos na investigação de seu próprio entorno, transformando o ensino da matemática em uma prática contextualizada e libertadora. A ABP, portanto, mostrou-se uma arquitetura pedagógica potente para operacionalizar essa convergência teórica.

Como principal contribuição prática, esta pesquisa gerou um Produto Educacional na forma de uma sequência didática investigativa, estruturada em 16 situações de ensino organizadas em seis blocos temáticos. Validado por banca examinadora, o produto configura-se como um material estruturado, replicável e adaptável, que oferece aos professores um caminho metodológico claro para ensinar funções trigonométricas por meio da ABP, utilizando o espaço escolar como laboratório vivo. Sua relevância reside justamente em preencher uma lacuna identificada na literatura, ao articular de forma sistemática a ABP, o núcleo conceitual da trigonometria e a exploração do ambiente escolar.

10 LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Reconhece-se que o estudo possui limitações inerentes à sua natureza qualitativa e ao contexto específico de aplicação. A pesquisa foi desenvolvida com uma amostra de 14 alunos de uma única escola pública, o que, embora permita uma análise profunda do fenômeno, não possibilita generalizações estatísticas. A implementação também dependeu da disponibilidade de recursos materiais simples (como trenas e transferidores) e de um tempo curricular flexível para as atividades investigativas, fatores que podem variar em diferentes realidades escolares.

Tais limitações apontam para direções promissoras de investigação futura. Sugere-se:

1. A replicação da sequência didática em contextos diversos (escolas rurais, urbanas, com diferentes infraestruturas) para verificar sua adaptabilidade e eficácia em larga escala.
2. Estudos de natureza mista (qualiquantitativos) que possam mensurar, com maior abrangência, o impacto da abordagem no desempenho acadêmico dos estudantes em avaliações padronizadas.
3. Investigações que acompanhem a implementação do Produto Educacional por outros professores, focando nos desafios e nas estratégias de mediação docente nesse modelo de ensino.
4. A expansão da proposta para outros conteúdos matemáticos do Ensino Médio que se beneficiem de uma abordagem baseada em problemas e na exploração do espaço.

CONCLUSÃO

Em síntese, esta pesquisa reforça o potencial transformador da Aprendizagem Baseada em Problemas quando aliada à valorização do contexto do aprendiz. Ao demonstrar que é possível ensinar trigonometria de modo significativo, crítico e aplicado, mesmo em condições de infraestrutura simples, o estudo reafirma a viabilidade e a urgência de se repensar as práticas pedagógicas na Educação Matemática. O Produto Educacional desenvolvido e as evidências aqui apresentadas oferecem, assim, uma contribuição concreta para a formação de professores e para a construção de uma escola mais dialógica, investigativa e sintonizada com a realidade de seus estudantes.

REFERÊNCIAS

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

BERBEL, Neusi Aparecida Navas. **As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes**. *Semina: Ciências sociais e humanas*, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011.

BLASS, Leandro; IRALA, Valesca Brasil. O uso da Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) como metodologia de ensino em aulas de Cálculo Numérico. *Revista de Educação Matemática*, v.17, p. 1-24, 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-de-educacao/base-nacional-comum-curricular-bncc>. Acesso em: 25 mar. 2023.

BOROCHOVICIUS, E.; TASSONI, E. C. M. Aprendizagem baseada em problemas: uma experiência no ensino fundamental. *Educação em Revista*, v. 37, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-469820706>. Acesso em: 01 set. 2025.

BOROCHOVICIUS, E.; TORTELLA, J. C. B. **Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas**. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, v. 22, n. 83, p. 263–294, jun. 2014. Link de acesso <https://www.scielo.br/j/ensaio/a/QQXPb5SbP54VJtpmvThLBTc/>. Acesso em 30/03/2025

BORTOLI, Gladis. **Um olhar histórico nas aulas de trigonometria: Possibilidades de uma prática pedagógica investigativa**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) – Centro Universitário Univates, Lajeado/RS, 2012. Disponível em: <https://www.univates.br/bduserver/api/core/bitstreams/1f94d8bd-a16a-46b9-a3b2-4cab4ae5cfa7/content>

CARDOSO, Mikaelle Barboza. **Seqüências didáticas: orientações para iniciantes na pesquisa em educação matemática**. Iguaçú, CE: Quipá Editora, 2024.

COSTA, Bruno De Paula et al.. **Dificuldades de aprendizagem da trigonometria**. Anais VI CONEDU. Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/59909>>. Acesso em: 13/06/2024 15:52

CURRÍCULO DE REFERÊNCIA ÚNICA DO ACRE. Governo do Estado do Acre. Secretaria de Estado de Educação, Cultura e Esportes. 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/implementacao/curriculos_estados/ac_curriculo_acre.pdf. Acesso em: 17 de nov. de 2024.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade**. 2. Ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

DIESEL, Aline; BALDEZ, Alda Leila Santos; MARTINS, Silvana Neumann. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica 2017. Volume 14.

DOMINGUES, M. A. F. G.; SANTOS JUNIOR, G. dos. **Aprendizagem baseada em problemas no ensino de estatística: uma análise comparativa e reflexiva**. Educação Matemática Pesquisa. Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 209–228, 2024. DOI: 10.23925/1983-3156.2024v26i2p209-228. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/67165>. Acesso em: 16 set. 2024.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

FREITAS, Paulo Julio de. **Atividades práticas de matemática aplicadas na topografia**. 2021. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Três Lagoas/MS, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/3696>.pdf Acesso em: 08/04/2025.

GLASGOW, Neal A. **Ensino e Aprendizagem hoje**: modelos básicos e opções. In: LOPES, R. M.; SILVA FILHO, M. V., ALVES, N. G. (organizadores). Aprendizagem baseada em problemas: Fundamentos para a aplicação no ensino Médio e na Formação de Professores. Rio de Janeiro: Publiki, 2019. [p. 17 – 45].

IEZZI, Gelson. **Fundamentos de matemática elementar 3: trigonometria**. 9. ed. São Paulo: Atual, 2013.

LEAL JUNIOR, Luiz Carlos; ONUCHIC, Branca Jurema. **Ensino e aprendizagem de matemática através da resolução de problemas como prática sociointeracionista**. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, v. 29, n. 53, p. 955–978, 2015. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v29n53a09>

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 12, p. 117-128, 2006.

MARTINS, L.; GALVÃO, M. E. E. L. A Trigonometria nos Livros Didáticos do Ensino Fundamental e Médio das Escolas Estaduais de Linhares/ES à Luz dos Três Mundos da Matemática. In: 11º SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA; 2º SEMINÁRIO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*, 2020, Online. **Anais...** 2020. p. 1-16. Disponível em: <https://repositorio.pgsscogna.com.br/handle/123456789/33200>. Acesso em: 22/12/2026.

MORÁN, José et al. Mudando a educação com metodologias ativas. **Coleção mídias contemporâneas. Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens**, v. 2, n. 1, p. 15-33, 2015.

OLIVEIRA JÚNIOR, Amarildo de L. **Trigonometria: da origem à aplicações no esporte**. Trabalho de conclusão (Mestrado Profissional em Matemática) – Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2017.

RAMOS, Mirla Vieira. **Percepções de alunos do 3º ano do Ensino Médio sobre o ensino e aprendizagem da trigonometria**. Monografia (Especialização em Matemática) – Instituto Federal da Paraíba, Cajazeiras, 2021.

SANTOS, Everton de Sousa. **Ensino-Aprendizagem da Trigonometria no Ensino Médio: um olhar para os livros didáticos**. 2014. Monografia (Licenciatura em Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014.

SILVA, Ítalo M. R.; SANTOS, Gabriel G. dos. **Percepções e dificuldades de alunos em uma oficina de trigonometria**. Universidade Federal de Goiás, 2023.

Disponível em:
<https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/29/o/PERCEP%C3%87%C3%95ES.pdf>. Acesso em 04 set. 2025.

SKOVSMOSE, Ole. **Educação Matemática Crítica: a questão da democracia**. Campinas, SP: Papyrus, 2001

SMOLE, K. S.; DINIZ, M. I. (Org.). **Resolução de problemas nas aulas de matemática: o recurso problemateca**. Porto Alegre: Penso, 2016. (Coleção Mathemateca ; v. 6).

SOUZA, S. C.; DOURADO, I. Aprendizagem baseada em problemas (abp): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo. *Holos*, Natal, v. 31, n. 5, p. 182-200, set. 2015.

SOUZA, G. O. de, & TINTI, D. da S. (2020). **Metodologias Ativas no Ensino de Matemática: panorama de pesquisas desenvolvidas em Mestrados Profissionais**. *TANGRAM - Revista De Educação Matemática*, 3(1), 74–97. <https://doi.org/10.30612/tangram.v3i1.10616> . Acesso em 30/03/2025

SOUZA, Paulo César Tavares de. (2018). **Materiais Manipuláveis e Recursos Digitais no Ensino de Trigonometria**. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR, 2018. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/xmlui/bitstream/handle/1884/56923/R%20-%20D%20-%20PAULO%20CESAR%20TAVARES%20DE%20SOUZA.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 08/04/2025

Tangerino, L. I. (2017). Reflexões acerca do uso da aprendizagem baseada em problemas no ensino de matemática em um curso técnico integrado ao ensino médio. [Dissertação de Mestrado em Ciências e Tecnologia, Instituto Federal de Educação de São Paulo, São Paulo].

VASSALLO, Victor Hugo. **Razões Trigonométricas: Uma abordagem do Cotidiano**. 2017. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora/MG, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufjf.br/jspui/bitstream/ufjf/5407/1/victorhugovassallo.pdf> Acesso em 08/04/2025.

APÊNDICE A- INSTRUMENTOS DE CONSTRUÇÃO DE DADOS

A1 - FORMULÁRIO PARA COLETA DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS

- I. Informações Gerais:**
 - a. Nome (opcional):
 - b. Série/Ano:
 - c. Escola:

- II. Conhecimentos Prévios sobre Funções Trigonométricas:**
 - a. Como você descreveria suas experiências anteriores com funções trigonométricas (seno, cosseno e tangente)?
 - b. Quais conceitos você acredita já ter compreendido sobre essas funções?
 - c. Em quais situações ou contextos você percebeu o uso das funções trigonométricas?

- III. Percepção Pessoal:**
 - a. Como você se sente em relação ao estudo de funções trigonométricas?
 - b. Você acha que esses conceitos são relevantes para a sua vida cotidiana? Por quê?

- IV. Metodologias de Ensino Anteriores:**
 - a. Quais métodos de ensino você considerou mais eficazes para aprender matemática até agora?
 - b. Já teve experiências com metodologias ativas de aprendizagem? Se sim, como descreveria essa experiência?

- V. Expectativas em Relação à Abordagem Baseada em Problemas (ABP):**
 - a. O que você espera obter ao participar das atividades de aprendizado atuais sobre funções trigonométricas?
 - b. Quais desafios você antecipa ao estudar esses conceitos?

A.2 Roteiros para observação das atividades em sala

Dados de Identificação

Data da observação:

Atividade aplicada:

Duração prevista:

Número de alunos presentes:

1. Participação dos alunos

- Todos os alunos participaram ativamente.
- A maioria participou, com poucos desinteressados.
- Participação parcial ou limitada.
- Predomínio da passividade ou recusa à participação.

2. Interação entre os alunos (trabalho colaborativo)

- Os alunos dialogaram, compartilharam ideias e cooperaram ativamente.
- Houve colaboração, mas com pouca escuta entre os colegas.
- Trabalho em grupo ocorreu de forma superficial.
- Os alunos trabalharam de forma isolada, sem interação.

3. Relação com os materiais didáticos / recursos utilizados

- Utilizaram os recursos com autonomia e criatividade.
- Usaram os recursos conforme solicitado, com orientação da professora.
- Demonstraram dificuldades no uso dos recursos.
- Evitaram ou rejeitaram o uso dos materiais.

4. Compreensão dos conceitos explorados (durante a atividade)

- Demonstraram boa compreensão, resolvendo as tarefas com segurança.
- Compreenderam parcialmente, com apoio da professora ou colegas.
- Apresentaram dificuldades significativas durante a atividade.
- Não conseguiram desenvolver a tarefa.

5. Postura e atitude diante do desafio proposto

- Demonstraram entusiasmo, curiosidade e envolvimento.
- Participaram com interesse moderado.

() Mostraram resistência ou desinteresse.

() Recusaram-se a realizar a atividade.

6. Mediação da professora-pesquisadora

() Estimulou a reflexão, incentivou a autonomia e dialogou com o grupo.

() Atuou como facilitadora, respondendo às dúvidas e acompanhando os grupos.

() Interveio pontualmente.

() Manteve-se em posição expositiva, sem estimular a investigação.

7. Considerações gerais sobre a aula

Aspectos positivos observados:

Dificuldades percebidas:

Sugestões para replanejamento:

A.3 Questionários reflexivos aplicados aos alunos

A.3.1- Semelhança Entre Triângulos

Em posse das medições de lados e ângulos dos triângulos I e II, esboçados pelos alunos, eles realizaram as comparações entre os lados e ângulos e correspondentes. Logo após, responderam à última questão da atividade investigativa:

VI. Analisando os resultados, você diria que as figuras que você esboçou são semelhantes? Justifique na caixa de diálogo abaixo.

A.3.2- Explorando as Razões Trigonométricas: Uma Jornada Inspirada em Eratóstenes

I. Ao comparar as razões encontradas nos diferentes triângulos, o que você observa? As proporções entre os lados são consistentes?

II. As razões calculadas permanecem constantes para todos os triângulos? O que essa constância revela sobre as propriedades dos triângulos semelhantes?

III. Como essas razões trigonométricas nos ajudam a entender a semelhança entre os triângulos? De que forma a constância das razões se relaciona com a ideia de proporções e escalas?

IV. Refletindo sobre o experimento de Eratóstenes, como você acha que ele utilizou conceitos semelhantes de proporção e ângulos para medir a circunferência da

Terra? Qual a importância das razões constantes em contextos geométricos mais amplos?

V. Pensando no cotidiano, onde mais você pode encontrar situações em que as razões entre medidas desempenham um papel crucial? Como o conhecimento dessas razões pode ser útil em outras áreas?

VI.

A.3.3 - Explorando o círculo trigonométrico- Graus e Radianos Círculo Trigonométrico

I. Durante a atividade sobre a medição dos radianos em um círculo, você conseguiu visualizar a forma clara de como os radianos estão relacionados ao comprimento do arco? Explique sua compreensão sobre esse conceito.

II. Ao completar o círculo trigonométrico, como você conseguiu relacionar os dados angulares em graus com suas respectivas representações em radianos?

III. Quais foram as principais dificuldades ao realizar a conversão entre graus e radianos? O que você ajudou a superar essas dificuldades?

IV. Ao preencher as lacunas dos ângulos no círculo trigonométrico, houve algum padrão que facilitou seu trabalho? Se sim, qual foi?

V. Que estratégia você utilizou para calcular quantos radianos cabem em um círculo completo? Você fez uso de alguma fórmula ou raciocínio lógico? Descreva o processo.

VI. Durante a atividade de preenchimento dos ângulos em graus e radianos, você trabalhou de forma independente ou trocou ideias com colegas? Como essa troca influenciou no seu entendimento?

VII. Como a exploração dos radianos e graus no círculo trigonométrico pode te ajudar em outros contextos matemáticos, como no estudo de funções trigonométricas ou em problemas envolvidos no movimento circular?

VIII. Após realizar a atividade, você acha que os radianos são mais fáceis de usar do que os graus em certos tipos de problemas? Por quê?

IX. Você se sente mais confiante agora para resolver problemas que envolvem ângulos medidos em radianos? Que aspectos do conteúdo ainda precisam ser mais trabalhados?

X. Qual foi a parte mais interessante da atividade para você? Houve algum momento em que você teve um "insight" ou uma nova compreensão?

XI. O que você acredita que poderia ser feito para melhorar a atividade e facilitar ainda mais a compreensão dos conceitos de radianos e graus?

A.3.4 – Funções Trigonômicas

Conforme já fora citado, nessa atividade a turma foi dividida em três grupos, e cada um recebeu uma situação- problema que envolvia a medição de algum objeto nas dependências da escola. O questionário foi semelhante para os grupos, alterando apenas características pontuais, quando necessárias.

A.3.4.1 – G1. Medindo a Altura de Um Prédio Utilizando a Sombra

Imagine que você está no pátio da escola e vê o prédio principal projetando uma sombra no chão. Não há uma fita métrica suficientemente longa para medir diretamente a altura do prédio, mas você sabe que pode usar a sombra que ele faz e o ângulo de elevação do Sol para descobrir a altura. Sua tarefa é calcular a altura desse prédio da escola aplicando os conceitos de trigonometria que você aprendeu.

- I. Qual foi a distância da sombra (S) que você mediu?
- II. Qual foi o ângulo de elevação (θ) que você mediu?
- III. Qual das funções trigonométricas você utilizou para resolver esse problema? Justifique sua escolha.
- IV. Qual foi a altura aproximada do prédio?
- V. Esboce o gráfico com base nas medições realizadas, variando o ângulo de visão. O que você observa em relação à altura do prédio conforme o ângulo de visão muda?
- VI. Como a variação do ângulo de visão impacta a altura calculada do prédio? Descreva a relação observada entre o ângulo e a altura.
- VII. Qual seria a distância aproximada necessária para que o prédio tenha a altura desejada? Justifique sua resposta com base nas medições.
- VIII. Qual deve ser a medida do ângulo de visão necessária para obter a altura correta do prédio?
- IX. A altura da pessoa que está realizando a medição interfere no cálculo da altura final do prédio? Explique como e por que essa interferência ocorre.
- X. Quais foram as dificuldades encontradas durante as medições e os cálculos? Descreva como você solucionou esses desafios.

A.3.4.2 – G2. Medindo o Comprimento da Rampa de Acesso

Na escola, há uma rampa de acesso com inclinação de 10° . Com auxílio de uma trena, calcule a altura, em metros, entre o início da rampa e o acesso ao pátio. Com base nessas informações, calcule o comprimento da rampa.

- I. Qual foi a altura (H) da rampa que você mediu?
- II. Qual foi o ângulo de elevação (θ) da rampa que você mediu?
- III. Qual das funções trigonométricas você utilizou para resolver esse problema? Justifique a escolha.
- IV. Qual foi o comprimento aproximado da rampa (L) calculado a partir das suas medições?
- V. Esboce o gráfico com base nas medições realizadas, variando o ângulo de visão. O que você observa em relação à distância calculada entre vocês conforme o ângulo de visão muda
- VI. Como a variação do ângulo de inclinação impacta o comprimento da rampa? Descreva a relação entre o ângulo e o comprimento.
- VII. Como a altura influencia no cálculo do comprimento da rampa? Explique com base nas medições realizadas
- VIII. Qual seria a medida do ângulo de inclinação necessária para obter um comprimento da rampa adequado, mantendo a altura constante?
- IX. A altura da pessoa que está realizando a medição interfere no cálculo da distância final? Explique como e por que essa interferência ocorre.
- X. Quais foram as dificuldades encontradas durante as medições e os cálculos? Descreva como você solucionou esses desafios.

A.3.4.3 – G3. Medindo a Altura da Caixa d'Água

Durante a aula de matemática, você foi desafiado a calcular a altura da caixa d'água da escola. A mangueira que está esticada do topo da caixa até o chão, mede 15m, e forma um ângulo _____° com a vertical. Esse ângulo pode ser encontrado subtraindo 90° do ângulo com a horizontal. Qual é a altura dessa caixa d'água?

- I. Qual foi o ângulo entre a mangueira e o solo (ângulo com a horizontal)?
- II. Como você encontrou o ângulo com a vertical para usar na relação trigonométrica?
- III. Qual das funções trigonométricas você utilizou para resolver esse problema? Justifique a escolha
- IV. Qual foi a altura aproximada da caixa d'água que você calculou?
- V. Esboce o gráfico com base nas medições realizadas, variando o ângulo de visão.
- VI. O que você observa em relação à altura da caixa d'água conforme o ângulo de visão muda?
- VII. Como a variação do ângulo impacta a altura calculada da caixa d'água? Como a distância até a caixa d'água influencia no cálculo da altura? Explique com base nas medições realizadas.
- VIII. Qual deve ser a medida do ângulo de visão necessária para obter a altura correta da caixa d'água?
- IX. A altura da pessoa que está realizando a medição interfere no cálculo da altura da caixa d'água? Explique como e por que essa interferência ocorre.
- X. Quais foram as dificuldades encontradas durante as medições e os cálculos? Descreva como você solucionou esses desafios.

A.3.5- Avaliação do Aprendizado

- I. Como você descreveria as atividades recentes relacionadas a funções trigonométricas?

II. O que mais chamou sua atenção durante essas atividades?

III. Você sentiu que as atividades contribuíram para uma melhor compreensão das funções trigonométricas? Por quê?

IV. Quais conceitos específicos foram mais desafiadores ou mais fáceis de compreender?

V. Consegue identificar situações do cotidiano em que as funções trigonométricas poderiam ser aplicadas após as atividades recentes?

VI. Como essas atividades influenciaram sua capacidade de resolver problemas práticos relacionados às funções trigonométricas?

VII. Como foi a colaboração com seus colegas durante as atividades recentes?

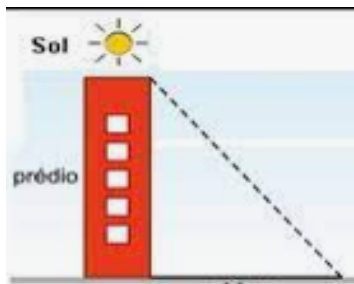
VIII. Você sentiu que sua participação ativa contribuiu para seu aprendizado?

IX. Em que aspectos você percebeu um crescimento ou aprimoramento pessoal durante esse período de aprendizado?

X. Como você se sente em relação ao estudo de funções trigonométricas após essas atividades?

A. 4- Modelo de Avaliação Aplicada aos Alunos

I. Um prédio de 15 metros de altura projeta uma sombra de 10 metros de comprimento no chão. Qual é o ângulo de elevação do sol em relação ao topo do prédio?



A) $\tan 1,5$

B) $\tan 1$

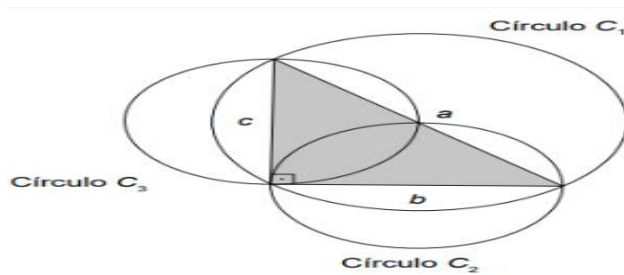
C) $\sin 1,5$

D) $\cos 1$

E) $\sin 1$

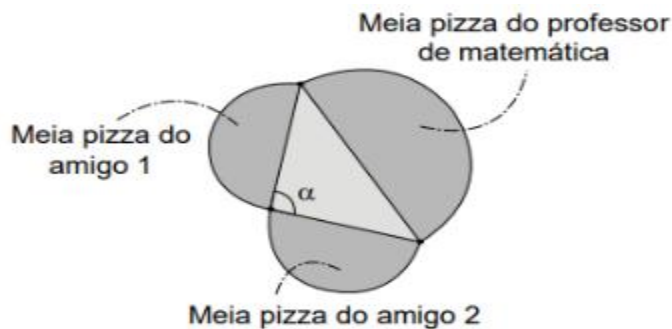
II. (ENEM- 2023) Sejam a , b e c as medidas dos lados de um triângulo retângulo, tendo a como medida da hipotenusa. Esses valores a , b e c são,

respectivamente, os diâmetros dos círculos C_1 , C_2 e C_3 , como apresentados na figura.



Observe que essa construção assegura, pelo teorema de Pitágoras, que área $(C_1) = \text{área}(C_2) + \text{área}(C_3)$.

Um professor de matemática era conhecedor dessa construção e, confraternizando com dois amigos em uma pizzaria onde são vendidas pizzas somente em formato de círculo, lançou um desafio: mesmo sem usar um instrumento de medição, poderia afirmar com certeza se a área do círculo correspondente à pizza que ele pedisse era maior, igual ou menor do que a soma das áreas das pizzas dos dois amigos. Assim, foram pedidas três pizzas. O professor as dividiu ao meio e formou um triângulo com os diâmetros das pizzas, conforme indicado na figura.



A partir da medida do ângulo α , o professor afirmou que a área de sua pizza é maior do que a soma das áreas das outras duas pizzas.

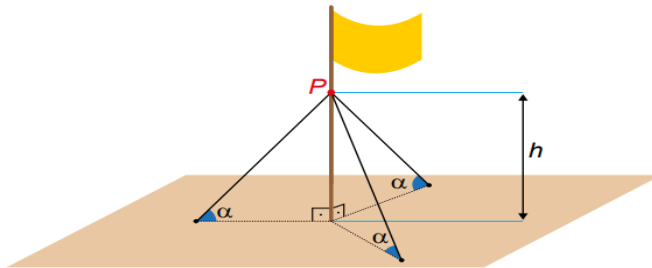
A área da pizza do professor de matemática é maior do que a soma das áreas das outras duas pizzas, pois:

- A) $0^\circ < \alpha < 90^\circ$
- B) $\alpha = 90^\circ$
- C) $90^\circ < \alpha < 180^\circ$
- D) $\alpha = 180^\circ$
- E) $180^\circ < \alpha < 360^\circ$

III. (Enem 2014) Diariamente, uma residência consome 20.160Wh. Essa residência possui 100 células solares retangulares (dispositivos capazes de converter a luz solar em energia elétrica) de dimensões 6 cm x 8 cm. Cada uma das tais células produz, ao longo do dia, 24Wh por centímetro de diagonal. O proprietário dessa residência quer produzir, por dia, exatamente a mesma quantidade de energia que sua casa consome. Qual deve ser a ação desse proprietário para que ele atinja o seu objetivo?

- A) Retirar 16 células.
- B) Retirar 40 células.
- C) Acrescentar 5 células.
- D) Acrescentar 20 células.
- E) Acrescentar 40 células

IV. (ENEM-2023) - O mastro de uma bandeira foi instalado perpendicularmente ao solo em uma região plana. Devido aos fortes ventos, três cabos de aço, de mesmo comprimento, serão instalados para dar sustentação ao mastro. Cada cabo de aço ficará perfeitamente esticado, com uma extremidade num ponto P do mastro, a uma altura h do solo, e a outra extremidade, num ponto no chão, como mostra a figura.



Os cabos de aço formam um ângulo α com o plano do chão.

Por medida de segurança, há apenas três opções de instalação:

- opção I: $h = 11$ m e $\alpha = 30^\circ$
- opção II: $h = 12$ m e $\alpha = 45^\circ$
- opção III: $h = 18$ m e $\alpha = 60^\circ$

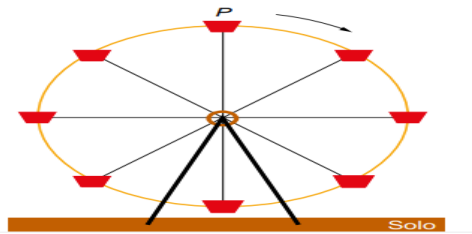
A opção a ser escolhida é aquela em que a medida dos cabos seja a menor possível.

Qual será a medida, em metro, de cada um dos cabos a serem instalados?

- A) $22\sqrt{3}/3$
- B) $11\sqrt{2}$

- C) $12\sqrt{2}$
 D) $12\sqrt{3}$
 E) 22

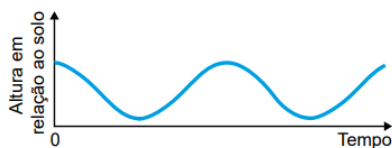
V. (ENEM 2023) A figura ilustra uma roda-gigante no exato instante em que a cadeira onde se encontra a pessoa P está no ponto mais alto dessa roda-gigante.



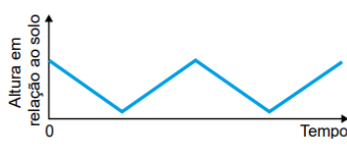
Com o passar do tempo, à medida que a roda-gigante gira, com velocidade angular constante e no sentido horário, a altura da cadeira onde se encontra a pessoa P, em relação ao solo, vai se alterando.

O gráfico que melhor representa a variação dessa altura, em função do tempo, contado a partir do instante em que a cadeira da pessoa P se encontra na posição mais alta da roda-gigante, é:

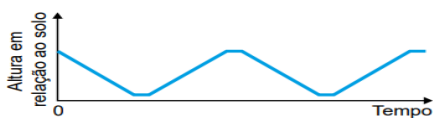
A)



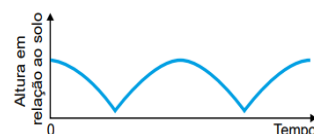
B)



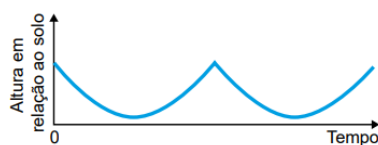
C)



D)



E)



VI. (Cesgranrio) Uma rampa plana, de 36 m de comprimento, faz ângulo de 30° com o plano horizontal. Uma pessoa que sobe a rampa inteira eleva-se verticalmente de:

- A) $6\sqrt{3}$ m.
- B) 12 m.
- C) 13,6 m.
- D) $9\sqrt{3}$ m.
- E) 18 m.

VII. (PUC-PR) Um determinado professor de uma das disciplinas do curso de Engenharia Civil da PUC solicitou como trabalho prático que um grupo de alunos deveria efetuar a medição da altura da fachada da Biblioteca Central da PUC usando um teodolito. Para executar o trabalho e determinar a altura, eles colocaram um teodolito a 6 metros da base da fachada e mediram o ângulo, obtendo 30° , conforme mostra figura abaixo.

Se a luneta do teodolito está a 1,70m do solo, qual é, aproximadamente, a altura da fachada da Biblioteca Central da PUC?

Dados ($\sin 30^\circ = 0,5$, $\cos 30^\circ = 0,87$ e $\tan 30^\circ = 0,58$)



- A) 5,18 m.
- B) 4,70 m.
- C) 5,22 m.

- D) 5,11 m.
E) 5,15 m.

VIII. Na modelagem e no estudo de fenômenos periódicos, em geral, os modelos associados fazem uso de funções trigonométricas. Nesse sentido, considere um experimento, realizado em laboratório, em que uma planta foi colocada em uma estufa, onde a temperatura é controlável. O experimento consiste em observar alterações nas características dessa planta ao ser submetida a variações de temperatura. Durante 24 horas, a temperatura $T(x)$ da estufa variou de acordo com a função $T(x) = 20 - 10\text{sen}\left(\pi \cdot \frac{x}{4}\right)$, em que x é medido em hora, variando no intervalo $0 \leq x \leq 24$.

Durante esse experimento, quantas vezes a temperatura na estufa atingiu o seu valor mínimo?

- A) 1
B) 3
C) 4
D) 5
E) 7

IX. Em uma oficina mecânica, será necessário construir uma rampa para carros, de modo a vencer um desnível de 2,1m.



Se o ângulo de inclinação deve ter, no máximo, 25° , qual deve ser o comprimento mínimo da rampa?

- Considerem: $\text{sen } 25^\circ = 0,42$; $\text{cos } 25^\circ = 0,91$ $\text{tg } 25^\circ = 0,47$.
- A) 1m
B) 2m
C) 3m
D) 4m
E) 5m

X. **Estudo de caso: Construção de uma escada**

João precisa construir uma escada para chegar até o telhado da sua casa, que fica a uma altura de 6 metros. Ele quer que a escada tenha um ângulo de inclinação de 30 graus em relação ao chão.

João precisa determinar o comprimento da escada que ele deve comprar para atender às suas necessidades.

A.5 Formulário de Autoavaliação dos alunos

I. **Feedback sobre as Atividades de Aprendizado:**

- a. Como você descreveria as atividades recentes relacionadas a funções trigonométricas?
- b. O que mais chamou sua atenção durante essas atividades?

II. **Compreensão dos Conceitos:**

- a. Você sentiu que as atividades contribuíram para uma melhor compreensão das funções trigonométricas? Por quê?
- b. Quais conceitos específicos foram mais desafiadores ou mais fáceis de compreender?

III. **Aplicação Prática dos Conceitos Aprendidos:**

- a. Consegue identificar situações do cotidiano em que as funções trigonométricas poderiam ser aplicadas após as atividades recentes?
- b. Como essas atividades influenciaram sua capacidade de resolver problemas práticos relacionados às funções trigonométricas?

IV. **Colaboração e Participação:**

- a. Como foi a colaboração com seus colegas durante as atividades recentes?
- b. Você sentiu que sua participação ativa contribuiu para seu aprendizado?

V. **Reflexão Pessoal:**

- a. Em que aspectos você percebeu um crescimento ou aprimoramento pessoal durante esse período de aprendizado?

b. Como você se sente em relação ao estudo de funções trigonométricas após essas atividades?

APÊNDICE B - AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA E DECLARAÇÃO DE INFRAESTRUTURA



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Eu Adilson Batista de Silveira, gestor(a) da Escola Glória Perez, Nº do RG 257219, Nº do CPF 530.029.112-91, autorizo que o projeto de pesquisa "A EXPLORAÇÃO DE FUNÇÕES TRIGONÔMÉTRICAS POR ALUNOS DA 3ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO MEDIANTE A ABORDAGEM DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP)", sob a responsabilidade da pesquisadora Andreza Suyllane Rodrigues dos Santos, seja desenvolvido na escola de Ensino Médio Integral Glória Perez, devendo os dados da pesquisa serem coletados conforme descrição no projeto, quais sejam: Desenvolvimento de formulários, questionários e registros estruturados para coletar informações sobre conhecimentos prévios, observações em sala de aula, desempenho escrito e avaliações formais. Realização de atividades práticas e contextualizadas que envolvam o uso das Funções Trigonômétricas no ambiente escolar, como medições de ângulos, alturas de objetos e resolução de problemas que envolvam a temática mediante a exploração do espaço escolar. Visando responder a questão de pesquisa: "Como a integração das funções trigonométricas na exploração do espaço escolar, por meio da Abordagem Baseada em Problemas, impacta a percepção dos/as alunos/as sobre a aplicabilidade em contextos reais?" E os objetivos propostos, analisaremos os dados com base nas informações construídas com os seguintes instrumentos: diário de campo; plano de aula/sequência didática, questionário semiestruturado, com questões objetivas; produção de narrativas, a partir do repertório produzido durante os encontros com os alunos das terceiras séries, e registro das observações considerando a aula ministrada.

Declaro que a instituição acima identificada possui a infraestrutura necessária para o desenvolvimento do referido projeto de pesquisa e para atender a eventuais problemas resultantes da pesquisa, em proteção aos seus participantes.

Todos os pesquisadores envolvidos na pesquisa são obrigados a cumprir em integralmente as exigências éticas estabelecidas na Resolução CNS Nº 466/2012



e em resoluções complementares aplicáveis ao caso, bem como a obedecerem às disposições legais estabelecidas na Constituição Federal Brasileira, artigo 5º, incisos X e XIV e no Novo Código Civil, artigo 20.

Rio Branco – Acre, 20 de Fevereiro de 2024.



Responsável Institucional

Adailson Batista da Silva
Coordenador de Ensino/EEM/GE
Portaria 231/2020



Andreza Suyllane Rodrigues dos Santos


Pesquisadora

APÊNDICE C - DECLARAÇÃO DE ANEXAÇÃO DOS DADOS À PLATAFORMA BRASIL.

Eu, Andreza Suyllane Rodrigues dos Santos, RG 11373962, CPF nº 355.028.508-62, aluna do mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da Ufac, matrícula nº 20232100001, pesquisadora do Projeto de Pesquisa: A EXPLORAÇÃO DE FUNÇÕES TRIGONOMÉTRICAS POR ALUNOS DA 3ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO MEDIANTE A ABORDAGEM DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP), me comprometo a anexar os resultados desta pesquisa na PLATAFORMA BRASIL, garantindo o sigilo relativo às propriedades intelectuais.

Por ser verdade, firmo a presente.

Rio Branco-Acre, 20 de fevereiro de 2024

Documento assinado digitalmente
 **ANDREZA SUYLLANE RODRIGUES DOS SANTOS**
Data: 20/02/2024 15:33:08-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Andreza Suyllane Rodrigues dos Santos
Pesquisadora responsável

APÊNDICE D- DECLARAÇÃO DE INÍCIO DE COLETA.

Eu, Andreza Suyllane Rodrigues dos Santos, RG 113739-62, CPF 355.028.508-62, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Acre, nº da matrícula institucional 20232100001, pesquisadora, e o professor da Universidade Federal do Acre, Gilberto Francisco Alves de Melo, Siape nº 1151156, orientador do Projeto de Pesquisa “A exploração de funções trigonométricas por alunos da 3ª série do ensino médio mediante a abordagem da aprendizagem baseada em problemas (abp)”, cujo objetivo consiste em Investigar os impactos da integração das Funções Trigonômétricas na exploração do espaço escolar, através da Abordagem Baseada em Problemas, sobre o engajamento dos alunos, a compreensão conceitual, o desempenho acadêmico e a percepção da relevância e aplicabilidade da Trigonometria em contextos do mundo real, visando melhorar o processo de aprendizagem da Trigonometria e sua relevância prática na vida dos alunos da terceira série do ensino médio.

Declaramos que:

1- A coleta de dados do referido projeto não foi iniciada e que, somente após a aprovação do projeto de pesquisa pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do Acre (CEP-UFAC), as informações e os dados da pesquisa serão coletados.

2- As informações e os dados coletados serão utilizados apenas para fins previstos no Projeto de Pesquisa e no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme estabelece a Resolução CNS Nº 466/2012, III.2, q; IV.7.

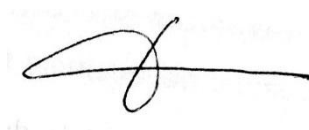
Por ser verdade, firmo a presente.

Rio Branco – Acre, 20 de fevereiro de 2024

Documento assinado digitalmente
gov.br ANDREZA SUYLLANE RODRIGUES DOS SANTOS
Data: 20/02/2024 15:33:08-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Andreza Suyllane Rodrigues dos Santos

Pesquisadora



Gilberto Francisco Alves de Melo

Orientador

APÊNDICE E- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA RESPONSÁVEIS DE MENORES DE IDADE- TCLE.

Seu filho (a), ou o menor o qual você é responsável, está sendo convidado (a) a participar, como voluntário (a), da pesquisa: A EXPLORAÇÃO DE FUNÇÕES TRIGONOMÉTRICAS POR ALUNOS DA 3ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO MEDIANTE A ABORDAGEM DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP). A colaboração do seu filho, ou do menor que você é responsável, neste estudo, será de muita importância, mas caso o mesmo desista de participar a qualquer momento, isso não causará nenhum prejuízo a ele(a) ou a você como responsável. Fique ciente que o participante da pesquisa não receberá remuneração e nenhum tipo de recompensa no decorrer da pesquisa, sendo sua participação voluntária e que poderá ter que aceitar a política de privacidade da ferramenta que será usada para a coleta das respostas. Caso, concorde em participar desse estudo, será considerado sua anuência para o(a) participante responder a entrevista da pesquisa.

NOME DA PESQUISA: A EXPLORAÇÃO DE FUNÇÕES TRIGONOMÉTRICAS POR ALUNOS DA 3ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO MEDIANTE A ABORDAGEM DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP).

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Andreza Suyllane Rodrigues dos Santos.
ENDEREÇO: Rua Wilson Ribeiro, 397, Xavier Maia, Ap.01, Rio Branco/AC. Telefone: (68) 99973 8682. E-MAIL: andreza.santos@sou.ufac.br

OBJETIVOS DA PESQUISA: Compreender os impactos da integração das funções trigonométricas na exploração do espaço escolar, através da Abordagem Baseada em Problemas, sobre a percepção da aplicabilidade em contextos reais.

PROCEDIMENTOS DO ESTUDO: se autorizar o seu filho (a), ou menor que você é responsável, em participar da pesquisa, ele (a) deverá participar de rodas de conversas e questionários realizados em sala de aula, ambiente que já é comum para seu filho (a). Além das rodas de conversa, realizaremos a investigação do conteúdo através da exploração do espaço escolar. A finalidade destas atividades é a percepção da realidade socioambiental e cultural por parte do seu filho, além de contribuir para o conhecimento do mundo que o circunda, possibilitando novas experiências e aprendizados. Não serão realizadas gravações em vídeo, para que os participantes não se sintam constrangidas. Os registros fotográficos e em diário de bordo serão feitos apenas para registro das etapas de execução das atividades e será mantido total sigilo.

RISCOS: Considerando a Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde os possíveis riscos apresentados aos participantes durante realização desta pesquisa são: cansaço, desconforto ou aborrecimento ao responder questionamentos, invasão de privacidade ou o abraço pela interação com o pesquisador ou pela gravação da entrevista. Para amenizar os riscos da pesquisa, tomaremos algumas precauções, pois, a integridade física e mental do (a) participante, assim como seu bem-estar precisam ser resguardados de quaisquer danos. Desse modo, elencaremos abaixo alguns cuidados que serão adotados para amenizar os possíveis riscos:

I. Assumir o compromisso de manter em sigilo a identidade do (a) participante e fidelidade dos dados construídos durante a pesquisa, sem prejuízos e despido de qualquer forma de discriminação. Quanto à preservação da identidade, serão utilizados códigos alfanuméricos para especificar as instituições de ensino e os (as) participantes, respectivamente, ficando organizado da seguinte forma: Escola - 01 e aluno/a A, aluno/a B, aluno/a C, aluno/a D, aluno/a E, dando sequência conforme quantidade de participantes;

II. Deixar claro para o (a) participante que as reflexões feitas sobre suas aprendizagens no ato do questionário ou observação poderão alterar a visão que tinha a priori. Essa mudança não acarreta nenhum problema ao participante, mas faz parte de nossa construção como seres humanos;

III. Garantir o respeito aos valores, sejam eles sociais, morais, éticos, religiosos, do (a) participante da pesquisa, explicitando que a pesquisa realizada não tem caráter de aprovação ou reprovação das práticas desenvolvidas pelos (as) alunos (as). Além disso, a qualquer momento, o (a) participante poderá desistir de participar da pesquisa;

IV. Proporcionar momentos acolhedores, criando um ambiente de descontração para amenizar possíveis nervosismos; garantir que os questionários e os demais momentos de construção dos dados sejam realizados em um ambiente adequado e em momento oportuno, com o consentimento prévio do (a) participante sobre local, horário e data;

V. Enfatizar para o participante o compromisso com a garantia do sigilo e preservação de sua imagem; que os dados construídos serão protegidos e armazenados em local seguro e protegido por senha.

BENEFÍCIOS DA PESQUISA: essa pesquisa contribuirá para a melhoria do processo ensino-aprendizagem de Ciências, pautada na Educação Ambiental, onde a utilização de um tema gerador que contemple a realidade cultural e ambiental na qual a escola está inserida, proporcionando a formação cidadã, fomentando a tomada de decisão e o desenvolvimento nos alunos de um senso de responsabilidade para os problemas sociais e ambientais locais e, conseqüentemente globais.

CUSTO/REEMBOLSO PARA O PARTICIPANTE: não haverá nenhum gasto com a participação do filho (a), ou menor que você é responsável, na pesquisa. Ele(a) também não receberá nenhum pagamento com a sua contribuição durante toda a pesquisa. É garantida aos participantes da pesquisa, a liberdade de deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo à continuidade de suas respostas. Em caso de dano pessoal, provocado pelos procedimentos ou transtornos oriundos das atividades propostas pelo pesquisador, os participantes terão direito a indenizações que sejam legalmente estabelecidas. O participante tem o direito a se manter informado a respeito dos resultados parciais e finais da pesquisa, e para isto, a qualquer momento da pesquisa os participantes terão acesso ao responsável pela pesquisa, para esclarecimento de dúvidas. **CONFIDENCIALIDADE DA PESQUISA:** os dados da pesquisa serão divulgados sem identificação do sujeito pesquisado. Desta forma, seu anonimato será garantido. O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), comissão de caráter independente que tem função avaliar as pesquisas que envolvem seres humanos como sujeitos de pesquisa que atendem e respeita os aspectos éticos proposto pela resolução do CNS/MS 466/2012. Se desejar poderá também entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa CEP/UFAC para apresentar reclamações e críticas em relação à pesquisa pelo e-mail: cep@ufac.br. Telefone: 3901-2711. Endereço: BR 364, KM 04- Distrito Industrial- Rio Branco/Acre- CEP: 96203-900. Prédio da Pró-reitora de Pesquisa e Pós -Graduação – Campus Rio Branco, Ufac – Faculdade Federal do Acre – sala 26.

O CEP é a autoridade local e a porta de entrada para um projeto de pesquisa envolvendo seres humanos. Os CEPs foram criados para defender os direitos e interesses dos participantes das pesquisas, em sua integridade e dignidade, e para contribuir com o desenvolvimento das pesquisas dentro dos padrões éticos.

Eu, na qualidade de pesquisadora responsável pelo estudo denominado "A Exploração de Funções Trigonométricas por Alunos da 3ª Série do Ensino Médio Mediante a Abordagem da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)", afirmo que

todas as exigências estipuladas no Item IV.3 da Resolução CNS 466/2012 serão integralmente cumpridas, comprometendo-me a fornecer informações adicionais e esclarecer quaisquer dúvidas que possam surgir ao longo da pesquisa.

Andreza Suyllane Rodrigues dos Santos
Pesquisador Responsável

Assinatura do responsável pelo menor de idade para a realização da pesquisa

APÊNDICE F- TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO- TALE (menor)

Você está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa **A EXPLORAÇÃO DE FUNÇÕES TRIGONOMÉTRICAS POR ALUNOS DA 3ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO MEDIANTE A ABORDAGEM DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP)**. O motivo que nos leva a estudar esse assunto é sua relevância, pois vamos, de maneira divertida e investigativa, abordar o conteúdo de Funções Trigonômétricas, relacionando-o a temas do seu cotidiano, através da exploração do espaço da nossa escola. Para este estudo, adotaremos o (s) seguinte (s) procedimento (s): rodas de conversas e questionários, realizados em sala de aula, bem como experimentos que envolvam a resolução de problemas através da exploração do espaço escolar. Para que você possa participar deste estudo, já conversei com seu responsável, que autorizou sua participação assinando um documento que chamamos Termo de Consentimento Livre Esclarecido. Gostaria de informar que você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira por sua participação. Você será esclarecido (a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. O seu responsável, ou você, poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento, ficando claro que sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido (a) pelo pesquisador. Em nenhum momento você será identificado, pois seu nome não constará em nenhum registro da pesquisa. Para amenizar os possíveis riscos da pesquisa, tomaremos algumas precauções, pois a sua integridade física e mental, assim como seu bem-estar, precisa ser resguardada de quaisquer danos. Desse modo, elencaremos abaixo alguns cuidados que serão adotados para amenizar os possíveis riscos:

I. Assumir o compromisso de manter em sigilo a identidade do (a) participante e fidelidade dos dados construídos durante a pesquisa, sem prejuízos e despedido de qualquer forma de discriminação. Quanto à preservação da identidade, serão utilizados códigos alfanuméricos para especificar as instituições de ensino e os (as) participantes, respectivamente, ficando organizado da seguinte forma: Escola - 01 e aluno/a, A aluno/a B, aluno/a C, aluno/a D, aluno/a E, dando sequência conforme quantidade de participantes;

II. Deixar claro para o (a) participante que as reflexões feitas sobre suas aprendizagens no ato do questionário ou observação poderão alterar a visão que tinha a priori. Essa mudança não acarreta nenhum problema ao participante, mas faz parte de nossa construção como seres humanos;

III. Garantir o respeito aos valores, sejam eles sociais, morais, éticos, religiosos, do (a) participante da pesquisa, explicitando que a pesquisa realizada não tem caráter de aprovação ou reprovação das práticas desenvolvidas pelos (as) alunos (as). Além disso, a qualquer momento, o (a) participante poderá desistir de participar da pesquisa;

IV. Proporcionar momentos acolhedores, criando um ambiente de descontração para amenizar possíveis nervosismos; garantir que os questionários e os demais momentos de construção dos dados sejam realizados em um ambiente adequado e em momento oportuno, com o consentimento prévio do (a) participante sobre local, horário e data;

V. Enfatizar para o participante o compromisso com a garantia do sigilo e preservação de sua imagem; que os dados construídos serão protegidos e armazenados em local seguro e protegido por senha.

Gostaria ainda de informar que você tem assegurado o direito a ressarcimento ou indenização no caso de quaisquer danos eventualmente produzidos pela pesquisa. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 05 anos e após esse tempo, serão destruídos.

Este Termo de Consentimento encontra-se impresso em duas vias, ficando uma cópia arquivada pelo pesquisador responsável e a outra fornecida a você. Todas as folhas desse documento deverão ser rubricadas.

Eu, _____, fui informado (a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas.

Sei que, a qualquer momento, poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Tendo sido o consentimento do meu responsável documentado, declaro que concordo em participar deste estudo. Recebi uma cópia deste Termo de Assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas. Se as dúvidas ainda persistirem, poderei consultar a pesquisadora principal do estudo, Andreza Suyllane Rodrigues dos Santos, ou entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos CEP/UFAC, pelo e-mail cep@ufac.br, ou através do telefone 3901-2711, o qual está localizado na BR 364, KM 04- Distrito Industrial- Rio Branco/Acre- Prédio da Pró-reitora de Pesquisa e Pós -Graduação – Câmpus Rio Branco, UFAC – Faculdade Federal do Acre – sala 26. CEP: 96203-900.

Eu, na qualidade de pesquisadora responsável pelo estudo denominado "A Exploração de Funções Trigonométricas por Alunos da 3ª Série do Ensino Médio Mediante a Abordagem da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)", afirmo que todas as exigências estipuladas no Item IV.3 da Resolução CNS 466/2012 serão integralmente cumpridas, comprometendo-me a fornecer informações adicionais e esclarecer quaisquer dúvidas que possam surgir ao longo da pesquisa.

Andreza Suyllane Rodrigues dos Santos
Pesquisador Responsável

Aluno/a Participante