Universidade do Estado do Pará
Centro de Ciências Sociais e Educação
Departamento de Matemática, Estatística e Informática
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática
Mestrado Profissional em Ensino de Matemática
Linha de Pesquisa: Metodologia para o ensino de Matemática no nível fundamental

MATHEUS DE ALBUQUERQUE COELHO DOS SANTOS

Ensino de Relações Métricas de Triângulos Retângulos através de atividades no GeoGebra

BELÉM/PA
2025

Matheus de Albuquerque Coelho dos Santos

Ensino de Relações Métricas de Triângulos Retângulos através de atividades no GeoGebra

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Matemática pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Universidade do Estado do Pará. Linha de Pesquisa: Metodologia para o ensino de Matemática no nível fundamental.
Orientador: Profª. Drª. Cinthia Cunha Maradei Pereira Campos.
Coorientador: Prof. Dr. Carlos Alberto de Miranda Pinheiro

BELÉM/PA
2025

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP) de acordo com o ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade do Estado do Pará

S237e Santos, Matheus de Albuquerque Coelho dos
Ensino de relações métricas de triângulos retângulos através de atividades no GeoGebra / Matheus de Albuquerque Coelho dos Santos. — Belém, 2025.
122 f.

Orientadora: Profª. Dra. Cinthia Cunha Maradei Pereira Campos
Coorientador: Prof. Dr. Carlos Alberto de Miranda Pinheiro Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática) - Universidade do Estado do Pará, Campus I - Centro de Ciências Sociais e Educação (CCSE), 2025.

1. Relações métricas. 2. Triângulo retângulo. 3. GeoGebra. 4. Registros de representação semiótica. 5. TPACK. I. Título.

CDD 22.ed. 510.7

Elaborado por Priscila Melo CRB/2-1345

MATHEUS DE ALBUQUERQUE COELHO DOS SANTOS

ENSINO DE RELAÇÕES MÉTRICAS DE TRIÂNGULOS RETÂNGULOS ATRAVÉS DE ATIVIDADE NO GEOGEBRA

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Matemática pelo Programa de Pós-Gaduação em Ensino de Matemática da Universidade do Estado do Pará. Linha de Pesquisa: Metodologia do Ensino de Matemática no Ensino Fundamental.

Orientadora: Profa. Dra. Cinthia Cunha Maradei Pereira

Data de aprovação: 28/04/2025

Banca examinadora

_____. Orientadora
Profa. Dra. Cinthia Cunha Maradei Pereira
Doutora em Bioinformática – Universidade Federal do Pará – UFPA
Universidade do Estado do Pará

_____. Examinador Interno / Coorientador
Prof. Dr. Carlos Alberto de Miranda Pinheiro
Doutor em Educação Matemática – Pontifícia Universidade Católica – PUC/SP
Universidade do Estado do Pará

_____. Examinador Externo
Profa. Dra. Talita Carvalho Silva de Almeida
Doutora em Educação Matemática – Pontifícia Universidade Católica – PUC/SP
Universidade Federal do Pará

Belém – PA

2025

Agradecimento

Agradeço primeiramente à minha mãe Domingas de Fátima Coelho Pinto, meus irmãos Thiago Coelho Pinto e Lalia Yasmin Pinto Maia e meu padrasto Igor Lalor Maia por terem me dado forças para superar as dificuldades.

Aos meus amores, Amanda Batista da Cunha e Goreth Cunha, que embarcaram nos meus sonhos e me impulsionaram a chegar mais longe do que eu poderia imaginar.

Aos meus familiares e amigos que compreenderam minhas ausências e me apoiaram.

A Aracy Vasco Santos, José Santos (*in memorian*) e toda sua família que me ajudaram a tornar esse sonho possível

Aos meus avós Maria de Nazaré Monteiro de Albuquerque e José da Conceição Moraes de Albuquerque (*In memorian*), Walter de Jesus Vinhote dos Santos (*In memorian*) e Francisca Coelho Pinto.

Aos meus amigos e suas respectivas famílias que estiveram comigo nos melhores e piores momentos

Aos professores dessa digníssima instituição de ensino, que me capacitaram na medida do possível, que me ensinaram com grande competência e muita dedicação.

Aos meus orientadores, Profª. Drª. Cinthia Cunha Maradei Pereira Campos e Prof. Dr. Carlos Miranda, pelos ensinamentos, dedicação e apoio para elaboração desse TCC.

Aos professores da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, que contribuíram significativamente para a minha formação e ampliação dos meus conhecimentos.

A todos que, contribuíram de maneira direta ou indireta para a realização desse sonho.

RESUMO

SANTOS, Matheus de Albuquerque Coelho. Ensino de relações métricas de triângulos retângulos através de atividades no GeoGebra. 2024. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Universidade do Estado do Pará, Belém, 2024.

A incorporação das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) no ensino tem transformado significativamente as práticas pedagógicas, especialmente no ensino da Matemática. Entre essas ferramentas, destaca-se o software GeoGebra, amplamente utilizado por sua interface dinâmica e interativa, que possibilita a exploração de conceitos matemáticos de maneira visual e investigativa. Este trabalho tem como objetivo analisar a aplicabilidade de um guia de atividades desenvolvido com o uso do GeoGebra para o ensino das relações métricas no triângulo retângulo, fundamentando-se na Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS) de Raymond Duval e no modelo TPACK de Shulman. A pesquisa caracteriza-se como aplicada, exploratória e quanti-qualitativa, tendo sido estruturada por meio de um levantamento teórico, elaboração e aplicação de um guia de atividades, seguido da análise das respostas de professores da rede pública e privada de ensino do Estado do Pará a um questionário avaliativo. Os resultados apontam que o uso do GeoGebra favorece a visualização e compreensão das relações métricas, promove a integração entre diferentes registros de representação matemática e potencializa o ensino por meio de práticas mais dinâmicas e significativas. O estudo também destaca a importância de materiais educacionais como o guia de atividades proposto e indica a viabilidade de sua aplicação em diferentes contextos educacionais, contribuindo para a formação docente e para a aprendizagem dos alunos. Por fim, sugere-se a elaboração de novos guias para outros conteúdos matemáticos, como sistemas de equações, função quadrática, semelhança de triângulos e geometria analítica.

Palavras-chave: Relações Métricas. Triângulo Retângulo. GeoGebra. Registros de Representação Semiótica. TPACK.

ABSTRACT

SANTOS, Matheus de Albuquerque Coelho. Teaching the Metric Relations of Right Triangles through Activities in GeoGebra. 2024. Master's thesis – Graduate Program in Mathematics Education, State University of Pará, Belém, 2024.

The integration of Digital Information and Communication Technologies (DICT) in education has significantly changed pedagogical practices, especially in the teaching of mathematics. Among these tools, GeoGebra stands out as a widely used software due to its dynamic and interactive interface that allows for visual and investigative exploration of mathematical concepts. This study aims to analyze the applicability of an activity guide developed with GeoGebra for teaching metric relations in right triangles, based on Raymond Duval's Theory of Semiotic Representation Registers (TRRS) and Shulman's TPACK model. The research is characterized as applied, exploratory and qualitative-quantitative, structured through a theoretical review, the development and application of the activity guide, followed by the analysis of responses from teachers in public and private schools in the state of Pará, Brazil. The results show that the use of GeoGebra improves the visualization and understanding of metric relationships, promotes the integration of different registers of mathematical representation, and strengthens teaching through more dynamic and meaningful practices. The study also highlights the importance of educational materials, such as the proposed activity guide, and points to the feasibility of its application in different educational contexts, contributing to teacher training and student learning. Finally, it recommends the development of new guides for other mathematical topics, such as systems of equations, quadratic functions, triangle similarity, and analytic geometry.

Keywords: Metric Relations. Right-Angled Triangle. GeoGebra. Semiotic Representation Registers. TPACK.

Lista de Ilustrações

Figura 1 – Exemplo de questão com triângulo retângulo.
Figura 2 – Representação geométrica da questão no GeoGebra
Figura 3 – Representação geométrica da questão no GeoGebra
Figura 4 – Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo
Figura 5 – Diagrama do TPACK adaptado para ao guia de atividades
Figura 6 – Logo do GeoGebra.
Figura 7 – Demonstração Geométrica do teorema de pitágoras
Figura 8 – Demonstração Geométrica da altura relativa à hipotenusa
Figura 9 – Foto da turma durante a aplicação do piloto
Figura 10 – Construções realizadas pelos alunos no GeoGebra
Figura 11 – Depoimentos dos alunos

Lista de Gráficos

Gráfico 1 – Distribuição por gênero

Gráfico 2 – Distribuição por faixa etária

Gráfico 3 – Distribuição por faixa Escolaridade

Gráfico 4 – Tempo de experiência

Gráfico 5 – Distribuição por rede de atuação

Gráfico 6 – Distribuição sobre a oferta de formação continuada

Gráfico 7 – Frequência de uso do GeoGebra pelos professores

Gráfico 8 – Utilização do GeoGebra na graduação

Gráfico 9 – Participação em formações ou minicursos sobre o GeoGebra

Gráfico 10 – Grau de relevância do uso do GeoGebra para o ensino das relações métricas

Gráfico 11 – Possibilidade de ensinar relações métricas com o GeoGebra

Gráfico 12 - Percepção dos professores quanto à contribuição do GeoGebra na aprendizagem dos alunos

Gráfico 13 - Produto educacional considerado necessário pelos professores

Gráfico 14 – Clareza e atratividade do texto

Gráfico 15 – Gráfico sobre relevância do conteúdo

Gráfico 16 – Gráfico sobre clareza, didática e contribuição das atividades para a aprendizagem

Gráfico 17 – Assimilação de conceitos e uso do GeoGebra

Gráfico 18 – Dinamismo das atividades

Gráfico 19 – Guia como instrumento educacional de apoio

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Trabalhos selecionados na revisão de literatura e suas contribuições
Tabela 2 – Distribuição de vagas
Tabela 3 – Percepção sobre os benefícios do uso do GeoGebra
Tabela 4 – Percepção sobre dificuldades na aprendizagem
Tabela 5 – Percepção dos professores sobre o uso das tecnologias digitais no ensino das relações métricas
Tabela 6 – Avaliação dos professores sobre a exploração de diferentes registros de representação no GeoGebra
Tabela 7 - Respostas dos professores à pergunta sobre a validação do produto educacional

Lista de Quadros

Quadro 1 – Nível de dificuldade dos alunos na percepção dos professores

Sumário

1. INTRODUÇÃO 13
1.2 OBJETIVO GERAL 18
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 19
2.1. A BNCC E O ENSINO DE GEOMETRIA 19
2.2 A TEORIA DE REGISTROS DA REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA 22
2.3 SABERES DOCENTES NA VISÃO DE SHULMAN E O MODELO TPACK 29
2.4 A INTEGRAÇÃO DOS SABERES DOCENTES E O MODELO TPACK NO ENSINO DAS RELAÇÕES MÉTRICAS NO TRIÂNGULO RETÂNGULO COM O GEOGEBRA 35
3. REVISÃO DE LITERATURA 38
4. GEOGEBRA 44
5. OBJETO MATEMÁTICO 49
5.1. TEOREMA DE PITÁGORAS 49
5.2 A ALTURA RELATIVA À HIPOTENUSA E A SEMELHANÇA DE TRIÂNGULOS 50
6. PERCURSO METODOLÓGICO 54
6.1 APLICAÇÃO DO PILOTO 55
6.2 SUJEITOS DA PESQUISA, LÓCUS E ABORDAGEM METODOLÓGICA 58
7. SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES 59
8. ANÁLISE DOS RESULTADOS 62
8.1 QUEM SÃO OS PROFESSORES PARTICIPANTES DA PESQUISA? 62
8.2 FORMAÇÃO, PERCEPÇÃO E USO DE TECNOLOGIAS 66
8.3 O USO DO GEOGEBRA NO ENSINO DAS RELAÇÕES MÉTRICAS NO TRIÂNGULO RETÂNGULO 79
8.4 SOBRE O GUIA DE ATIVIDADES 84
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS 91
REFERÊNCIAS 93
APÊNDICE 1. QUESTONÁRIO APLICADO AOS PROFESSORES 98
APÊNDICE 2. RESPOSTAS AO QUESTIONÁRIO 109

1. INTRODUÇÃO

A Geometria plana é uma das áreas fundamentais da Matemática, e os Triângulos, em especial o Triângulo Retângulo é uma das figuras mais importantes desta área, por suas aplicações em várias áreas do conhecimento, como na Física, na Engenharia e em outras ciências exatas. As relações métricas em Triângulos Retângulos são um tema crucial no estudo da Geometria, pois permitem determinar medidas desconhecidas a partir de medidas conhecidas, e possibilitam a resolução de problemas práticos que envolvem esta figura geométrica.

Ao lecionar sobre as relações métricas nos triângulos retângulos para alunos do 9º ano do ensino fundamental em um curso preparatório para o ingresso no Colégio Militar de Belém (CMBel), observei uma prática docente deficiente, voltada sobretudo para macetes de conteúdos, com finalidade de encurtar o trajeto dos alunos na resolução de problemas. Isso permite a não elucidação de forma profunda dos assuntos abordados, deixando de lado uma reflexão sobre o que está sendo trabalhado nos problemas. Notei, durante as aulas, que a minha prática docente apresentava deficiência já que os alunos não demonstravam tanto interesse. Essa falta de motivação fez com que eu buscasse outras ferramentas para as aulas. Dessa maneira, optei por utilizar o GeoGebra, visto que já o conhecia e trabalhei com ele ainda na graduação.

O software GeoGebra é uma ferramenta poderosa para a construção, visualização, manipulação do objeto matemático e análise de figuras geométricas, permitindo com que esse processo que outrora é apresentado de forma mecânica e pouco intuitiva de forma interativa. Neste contexto, este trabalho propõe a análise das potencialidades da aplicação de uma oficina acerca da construção de um modelo no GeoGebra que melhor elucide as relações métricas em Triângulos Retângulos usando o software GeoGebra como uma ferramenta de visualização e investigação. Serão abordados os principais conceitos relacionados às relações métricas em Triângulos Retângulos, a utilização do software GeoGebra para a visualização destes conceitos e a aplicação prática destas relações em problemas reais. Espera-se, assim, contribuir para o ensino e aprendizagem da Geometria, por meio da exploração de novas tecnologias e abordagens metodológicas.

A inserção de tecnologias de informação e comunicação (TIC) no ensino da matemática tem sido um fator de motivação para os alunos, que cada vez mais estão integrados ao mundo tecnológico, o que favorece a compreensão do conhecimento e desmitificação do aprendizado da matemática. A utilização e o desenvolvimento de ferramentas tecnológicas no ensino contribuem para que o aluno construa seu próprio conhecimento e reconheça que tem o poder necessário para fazê-lo de forma mais facilitada e enriquecedora. Para Galera e Borsoi (2005, p.2):

> Diante das novas tecnologias e da chamada revolução da informática e da automação, a didática deve pensar em novas formas de relações sociais as quais integrem novas pedagogias e estratégias emotivas e cognitivas, que integrem o jovem no mundo digital numa perspectiva dialógica. Associar o desafio de inserir a prática do professor no contexto das inovações tecnológicas é, primeiramente, observar as necessidades da escola e da sociedade na busca de soluções e respostas alternativas.

De acordo com dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), a taxa de evasão escolar no ensino médio no Brasil é de cerca de 11%. Esse problema afeta especialmente jovens em situação de vulnerabilidade social e econômica, que enfrentam dificuldades para permanecer na escola devido a problemas como falta de recursos financeiros, problemas familiares, baixo rendimento escolar e desmotivação. Segundo um estudo realizado pelo Centro de Políticas Públicas e Avaliação da Educação da Universidade Federal de Juiz de Fora, a evasão escolar no ensino médio tem um impacto negativo significativo no desenvolvimento social e econômico do país, uma vez que a educação é um fator essencial para o desenvolvimento humano e a redução da desigualdade. É necessário, portanto, implementar políticas públicas e ações efetivas que garantam a permanência e o sucesso dos estudantes na escola, de forma a enfrentar o problema da evasão escolar e promover a inclusão e o desenvolvimento social.

Diversos fatores estão relacionados com a evasão escolar. Para Figueiredo; Salles (2017), a escola, família e trabalho contribuem de forma significativa para o fenômeno da evasão. Os fatores individuais envolvem a pouca motivação dos alunos em termos educacionais ocupacionais, além de mau comportamento, gravidez, desempenho escolar insatisfatório entre outros. A avaliação escolar classificatória e excludente também colabora para esses aspectos negativos.

Neri; Osório (2021) avaliaram a evasão escolar durante a pandemia do coronavírus. Como sabemos, a situação pandêmica obrigou as instituições de ensino a adotarem o ensino remoto. De acordo com os autores, os alunos mais pobres, da rede pública e de lugares mais remotos foram os que mais perderam tempo escolar na pandemia. Quando analisada a situação por estado da federação, os maiores tempo-escola foram majoritariamente da região norte. O Pará apareceu na lanterna do *ranking* com apenas 38,88% de ofertas de atividades. Isso evidencia um agravamento das desigualdades regionais educacionais no Brasil.

A tecnologia tem sido fundamental para o ensino, sendo integrada cada vez mais no processo educacional. Entretanto, segundo afirmam Oliveira *et al.* (2018), as escolas têm sido munidas com diferentes recursos tecnológicos e tem ocorrido um investimento na formação dos professores para a integração da tecnologia com a prática didática. Porém não se pode tratar as ferramentas tecnológicas apenas como complemento do processo. Neste sentido, os professores devem deter conhecimento aprofundado sobre como ensinar a matemática com uso da tecnologia.

De acordo com Silva; Teixeira (2020), a pandemia do novo coronavírus alterou de forma significativa todo o ambiente mundial. No que tange ao ensino, as escolas e universidades tiveram que aprender a lidar com a nova realidade da doença mediante a ausência de aulas presenciais.

As tecnologias digitais no ensino da matemática são um fator de motivação para os alunos, pois eles são integrados ao processo de ensino mediante uma ferramenta (celular em especial) que eles usam cotidianamente. Esse maior interesse favorece um melhor aproveitamento da aula, mais comprometimento e empenho dos alunos além de cooperação entre diferentes alunos e desempenho na aprendizagem (MATOS et al., 2020).

Há diversos softwares voltados para o ensino da matemática. No entanto, o GeoGebra tem se difundido de forma ampla pois é gratuito e de fácil uso. Mesmo sendo ampliado em várias instituições, o percentual de escolas que usam o GeoGebra ainda é baixo. No entanto, esta ferramenta é muito útil na aprendizagem pois favorece o desempenho estudantil. Criado por Markus Hohenwarter, o GeoGebra é usado especialmente para aprender geometria e álgebra (MATOS et al., 2020).

Apesar da importância da tecnologia, sua inserção no ensino não pode ocorrer de forma aleatória. Como afirmam Nascimento; Schimiguel (2017), as tecnologias instauram uma revolução antropológica, desenvolvendo novas relações entre

professor-aluno-saber. Por esse motivo, a utilização dos aparatos tecnológicos deve ser planejada para evitar usos descontextualizados pedagogicamente. Assim, é importante que os docentes estabeleçam uma relação entre o objetivo do uso da tecnologia nas aulas com uma base teórica conhecida para reforçar a necessidade da metodologia executada.

Borba (1996) já questionava sobre as mudanças que a informática traria na educação brasileira. A internet chegou ao Brasil em 1988 e desde 1996 as mudanças no ensino da matemática já eram questionadas. Este autor enfatizava a necessidade de que o uso do computador não se restringisse somente a um “caderno” mais moderno. Era preciso que os docentes utilizassem a tecnologia para trabalhar de forma diferente os conteúdos. Já se levantava também os conflitos existentes entre aqueles que defendiam o ensino do lápis e caneta em contraposição com o mundo com tecnologias digitais.

Santos; Borba (2008) discutiram a importância da internet e de *softwares* de geometria dinâmica no ensino da matemática. Segundo os autores, o advento da internet possibilitou que problemas comuns da matemática tivesse uma nova abordagem, favorecendo, por outro lado, atividades que possibilitassem investigação. Para Araújo; Pazuch (2018), os *softwares* de geometria dinâmica contribuem para o processo de validação de ideias e relações matemáticas a partir da análise de construções geométricas.

A partir do contexto apresentado, surge a seguinte questão de pesquisa: De que maneira a utilização do software GeoGebra, por meio de um guia de atividades, pode contribuir para o ensino e a aprendizagem das relações métricas no triângulo retângulo, promovendo uma abordagem mais interativa e significativa para os alunos?

Diante dessa problemática, este estudo tem como objetivo analisar as potencialidades do uso do GeoGebra no ensino das relações métricas no triângulo retângulo, a partir da elaboração de um guia de atividades e da percepção de educadores sobre sua aplicabilidade. O guia de atividades desenvolvido fundamenta-se na Teoria dos Registros de Representação Semiótica, buscando explorar diferentes formas de representação matemática para potencializar a compreensão dos alunos. Além disso, a análise das respostas dos professores será realizada à luz dos Saberes Docentes na perspectiva de Shulman, com foco no modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge), permitindo uma reflexão sobre a integração entre conhecimento tecnológico, pedagógico e do conteúdo matemático.

Ao longo deste trabalho, serão abordados conceitos fundamentais sobre o ensino das relações métricas no triângulo retângulo e o uso de tecnologias digitais na Matemática, além da descrição da metodologia adotada para a elaboração do guia de atividades e a análise dos dados coletados por meio do questionário aplicado aos educadores. Por fim, serão discutidos os resultados obtidos e apresentadas as considerações finais sobre o estudo.

1.2 OBJETIVO GERAL

Este estudo tem como propósito central examinar a eficácia e a viabilidade de um guia de atividades didáticas elaborado para o ensino das relações métricas no triângulo retângulo, tendo o software GeoGebra como ferramenta pedagógica. Considerando a crescente inserção das tecnologias digitais no ensino da Matemática, busca-se compreender até que ponto a utilização desse recurso pode favorecer uma aprendizagem mais dinâmica, interativa e significativa para os alunos. Assim, a pesquisa propõe-se a avaliar a adequação e a clareza das atividades presentes no guia, verificando sua capacidade de estimular a construção do conhecimento geométrico e promover a participação ativa dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem.

Além disso, pretende-se investigar a receptividade dos professores em relação ao uso do GeoGebra como suporte didático e identificar os desafios e dificuldades enfrentados na implementação das atividades sugeridas. Para tanto, será realizada a análise das respostas dos docentes a um questionário estruturado, permitindo uma avaliação crítica sobre a aplicabilidade do material na prática pedagógica. A partir dessas reflexões, pretende-se discutir as contribuições do uso de tecnologias digitais no ensino da Matemática, destacando as potencialidades do GeoGebra na ampliação das possibilidades metodológicas e no aprimoramento do ensino das relações métricas no triângulo retângulo. Assim, espera-se que este estudo possa oferecer subsídios para futuras pesquisas e contribuir para o desenvolvimento de estratégias inovadoras no ensino da Geometria.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para embasar este estudo, é essencial compreender os principais referenciais teóricos que sustentam a proposta do uso do GeoGebra no ensino das relações métricas no triângulo retângulo. Inicialmente, será discutida a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e sua abordagem para o ensino de Geometria, destacando a importância do desenvolvimento do pensamento geométrico e do uso de tecnologias digitais como apoio à aprendizagem.

Em seguida, será apresentada a Teoria dos Registros de Representação Semiótica, que fundamenta o guia de atividades elaborado, enfatizando como a conversão entre diferentes registros de representação pode contribuir para a compreensão matemática dos alunos.

Por fim, serão abordados os Saberes Docentes na visão de Shulman, com ênfase no modelo TPACK, que integra os conhecimentos pedagógico, tecnológico e do conteúdo matemático, permitindo analisar a percepção dos professores sobre a aplicabilidade do guia e sua inserção no contexto educacional.

2.1. A BNCC E O ENSINO DE GEOMETRIA

A BNCC (Base Nacional Comum Curricular) é um documento que estabelece os conhecimentos, competências e habilidades essenciais que os alunos devem desenvolver em cada etapa da educação básica, da Educação Infantil ao Ensino Médio. Ela foi elaborada com o objetivo de garantir a qualidade da educação em todo o país, estabelecendo um conjunto de aprendizagens que todos os estudantes devem alcançar ao longo de sua formação escolar.

A BNCC foi aprovada pelo Conselho Nacional de Educação (CNE) em dezembro de 2017, após um processo de consulta pública e discussão que envolveu diversos segmentos da sociedade, incluindo professores, especialistas em educação, pais e alunos. Ela foi concebida como um documento orientador, que deve ser adaptado às realidades locais e às necessidades de cada escola e de cada aluno.

A BNCC está dividida em áreas do conhecimento, como Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza e Ciências Humanas, e apresenta as habilidades e competências que os estudantes devem desenvolver em cada uma dessas áreas ao longo de sua formação escolar. A partir da BNCC, as escolas podem elaborar seus

currículos e planos de ensino, adaptando as aprendizagens previstas às necessidades e características de seus alunos e contextos locais.

O ensino da matemática envolve, segundo a BNCC, o desenvolvimento do raciocínio lógico, capacidade de representação, comunicação e argumentação, favorecendo o estabelecimento de ideias para a formulação e resolução de problemas. Nesse sentido, a utilização de ferramentas de tecnologias digitais deve estar disponível, visando a validação de estratégias e resultados, modelando e resolvendo problemas do cotidiano.

No ensino fundamental, espera-se que o ensino da geometria seja utilizado para despertar nos alunos a capacidade de consolidação e ampliação da aprendizagem, aplicando esse conhecimento para realizar demonstrações e desenvolvendo o raciocínio hipotético-dedutivo. Por isso, as aulas de geometria não podem ficar reduzidas à mera aplicação de fórmulas de cálculo de área, volume, perímetro ou aplicações numéricas imediatas de teoremas (BRASIL, 2018).

Entre as inúmeras habilidades que os alunos devem ter no ensino da geometria a BNCC enfatiza, no que refere aos triângulos, eles devem ser capazes de identificar as características dos triângulos (soma dos ângulos internos e condição de existência), classificando-os em relação à medida dos lados e dos ângulos, construindo estes polígonos e reconhecendo as condições de semelhanças e congruências dos triângulos. Além disso, é importante que eles consigam definir as aplicações práticas destes polígonos na construção de estruturas arquitetônicas, artes entre outros.

Nos anos finais do ensino fundamental, a BNCC define que os alunos devem ter habilidade de utilizar instrumentos de desenho e softwares de geometria para construir polígonos e definir relações métricas como mediatriz, bissetriz e medidas dos ângulos notáveis além do ponto médio de segmentos, distância entre dois pontos quaisquer, cálculo de perímetros e áreas de figuras planas.

Nota-se, portanto, que a BNCC destaca com bastante ênfase a necessidade de que o estudo da geometria (com especial atenção aos triângulos) não se reduza a apenas aplicação de fórmulas ou conceitos, mas esteja sempre associada às ferramentas tecnológicas para o desenvolvimento do senso crítico nos discentes.

Embora a BNCC enfatize bastante sobre a importância do ensino da geometria, Santos; Mazzini (2021) destacam que existem constantes falhas no desempenho dos estudantes nas aulas de geometria seja pela dificuldade de os alunos aprenderem

algum conceito, seja pelo fato de estarem presos a fórmulas. Estes autores avaliaram o nível de pensamento geométrico de alunos concluintes do ensino fundamental. Eles observaram que os estudantes avaliados apresentavam vocabulário geométrico pouco desenvolvido, dificuldades nas resoluções das questões, tendo a maioria não atingido o nível básico do teste avaliativo.

A BNCC reafirma o compromisso com o desenvolvimento do letramento matemático no ensino fundamental, o que vai permitir aos alunos o reconhecimento da importância dos conceitos matemáticos para a compreensão do mundo. Uma das mudanças na educação nacional é que as avaliações do ensino deverão se basear de acordo com as normas da BNCC.

No que se refere à avaliação do ensino, pode-se citar o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), que engloba a Prova Brasil, o Sistema Paraense de Avaliação Educacional (SisPAE), além das metas do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB). Todas estas ferramentas permitem que a proficiência dos estudantes seja avaliada, sobretudo o letramento em linguagem e matemática.

2.2 A TEORIA DE REGISTROS DA REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA

A teoria dos registros de representação semiótica (TRRS) é uma teoria desenvolvida por Raymond Duval que busca explicar como os seres humanos constroem e utilizam conhecimentos matemáticos. A teoria considera que a construção de conhecimento matemático envolve não apenas a manipulação de símbolos e conceitos matemáticos, mas também a interpretação de representações visuais e outras formas de representação.

Raymond Duval, pesquisador, filósofo e psicólogo francês, foi o pioneiro na Teoria de Registros de Representação Semiótica (TRRS) com a obra publicada em 1995, *Sémiosis et pensée humaine: Registres sémiotiques et apprentissages intellectuels* (Semiósis e pensamento humano: registros semióticos e aprendizagens intelectuais). Segundo Pontes *et al.* (2017), Duval direcionou seus estudos aos problemas de avaliação do final de ano no ensino fundamental, classificando os erros do ensino em *transitórios* (relacionados a um conteúdo específico) e *recorrentes* (manifestados em todos os níveis de ensino, muitas vezes não superados).

Segundo a TRRS, um registro de representação semiótica é um sistema de signos que pode ser coordenado para representar um determinado objeto ou conceito. Cada registro de representação semiótica possui suas próprias características e regras de uso, e pode ser utilizado para expressar diferentes aspectos do objeto ou conceito representado. Por exemplo, na geometria, podemos utilizar registros de representação semiótica como desenhos, fórmulas matemáticas, tabelas, gráficos e diagramas para representar os objetos geométricos e as relações entre eles.

A TRRS considera que a utilização de diferentes registros de representação semiótica é essencial para a construção de conhecimento matemático, pois permite a exploração de diferentes aspectos do objeto ou conceito representado. Além disso, a teoria enfatiza a importância da conversão entre diferentes registros de representação semiótica, ou seja, a habilidade de utilizar diferentes registros de representação semiótica de forma integrada e complementar para construir o conhecimento.

Existem vários tipos de registros de representação semiótica utilizados na matemática e em outras áreas do conhecimento. Alguns exemplos incluem:

- Registros visuais: incluem desenhos, gráficos, diagramas, esquemas e imagens. Esses registros são úteis para representar visualmente objetos e conceitos, bem como suas relações e propriedades.
- Registros simbólicos: incluem fórmulas matemáticas, equações, expressões algébricas, notações matemáticas e linguagem natural. Esses registros são úteis para representar as relações quantitativas entre objetos e conceitos.
- Registros gestuais: incluem gestos, movimentos corporais e mímica. Esses registros são úteis para representar conceitos e objetos por meio de ações corporais, como na representação de figuras geométricas em uma sala de aula.
- Registros sonoros: incluem a linguagem falada, músicas, sons e ritmos. Esses registros são úteis para representar conceitos e objetos por meio de expressões sonoras, como na representação de padrões rítmicos em música ou de padrões de números em uma sequência numérica.
- Registros espaciais: incluem mapas, plantas baixas, maquetes e modelos tridimensionais. Esses registros são úteis para representar objetos e conceitos em relação a um espaço físico, como na representação de edifícios ou paisagens em um mapa.

Esses são apenas alguns exemplos de registros de representação semiótica utilizados em diferentes áreas do conhecimento. A compreensão de como esses registros podem ser utilizados de forma integrada e complementar é fundamental para a construção e utilização do conhecimento em diversas áreas.

Por exemplo, na geometria, é comum representar objetos e relações geométricas por meio de desenhos, que seriam considerados registros de representação semiótica visual. No entanto, em certas situações, pode ser útil utilizar registros de representação semiótica simbólicos, como equações ou fórmulas matemáticas, para representar os mesmos objetos e relações geométricas. Nesse caso, as conversões dos meios são utilizadas para transformar um registro de representação semiótica visual em um registro de representação semiótica simbólico.

Essa conversão deve ocorrer por meio da introdução de um meio intermediário, que é um registro de representação semiótica híbrido, que combina características dos registros de representação semiótica visual e simbólico. Esse meio intermediário permite a transição entre os dois registros, estabelecendo uma relação de equivalência entre eles.

A conversão de registros é uma habilidade fundamental para a aprendizagem da matemática em ambientes multidisciplinares, uma vez que é importante que os estudantes possam entender e comunicar ideias matemáticas utilizando diferentes registros de representação semiótica.

A teoria dos registros de representação semiótica enfatiza que a conversão de registros não é apenas uma simples “troca” de um registro de representação semiótica para outro, mas sim um processo que envolve a compreensão dos significados matemáticos e das regras de uso de cada registro, assim como a habilidade de realizar as transformações necessárias para conectar diferentes registros de representação semiótica em diferentes meios.

As conversões são importantes na TRRS, pois permitem a ampliação da compreensão do objeto ou conceito representado, ao explorar diferentes aspectos e possibilidades em cada meio e nos diferentes registros de representação semiótica. Além disso, no que tange o ensino da geometria, as conversões são de grande utilidade pois permitem aos alunos explorar os objetos e relações geométricas por meio de diferentes registros, o que pode contribuir para a construção de uma compreensão mais profunda e significativa dos conceitos geométricos.

Essa teoria tem sido amplamente utilizada em pesquisas na área de educação matemática. A utilização da teoria permite uma compreensão mais profunda sobre como os alunos constroem e utilizam conhecimentos geométricos, e tem contribuído para o desenvolvimento de metodologias de ensino mais efetivas.

O GeoGebra já foi explorado como ferramenta de apoio ao ensino por inúmeros autores para ensino de funções, geometria, trigonometria, álgebra, estatística. A variedade de opções de ensino é ampla. Outra vantagem dele são as representações diferentes de um mesmo objeto, como por exemplo, uma reta num plano pode ser feita de forma geométrica e algébrica simultaneamente (MATOS *et al.*, 2020). Por estes motivos, o GeoGebra foi escolhido para ser a ferramenta de apoio na execução das oficinas deste projeto.

O processo de ensino e aprendizagem requer um constante diálogo entre conteúdo do currículo, professor e aluno (SANTANA *et al.,* 2019). A escola onde os alunos estão inseridos na educação formal tem o papel de permitir as condições ideais para que eles pensem, analisem e interpretem os fatos que lhe cercam. Em outras palavras, é preciso que o aluno consiga representar os objetos que lhe cercam de forma semiótica (COLOMBO *et al.*, 2009).

Para Dalvi *et al.* (2020), a TRRS articula os registros como uma condição de acesso à compreensão da matemática, destacando a importância das transformações de conversão e tratamento dos objetos matemáticos, que neste trabalho foi o estudo das relações métricas nos triângulos retângulos. Para os autores, essa teoria considera a diversidade de representações para um objeto matemático, cumprindo a função tanto de comunicação (cognitivas) quanto de tratamento (que não podem ser preenchidas por representações mentais) além da função de produção do conhecimento.

Em entrevista concedida à Revista Paranaense de Educação Matemática (RPEM), publicada em julho de 2013, Duval fala como surgiu seu interesse pelas representações semióticas as origens de sua teoria (FREITAS; REZENDE, 2013).

Duval comenta que ao chegar em 1970 ao IREM (Instituto de Pesquisa em Educação Matemática) de Strasbourg, se engajou em duas linhas de pesquisas: a compreensão de demonstrações por alunos do *collège*, que compreendia o modelo de desenvolvimento Piaget, correspondente ao estágio de operações proposicionais; e a importância e variedade das formas de linguagem nas atividades matemáticas que logo foram abandonadas devido a sua falta de experiência e dificuldades da época.

Em 1986, devido as grandes mudanças no ensino da matemática e na formação de professores, Duval retornou suas pesquisas antes abandonadas com foco na sua segunda linha de pesquisa. Duval faz dois questionamentos:

> Primeiramente, será que os alunos reconhecem o que é matematicamente preservado quando se passa de um tipo de representação para outra? Será que os alunos reconhecem, no conteúdo de uma representação, o que é matematicamente pertinente e o que não é? Estas duas perguntas se tornaram necessárias para todas as utilizações da língua natural nos enunciados de problemas, para a utilização de figuras em geometria, para os gráficos cartesianos, para os diagramas e tabelas utilizadas para organizar dados, etc. (FREITAS; REZENDE, 2013, p. 14)

Os registros são muitos importantes na TRRS, pois a partir de um objeto pode-se obter uma grande variedade registros de representação, mas não devemos confundir registro de representação com o objeto matemático. Segundo Duval (2009) objetos matemáticos são as retas, números, funções e etc... pois o mesmo objeto pode ter diferentes representações.

Dessa forma para melhorar o entendimento da representação de um objeto matemático, podemos efetuar o tratamento que Duval (2009, p. 39) define sendo “uma

transformação que se efetua no interior de um mesmo registro, aquele onde as regras de funcionamento são utilizadas; um tratamento mobiliza então apenas um registro de representação". Assim, pode-se representar registros complexos para formas mais simples de entendimento.

Outra atividade que também pode ser usada é o da conversão de um registro para outro, devido à matemática ter essas variedades de representações. Duval (2009, p.39), define conversão como sendo "uma transformação que faz passar de um registro para outro. Ela requer então a coordenação dos registros no sujeito que ela efetua."

O exemplo a seguir ilustra a relação entre o GeoGebra e a TRRS envolvendo triângulos retângulos disponível em Dolce; Pompeu (2013).

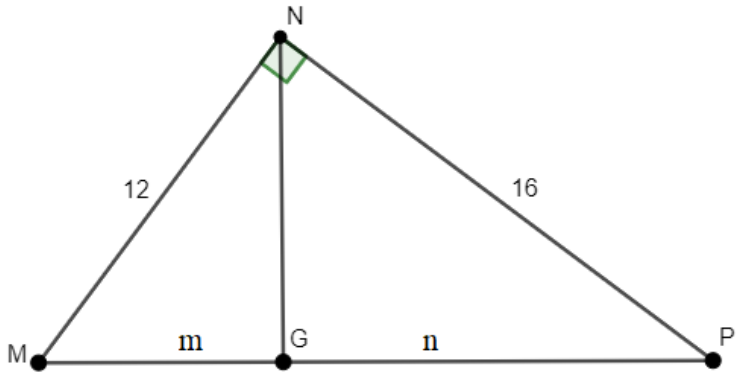
Figura 1 - Exemplo de questão com triângulo retângulo.

546. Calcule a altura e as projeções dos catetos sobre a hipotenusa, no triângulo retângulo de catetos *12 cm* e *16 cm*.

Fonte: DOLCE; POMPEU (2013).

A questão acima não é de compreensão imediata para muitos alunos pois necessita-se que eles saibam a definição de projeção. Entretanto, os estudantes poderiam resolver a questão da seguinte maneira, partindo-se da ideia de que o professor explicou a definição de projeção:

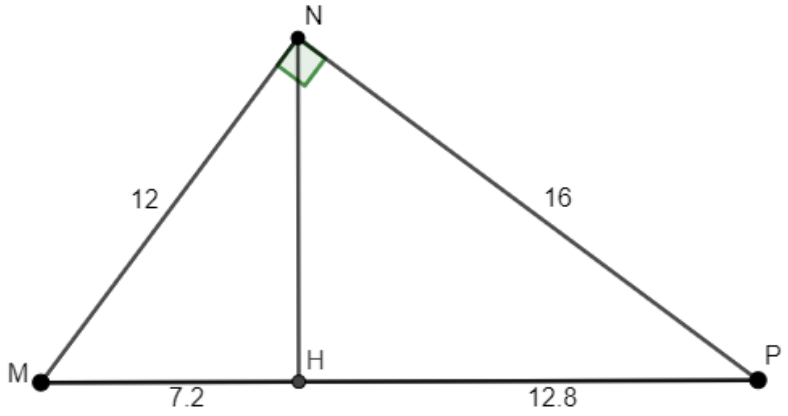
Figura 2 - Representação geométrica da questão no GeoGebra.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Aplica-se o teorema de Pitágoras no triângulo MNP, obtendo-se $MP = 20\ cm$. Em seguida, aplica-se as relações $b^2 = a.m$ e $c^2 = a.m$, de onde obtemos $m = 7{,}2\ cm$ e $n = 12{,}8\ cm$. O tratamento algébrico é a maneira mais comum que os alunos utilizam para resolver questões como essa. Entretanto, pode-se utilizar a representação algébrica no GeoGebra através da construção de um triângulo retângulo imagem da Figura 2. Vejamos:

Figura 3 - Representação geométrica da questão no GeoGebra.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A resolução da questão com o GeoGebra permite visualizar a conversão dos registros algébricos para o geométrico. Cabe ao docente explorar ambos os registros, sempre enfatizando que se trata do mesmo objeto matemático. Dessa maneira, vê-se que o *software* estabelece conexões importantes com a Teoria dos Registros de Representações Semióticas pois o ambiente gráfico favorece a aprendizagem ao permitir a associação entre a parte algébrica e a representação gráfica, o que facilita a compreensão dos procedimentos de tratamentos e de conversão entre os diferentes registros.

A cognição só é ampliada com a ajuda da diversidade de representações semióticas e o ensino e aprendizagem da matemática é configurado num cenário de mobilização da representação de um mesmo objeto em diferentes registros (pelo menos dois), sejam quais forem as situações didáticas propostas (WICHNOSKI; BASSOI, 2019).

Outro conceito por detrás da TRRS é o *signo*, definido como um sinal que um sujeito mobiliza e é capaz de permitir a identificação de um sistema ou registro de representação semiótico. Para Henriques; Almouloud (2016, p. 468):

> As propriedades ou escritas algébricas para o registro algébrico, as figuras geométricas (pontos, segmentos/ retas/curvas, planos e superfícies) para o registro gráfico, os números, as operações aritméticas, para o registro numérico e, de um modo geral as regras de conformidade.

Dessa maneira, o registro de representação nada mais é do que o sistema que possui signos e permitem a identificação de um objeto e a representação semiótica se baseia na aplicação das regras de conformidade e seleção de características do conteúdo envolvido (HENRIQUES; ALMOULOUD, 2016).

Gravina (2015) mostrou que o GeoGebra possui um potencial semiótico robusto, evidenciando as chamadas figuras dinâmicas e uma relação funcional entre objetos geométricos. Para Zanella *et al.* (2018), o GeoGebra é uma multiplataforma que integra uma diversidade de representações semióticas (figural, simbólica, língua natural) e permite construir diferentes representações num mesmo ambiente.

2.3 SABERES DOCENTES NA VISÃO DE SHULMAN E O MODELO TPACK

A compreensão do papel do professor no processo de ensino e aprendizagem tem sido objeto de estudo de diversas pesquisas educacionais. No campo da formação docente, Lee Shulman (1986) trouxe uma contribuição significativa ao propor a base do conhecimento para o ensino, destacando a importância do domínio do conteúdo e da pedagogia de forma integrada. Segundo o autor, para que o professor seja eficaz, ele deve possuir um profundo conhecimento do conteúdo que ensina, além de compreender as melhores estratégias pedagógicas para transmitir esse conhecimento aos alunos.

Shulman (1987) argumenta que o conhecimento docente não deve ser visto apenas como a simples transmissão de informações, mas sim como um conjunto complexo de saberes interligados que envolvem tanto o domínio do conteúdo quanto a compreensão dos processos de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, o autor propôs uma classificação dos saberes docentes em sete categorias:

1. **Conhecimento do conteúdo (Content Knowledge – CK):** refere-se ao domínio profundo da disciplina que o professor ensina, incluindo conceitos, teorias e estruturas organizacionais do campo do conhecimento.
2. **Conhecimento pedagógico geral (Pedagogical Knowledge – PK):** envolve estratégias de ensino, métodos didáticos e princípios educacionais aplicáveis a diversas disciplinas.
3. **Conhecimento curricular (Curricular Knowledge):** compreende os materiais de ensino, os programas curriculares e a sequência lógica dos conteúdos a serem ensinados.
4. **Conhecimento dos alunos e suas características:** inclui a compreensão sobre como os estudantes aprendem, suas dificuldades, experiências e diferenças individuais.
5. **Conhecimento do contexto educacional:** abrange fatores institucionais, sociais e culturais que influenciam o ensino, como políticas educacionais, infraestrutura escolar e dinâmica da comunidade.
6. **Conhecimento pedagógico do conteúdo (Pedagogical Content Knowledge – PCK):** representa a interseção entre o conhecimento do

conteúdo e o conhecimento pedagógico, ou seja, as melhores formas de ensinar determinado conceito para que os alunos o compreendam de maneira eficaz.

7. **Conhecimento dos propósitos, fins e valores educacionais:** relaciona-se à compreensão sobre a função social da educação e os objetivos do ensino na formação dos alunos (SHULMAN, 1987).

A partir dessa base teórica, Mishra e Koehler (2006) expandiram a proposta de Shulman ao desenvolver o modelo **TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge)**, que incorpora o conhecimento tecnológico ao modelo original. O TPACK propõe que o ensino eficaz no século XXI exige não apenas o domínio do conteúdo e da pedagogia, mas também a capacidade de integrar tecnologias digitais ao processo de ensino-aprendizagem. Assim, os professores devem articular três dimensões do conhecimento:

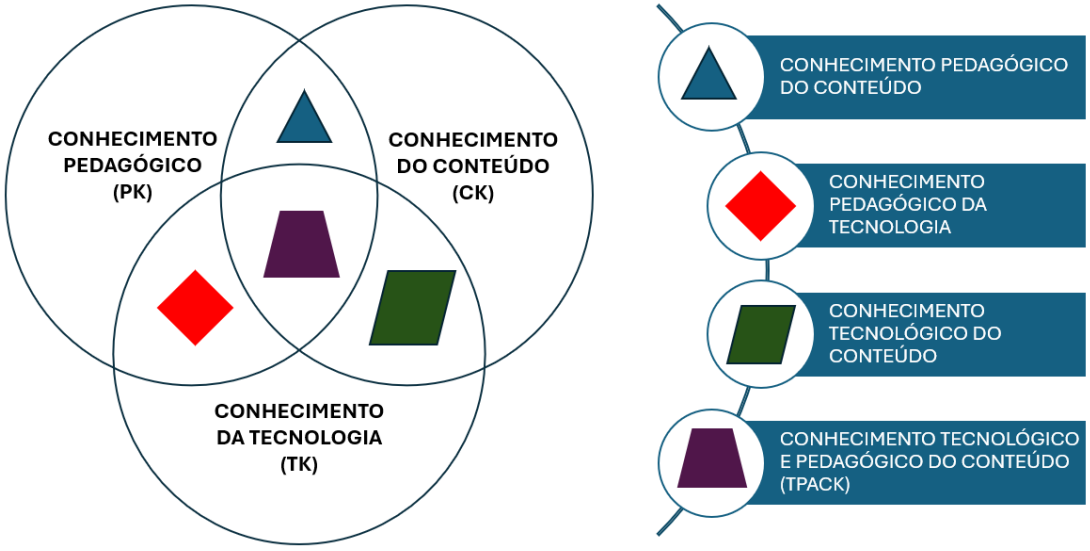
- **Conhecimento do Conteúdo (CK - Content Knowledge):** domínio conceitual do professor sobre o que está sendo ensinado.
- **Conhecimento Pedagógico (PK - Pedagogical Knowledge):** compreensão sobre as melhores práticas de ensino, métodos e estratégias didáticas.
- **Conhecimento Tecnológico (TK - Technological Knowledge):** entendimento e habilidade para utilizar ferramentas tecnológicas de forma eficaz no ensino.

A sobreposição dessas três dimensões gera novas interseções, como o **Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK)**, que relaciona o que ensinar com como ensinar, o **Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (TCK)**, que explora como a tecnologia pode transformar a forma de ensinar determinados conceitos, e o **Conhecimento Tecnológico e Pedagógico (TPK)**, que trata de como a tecnologia pode ser utilizada para aprimorar as metodologias de ensino.

A convergência máxima desses três eixos resulta no **TPACK**, que representa um ensino verdadeiramente integrado, combinando pedagogia, tecnologia e conteúdo de forma equilibrada e eficiente.

Figura 4 - Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo

-



Fonte: Elaborada pelo autor

Segundo Koehler e Mishra (2009), a formação docente tradicional muitas vezes separa o ensino do conteúdo, da pedagogia e da tecnologia, dificultando a criação de estratégias eficazes para a sala de aula. O modelo TPACK busca superar essa fragmentação, proporcionando aos professores um arcabouço teórico para refletirem sobre como integrar a tecnologia de forma significativa ao ensino (MISHRA; KOEHLER, 2006). A adoção desse modelo tem sido amplamente discutida na literatura educacional, sendo considerada uma estrutura fundamental para o desenvolvimento da competência digital dos professores (SCHMIDT et al., 2009; HARRIS; HOFER, 2011).

No contexto da educação matemática, a aplicação do modelo TPACK permite que os docentes reflitam sobre como os recursos digitais podem potencializar a aprendizagem dos alunos. O uso de softwares como o GeoGebra, por exemplo, pode ser analisado a partir das interseções do TPACK, evidenciando como a tecnologia pode ser utilizada para reforçar conceitos matemáticos e desenvolver novas abordagens pedagógicas (MORAN; MASETTO; BEHRENS, 2013).

A análise das respostas dos professores ao questionário aplicado neste estudo será realizada sob a ótica do modelo TPACK, buscando compreender como os docentes percebem a integração do software GeoGebra no ensino das relações métricas no triângulo retângulo. Com isso, pretende-se identificar os desafios enfrentados pelos professores na implementação da tecnologia em suas práticas

pedagógicas e avaliar de que forma o guia de atividades desenvolvido pode contribuir para uma melhor articulação entre os saberes docentes e o uso de tecnologias digitais no ensino da Matemática.

Assim, este trabalho busca aprofundar a discussão sobre a formação de professores para o uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) e sua influência no ensino da Matemática. A adoção de um modelo como o TPACK oferece uma estrutura valiosa para a reflexão docente, permitindo uma abordagem mais integrada e eficiente no processo de ensino-aprendizagem. Como apontam Valanides e Angeli (2008), professores que desenvolvem uma compreensão sólida do TPACK tornam-se mais aptos a selecionar e implementar tecnologias de forma estratégica, promovendo uma educação mais significativa e alinhada às demandas contemporâneas.

- **A Integração do Conhecimento na Formação Docente**

A formação docente exige a articulação entre diferentes áreas do conhecimento, permitindo que o professor desenvolva competências que vão além do domínio do conteúdo específico de sua disciplina. Segundo Shulman (1987), a base do conhecimento para o ensino não se limita ao conhecimento do conteúdo, mas inclui também o conhecimento pedagógico e curricular, bem como a compreensão do contexto educacional e das características dos alunos. Essa visão amplia a concepção tradicional da formação docente, ressaltando a necessidade de um preparo que integre aspectos teóricos e práticos.

Com a evolução das demandas educacionais, Mishra e Koehler (2006) expandiram essa perspectiva ao desenvolver o modelo TPACK, que incorpora o conhecimento tecnológico como um elemento essencial na formação dos professores. Esse modelo enfatiza a necessidade de um equilíbrio entre o conhecimento do conteúdo (CK – Content Knowledge), o conhecimento pedagógico (PK – Pedagogical Knowledge) e o conhecimento tecnológico (TK – Technological Knowledge), garantindo que o professor possa planejar e executar práticas didáticas que integrem as tecnologias digitais de maneira eficaz.

A formação inicial e continuada dos professores deve, portanto, proporcionar experiências que promovam essa integração. Schmidt et al. (2009) argumentam que um dos desafios da formação docente é garantir que os futuros professores

desenvolvam não apenas habilidades pedagógicas e disciplinares, mas também a capacidade de adaptar metodologias inovadoras às necessidades dos alunos. Nesse sentido, o uso de tecnologias como o GeoGebra, quando incorporado adequadamente à formação dos professores, possibilita a criação de estratégias didáticas que favorecem a construção do conhecimento matemático de maneira mais dinâmica e interativa.

Segundo Koehler e Mishra (2009), a integração do TPACK na formação docente permite que os professores desenvolvam uma prática pedagógica mais reflexiva e eficiente, pois passam a compreender como a tecnologia pode ser utilizada para mediar o ensino e a aprendizagem. Isso implica que, além de conhecerem os conceitos matemáticos, os docentes precisam compreender como as ferramentas digitais podem potencializar a compreensão dos alunos, tornando-se agentes ativos na inovação educacional.

Assim, garantir que a formação docente contemple a articulação entre conteúdo, pedagogia e tecnologia é um passo fundamental para o aprimoramento do ensino de Matemática e de outras áreas do conhecimento. Como destaca Valanides e Angeli (2008), professores que possuem um entendimento sólido do modelo TPACK conseguem explorar melhor os recursos digitais e adaptá-los às necessidades educacionais, favorecendo um ensino mais significativo e alinhado às demandas contemporâneas.

- **A Formação Docente e os Saberes da Prática Educacional**

A construção do conhecimento docente não se dá apenas pela formação acadêmica formal, mas também pela experiência adquirida na prática educacional e pelo acesso a materiais e estruturas curriculares bem fundamentadas. Shulman (1987) argumenta que o ensino eficaz exige que os professores dominem não apenas o conteúdo e as metodologias pedagógicas, mas também a forma como o conhecimento é organizado e apresentado nos materiais didáticos, além das estratégias que emergem da prática cotidiana em sala de aula.

A formação acadêmica formal em educação fornece aos professores a base teórica essencial para compreender os princípios pedagógicos e metodológicos que orientam o ensino. Esse conhecimento é complementado pelo acesso a estruturas e

materiais educacionais, que oferecem referenciais para a organização dos conteúdos e a seleção das abordagens mais adequadas para cada nível de ensino. De acordo com Schmidt et al. (2009), a integração entre conhecimento teórico e os recursos didáticos disponíveis é fundamental para que os professores possam planejar e executar suas aulas de maneira eficiente.

Entretanto, Shulman (1987) enfatiza que há um tipo de conhecimento que não pode ser aprendido exclusivamente por meio da formação formal ou dos materiais estruturados: a sabedoria que deriva da própria prática. Esse saber emerge da experiência diária do professor, das interações com os alunos, das dificuldades enfrentadas no ensino e das adaptações feitas ao longo do tempo para tornar o aprendizado mais significativo. Mishra e Koehler (2006) reforçam essa ideia ao destacarem que a prática docente exige um equilíbrio dinâmico entre conhecimento do conteúdo, conhecimento pedagógico e conhecimento tecnológico, permitindo que os professores ajustem suas estratégias conforme as necessidades da sala de aula.

No contexto da educação matemática, essa articulação entre formação acadêmica, materiais educacionais e prática docente torna-se especialmente relevante. O uso de tecnologias digitais, como o GeoGebra, exemplifica essa integração ao possibilitar que os professores combinem o conhecimento teórico adquirido na formação com a experiência prática e os recursos tecnológicos disponíveis para otimizar o ensino. Como apontam Harris e Hofer (2011), o sucesso na implementação de ferramentas tecnológicas depende não apenas da sua disponibilidade, mas da capacidade do professor em utilizá-las de forma significativa, o que exige tanto formação prévia quanto experiência prática.

Dessa forma, a construção do conhecimento docente envolve múltiplas dimensões, sendo essencial que os professores tenham acesso a uma formação sólida, a materiais educacionais bem estruturados e, sobretudo, a oportunidades de refletir sobre sua prática e aprimorá-la continuamente.

2.4 A INTEGRAÇÃO DOS SABERES DOCENTES E O MODELO TPACK NO ENSINO DAS RELAÇÕES MÉTRICAS NO TRIÂNGULO RETÂNGULO COM O GEOGEBRA

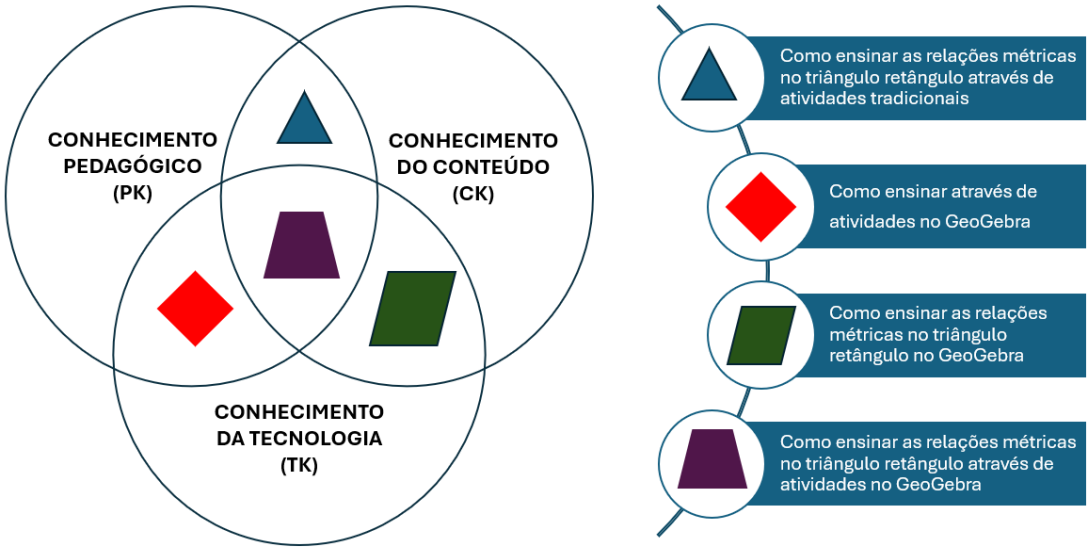
A crescente integração das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) na educação tem transformado significativamente o ensino da Matemática, possibilitando novas formas de representar conceitos e explorar diferentes abordagens pedagógicas. No contexto do ensino das relações métricas no triângulo retângulo, o uso de softwares de Geometria Dinâmica, como o GeoGebra, apresenta-se como uma ferramenta promissora para favorecer a compreensão dos conceitos geométricos e algébricos de forma mais interativa e visual. No entanto, a simples introdução de tecnologia no ambiente escolar não garante, por si só, uma melhoria no ensino e na aprendizagem. Para que a tecnologia seja efetivamente integrada ao processo de ensino, é fundamental que o professor possua conhecimentos específicos sobre sua aplicação pedagógica e sobre os conteúdos matemáticos a serem ensinados.

A esse respeito, a pesquisa de **Lee Shulman (1986, 1987)** trouxe contribuições fundamentais ao propor a existência de diferentes dimensões do conhecimento docente, indo além do domínio disciplinar e enfatizando a necessidade de uma interseção entre conteúdo e pedagogia. Segundo **Shulman (1987)**, a formação de um professor competente deve considerar aspectos como o conhecimento do conteúdo específico da disciplina, o conhecimento pedagógico geral, o conhecimento curricular e o conhecimento sobre os estudantes e seus processos de aprendizagem. Dessa forma, não basta ao professor apenas conhecer os teoremas e fórmulas das relações métricas no triângulo retângulo, mas também compreender **como** esses conceitos podem ser melhor transmitidos para que os alunos consigam construir o conhecimento de forma significativa.

Com o avanço das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), **Mishra e Koehler (2006)** expandiram a ideia de Shulman ao criar o modelo **TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge)**, que incorpora a tecnologia como um terceiro pilar fundamental no conhecimento docente. No modelo TPACK, o ensino eficaz ocorre quando o professor integra **conhecimento do conteúdo (CK), conhecimento pedagógico (PK) e conhecimento tecnológico (TK), articulando-os de forma equilibrada para potencializar o aprendizado**.

A interseção entre essas três dimensões gera novas formas de conhecimento didático, sendo o **Conhecimento Tecnológico e Pedagógico (TPK)** um dos aspectos centrais do TPACK. Esse conhecimento se refere à maneira como a tecnologia pode ser utilizada para melhorar o ensino e a aprendizagem, permitindo que os professores selecionem e integrem recursos tecnológicos de acordo com as necessidades de seus alunos. Já o **Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (TCK)** se refere à compreensão de como as tecnologias podem transformar a maneira como certos conteúdos são ensinados e compreendidos pelos estudantes. O modelo TPACK destaca, portanto, a necessidade de um planejamento pedagógico que não apenas incorpore tecnologia, mas que o faça de forma coerente com o ensino de conceitos matemáticos fundamentais (**MISHRA; KOEHLER, 2006**).

Figura 5 - Diagrama do TPACK adaptado para o guia de atividades



Fonte: Elaborada pelo autor

No ensino das relações métricas no triângulo retângulo, a utilização do GeoGebra representa uma aplicação concreta do modelo TPACK, pois permite a integração dos diferentes registros de representação matemática, conforme discutido na **Teoria dos Registros de Representação Semiótica de Raymond Duval**. Segundo **Duval (2009)**, a aprendizagem da Matemática ocorre por meio da coordenação entre diferentes registros de representação, como o geométrico, o algébrico e o numérico. O GeoGebra, ao oferecer simultaneamente múltiplas representações dinâmicas de um mesmo objeto matemático, permite que os alunos

realizem conversões entre registros, fortalecendo a compreensão dos conceitos abordados.

Além disso, o modelo TPACK também está diretamente relacionado à **formação docente**, visto que, conforme apontam **Harris e Hofer (2011)**, a eficácia do ensino por meio de tecnologias digitais depende da capacidade do professor em integrar as três dimensões do conhecimento de forma planejada e alinhada aos objetivos de aprendizagem. Dessa forma, a formação docente deve incluir não apenas o aprofundamento dos conceitos matemáticos, mas também o desenvolvimento de competências pedagógicas e tecnológicas que permitam uma implementação eficaz de ferramentas como o GeoGebra.

A necessidade dessa formação é destacada por **Valanides e Angeli (2008)**, ao apontarem que um ensino eficaz exige que o professor compreenda os processos de ensino-aprendizagem e esteja preparado para lidar com os desafios do uso da tecnologia em sala de aula. No contexto educacional, a aplicação do TPACK pode contribuir para que o professor planeje e execute atividades didáticas que aliem o conhecimento do conteúdo matemático ao uso de recursos tecnológicos, promovendo uma aprendizagem mais dinâmica e significativa.

Ao longo deste estudo, a análise das respostas dos professores ao questionário será conduzida à luz do modelo TPACK. Essa abordagem permitirá compreender como os docentes percebem a aplicabilidade do guia de atividades desenvolvido, verificando suas contribuições para o ensino das relações métricas no triângulo retângulo e os desafios enfrentados na implementação do GeoGebra. Com isso, espera-se contribuir para o debate sobre a importância da formação docente no uso das TDIC e fomentar a adoção de metodologias inovadoras no ensino da Matemática.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo, será apresentada a revisão de literatura, cujo objetivo é levantar trabalhos publicados que contribuam para a temática da pesquisa, além de subsidiar a elaboração do guia de atividades.

A revisão foi conduzida em bases de dados como Google Acadêmico, SciELO e CAPES Periódicos, utilizando as seguintes palavras-chave: "Registros de representação semiótica", "Triângulos e representações semióticas", "GeoGebra e ensino de Matemática", "Tecnologia no ensino da Geometria", "Relações métricas no triângulo retângulo" e "Relações métricas em triângulos retângulos no GeoGebra". A seleção dos trabalhos seguiu critérios específicos de relevância para o tema abordado.

A tabela a seguir apresenta os trabalhos selecionados, incluindo informações como autor, ano de publicação, tipo de publicação (como artigo, TCC, dissertação, entre outros) e título:

Tabela 1 - Trabalhos selecionados na revisão de literatura e suas contribuições

Autor	Ano	Tipo de Publicação	Título
Laborde	1995	Artigo publicado no livro “Integrating Information Technology into Education”. p. 95-106	*“The Case of Cabri-Géomètre: Learning Geometry in a Computer-Based Environment”*
Mariotti	2012	Artigo publicado no livro “Proof and Proving	“From Straight-Edge and Compass to Dynamic Geometry Software”

		in Mathematics Education". p. 97 - 108	
Silva	2014	Dissertação de Mestrado - UFPE	"Triângulos Nos Livros Didáticos De Matemática Dos Anos Iniciais Do Ensino Fundamental: Um Estudo Sob A Luz Da Teoria Dos Registros De Representação Semiótica"
Oliveira	2021	Dissertação de Mestrado - UFGO	"Estudo sobre Triângulos no Ensino Fundamental usando o software GeoGebra"
Pires	2018	Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho	"Relações Métricas no Triângulo Retângulo com GeoGebra"
Ferreira e Pereira	2020	Dissertação de Mestrado - UEPA	"Uma sequência didática para o ensino de relações métricas no triângulo retângulo"
Matos	2022	Trabalho de Conclusão de Curso - UEPI	"Investigações Geométricas no Triângulo Retângulo com auxílio do aplicativo GeoGebra 2D: deduzindo as relações métricas."
Bertó	2022	Dissertação de Mestrado - UFSM	"Isometrias e homotetias: teoria e aplicações com o GeoGebra e materiais manipulativos"
Silva Filho e Bandeira	2020	Artigo Publicado na Revista do	Um método geométrico para construção de ternos pitagóricos

		Professor de Matemática Online	
Souza e Cavalcante	2020	Artigo publicado na Open Minds International Journal, v. 1, n. 1, p. 47-63	“Contribuições do GeoGebra para o Ensino de Geometria no Ensino Fundamental Séries Finais.”
Gonçalves e Oliveira	2021	Artigo publicado na Revista Ensin@ UFMS	“O Uso do GeoGebra para o Ensino do Cálculo da Área de Polígonos no Ensino Fundamental”
Zanella	2018	Artigo publicado na Revista Educação Em Questão, v. 56, n. 48, 2018.	“Apreensão de objetos geométricos com o GeoGebra”
Berlanda	2017	Dissertação de mestrado - UFSM	“Mobilizações De Registros De Representação Semiótica No Estudo De Trigonometria No Triângulo Retângulo Com O Auxílio Do Software Geogebra”
Gravina	2015	Artigo publicado na revista Vidya, v. 35, n. 2, p. 18, 2015.	“O potencial semiótico do GeoGebra na aprendizagem da geometria: uma experiência ilustrativa”
Sousa e Fontenele	2021	Artigo publicado no Boletim	“O uso do GeoGebra nas aulas remotas: uma abordagem do conteúdo de função quadrática”

		Cearense de Educação e História da Matemática, 8(23) (2021), pp.752-767.	
Mendes	2022	Dissertação de Mestrado - UEPA	“Ensino de volume de poliedros através de atividades no Geogebra”

Fonte: Autor

A literatura científica apresenta diversos estudos que abordam a representação semiótica na geometria. Laborde (1995) enfatiza a importância da consideração de diferentes formas de representação geométrica, enquanto Mariotti (2006) destaca a necessidade de construir pontes entre registros semióticos distintos. Ambos os autores defendem a integração dessas representações na prática docente, utilizando elementos como desenhos, gráficos, tabelas e símbolos para aprimorar a compreensão dos conceitos geométricos.

Silva (2014) analisou livros didáticos de matemática utilizados nos anos iniciais do ensino fundamental, identificando dificuldades na abordagem dos triângulos. Entre os problemas constatados, destacam-se a predominância da representação do triângulo retângulo em detrimento de outros tipos, a falta de clareza na apresentação de propriedades geométricas e a dificuldade na transposição entre registros semióticos. Esses achados apontam para a necessidade de reformulação da abordagem dos livros didáticos para fortalecer a construção dos conceitos geométricos pelos alunos.

No ensino de geometria, o software GeoGebra tem sido amplamente estudado como ferramenta didática. Oliveira (2021) observou que o uso desse software pode aumentar a concentração e o interesse dos alunos, permitindo a validação de exercícios resolvidos manualmente. Pires (2018) e Matos (2022) aplicaram o GeoGebra para explorar as relações métricas no triângulo retângulo, constatando que a ferramenta facilita a visualização dos conceitos e promove um aprendizado mais dinâmico e interativo. Da mesma forma, Ferreira e Pereira (2020) desenvolveram uma

sequência didática estruturada baseada no GeoGebra, enfatizando a importância da formação docente para a integração eficaz dessa tecnologia no ensino da matemática.

Outros estudos destacam a relação entre homotetia e as propriedades dos triângulos. Bertó (2021) define a homotetia como uma transformação geométrica que preserva a forma e os ângulos, enquanto Silva Filho e Bandeira (2020) aplicaram esse conceito na construção de ternos pitagóricos, demonstrando sua relevância para a compreensão das relações métricas nos triângulos retângulos.

Pesquisas em diferentes contextos escolares reforçam os benefícios do GeoGebra. Souza e Cavalcante (2020) analisaram seu impacto no ensino da geometria em uma escola quilombola, concluindo que a ferramenta desperta o interesse dos alunos e facilita a interação com os professores. Gonçalves e Oliveira (2021) elaboraram uma coleção de atividades no software para auxiliar na demonstração das fórmulas de cálculo de áreas de polígonos, evidenciando sua eficácia na educação básica.

Estudos com foco na formação docente também exploram a representação semiótica na aprendizagem da geometria. Zanella et al. (2018) investigaram como futuros professores de matemática apreendem objetos geométricos por meio do GeoGebra, concluindo que a ferramenta possibilita a articulação entre diferentes registros semióticos. Berlanda (2017) analisou seu uso no ensino de trigonometria em triângulos retângulos, identificando dificuldades dos alunos na transição entre registros semióticos e destacando o papel do software na superação desses desafios. Gravina (2015) reforçou essa perspectiva ao demonstrar como o GeoGebra contribui para a construção de significados geométricos entre estudantes da licenciatura em matemática.

Por fim, a pandemia de COVID-19 ressaltou a necessidade de ferramentas digitais no ensino. Sousa e Fontenele (2021) relataram o uso do GeoGebra no ensino remoto da função quadrática, destacando sua importância na visualização de conceitos matemáticos. Esses estudos consolidam o papel do GeoGebra como um recurso didático eficaz para a aprendizagem da geometria e das relações métricas no triângulo retângulo.

Mendes (2022) investigou a elaboração de um produto educacional voltado ao ensino de volumes de poliedros, integrando o uso do software GeoGebra como recurso didático. A pesquisa, de caráter quanti-qualitativo, baseou-se inicialmente em um estudo bibliográfico envolvendo obras acadêmicas, artigos e livros, seguido da

aplicação de questionários a 36 professores de Matemática do Ensino Médio em cinco municípios maranhenses.

O referencial teórico utilizado destacou três principais eixos: os saberes docentes segundo Shulman, o modelo TPACK de Mishra e Koehler — que propõe a integração entre o conhecimento pedagógico, tecnológico e de conteúdo — e a concepção de ensino por meio de atividades conforme Sá. Esses aportes fundamentaram tanto a análise da pesquisa quanto a produção do material educativo.

O resultado foi a criação do “Guia de atividades para o ensino de volume de poliedros no GeoGebra”, disponibilizado aos professores participantes. Após análise e validação, o material foi considerado uma ferramenta relevante para apoiar o ensino desse conteúdo, evidenciando a contribuição do GeoGebra na exploração de conceitos geométricos tridimensionais de forma mais visual e interativa.

Diante das discussões apresentadas, observa-se que o uso do GeoGebra como recurso pedagógico no ensino de Geometria contribui significativamente para a compreensão de conceitos complexos, como o volume de poliedros. A literatura analisada evidencia o potencial da ferramenta para promover diferentes registros de representação semiótica, permitindo aos alunos transitar entre o simbólico, o algébrico e o gráfico-geométrico. Além disso, o desenvolvimento de materiais educacionais mediados pelo GeoGebra, como o proposto por Mendes (2022), reforça a importância de integrar o conhecimento pedagógico, tecnológico e de conteúdo na prática docente. Tais iniciativas ampliam as possibilidades de ensino e aprendizagem, tornando o processo mais dinâmico, visual e contextualizado, o que contribui para o fortalecimento da compreensão matemática dos alunos.

4. GEOGEBRA

O ensino da Matemática tem sido impactado significativamente pelo avanço das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), possibilitando novas abordagens pedagógicas e ampliando as possibilidades de ensino e aprendizagem. Nesse cenário, o GeoGebra destaca-se como uma das ferramentas tecnológicas mais relevantes e amplamente utilizadas na educação matemática, devido à sua versatilidade e ao seu caráter dinâmico e interativo.

Criado por Markus Hohenwarter em 2001, inicialmente na Universität Salzburg, Áustria e posteriormente desenvolvido na Florida Atlantic University, Estados Unidos da América, o GeoGebra é um software gratuito de matemática dinâmica desenvolvido para o ensino e aprendizagem da matemática nos vários níveis de ensino e reúne recursos de geometria, álgebra, tabelas, gráficos, probabilidade, estatística e cálculos simbólicos em um único ambiente.

> Assim, o GeoGebra tem a vantagem didática de apresentar, ao mesmo tempo, representações diferentes de um mesmo objeto que interagem entre si. Além dos aspectos didáticos, é uma excelente ferramenta para se criar ilustrações profissionais para serem usadas no Microsoft Word, no Open Office ou no LaTeX. Escrito em JAVA e disponível em português, o software é multiplataforma e, portanto, ele pode ser instalado em computadores com Windows, Linux ou Mac OS inclusive em celulares (GEOGEBRA-RIO, 2017).

Usado em aproximadamente 190 países e traduzido para 55 idiomas, o GeoGebra é disponível para dispositivos Android, iOS, Windows, Linux, Mac e Chromebook.

O Software participou de enésimas premiações internacionais na área de softwares educacionais, tendo como alguns dos principais feitos o prêmio internacional de software livre, na categoria educação em Soissons, França e o prêmio austríaco de software educacional em Viena, Áustria.

Figura 6 - Logo do GeoGebra.

Fonte: Imagem da Internet

Uma das principais características do GeoGebra é a possibilidade de integrar, em um único ambiente, múltiplas representações matemáticas, como a algébrica, a geométrica e a gráfica, favorecendo a visualização e a manipulação dos objetos matemáticos em tempo real. Essa integração permite aos estudantes explorar conceitos matemáticos de forma mais concreta e visual, o que contribui para a superação de dificuldades comuns na aprendizagem da disciplina.

No campo da Geometria, o GeoGebra permite a construção e a manipulação de figuras geométricas planas e espaciais, possibilitando ao aluno observar as propriedades e relações entre os elementos das figuras. Especificamente no ensino das relações métricas no triângulo retângulo, o software torna-se uma ferramenta poderosa, pois permite a construção de triângulos, a alteração das medidas dos lados e a observação das consequências dessas alterações nas demais grandezas envolvidas. Com isso, os alunos podem visualizar e compreender de maneira mais efetiva conceitos como o Teorema de Pitágoras, a altura relativa à hipotenusa e as projeções dos catetos sobre a hipotenusa.

Atualmente no Brasil, a Universidade Estadual do Paraná- Campus Apucarana oferece um curso gratuito de capacitação, disponível duas vezes ao ano para estudantes de graduação em matemática, estudantes de pós-graduação *Lato* ou *Stricto Sensu* em matemática, ou ensino de matemática ou educação matemática, professores que ensinam matemática em todo os níveis de ensino totalmente a distância que queiram se aprofundar um pouco mais nos assuntos relacionados ao software.

O curso é dividido em 8 módulos semanais com carga horaria total de 50 horas, divididas em 7 módulos consecutivos com 6 horas e o oitavo módulo com carga horária de 8 horas, totalizando 50 horas. São disponibilizadas 460 vagas, sendo que 10 são disponibilizadas para candidatos de outros países e 450 para candidatos residentes no Brasil, distribuídas conforme o quadro

Tabela 2 - Distribuição de vagas

Estado	vagas
Acre	3
Alagoas	5
Amapá	3
Amazonas	3
Bahia	20

Ceará	40
Distrito Federal	10
Espírito Santo	40
Goiás	5
Maranhão	6
Mato Grosso	10
Mato Grosso do Sul	10
Minas Gerais	40
Pará	20
Paraíba	10
Paraná	50
Pernambuco	45
Piauí	5
Rio de Janeiro	30
Rio Grande do Norte	6
Rio Grande do Sul	20
Rondônia	7
Roraima	14
Santa Catarina	5
São Paulo	35
Sergipe	4
Tocantins	4
	450

Fonte: Edital Curso GeoGebra, Edital da 16ª edição

O curso, ministrado pelo Prof. Sérgio Carrazedo Dantas e com o suporte de alunos egressos do curso que obtiveram destaque em sua capacitação trata de inúmeros assuntos acerca das ciências exatas, conteúdos em videoaulas e materiais de apoio em PDF que abordam desde conceitos iniciais de geometria euclidiana como pontos, planos e retas até sintaxes de gráficos de funções e resolução de equações na janela CAS. Bem como a utilização de ferramentas disponíveis no software ou da construção de novas ferramentas para melhor atender as necessidades do discente ou docente.

O uso do GeoGebra também está em consonância com a Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS), de Raymond Duval (2003), pois permite aos alunos transitar entre diferentes registros de representação — gráfico, algébrico e geométrico — e compreender que todos esses registros se referem ao mesmo objeto matemático. Dessa forma, o software favorece não apenas o tratamento das informações dentro de um mesmo registro, mas também as conversões entre registros distintos, promovendo uma aprendizagem mais completa e significativa.

Outro aspecto relevante é a acessibilidade do GeoGebra, uma vez que se trata de um software livre e multiplataforma, podendo ser utilizado em sistemas operacionais como Windows, Linux e Mac OS, além de possuir versões online e para dispositivos móveis. Tal característica facilita sua adoção por escolas públicas e privadas, democratizando o acesso a recursos tecnológicos de qualidade para o ensino da Matemática.

Estudos como os de Ferreira e Pereira (2020) e Pires (2018) evidenciam que o uso do GeoGebra potencializa a aprendizagem ao estimular a exploração, a investigação e a experimentação por parte dos alunos. Nessas pesquisas, os autores destacam que o software permite aos estudantes construir hipóteses, testá-las e validar seus resultados, o que promove o desenvolvimento do raciocínio lógico e da capacidade de resolução de problemas.

Além disso, o GeoGebra contribui para o desenvolvimento da autonomia dos alunos, permitindo que eles explorem diferentes possibilidades e soluções para um mesmo problema matemático. Essa abordagem está em consonância com as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que destaca a importância das tecnologias digitais no processo de ensino e aprendizagem e incentiva a formação de alunos críticos, criativos e autônomos (BRASIL, 2018).

Para o professor, o uso do GeoGebra representa um desafio e, ao mesmo tempo, uma oportunidade de enriquecer sua prática pedagógica. Segundo o modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge), o professor deve articular o conhecimento tecnológico, pedagógico e de conteúdo para integrar o GeoGebra de maneira significativa ao ensino da Matemática (MISHRA; KOEHLER, 2006). Isso exige uma formação adequada que contemple não apenas o domínio técnico do software, mas também a compreensão de como utilizá-lo de forma pedagógica para favorecer a aprendizagem dos alunos.

Entretanto, a efetiva utilização do GeoGebra nas aulas de Matemática ainda enfrenta alguns desafios, principalmente relacionados à formação dos professores e à disponibilidade de recursos nas escolas. Muitos docentes relatam dificuldades em incorporar o software em suas práticas pedagógicas, seja pela falta de formação específica, seja pela ausência de infraestrutura adequada. Por isso, torna-se essencial investir em programas de formação continuada que capacitem os professores a explorar todo o potencial do GeoGebra como ferramenta didática.

Em síntese, o GeoGebra configura-se como uma ferramenta pedagógica de grande relevância para o ensino da Matemática, especialmente no estudo da Geometria e das relações métricas no triângulo retângulo. Seu uso possibilita a visualização e a manipulação dos conceitos matemáticos, favorecendo a compreensão e o desenvolvimento do raciocínio matemático dos alunos. Integrar o GeoGebra às práticas pedagógicas representa um caminho promissor para tornar o ensino da Matemática mais dinâmico, interativo e significativo.

5. OBJETO MATEMÁTICO

O triângulo retângulo é uma das figuras geométricas mais exploradas no ensino da Matemática, devido à sua aplicabilidade em diversas situações do cotidiano e das ciências exatas. As relações métricas estabelecidas entre seus lados e elementos internos são fundamentais para a resolução de problemas geométricos e algébricos, tornando-se conteúdo essencial nos currículos escolares.

No triângulo retângulo, as relações métricas derivam principalmente da aplicação do Teorema de Pitágoras e dos conceitos de semelhança de triângulos. Esses conceitos possibilitam o desenvolvimento de fórmulas que relacionam os catetos, a hipotenusa, a altura relativa à hipotenusa e as projeções dos catetos sobre essa hipotenusa.

5.1. TEOREMA DE PITÁGORAS

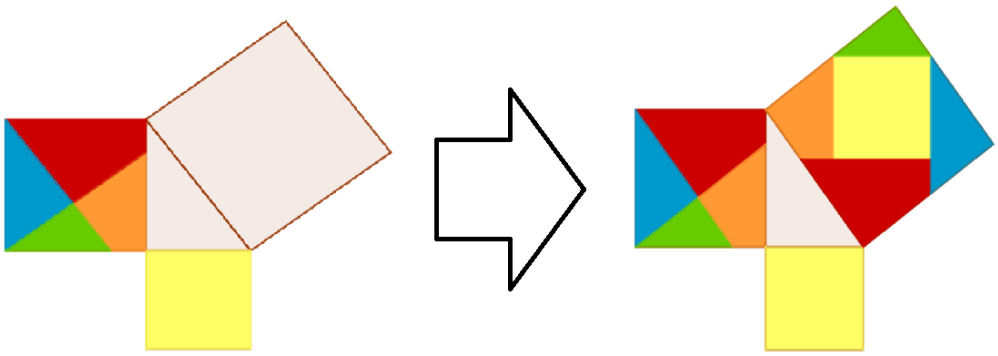
O Teorema de Pitágoras estabelece que, em qualquer triângulo retângulo, o quadrado da hipotenusa é igual à soma dos quadrados dos catetos. Sejam a e b os catetos e c a hipotenusa, temos:

$$a^2 = b^2 + c^2$$

Essa relação é uma das mais conhecidas da Matemática e serve de base para diversas outras deduções geométricas e algébricas. Geometricamente, a demonstração do Teorema pode ser realizada construindo-se quadrados sobre os lados do triângulo retângulo e mostrando que a área do quadrado sobre a hipotenusa é equivalente à soma das áreas dos quadrados sobre os catetos.

O uso de softwares como o GeoGebra torna essa visualização mais acessível e dinâmica, possibilitando aos alunos a manipulação dos elementos e a observação direta dessa igualdade, reforçando a compreensão conceitual da relação.

Imagem 7 - Demonstração Geométrica do teorema de pitágoras



Fonte: GeoGebra Online

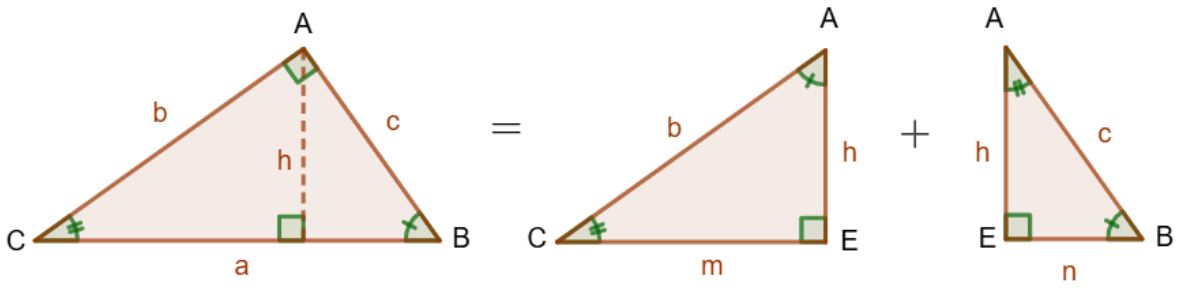
5.2 A ALTURA RELATIVA À HIPOTENUSA E A SEMELHANÇA DE TRIÂNGULOS

Ao traçar a altura relativa à hipotenusa de um triângulo retângulo, o triângulo original é subdividido em dois triângulos menores. Ambos são semelhantes entre si e também semelhantes ao triângulo retângulo maior, devido ao compartilhamento de ângulos congruentes e à preservação das proporções entre os lados correspondentes.

A altura h, traçada a partir do vértice do ângulo reto até a hipotenusa, divide o triângulo retângulo em dois triângulos menores ($\boldsymbol{\Delta AEC}$ e $\boldsymbol{\Delta AEB}$), ambos semelhantes ao triângulo original ($\boldsymbol{\Delta ABC}$) e entre si, devido aos critérios de semelhança de triângulos:

1. Ângulo Reto Comum;
2. Ângulos Congruentes, visto que os ângulos agudos do triângulo original são mantidos nos triângulos menores, pois eles compartilham os mesmos vértices;
3. Os triângulos possuem dois ângulos correspondentes congruentes, o que garante a semelhança dos triângulos pelo critério Ângulo-Ângulo (AA).

Imagem 8 - Demonstração Geométrica da altura relativa à hipotenusa



Fonte: GeoGebra Online

Proporções Entre os Triângulos Semelhantes:

Com base nas semelhanças entre os triângulos apontadas acima, as seguintes proporções podem ser estabelecidas:

1. Semelhança $\boldsymbol{\Delta ABC \sim \Delta AEB}$

Os lados correspondentes são:

- $\boldsymbol{AB}$ (hipotenusa do $\boldsymbol{\Delta AEB}$) corresponde a $\boldsymbol{AC}$ no triângulo maior;
- $\boldsymbol{AE}$ (base do $\boldsymbol{\Delta ABE}$) corresponde a $\boldsymbol{AB}$ no triângulo maior;
- $\boldsymbol{h}$ (altura relativa) corresponde a $\boldsymbol{BC}$ no triângulo maior.

A proporção é:

$$\frac{AB}{AC} = \frac{AE}{AB} = \frac{h}{c}$$

Dessa proporção, deduzimos a relação:

$$h^2 = m.n$$

onde m e n são as projeções dos catetos b e c sobre a hipotenusa a.

2. Semelhança $\boldsymbol{\Delta ABC \sim \Delta AEC}$

Os lados correspondentes são:

- $\boldsymbol{AC}$ (hipotenusa do $\boldsymbol{\Delta AEC}$) corresponde a $\boldsymbol{AC}$ no triângulo maior;
- $\boldsymbol{CE}$ (base do $\boldsymbol{\Delta AEC}$) corresponde a $\boldsymbol{BC}$ no triângulo maior;
- $\boldsymbol{h}$ (altura relativa) corresponde a $\boldsymbol{AB}$ no triângulo maior.

A proporção é:

$$\frac{AC}{AB} = \frac{CE}{AC} = \frac{h}{b}$$

Dessa proporção, deduzimos a relação:

$$b^2 = a.m$$

onde b é o cateto, a é a hipotenusa e m é a projeção de b sobre a.

3. Semelhança $\boldsymbol{\Delta AEB \sim \Delta AEC}$

Os lados correspondentes são:

- $\boldsymbol{AE\ e\ CE}$ são as projeções dos catetos sobre a hipotenusa;
- $\boldsymbol{BE}$ é o lado comum entre os dois triângulos menores.

A proporção é:

$$\frac{AE}{BE} = \frac{CE}{BE} = \frac{b}{c}$$

Dessa proporção, deduzimos a relação:

$$c^2 = a.n$$

onde c é o cateto, a é a hipotenusa e n é a projeção de c sobre a.

Dessa forma, sintetizamos as principais relações métricas no triângulo retângulo:

I. Altura relativa à hipotenusa:

$$h^2 = m.n$$

II. Projeções dos catetos sobre a hipotenusa:

$$b^2 = a.m \quad e \quad c^2 = a.n$$

III. Relação entre altura e catetos:

$$h.a = b.c$$

As relações métricas no triângulo retângulo representam um dos alicerces mais importantes da Geometria Euclidiana, possibilitando a conexão entre medidas e propriedades fundamentais das figuras planas. Essas relações, derivadas principalmente do Teorema de Pitágoras e da semelhança entre triângulos, permitem

determinar elementos desconhecidos a partir de dados conhecidos, tornando-se essenciais para o desenvolvimento da capacidade de abstração e raciocínio lógico-matemático.

O estudo aprofundado dessas relações evidencia a riqueza de propriedades envolvidas no triângulo retângulo, destacando-o como um modelo geométrico de grande relevância teórica e prática. As expressões algébricas que vinculam catetos, hipotenusa, altura relativa e projeções não apenas facilitam a resolução de problemas, mas também contribuem para o entendimento de conceitos posteriores, como trigonometria, semelhança e proporcionalidade.

Dessa forma, a compreensão sólida das relações métricas no triângulo retângulo constitui um marco fundamental na formação matemática dos estudantes, sendo imprescindível ao longo da trajetória acadêmica e nas aplicações cotidianas da Matemática.

6. PERCURSO METODOLÓGICO

A pesquisa científica não deve ser compreendida como uma mera junção de informações ou opiniões diversas sobre determinado tema. Conforme Prodanov e Freitas (2013), a finalidade da pesquisa é buscar respostas para problemas e dúvidas por meio da formulação de hipóteses e da aplicação de um método sistemático de investigação. Isso requer planejamento e organização, de modo a garantir que os procedimentos adotados sejam adequados para a análise do objeto de estudo.

Neste trabalho, a pesquisa se caracteriza como aplicada, pois visa à geração de conhecimentos voltados para a prática pedagógica, especialmente no que se refere à utilização do software GeoGebra no ensino das relações métricas no triângulo retângulo. Quanto aos objetivos, a pesquisa é exploratória, tendo como foco ampliar a compreensão sobre o tema e oferecer subsídios para futuras práticas docentes. Sob a perspectiva da abordagem, trata-se de uma pesquisa qualitativa, uma vez que busca interpretar e analisar as percepções dos sujeitos participantes sem a utilização prioritária de métodos estatísticos.

Inicialmente, foi realizada a aplicação de um projeto piloto com alunos da graduação da Universidade do Estado do Pará (UEPA), o que possibilitou a avaliação preliminar do guia de atividades elaborado. A proposta original previa a aplicação do guia junto a alunos da rede pública de ensino do estado do Pará. No entanto, em virtude de ajustes metodológicos necessários durante o desenvolvimento da pesquisa, optou-se por direcionar a análise para a percepção de educadores. Assim, o estudo passou a se basear nas respostas de professores da educação básica e do ensino superior a um questionário elaborado especificamente para avaliar a aplicabilidade, clareza e relevância do guia de atividades proposto.

Essa alteração metodológica visa garantir a viabilidade da pesquisa e, ao mesmo tempo, assegurar a qualidade e a consistência da análise dos dados, considerando a experiência dos educadores como parâmetro para a validação do material desenvolvido.

6.1 APLICAÇÃO DO PILOTO

Com o intuito de testar o guia de atividades desenvolvido, foi realizada uma aplicação piloto junto a um grupo de alunos do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade do Estado do Pará (UEPA). A atividade ocorreu ao longo de três dias e contou, inicialmente, com a participação de cinco alunos da graduação.

O grupo de estudantes possuía pouco ou nenhum conhecimento prévio acerca do uso do GeoGebra, o que permitiu observar o potencial das atividades tanto para ambientação quanto para o desenvolvimento dos conceitos matemáticos propostos. Durante a aplicação, os alunos foram conduzidos por meio das instruções do guia, sendo estimulados a explorar as ferramentas do software e a realizar as construções geométricas propostas.

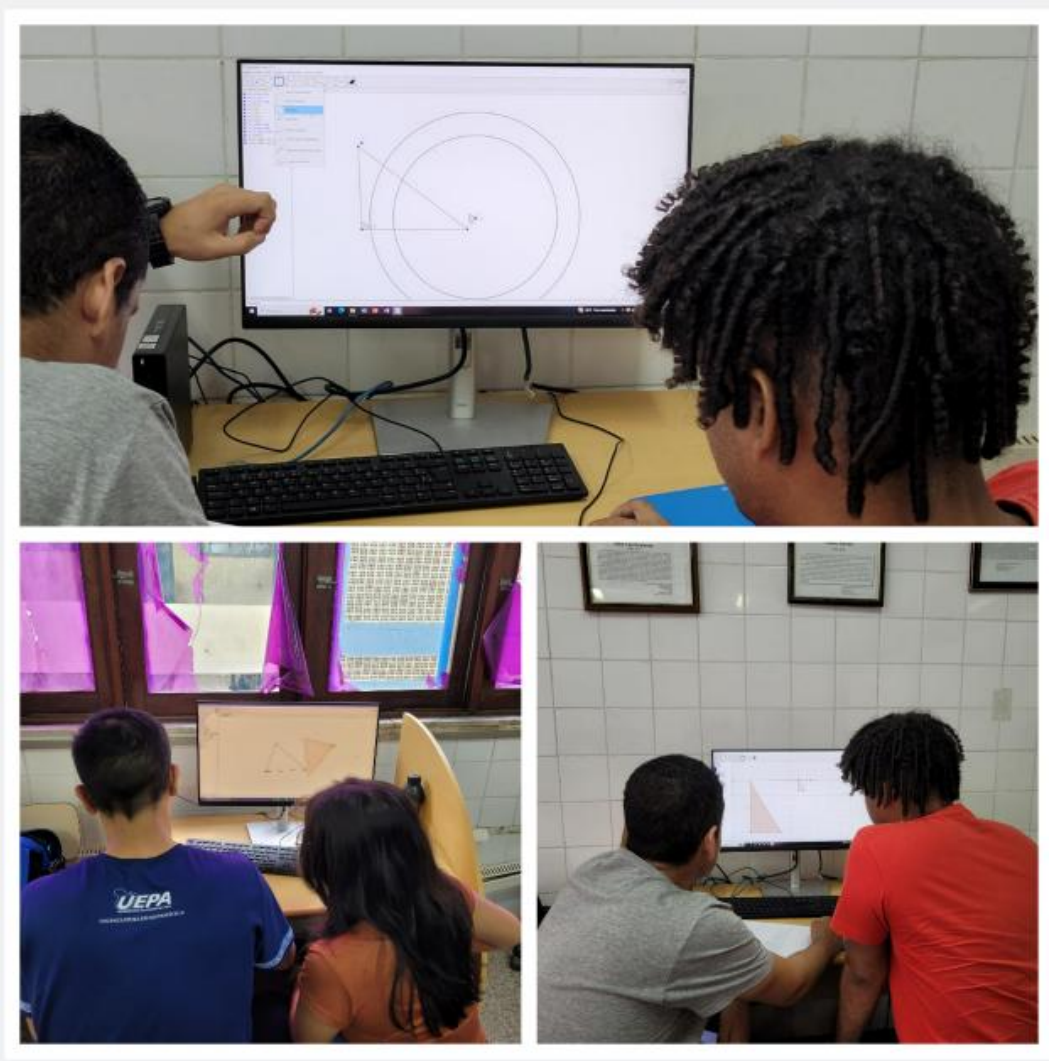
Figura 9 - Foto da turma durante a aplicação do piloto

Fonte: Elaborado pelo autor

O processo transcorreu de forma positiva, com os alunos demonstrando interesse e engajamento nas atividades. A cada etapa concluída, foi possível perceber uma evolução na compreensão dos conceitos e na familiaridade com o ambiente

digital da ferramenta. Mesmo aqueles que iniciaram sem nenhum contato prévio com o software conseguiram realizar as construções propostas e compreender as relações métricas no triângulo retângulo de maneira significativa.

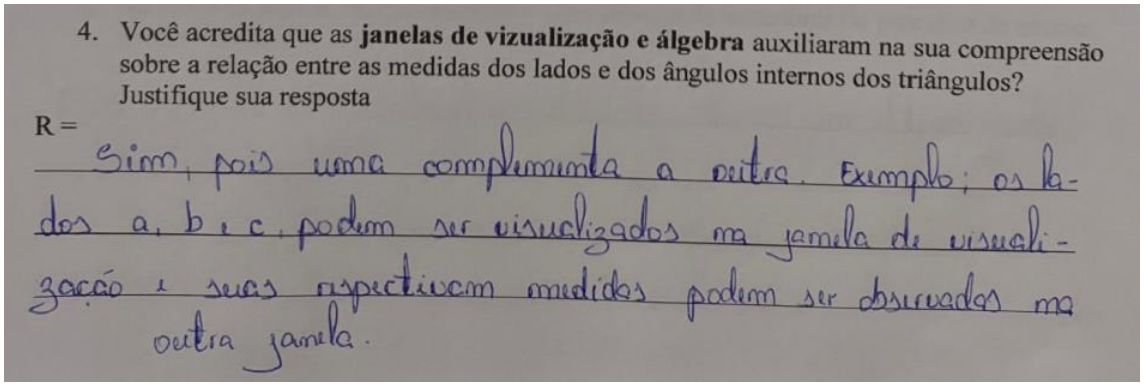
Figura 10 - Construções realizadas pelos alunos no GeoGebra



Fonte: Elaborado pelo autor

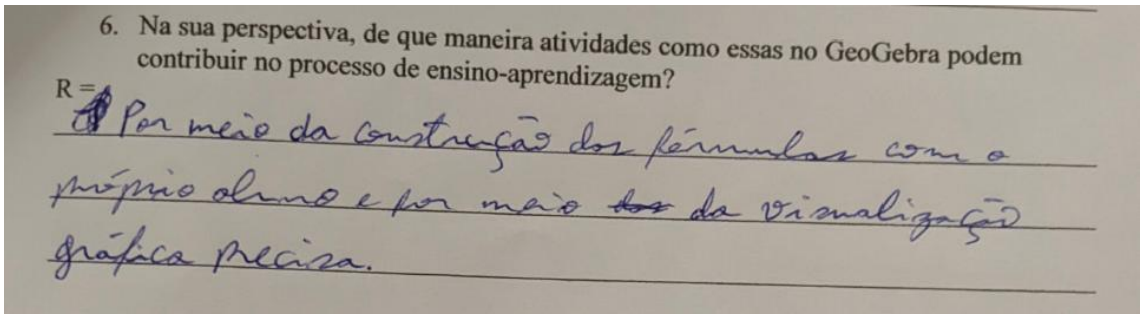
Ao final da aplicação, os alunos expressaram uma perspectiva bastante positiva sobre as atividades, destacando que o uso do GeoGebra tornou o conteúdo mais dinâmico e facilitou a visualização das propriedades geométricas trabalhadas. Além disso, relataram que a proposta do guia contribuiu para ampliar sua visão sobre o potencial das tecnologias digitais no ensino da Matemática.

Figura 11 - Depoimentos dos alunos



4. Você acredita que as **janelas de vizualização e álgebra** auxiliaram na sua compreensão sobre a relação entre as medidas dos lados e dos ângulos internos dos triângulos? Justifique sua resposta

R = Sim, pois uma complementa a outra. Exemplo: os lados a, b e c, podem ser visualizados na janela de visualização e suas respectivas medidas podem ser observadas na outra janela.



6. Na sua perspectiva, de que maneira atividades como essas no GeoGebra podem contribuir no processo de ensino-aprendizagem?

R = Por meio da construção das fórmulas com o próprio aluno e por meio ~~dos~~ da visualização gráfica precisa.

Fonte: Elaborado pelo autor

Essa etapa foi fundamental para realizar ajustes no material e garantir que as atividades propostas sejam adequadas e exequíveis para o público-alvo da pesquisa.

6.2 SUJEITOS DA PESQUISA, LÓCUS E ABORDAGEM METODOLÓGICA

Os sujeitos da pesquisa são professores de Matemática atuantes nas redes pública e privada de ensino do estado do Pará. A seleção desses participantes tem como objetivo principal obter percepções e contribuições de educadores que vivenciam cotidianamente os desafios do ensino da Matemática e que possuem experiência direta com o público-alvo para o qual o guia de atividades foi elaborado.

O lócus da pesquisa abrange o estado do Pará, considerando as diversas realidades educacionais presentes na região. A escolha por professores da rede pública e privada visa garantir uma amostra diversificada, capaz de refletir diferentes contextos de ensino, recursos disponíveis e metodologias aplicadas nas escolas paraenses.

O processo de coleta de dados foi realizado por meio de um questionário online, elaborado com base nos objetivos da pesquisa e enviado aos professores convidados a participar. O questionário buscou levantar informações sobre a aplicabilidade, clareza, relevância e viabilidade do guia de atividades proposto, bem como as percepções dos educadores sobre o uso do GeoGebra no ensino das relações métricas no triângulo retângulo.

A abordagem metodológica utilizada na pesquisa caracteriza-se como quanti-qualitativa, uma vez que foram adotados critérios tanto quantitativos quanto qualitativos no processo de obtenção e análise dos dados. Os dados quantitativos foram obtidos a partir das respostas fechadas do questionário, possibilitando a mensuração de tendências e opiniões recorrentes entre os participantes. Já os dados qualitativos foram extraídos das respostas abertas, permitindo uma análise mais aprofundada das percepções, experiências e sugestões dos professores sobre o material proposto.

Essa escolha metodológica visa garantir uma compreensão ampla e consistente das contribuições dos educadores, considerando tanto os aspectos numéricos quanto os descritivos, de modo a embasar a validação e o aprimoramento do guia de atividades.

7. SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES

O guia de atividades desenvolvido no âmbito desta pesquisa foi elaborado com o objetivo de fornecer aos docentes um material estruturado para o ensino das relações métricas no triângulo retângulo, utilizando o software GeoGebra como recurso pedagógico. A concepção do guia buscou alinhar aspectos teóricos e práticos, promovendo o uso de tecnologias digitais no ensino da Matemática, de forma a favorecer a aprendizagem ativa e o desenvolvimento do raciocínio geométrico dos estudantes.

O material foi organizado de maneira sequencial e progressiva, permitindo a construção gradual do conhecimento pelos alunos. A estrutura do guia contempla três grandes blocos de atividades, cada um articulado a uma etapa específica do processo de ensino-aprendizagem:

- **Ambientação ao GeoGebra**

A primeira etapa do guia destina-se à ambientação dos alunos no ambiente do GeoGebra. Reconhecendo as possíveis dificuldades iniciais no uso da ferramenta, esta etapa tem o propósito de familiarizar os estudantes com a interface, comandos básicos e principais funcionalidades do software. Nesse momento, são exploradas ações como a criação de pontos, linhas, polígonos e a manipulação de janelas de visualização e álgebra. Essa introdução visa garantir a autonomia técnica necessária para o desenvolvimento das atividades subsequentes.

- **Atividades Sequenciadas**

Após a ambientação, o guia apresenta três atividades principais que conduzem os alunos à exploração das relações métricas no triângulo retângulo. Cada atividade é cuidadosamente planejada para promover o desenvolvimento de habilidades específicas, sempre integrando a teoria matemática com a prática no GeoGebra.

- **Atividade I – Construção e Classificação de Triângulos**

Nesta etapa, os alunos são orientados a construir triângulos diversos, classificando-os quanto aos lados e ângulos, a partir das ferramentas do GeoGebra. O objetivo é explorar diferentes registros de representação semiótica — geométrico e

algébrico — e promover a observação e o registro das propriedades básicas das figuras.

- **Atividade II – Semelhança de Triângulos**

A segunda atividade explora a semelhança de triângulos, utilizando a ferramenta de homotetia do GeoGebra. Por meio de construções dinâmicas, os alunos analisam as proporcionalidades entre os lados e a preservação dos ângulos, consolidando o conceito de semelhança como base para as relações métricas que serão aprofundadas na atividade seguinte.

- **Atividade III – Relações Métricas no Triângulo Retângulo**

A última atividade tem como foco central a dedução e compreensão das relações métricas no triângulo retângulo. Os estudantes utilizam o GeoGebra para construir os triângulos e suas respectivas projeções, explorando as principais relações — como a altura relativa à hipotenusa e as projeções dos catetos. Ao final, são convidados a refletir sobre os conceitos construídos e sua aplicabilidade na resolução de problemas.

O guia foi estruturado com o intuito de proporcionar aos alunos uma aprendizagem significativa, conectando representações geométricas e algébricas e favorecendo a transição entre diferentes registros semióticos, conforme preconiza a Teoria dos Registros de Representação Semiótica (DUVAL, 2003). A expectativa é que, ao final das atividades, os estudantes sejam capazes de:

- Compreender e aplicar o Teorema de Pitágoras e as principais relações métricas no triângulo retângulo;
- Utilizar o GeoGebra como ferramenta de visualização e análise das propriedades geométricas;
- Articular diferentes registros de representação — geométrico, algébrico e verbal — na resolução de problemas;
- Desenvolver o raciocínio lógico-matemático e a autonomia na construção de conhecimentos;
- Reconhecer a importância da tecnologia como mediadora do processo de ensino-aprendizagem.

Ademais, o guia busca apoiar os professores na prática pedagógica, oferecendo roteiros claros e sugestões de mediação para cada etapa. A proposta visa

contribuir para a inovação metodológica no ensino da Matemática, alinhando-se às demandas contemporâneas por práticas mais dinâmicas, interativas e integradas ao uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs).

8. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo, apresentamos a análise dos dados obtidos por meio da aplicação de um questionário aos professores de Matemática das redes pública e privada do estado do Pará. A pesquisa teve como principal objetivo avaliar a percepção dos docentes acerca do guia de atividades intitulado "***Relações Métricas no Triângulo Retângulo com o GeoGebra***", elaborado no âmbito deste trabalho.

O questionário foi desenvolvido com base nos objetivos da pesquisa e disponibilizado aos professores por meio da plataforma Google Forms, ferramenta escolhida pela praticidade no envio e recebimento das respostas, bem como pela facilidade na sistematização dos dados obtidos. A aplicação ocorreu de forma remota, o que possibilitou alcançar um número maior de participantes, respeitando as limitações impostas pela rotina escolar e otimizando o tempo dos respondentes.

Além de apresentar o perfil dos participantes, como formação, tempo de atuação e experiência com o uso de tecnologias educacionais, a análise buscou compreender como os docentes avaliaram a proposta do guia de atividades e a utilização do software GeoGebra no contexto da prática pedagógica. As respostas obtidas nortearam a discussão sobre as contribuições e as possíveis limitações do material elaborado, bem como indicaram caminhos para futuros aperfeiçoamentos.

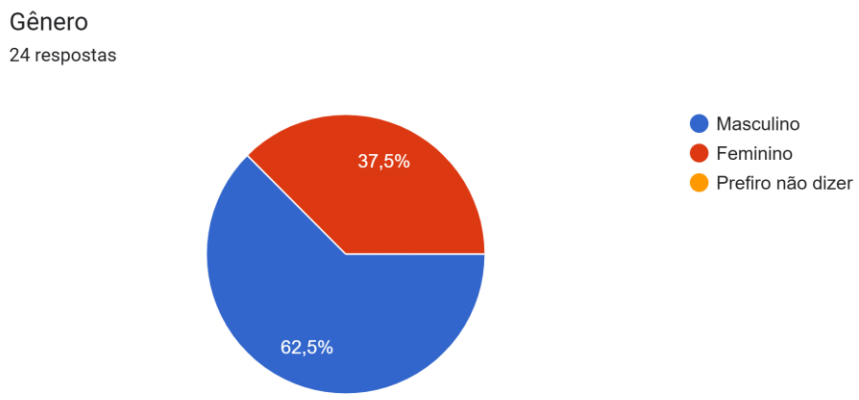
Nos próximos tópicos, os dados serão apresentados de forma categorizada, visando facilitar a compreensão dos resultados e possibilitar uma análise crítica alinhada aos objetivos desta pesquisa.

8.1 QUEM SÃO OS PROFESSORES PARTICIPANTES DA PESQUISA?

Nesta seção, apresentamos o perfil dos professores de Matemática que participaram da pesquisa, com o objetivo de traçar um panorama sobre a formação, a experiência profissional e o contexto de atuação dos educadores que contribuíram com a validação do guia de atividades.

Quanto ao gênero, verificou-se que 37,5% dos participantes são do sexo feminino, enquanto os demais 62,5% são do sexo masculino. Esse dado reflete uma predominância de homens entre os professores que responderam ao questionário.

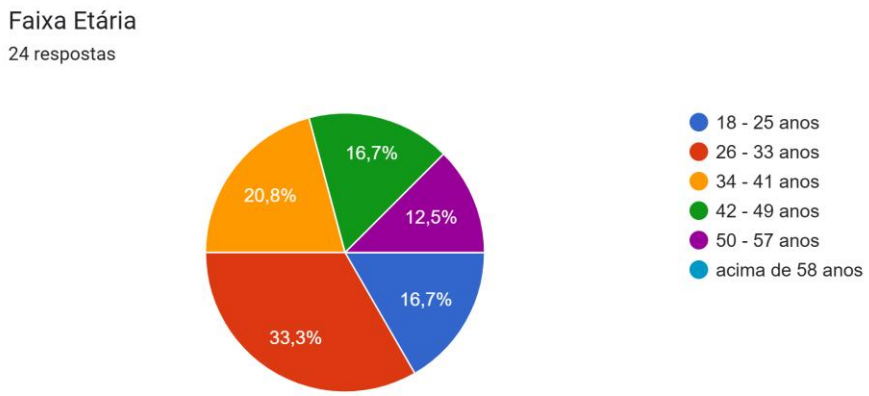
Gráfico 1 - Distribuição por gênero



Fonte: Questionário respondido pelos professores

Em relação à faixa etária, a maioria dos participantes encontra-se entre 26 e 33 anos, representando 33,3% dos respondentes. Em seguida, destacam-se os grupos de 34 a 41 anos (20,8%), de 18 a 25 anos (16,7%) e de 42 a 49 anos (16,7%). Professores com idade entre 50 e 57 anos correspondem a 12,5% do total, e não houve participantes com idade superior a 58 anos.

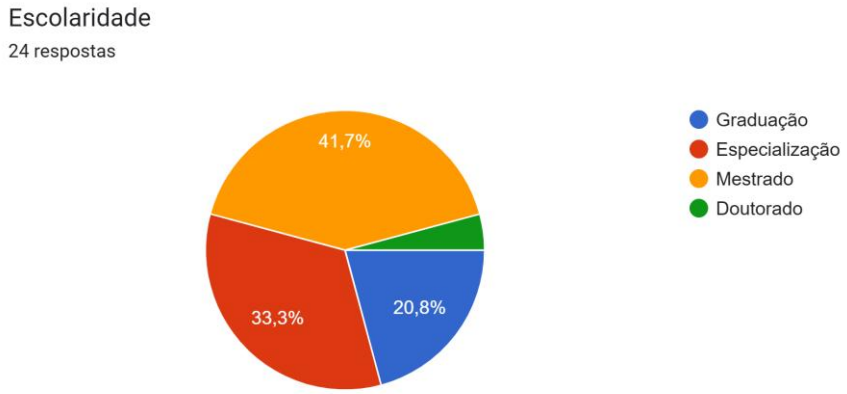
Gráfico 2 - Distribuição por faixa etária



Fonte: Questionário respondido pelos professores

Sobre a escolaridade, observa-se um nível elevado de formação entre os participantes: 41,7% possuem mestrado, 33,3% possuem especialização, 20,8% têm apenas a graduação e 4,2% possuem doutorado. Esse dado evidencia uma busca contínua pela qualificação profissional por parte dos docentes.

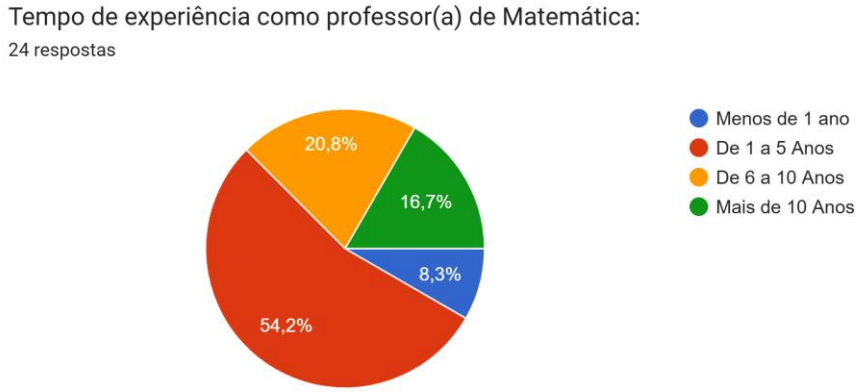
Gráfico 3 - Distribuição por faixa Escolaridade



Fonte: Questionário respondido pelos professores

O tempo de experiência na docência em Matemática também foi analisado. A maioria dos professores possui entre 1 a 5 anos de atuação na área (54,2%), seguida por 20,8% com experiência de 6 a 10 anos. Os professores com mais de 10 anos de experiência somam 16,7%, enquanto 8,3% estão iniciando a carreira, com menos de 1 ano de prática docente.

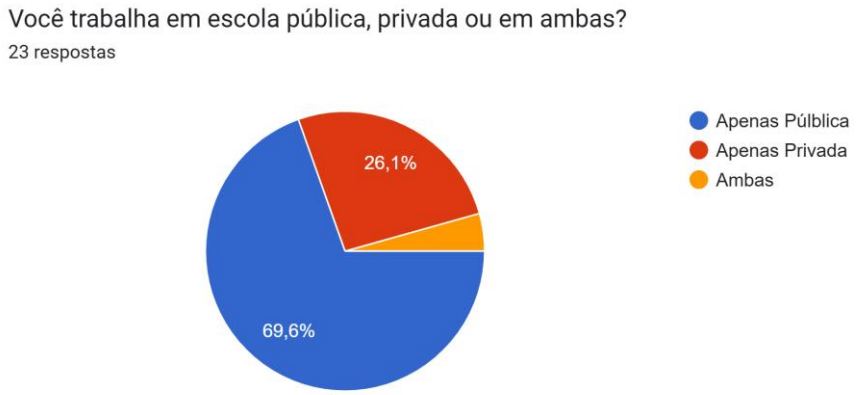
Gráfico 4 - Tempo de experiência



Fonte: Questionário respondido pelos professores

Quanto ao local de atuação, 69,6% dos docentes afirmaram trabalhar exclusivamente na rede pública de ensino, 26,1% atuam apenas na rede privada e 4,3% desempenham suas atividades em ambas as redes. Esse cenário reforça a predominância da atuação dos participantes no setor público.

Gráfico 5 - Distribuição por rede de atuação



Fonte: Questionário respondido pelos professores

Por fim, a pesquisa investigou se a rede de ensino onde os professores atuam oferece formação continuada. O resultado mostrou que 50% dos participantes afirmaram que a rede oferece essa formação raramente, 25% disseram que a oferta é frequente e outros 25% afirmaram que a rede não oferece nenhum tipo de formação continuada.

Gráfico 6 - Distribuição sobre a oferta de formação continuada

Fonte: Questionário respondido pelos professores

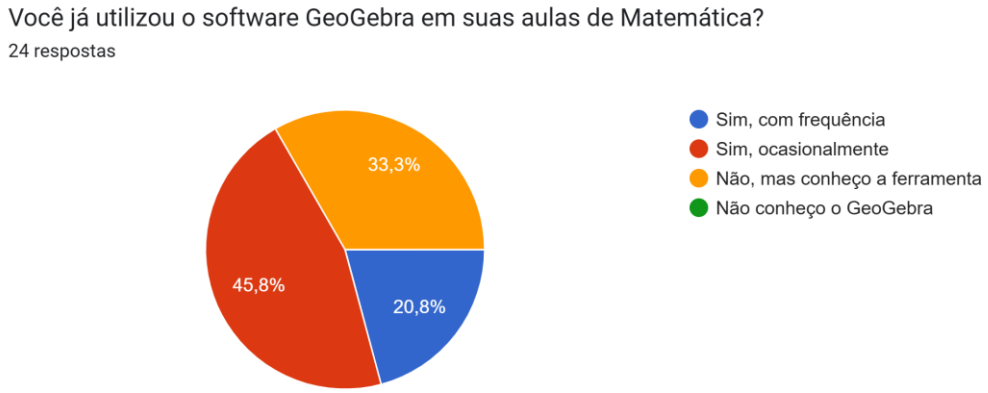
Este panorama geral sobre o perfil dos professores participantes fornece subsídios importantes para a análise das respostas obtidas na pesquisa, permitindo compreender de que forma as percepções sobre o guia de atividades podem ter sido influenciadas pelas trajetórias profissionais e contextos de atuação dos educadores.

8.2 FORMAÇÃO, PERCEPÇÃO E USO DE TECNOLOGIAS

O desenvolvimento profissional docente na contemporaneidade demanda o domínio não apenas do conteúdo matemático, mas também das tecnologias digitais que permeiam o processo de ensino e aprendizagem. Dentro dessa perspectiva, a formação para o uso de ferramentas como o GeoGebra deve ser analisada à luz do Modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge), fundamentado nos saberes docentes de Shulman (1987).

Os dados da pesquisa revelaram que 20,8% dos professores utilizam o GeoGebra com frequência em suas aulas, 45,8% o fazem de forma ocasional, e 33,3% declararam não o utilizar, embora conheçam suas funcionalidades.

Gráfico 7 - Frequência de uso do GeoGebra pelos professores



Fonte: Questionário respondido pelos professores

Esses resultados refletem o desafio da integração das tecnologias digitais na prática pedagógica, conforme apontam Valente (2009) e Brito e Cavalcante (2021), quando ressaltam que a simples disponibilização de recursos tecnológicos não garante sua utilização pedagógica efetiva. É necessária a construção do conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo (TPACK), ou seja, a capacidade de o professor selecionar, adequar e utilizar as tecnologias em consonância com os objetivos de ensino.

Os professores que relataram o uso do GeoGebra evidenciaram benefícios significativos, como o aumento do engajamento e a melhor compreensão dos conceitos matemáticos:

"*Houve um aumento no engajamento dos alunos, pois o uso do software tornou a aula mais dinâmica e interativa*"

"*Os alunos passaram a compreender melhor a relação entre os cálculos e as representações geométricas, conectando teoria e prática*"

"A ferramenta permitiu que os alunos testassem diferentes valores e hipóteses, tornando a aprendizagem mais investigativa e ativa"

Tais relatos corroboram com o que defendem Schmidt et al. (2009), ao afirmarem que o TPACK possibilita a criação de experiências de aprendizagem mais eficazes, tornando o aluno protagonista da construção do conhecimento matemático.

Entretanto, também foram evidenciados entraves, principalmente quando o GeoGebra é utilizado sem a devida mediação pedagógica:

"Não observei benefícios, pois os professores apenas enviavam tarefas sem explicar em sala."

Esse relato evidencia a ausência do equilíbrio entre o conhecimento tecnológico e o pedagógico, reforçando a importância da formação docente contínua para o uso significativo das tecnologias. Como destaca Voogt et al. (2013), o domínio do TPACK é essencial para que o professor compreenda que o uso das tecnologias não é um fim em si mesmo, mas um meio para promover aprendizagens mais significativas e contextualizadas. A tabela a seguir compila todas as respostas obtidas na pesquisa.

Tabela 3 - Percepção sobre os benefícios do uso do GeoGebra

Caso tenha utilizado o GeoGebra, quais foram os principais benefícios observados no aprendizado dos alunos?	
Professor I	*"Houve um aumento no engajamento dos alunos, pois o uso do software tornou a aula mais dinâmica e interativa."*
Professor II	*"Não observei benefícios pois os professores apenas enviavam tarefas sem explicar em sala"*

Professor III	*"A maior facilidade em analisar os diferentes tipos de funções, além da praticidade para construir as funções, o que economiza muito tempo de aula."*
Professor IV	*"Cooperaçao"*
Professor V	*"Os alunos passaram a compreender melhor a relação entre os cálculos e as representações geométricas, conectando teoria e prática."*
Professor VI	*"Não tive a oportunidade de utilizar"*
Professor VII	*"Equação do primeiro Grau"*
Professor VIII	*"O aluno visualizar de modo que ele mesmo está fazendo e participando do processo."*
Professor IX	*"na interpretação de gráficos e figuras geométricas"*
Professor X	*"Dificuldade em acesso em sala de aula"*
Professor XI	*"Os alunos conseguiram explorar diferentes construções geométricas e testar suas próprias conjecturas, o que favoreceu a aprendizagem ativa."*
Professor XII	*"facilitar a aprendizagem e a representação dos conceitos matemáticos"*
Professor XIII	*"A visualização dos gráficos"*
Professor XIV	*"A possibilidade do aluno ver de forma real a variação da função com a função araste."*
Professor XV	*"Os alunos passaram a ter mais afinidade com as ferramentas e conceitos matemáticos pois passaram a observar como de fato a matemática pode ser aprendida de maneira diferente."*
Professor XVI	*"A ferramenta permitiu que os alunos testassem diferentes valores e hipóteses, tornando a aprendizagem mais investigativa e ativa."*
Professor XVII	*"O GeoGebra permitiu que os alunos visualizassem melhor as relações métricas, tornando a aprendizagem mais concreta e intuitiva."*

Fonte: Questionário respondido pelos professores

No que se refere às principais dificuldades dos alunos nas relações métricas no triângulo retângulo, os professores mencionaram obstáculos conceituais e estruturais, como:

"A memorização das fórmulas sem compreensão prática pode ser um desafio, e a visualização dinâmica facilita a internalização dos conceitos."

"O aluno tem muita dificuldade em perceber na imagem a relação que deve ser usada."

"Falta de recursos visuais que ajudem na construção do conhecimento, tornando o aprendizado mais mecânico."

Além disso, os docentes apontaram limitações externas, como o acesso precário às tecnologias e dificuldades dos alunos com conceitos matemáticos prévios:

"A dificuldade era o acesso à internet e computadores e a compreensão da equação do primeiro grau no aplicativo."

Tais dificuldades reforçam o argumento de Chagas et al. (2020), que destacam a necessidade de promover a alfabetização tecnológica dos professores como parte integrante de sua formação, para que possam lidar com as barreiras tecnológicas e pedagógicas, especialmente em contextos educacionais mais desafiadores. A tabela a seguir compila todas as respostas obtidas na pesquisa.

Tabela 4 - Percepção sobre dificuldades na aprendizagem

Em sua experiência, quais são as principais dificuldades dos alunos na aprendizagem das relações métricas no triângulo retângulo?	
Professor I	*"A memorização das fórmulas sem compreensão prática pode ser um desafio, e a visualização dinâmica facilita a internalização dos conceitos."*
Professor II	*"Não conseguirem fazer relações com conteúdos anteriores e aplicar no atual."*
Professor III	*"O aluno tem muita dificuldade em perceber na imagem a relação que deve ser usada"*
Professor IV	*"Aplicação em problemas"*

Professor V	*“Assimilação.”*
Professor VI	*“Memorização excessiva das fórmulas sem entender seu significado, levando a dificuldades na aplicação prática.”*
Professor VII	*“A compreensão e a aplicação do tanto de fórmulas que representam as relações métricas no triângulo retângulo”*
Professor VIII	*“A dificuldade era acesso a internet e computadores e a compreensão da equação do primeiro grau no aplicativo.”*
Professor IX	*“As regularidades”*
Professor X	*“praticamente tudo, desde a compreensão dos termos a aplicação das fórmulas”*
Professor XI	*“A quantidade de fórmulas para memorizar e as situações Em que cada uma delas são aplicadas.”*
Professor XII	*“Falta de uma dinâmica prática”*
Professor XIII	*“Os alunos têm dificuldade em entender a relação entre as medidas e os teoremas envolvidos, especialmente sem apoio visual.”*
Professor XIV	*“relacionar as unidades de medida, a identificação das hipotenusas e a mnemônica do teorema de pitágoras.”*
Professor XV	*“A falta de interesse do discente.”*
Professor XVI	*“O aluno deduzir as equações sem precisar decorar.”*
Professor XVII	*“O não manuseio prático.”*
Professor XVIII	*“Todos relatam a dificuldade de memorizar as fórmulas ou entender a aplicação das relações.”*
Professor XIX	*“Memorizar as fórmulas”*
Professor XX	*“Falta de recursos visuais que ajudem na construção do conhecimento, tornando o aprendizado mais mecânico.”*
Professor XXI	*“Muitos alunos apresentam dificuldades em associar os conceitos algébricos às representações geométricas, e o GeoGebra pode ajudar nesse aspecto.”*
Professor XXII	*“Raciocínio logico”*

Fonte: Questionário respondido pelos professores

Ainda no que se refere ao uso das tecnologias digitais no ensino da matemática, os professores foram questionados sobre a percepção em relação ao uso de ferramentas como o GeoGebra para auxiliar na aprendizagem das relações métricas no triângulo retângulo. A maioria demonstrou uma visão positiva quanto à contribuição das tecnologias digitais nesse processo de ensino e aprendizagem.

Entre as respostas, destaca-se o reconhecimento da capacidade do GeoGebra de facilitar a experimentação e promover a visualização dinâmica dos conceitos matemáticos:

"O uso do GeoGebra facilita a compreensão de propriedades geométricas por meio de experimentação, o que melhora o aprendizado."

Além disso, foi ressaltada a importância do domínio técnico e didático do professor sobre a ferramenta, reafirmando a necessidade da formação continuada voltada ao conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo (TPACK), como defendido por Mishra e Koehler (2006):

"Sim, acredito quando o professor está disposto a usá-lo didaticamente tendo domínio sobre o aplicativo. Assim passa confiança aos alunos."

Outro ponto destacado nas respostas refere-se ao potencial da tecnologia em promover uma visualização dinâmica dos conceitos matemáticos, tornando o conteúdo mais acessível e compreensível:

"Sim! A utilização das tecnologias em matemática ajuda o aluno a visualizar de forma dinâmica o contexto que estão estudando, no exemplo de equação do primeiro grau, viram os gráficos em movimento."

Tabela 5 - Percepção dos professores sobre o uso das tecnologias digitais no ensino das relações métricas

Você acredita que o uso de tecnologias digitais pode auxiliar no ensino desse conteúdo? Por quê?	
Professor I	*"O uso do GeoGebra facilita a compreensão de propriedades geométricas por meio de experimentação, o que melhora o aprendizado."*

Professor II	*"Sim, acredito quando o professor está disposta a usa-lo didaticamente tendo domínio sobre o aplicativo. Assim passa confiança aos alunos."*
Professor III	*"Sim, pois é uma forma facilitadora tanto pare o professor como para o aluno. As tecnologias digitais auxiliam para aulas mais dinâmicas e diferentes tipos de abordagens de um mesmo assunto."*
Professor IV	*"Inovador"*
Professor V	*"Sim! Podem assimilar melhor geométricas."*
Professor VI	*"Sim, pois a tecnologia possibilita uma abordagem mais investigativa, permitindo que os alunos formulem e testem hipóteses."*
Professor VII	*"Sim. Porque através das tecnologias digitais, os alunos podem sair das aulas tradicionais e das memorizações"*
Professor VIII	*"Sim! A utilização das tecnologias em matemática ajuda o aluno a visualização de forma dinâmica o contexto que estão estudando, no exemplo de equação do primeiro grau, viram os gráficos em movimentos."*
Professor IX	*"Sim. Pois ajuda na participação do aluno e no processo de ensino e riquecedor"*
Professor X	*"sim, pois pode proporcionar uma nova perspectiva ao conteudo"*
Professor XI	*"Com certeza, é uma forma mais dinâmica e versátil de passar o conhecimento, principalmente de geometria, pois é possível modelar, formar e até modificar as formas."*
Professor XII	*"Sim, fazer o aluno ter um contato melhor com o tema"*
Professor XIII	*"Tecnologias digitais possibilitam uma abordagem mais inclusiva, atendendo diferentes perfis de aprendizagem e ritmos dos alunos."*
Professor XIV	*"sim. as tecnologias não são só um facilitador, como exige um conjunto de competências que é necessário desenvolver em contexto de sala de aula."*

Professor XV	*“Sim! Pois a tecnologia é a linguagem mais utilizada pela maioria dos estudantes.”*
Professor XVI	*“Sim, porque devido a tecnologia o aluno pode acompanhar de forma interativa as variações do objeto matemático.”*
Professor XVII	*“Sim, porque torna o assunto mais didático.”*
Professor XVIII	*“Com certeza pois a tecnologia está cada vez mais presente na sociedade e o uso de tecnologias digitais favorece mais a aprendizagem dos estudantes.”*
Professor XIX	*“Sim, além de deixar mais atrativa a aula, a tecnologia auxilia a deixar menos trabalhoso alguns objetos matemáticos.”*
Professor XX	*“Sim, pois as animações e simulações ajudam a fixar o conteúdo, tornando a aprendizagem mais significativa.”*
Professor XXI	*“Sim, pois permite que os alunos interajam com os conceitos matemáticos de forma mais envolvente e investigativa.”*
Professor XXII	*“Sim , pratico sempre ajuda”*

Fonte: Questionário respondido pelos professores

Esse tipo de resposta está em consonância com Brito e Cavalcante (2021), que ressaltam como a integração das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) pode potencializar o ensino da matemática, especialmente ao permitir a transição entre diferentes representações matemáticas e ao favorecer a experimentação pelos alunos.

Em seguida, os professores também foram questionados sobre a possibilidade de utilizar o GeoGebra como ferramenta para explorar diferentes registros de representação matemática, tais como o geométrico, o algébrico e o numérico. As respostas reforçaram a importância da articulação entre registros, conforme proposto por Raymond Duval (2003) em sua Teoria dos Registros de Representação Semiótica:

"A conexão entre o geométrico, algébrico e numérico se torna mais evidente no GeoGebra, o que fortalece o entendimento global do conteúdo."

"Ajuda a desenvolver o pensamento matemático, pois os alunos aprendem a conectar diferentes formas de representar um mesmo problema."

"Essa abordagem ajuda os alunos a desenvolverem flexibilidade cognitiva, tornando-os mais aptos a resolver problemas matemáticos em diferentes contextos."

Tabela 6 - Avaliação dos professores sobre a exploração de diferentes registros de representação no GeoGebra

Como você avalia a possibilidade de utilizar o GeoGebra para explorar diferentes registros de representação matemática (geométrico, algébrico e numérico)?	
Professor I	*"A conexão entre o geométrico, algébrico e numérico se torna mais evidente no GeoGebra, o que fortalece o entendimento global do conteúdo."*
Professor II	*"É uma excelente ferramenta mas que ainda não possuo tanto domínio. Não saberia te informar melhor sobre o uso."*
Professor III	*"Já utilizo inclusive o geogebra nas minhas aulas,pois ele melhora a visualização do aluno principalmente para figuras geométricas e funções."*
Professor IV	*"Muito boa"*
Professor V	*"Geométricas."*
Professor VI	*"Ajuda a desenvolver o pensamento matemático, pois os alunos aprendem a conectar diferentes formas de representar um mesmo problema."*
Professor VII	*"é uma excelente ferramenta"*
Professor VIII	*"Geométrico e algébrico, uma representação ótima."*
Professor IX	*"Bom"*
Professor X	*"uma ferramenta fundamental para tal"*
Professor XI	*"Acredito que é uma excelente forma de ensinar os alunos, pois além ensiná-los de forma significativa eles também ficam entusiasmados com a utilização da tecnologia, despertando o interesse dos alunos."*
Professor XII	*"Razoável, pois é muito simples a interface"*
Professor XIII	*"Essa abordagem ajuda os alunos a desenvolverem flexibilidade cognitiva, tornando-os mais aptos a resolver problemas matemáticos em diferentes contextos."*

Professor XIV	*"perceber se o processo é intuitivo e ao alcance do aluno no tempo restrito de aula."*
Professor XV	*"Muito importante."*
Professor XVI	*"Avalio como sendo algo positivo, pois com a inclusão da tecnologia os alunos irão ter uma outra perspectiva de aprendizagem."*
Professor XVII	*"Positiva."*
Professor XVIII	*"O GeoGebra pode ser utilizado como ferramenta não só para a geometria quanto para estudos algébricos e numéricos pois facilitam a visualização da aplicabilidade dos conceitos."*
Professor XIX	*"Acho muito válido, a ferramenta permite a abordagem dessa teoria de forma significativa."*
Professor XX	*"Permite uma compreensão mais profunda, pois os alunos podem testar e modificar os parâmetros, observando como cada variável influencia os resultados."*
Professor XXI	*"Extremamente válida, pois o software permite que os alunos transitem entre diferentes registros de forma intuitiva."*
Professor XXII	*"Uma possibilidade par ao melhoramento do ensino"*

Fonte: Questionário respondido pelos professores

Esses relatos indicam que o GeoGebra, ao integrar diferentes representações em um mesmo ambiente, contribui diretamente para o desenvolvimento do conhecimento tecnológico do conteúdo (TCK), previsto no modelo TPACK, ampliando a compreensão dos alunos sobre o conteúdo matemático e favorecendo o raciocínio matemático em múltiplos registros.

Como apontam Schmidt et al. (2009), a utilização de softwares como o GeoGebra possibilita ao professor criar experiências didáticas que superem a mera memorização de fórmulas, promovendo um aprendizado mais significativo e exploratório. Dessa forma, a combinação das representações gráficas, algébricas e numéricas em um único ambiente potencializa a aprendizagem e permite que os

alunos façam conexões entre diferentes formas de representação, um aspecto central da Teoria dos Registros de Duval (2003).

Ainda dentro da perspectiva do conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo (**TPACK**), os professores foram questionados sobre o **nível de dificuldade** percebido em seus alunos ao trabalharem conteúdos relacionados às **relações métricas no triângulo retângulo**. O levantamento revelou pontos críticos que merecem atenção tanto na formação dos docentes quanto na proposição de metodologias que integrem o uso das tecnologias digitais no processo de ensino-aprendizagem.

De acordo com os dados apresentados, a **Definição de Triângulo Retângulo** foi considerada o conteúdo de maior facilidade, com **41,7%** dos professores classificando-o como "muito fácil" e **37,5%** como "fácil". Esse dado pode indicar que, por ser um conceito introdutório e mais presente nos livros didáticos e nas práticas tradicionais de ensino, os alunos conseguem assimilá-lo com menor dificuldade.

Por outro lado, à medida que o conteúdo exige maior **abstração matemática** e articulação de diferentes representações – como no **cálculo das projeções dos catetos sobre a hipotenusa** e na **aplicação das relações métricas na resolução de problemas** –, o grau de dificuldade percebido pelos professores aumenta consideravelmente. Nesse contexto, **37,5%** consideram o cálculo das projeções difícil e **12,5%** muito difícil. Quanto à aplicação das relações métricas na resolução de problemas, **45,8%** dos professores classificaram como "difícil" e **37,5%** como "muito difícil".

Tais dados evidenciam um desafio central para o ensino da Matemática: a necessidade de **articular o conhecimento do conteúdo (CK)** com práticas pedagógicas (PK) que considerem as dificuldades dos alunos ao transitar entre os registros algébrico, geométrico e numérico. Essa articulação é justamente um dos pilares do modelo **TPACK**, conforme destacam Mishra e Koehler (2006), ao ressaltar que o verdadeiro domínio docente está na sobreposição do conhecimento pedagógico, do conteúdo e das tecnologias.

Outro ponto sensível revelado pelos dados é a **semelhança entre os triângulos formados pela altura**, onde **33,3%** dos professores percebem o conteúdo como difícil e **16,7%** como muito difícil. Esse dado reforça a importância do uso de ferramentas como o **GeoGebra**, que possibilitam a manipulação dinâmica das figuras e facilitam a visualização das semelhanças e das relações métricas envolvidas.

Schmidt et al. (2009) reforçam que o uso dessas tecnologias, quando bem integradas ao conteúdo, favorece a superação das dificuldades inerentes aos conceitos abstratos, promovendo uma aprendizagem mais significativa.

Além disso, a **representação geométrica das relações métricas** também apresentou um alto índice de dificuldade, com **45,8%** dos professores apontando como "muito difícil" e **20,8%** como "difícil". Esse dado reforça a necessidade de práticas pedagógicas que explorem **diferentes registros de representação**, como destaca Duval (2003), para que o aluno desenvolva a capacidade de transitar entre eles e compreenda o significado das expressões matemáticas envolvidas.

Portanto, a análise desses dados aponta para a relevância de uma formação docente que contemple não apenas o conhecimento técnico das tecnologias, mas a sua integração didática ao conteúdo matemático, como preconiza o **TPACK**. A utilização de softwares como o **GeoGebra** pode auxiliar na visualização e manipulação das figuras, favorecendo a compreensão das relações métricas e minimizando as dificuldades relatadas pelos professores, especialmente nos tópicos mais abstratos e aplicados. O quadro a seguir sintetiza as respostas obtidas na pesquisa.

Quadro 1 - Nível de dificuldade dos alunos na percepção dos professores

Perguntas	**Grau de dificuldade percebida pelos professores**				
	Muito fácil	**Fácil**	**Regular**	**Difícil**	**Muito Difícil**
Definição de Triângulo Retângulo	**41,7%**	**37,5%**	**8,3%**	**8,3%**	**4,2%**
Teorema de Pitágoras	**20,8%**	**41,7%**	**20,8%**	**16,7%**	**0,0%**
Propriedade da altura relativa à hipotenusa	**8,3%**	**16,7%**	**41,7%**	**25%**	**8,3%**
Cálculo da altura relativa à hipotenusa	**0,0%**	**25%**	**37,5 %**	**25%**	**12,5%**
Semelhança entre os triângulos formados pela altura	**0,0%**	**12,5%**	**37,5%**	**33,3%**	**16,7%**

Cálculo das projeções dos catetos sobre a hipotenusa	**0,0%**	**16,7%**	**33,3%**	**37,5%**	**12,5%**
Relações métricas no triângulo retângulo	**4,2%**	**8,3%**	**25%**	**37,5%**	**25%**
Aplicação das relações métricas na resolução de problemas	**0,0%**	**12,5%**	**4,2%**	**45,8%**	**37,5%**
Representação geométrica das relações métricas	**0,0%**	**16,7%**	**16,7%**	**20,8%**	**45,8%**
Aplicação das relações métricas em situações-problema	**0,0%**	**8,3%**	**25%**	**33,3%**	**33,3%**

Fonte: Questionário respondido pelos professores

Dessa forma, a análise das percepções dos professores acerca das dificuldades enfrentadas pelos alunos evidencia a complexidade envolvida no ensino das relações métricas no triângulo retângulo. Nota-se que os maiores desafios estão concentrados na aplicação prática dos conceitos e na representação geométrica das relações métricas, o que reforça a necessidade de um trabalho pedagógico que integre o conhecimento tecnológico ao conteúdo matemático. Nesse sentido, o modelo TPACK torna-se um referencial fundamental, pois aponta para a importância de preparar o professor para articular de forma competente o uso de ferramentas digitais, como o GeoGebra, com o conhecimento pedagógico e matemático, a fim de promover uma aprendizagem mais significativa e visualmente exploratória para os alunos.

8.3 O USO DO GEOGEBRA NO ENSINO DAS RELAÇÕES MÉTRICAS NO TRIÂNGULO RETÂNGULO

A pesquisa também investigou a formação inicial e continuada dos professores no que se refere ao uso do software GeoGebra e sua percepção sobre a relevância dessa ferramenta no ensino das relações métricas no triângulo retângulo.

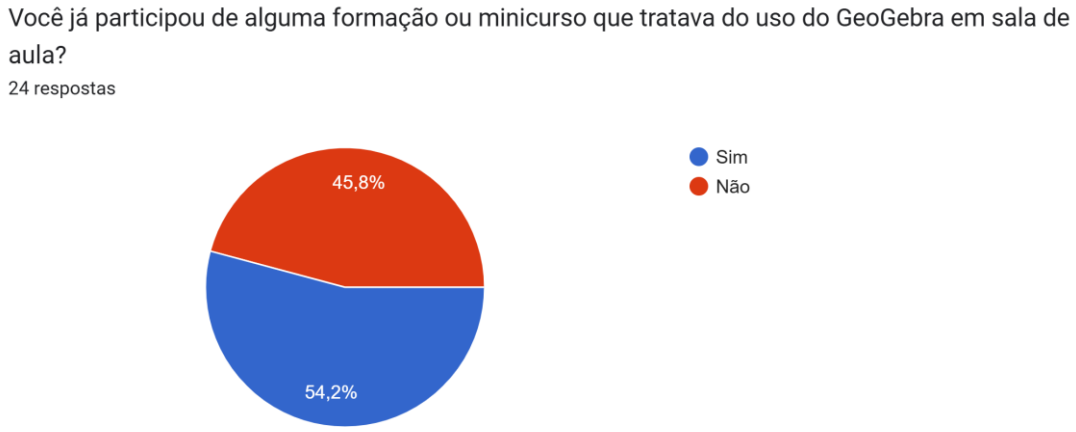
Quando questionados se tiveram alguma disciplina na graduação que utilizasse o GeoGebra, 54,2% dos participantes afirmaram que sim, enquanto 45,8% responderam que não. Esse dado aponta para a inserção parcial do software nas licenciaturas em Matemática, o que pode impactar diretamente na familiaridade e no domínio da ferramenta pelos docentes.

Gráfico 8 - Utilização do GeoGebra na graduação

Fonte: Questionário respondido pelos professores

Em relação à participação em formações ou minicursos voltados para o uso do GeoGebra em sala de aula, os resultados foram exatamente os mesmos da pergunta anterior: 54,2% dos professores participaram de alguma formação e 45,8% não tiveram essa oportunidade. Esses dados reforçam a necessidade de ampliação das ofertas de formação continuada que contemplem o uso pedagógico das tecnologias digitais, especialmente o GeoGebra.

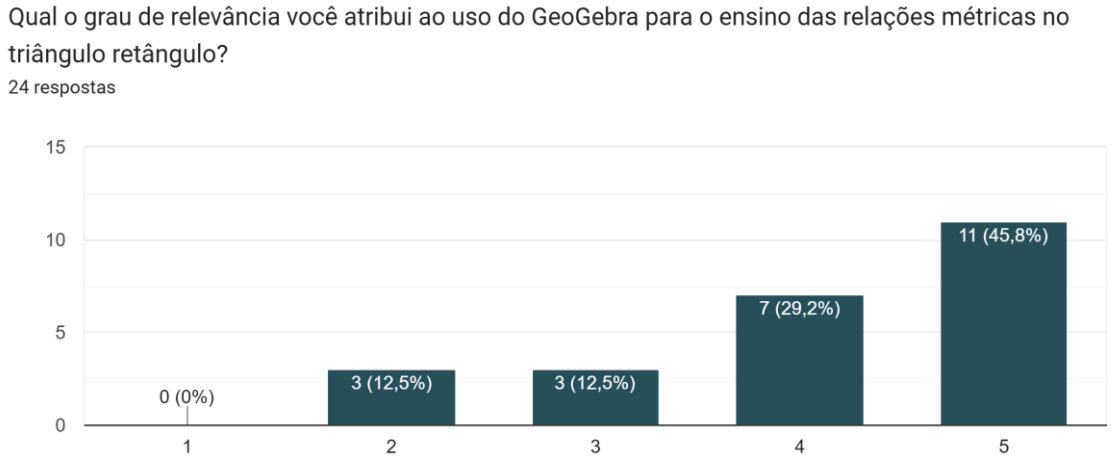
Gráfico 9 – participação em formações ou minicursos sobre o GeoGebra



Fonte: Questionário respondido pelos professores

Sobre a percepção da relevância do GeoGebra no ensino das relações métricas no triângulo retângulo, os professores atribuíram notas de 1 a 5, sendo 1 pouco relevante e 5 muito relevante. A maioria considerou o uso da ferramenta como muito relevante, destacando o potencial do GeoGebra para facilitar a visualização dos conceitos e tornar o ensino mais dinâmico.

Gráfico 10 - Grau de relevância do uso do GeoGebra para o ensino das relações métricas

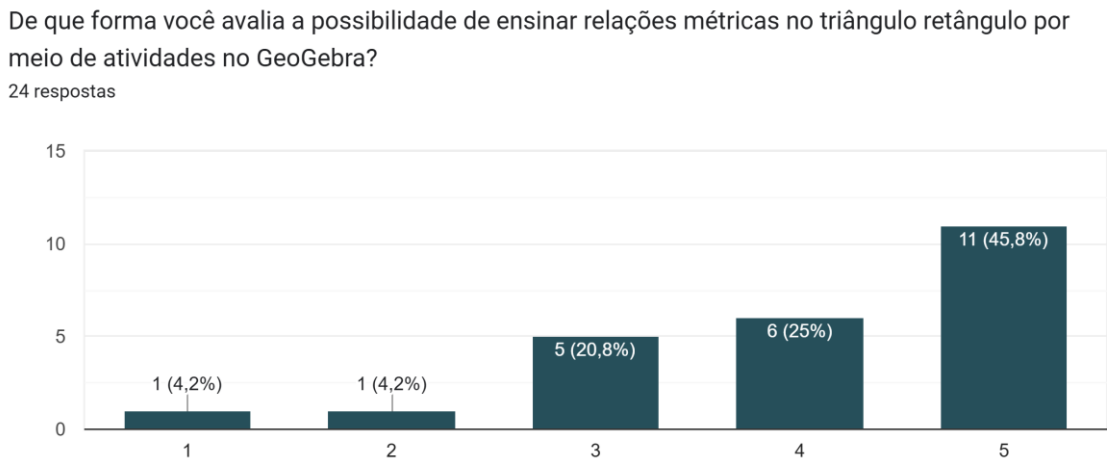


Fonte: Questionário respondido pelos professores

Essa mesma tendência foi observada quando os professores avaliaram a possibilidade de ensinar as relações métricas no triângulo retângulo por meio de

atividades desenvolvidas no GeoGebra. Grande parte dos participantes atribuiu notas altas, reforçando a crença de que a ferramenta pode contribuir significativamente para a aprendizagem dos alunos ao permitir a exploração dos conceitos de forma visual e interativa.

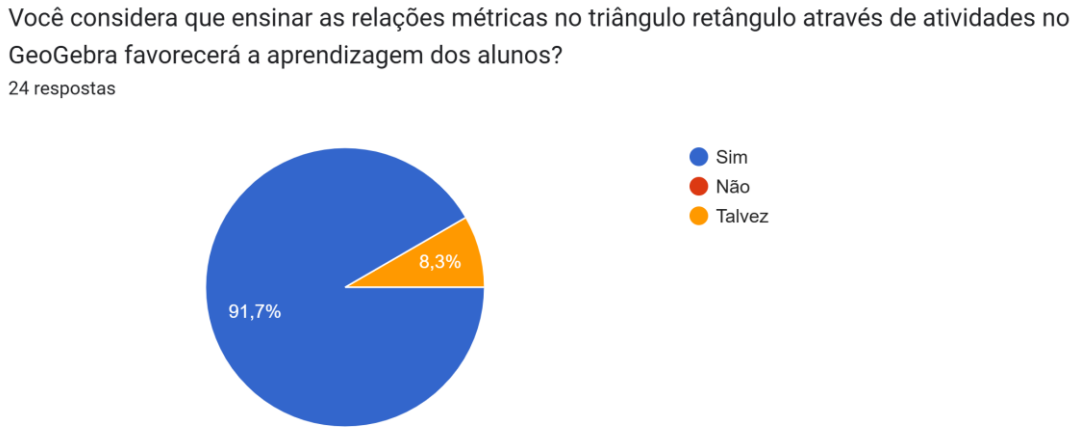
Gráfico 11 - Possibilidade de ensinar relações métricas com o GeoGebra



Fonte: Questionário respondido pelos professores

Quando questionados diretamente se consideram que o ensino das relações métricas no triângulo retângulo por meio de atividades no GeoGebra favoreceria a aprendizagem dos alunos, 91,7% dos professores responderam afirmativamente. Este resultado evidencia o reconhecimento, por parte dos docentes, do potencial pedagógico do software para o desenvolvimento do raciocínio matemático e da compreensão das relações métricas.

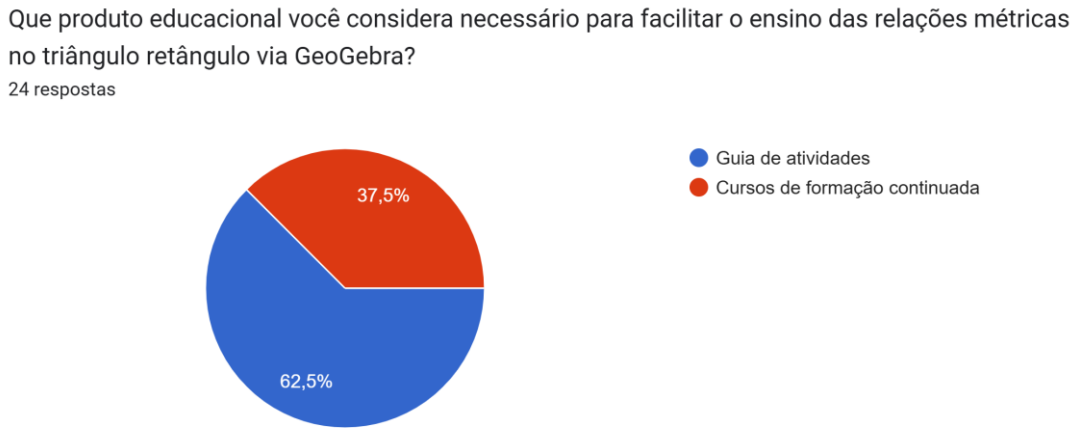
Gráfico 12 - Percepção dos professores quanto à contribuição do GeoGebra na aprendizagem dos alunos



Fonte: Questionário respondido pelos professores

Por fim, a pesquisa buscou identificar quais produtos educacionais os professores consideram necessários para facilitar o ensino das relações métricas no triângulo retângulo com o uso do GeoGebra. A maioria (62,5%) apontou a necessidade de um guia de atividades, enquanto 37,5% indicaram a oferta de cursos de formação continuada como a principal demanda. Nenhum dos participantes sugeriu outras opções além dessas.

Gráfico 13 - Produto educacional considerado necessário pelos professores



Fonte: Questionário respondido pelos professores

Os dados apresentados evidenciam a percepção positiva dos professores em relação ao uso do GeoGebra como ferramenta didática e apontam para a necessidade

de investimentos em materiais estruturados e formações específicas que qualifiquem o uso pedagógico das tecnologias digitais no ensino da Matemática.

Dessa forma, os resultados apresentados evidenciam que, embora ainda existam lacunas na formação inicial e continuada dos professores quanto ao uso do GeoGebra, há um reconhecimento claro do potencial da ferramenta para o ensino das relações métricas no triângulo retângulo. Tal percepção revela a valorização da integração das tecnologias digitais ao conhecimento pedagógico e ao conteúdo específico da Matemática, como preconiza o modelo TPACK.

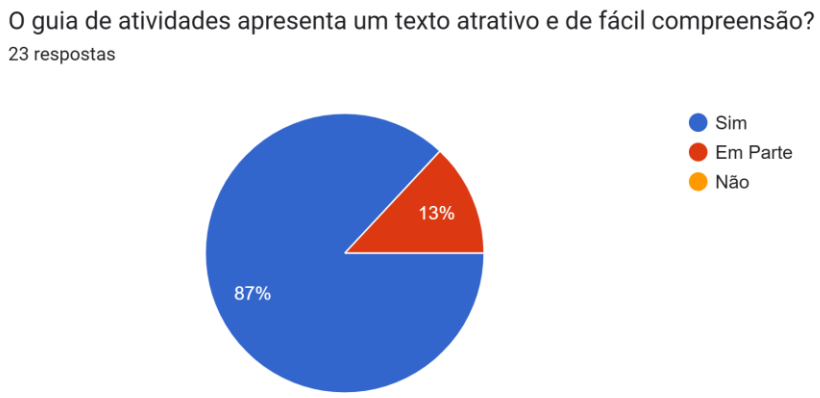
O destaque para a necessidade de um guia de atividades e de formações continuadas sinaliza o compromisso dos docentes em aprimorar suas práticas e desenvolver a fluência tecnológica necessária para atuar de maneira mais eficaz em sala de aula. Isso reforça a importância de propostas educacionais que não apenas disponibilizem ferramentas digitais, mas que também promovam o desenvolvimento do conhecimento tecnológico-pedagógico-disciplinar dos professores, possibilitando a criação de ambientes de aprendizagem mais dinâmicos, interativos e significativos para os alunos.

8.4 SOBRE O GUIA DE ATIVIDADES

Na última parte do questionário, os professores participantes foram convidados a avaliar o **Guia de Atividades** desenvolvido como produto educacional da pesquisa, com foco no ensino das relações métricas no triângulo retângulo por meio do GeoGebra.

De modo geral, a avaliação dos docentes foi bastante positiva. Quando questionados se o guia apresenta um texto atrativo e de fácil compreensão, **87%** responderam **"Sim"** e **13%** afirmaram que isso acontece **"Em parte"**. Esse resultado evidencia a preocupação com a linguagem acessível e a clareza na construção do material, fatores essenciais para garantir a compreensão e o engajamento dos leitores.

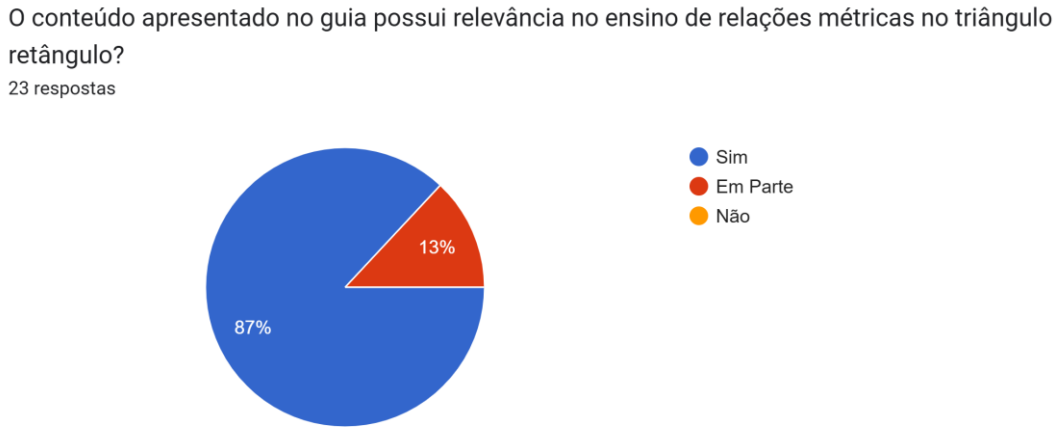
Gráfico 14 - Clareza e atratividade do texto



Fonte: Questionário respondido pelos professores

Em relação à relevância do conteúdo apresentado para o ensino das relações métricas no triângulo retângulo, os percentuais se repetem: **87%** consideraram o conteúdo **relevante** e **13% em parte**. Esse dado reforça a adequação temática do guia ao objetivo proposto, possibilitando ao professor utilizar o material como um recurso efetivo em sala de aula.

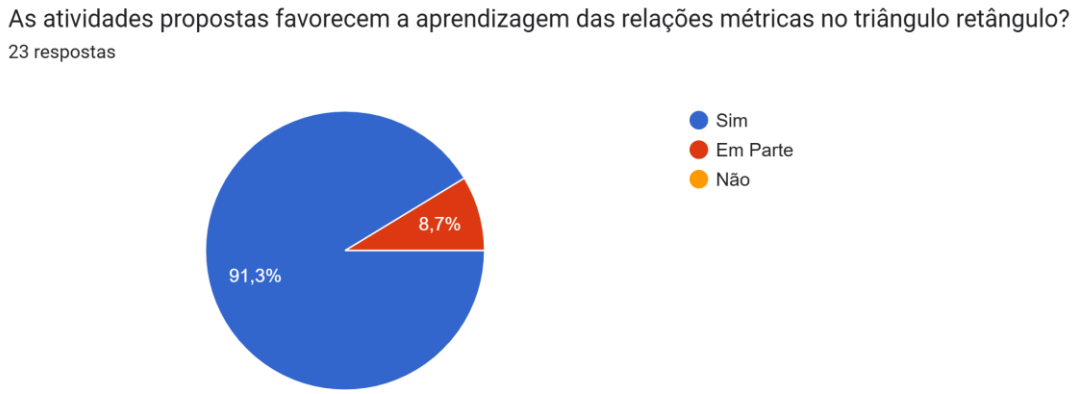
Gráfico 15 - Gráfico sobre relevância do conteúdo



Fonte: Questionário respondido pelos professores

Sobre as atividades propostas, **91,3%** dos professores avaliaram que elas **favorecem a aprendizagem** das relações métricas no triângulo retângulo, enquanto **8,7%** responderam que isso ocorre **em parte**. Além disso, ao serem questionados se o guia apresenta o conteúdo de forma clara e didática, os mesmos percentuais foram registrados. Esse resultado evidencia o potencial do material em apoiar o desenvolvimento do raciocínio matemático dos alunos.

Gráfico 16 - Gráfico sobre clareza, didática e contribuição das atividades para a aprendizagem

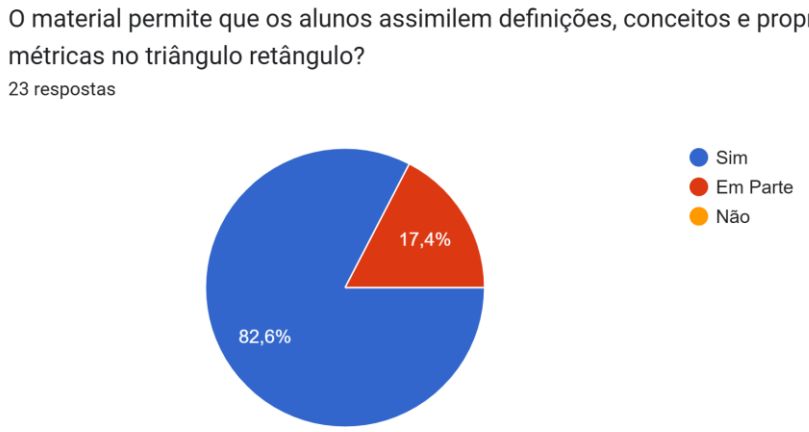


Fonte: Questionário respondido pelos professores

Quanto à possibilidade de o material permitir que os alunos assimilem definições, conceitos e propriedades sobre as relações métricas no triângulo retângulo, **82,6%** afirmaram **"Sim"**, e **17,4% "Em parte"**. Percentuais idênticos foram

obtidos na avaliação das atividades desenvolvidas no GeoGebra como recurso para o ensino desse conteúdo, o que demonstra a importância da ferramenta para a consolidação dos conhecimentos matemáticos.

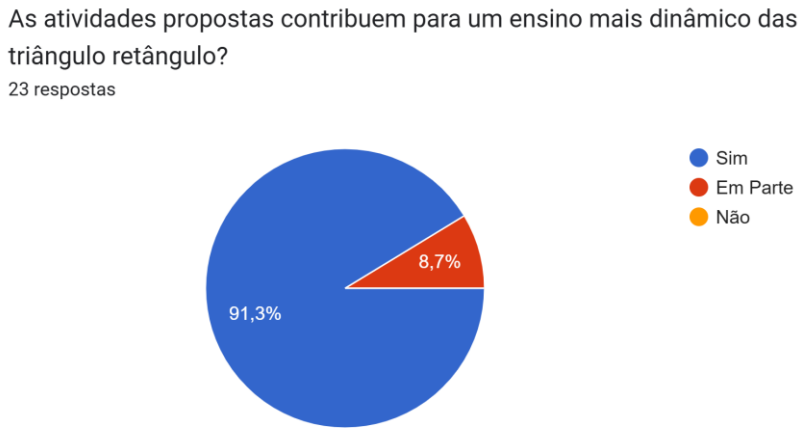
Gráfico 17 - Assimilação de conceitos e uso do GeoGebra



Fonte: Questionário respondido pelos professores

Além disso, **91,3%** dos professores apontaram que as atividades propostas no guia **contribuem para um ensino mais dinâmico** das relações métricas no triângulo retângulo, favorecendo a construção de aulas mais interativas e atrativas aos alunos. Apenas **8,7%** acreditam que isso ocorre em parte.

Gráfico 18 - Dinamismo das atividades



Fonte: Questionário respondido pelos professores

Por fim, ao serem questionados se, após a análise do guia, consideram que ele é um instrumento educacional que pode **auxiliar o professor** no ensino das relações métricas no triângulo retângulo, **91,3%** responderam **"Sim"** e **8,7% "Em parte"**. Esse

resultado reafirma o potencial do material como suporte pedagógico na prática docente.

Gráfico 19 - Guia como instrumento educacional de apoio

Fonte: Questionário respondido pelos professores

Com base nos resultados obtidos, é possível realizar uma análise à luz do referencial teórico adotado, em especial o modelo TPACK e a Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS).

A avaliação positiva do Guia de Atividades, destacada pelos altos percentuais de aprovação quanto à clareza, relevância e contribuição para o ensino dinâmico, evidencia a articulação dos três principais conhecimentos previstos no TPACK: o conhecimento pedagógico, o conhecimento do conteúdo e o conhecimento tecnológico (MISHRA; KOEHLER, 2006). A construção do guia demonstra uma preocupação em integrar o conhecimento matemático específico sobre as relações métricas no triângulo retângulo (content knowledge) com estratégias pedagógicas adequadas (pedagogical knowledge), mediadas pelo uso do GeoGebra como ferramenta digital (technological knowledge). Essa integração potencializa o desenvolvimento de práticas didáticas mais eficazes, nas quais o uso da tecnologia não é meramente acessório, mas parte constitutiva da proposta de ensino.

Além disso, a TRRS, conforme proposto por Duval (2003), contribui para aprofundar a análise sobre a importância das atividades no GeoGebra no processo de aprendizagem das relações métricas. As respostas indicam que o guia favorece a assimilação de definições, conceitos e propriedades matemáticas e possibilita transitar entre diferentes registros de representação — algébrico, geométrico e

numérico — de maneira clara e didática. Isso vai ao encontro da premissa de que a compreensão profunda dos conceitos matemáticos requer a mobilização de múltiplos registros e a conversão entre eles, superando um ensino baseado apenas na memorização e favorecendo o desenvolvimento do raciocínio matemático.

Dessa forma, os dados reforçam que o Guia de Atividades desenvolvido se configura como um recurso educacional significativo, pois possibilita ao professor atuar de forma mais segura na articulação entre o conhecimento pedagógico, o conteúdo matemático e as tecnologias digitais, além de proporcionar aos alunos uma aprendizagem mais dinâmica e significativa, conforme defendem os referenciais teóricos adotados nesta pesquisa.

Ainda como parte do processo de validação do Guia de Atividades, os professores participantes foram questionados quanto à aprovação do material como um produto educacional intitulado *"Relações Métricas no Triângulo Retângulo com o GeoGebra"*. As respostas obtidas, de caráter aberto, revelaram uma avaliação bastante positiva do material proposto.

Entre os principais pontos destacados pelos professores, evidencia-se o reconhecimento da relevância do guia por possibilitar que os alunos compreendam os conceitos matemáticos por meio da experimentação e da manipulação geométrica no GeoGebra. Tal perspectiva reflete a compreensão dos docentes sobre o potencial da ferramenta digital para favorecer um ensino mais interativo e dinâmico, conforme exemplificado em uma das respostas: *"Sim, o material é altamente relevante, pois permite que os alunos compreendam os conceitos por meio da experimentação e manipulação geométrica no GeoGebra"*.

Outro aspecto ressaltado foi a importância do guia como um recurso didático capaz de ampliar o repertório metodológico dos professores, contribuindo não apenas para o ensino das relações métricas no triângulo retângulo, mas também para a familiarização dos alunos com o uso do GeoGebra, o que pode ter desdobramentos positivos em outras situações de aprendizagem matemática. Uma das respostas exemplifica essa visão: *"Sim, pois acredito ser uma inclusão bem positiva para sala de aula onde podemos além de ensinar o assunto de relações métricas no triângulo retângulo, também podemos mostrar para o aluno como trabalhar com o GeoGebra de forma que ele possa utilizar no futuro"*.

A aprovação do material foi unânime, reforçando que o Guia de Atividades atende aos objetivos propostos e se apresenta como um produto educacional com

potencial para auxiliar o professor na prática pedagógica, proporcionando aos alunos uma aprendizagem mais efetiva e significativa.

Tabela 7 - Respostas dos professores à pergunta sobre a validação do produto educacional

Você aprova a validação desse produto educacional intitulado "Relações Métricas no Triângulo Retângulo com o GeoGebra"?	
Professor I	*"Aprovo a validação, pois o guia oferece uma proposta metodológica clara e bem estruturada, facilitando o ensino e a aprendizagem do tema."*
Professor II	*"Sim, pois as ferramentas são sempre bem-vindas para auxiliar no conteúdo ministrado."*
Professor III	*"Sim, aprovo."*
Professor IV	*"Sim, pois tudo aquilo que pode contribuir torna a aprendizagem mais eficaz"*
Professor V	*"Sim. Esse produto educacional favorecerá uma maior aplicabilidade dos conceitos de relações métricas."*
Professor VI	*"Sim, todo guia de atividade facilita o trabalho do professor e auxilia o mesmo no preparo de suas aulas e também na confecção de materiais."*
Professor VII	*"O material merece ser validado, pois auxilia os alunos a visualizarem as propriedades matemáticas de forma mais concreta e intuitiva."*
Professor VIII	*"Sim, aprovo a validação do produto educacional, pois ele proporciona uma abordagem inovadora e interativa para o ensino das relações métricas no triângulo retângulo."*
Professor IX	*"Esclarecedor"*
Professor X	*"Sim, o material é altamente relevante, pois permite que os alunos compreendam os conceitos por meio da experimentação e manipulação geométrica no GeoGebra."*
Professor XI	*"Sim. Pois a relação métrica de triângulo faz parte do cotidiano."*
Professor XII	*"Sim, pois acredito ser uma inclusão bem positiva para sala de aula onde podemos além de ensinar o assunto de relações métricas no triângulo retângulo, também podemos*

	mostrar para o aluno como trabalhar com geogebra de forma que ele possa utilizar no futuro."
Professor XIII	*"Sim, é bem didático."*
Professor XIV	*"Sim!! Novas tecnologias tem que ser empregada."*
Professor XV	*"Sim, pois o uso do GeoGebra torna o aprendizado mais acessível e dinâmico, contribuindo para o engajamento dos alunos."*
Professor XVI	*"sim. pois os recursos tecnológicos devem ser usados em sala de aula como facilitador da aprendizagem."*
Professor XVII	*"Sim."*
Professor XVIII	*"Sim. Creio que será um material de grande relevância para os professores que estão atuando na rede pública e privada do ensino básico"*
Professor XIX	*"Sim, pois dá uma outra visão aos alunos acerca do tema."*
Professor XX	*"Sim, pois os alunos são instigados a se envolverem na atividade, contribuindo para prestarem mais atenção e aprender mais."*
Professor XXI	*"Sim, é necessário novas formas de se ensinar o tema."*
Professor XXII	*"Sim"*

Fonte: Questionário respondido pelos professores

Dessa forma, conclui-se que o processo de validação do Guia de Atividades corroborou as análises anteriores, evidenciando a relevância pedagógica do material no contexto do ensino das relações métricas no triângulo retângulo. O reconhecimento pelos professores do potencial do guia e das atividades desenvolvidas no GeoGebra reforça a importância de produtos educacionais que promovam a integração entre o conhecimento tecnológico, pedagógico e de conteúdo, como propõe o modelo TPACK, bem como a exploração de diferentes registros de representação matemática, conforme defende a Teoria dos Registros de Representação Semiótica.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O avanço das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) tem promovido transformações significativas nos processos de ensino e aprendizagem, especialmente no período pós-pandemia da COVID-19. Contudo, apesar da ampliação do acesso a recursos tecnológicos, muitos professores e alunos ainda apresentam limitações no uso efetivo de ferramentas digitais com fins pedagógicos. Tal realidade evidencia a necessidade de investimentos na formação docente voltada para o uso crítico e criativo das tecnologias em sala de aula.

Dentre as diversas ferramentas digitais disponíveis, o GeoGebra destaca-se como um software gratuito, acessível e versátil, que pode ser utilizado em diferentes níveis de ensino da Matemática. Integrando geometria, álgebra, gráficos e planilhas, o GeoGebra oferece recursos que permitem uma abordagem dinâmica dos conceitos matemáticos, favorecendo a visualização e a experimentação dos conteúdos, aspectos essenciais para o desenvolvimento do pensamento matemático dos alunos.

Neste trabalho, o foco esteve na utilização do GeoGebra para o ensino das relações métricas no triângulo retângulo, explorando elementos como a altura relativa à hipotenusa, os catetos, a hipotenusa, área e perímetro. A construção do produto educacional — o *Guia de Atividades* — foi embasada tanto na Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS), de Duval (2009), quanto no referencial teórico do TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge), proposto por Mishra e Koehler (2006).

A TRRS contribuiu para estruturar atividades que promovem a mobilização de diferentes registros de representação — geométrico, algébrico e numérico — favorecendo a flexibilidade cognitiva e a compreensão mais profunda das relações métricas no triângulo retângulo. Já o modelo TPACK permitiu refletir sobre a importância do domínio integrado dos saberes tecnológico, pedagógico e de conteúdo, reforçando a necessidade de que o professor saiba articular esses conhecimentos para potencializar o uso das tecnologias digitais em sala de aula.

Além disso, o desenvolvimento deste trabalho dialoga diretamente com as orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), especialmente no que se refere às competências gerais que visam promover a compreensão da Matemática como uma linguagem para a interpretação do mundo e para a resolução de problemas em diferentes contextos. A BNCC destaca ainda a necessidade de incorporar o uso

das tecnologias digitais como uma ferramenta de apoio ao ensino e à aprendizagem, tornando o estudo da Matemática mais dinâmico, interativo e significativo.

Os resultados da pesquisa apontam que os professores participantes reconheceram a relevância e a clareza do guia proposto, bem como o potencial do GeoGebra para dinamizar o ensino das relações métricas no triângulo retângulo. A aceitação do material como um recurso educacional válido reforça a importância da produção de propostas didáticas que aliem teoria e prática, contribuindo para o aprimoramento do ensino da Matemática.

Dessa forma, este estudo reafirma o papel das tecnologias digitais como aliadas no processo de ensino e aprendizagem, desde que integradas de maneira intencional e planejada à prática pedagógica. Produtos educacionais como o *Guia de Atividades* podem ser instrumentos importantes para auxiliar o professor na superação de desafios do ensino matemático, promovendo aprendizagens mais significativas e o desenvolvimento das competências necessárias aos estudantes na sociedade atual.

Por fim, destaca-se o potencial de ampliação deste trabalho por meio da criação de novos guias de atividades voltados para outros conteúdos matemáticos igualmente desafiadores, como sistemas de equações lineares, funções do 1º e 2º graus, inequações, geometria espacial, trigonometria, análise combinatória e estatística. Tais temas também se beneficiariam do uso de softwares como o GeoGebra, proporcionando aos alunos a oportunidade de explorar conceitos matemáticos de forma visual, interativa e contextualizada. Nesse sentido, o uso de guias estruturados pode colaborar com a formação de estudantes mais autônomos, críticos e capazes de utilizar a Matemática como ferramenta de compreensão e atuação no mundo.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, Rafael Enrique Gutiérrez; PAZUCH, Vinícius. Elaboração de objetos de aprendizagem com o software GeoGebra para o ensino de geometria. Revista BOEM, v. 6, n. 12, p. 55-74, 2018.

BERLANDA, Juliane Carla. Mobilizações de registros de representação semiótica no estudo de trigonometria no triângulo retângulo com o auxílio do software GeoGebra. 2017. Dissertação (Mestrado Educação Matemática e Ensino de Física) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

BERTÓ, Marcelo Luiz. Isometrias e homotetias: teoria e aplicações com o GeoGebra e materiais manipulativos. 2021. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

BORBA, Marcelo C. Informática trará mudanças na educação brasileira? Zetetike, v. 4, n. 2, p. 123-134, 1996.

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

BRITO, R. F.; CAVALCANTE, L. C. O uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) no ensino de Matemática: contribuições do modelo TPACK. Revista Educação Matemática Pesquisa, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 730-751, 2021.

CAMPOS, Izabela Santos; MACIEL, Jacqueline Gabrielle da Costa. Enriquecendo as aulas de geometria com a linguagem Logo e o ambiente KTurtle. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém.

CHAGAS, C. F. et al. Formação docente e o uso das tecnologias digitais na educação matemática: desafios e perspectivas. Revista Brasileira de Educação, v. 25, p. 1-22, 2020.

COLOMBO, Janecler Aparecida Amorin; BUEHRING, Roberta Schnorr; MORETTI, Méricles Thadeu. Registros de representação semiótica, tarefas e análise de dados: articulações em torno do currículo de matemática. Revista Eletrônica de Educação Matemática, v. 4, n. 1, p. 90-113, 2009.

DALVI, Silvana Cocco; REZENDE, Oscar Luiz Teixeira de; LORENZONI, Luciano Lessa. Uma possível aproximação da modelagem matemática na perspectiva sociocrítica e os registros de representação semiótica. Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas, v. 16, n. 37, p. 119-134, 2020.

DOLCE, Osvaldo; POMPEU, José Nicolau. Fundamentos de Matemática Elementar – Geometria Plana - Vol. 9. 9. ed. São Paulo: Atual, 2013.

DUVAL, Raymond. Semiósis e Pensamento Humano: Registro semióticos e aprendizagens. Tradução de Lenio Fernandes Levy e Marisa Rosâni Abreu da Silveira. 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2009.

FERREIRA, Anderson Portal; PEREIRA, Cinthia Cunha Maradei. Uma sequência didática para o ensino de relações métricas no triângulo retângulo. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) - Universidade do Estado do Pará, Belém.

FIGUEIREDO, Natália Gomes da Silva; SALLES, Denise Medeiros Ribeiro. Educação Profissional e evasão escolar em contexto: motivos e reflexões. Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação, Rio de Janeiro, v. 25, n. 95, p. 356-392, abr./jun. 2017.

FREITAS, José Luiz Magalhães; REZENDE, Veridiana. Entrevista: Raymond Duval e a teoria dos registros de representação semiótica. Revista Paranaense de Educação Matemática, v. 2, n. 3, 2015.

GALERA, Joscely Maria Bassetto; BORSOI, Beatriz Terezinha. Ciência, tecnologia e cidadania: um desafio no cotidiano do professor. Revista de Letras, Curitiba, n. 7, 2005.

GONÇALVES, Lilian da Silva; OLIVEIRA, Joelma Ananias de. O Uso do GeoGebra para o Ensino do Cálculo da Área de Polígonos no Ensino Fundamental. Revista Ensin@ UFMS, v. 2, n. Esp., p. 332-353, 2021.

GRAVINA, Maria Alice. O potencial semiótico do GeoGebra na aprendizagem da geometria: uma experiência ilustrativa. Vidya, v. 35, n. 2, p. 18, 2015.

GUERRA, Tatiana Esteves Castro. Modelo de Sequência Didática: Conceitos de Região e Lugar – a Região Metropolitana da Baixada Santista e o Porto de Santos (Terminal de Passageiros – Concais). 2019. Dissertação (Mestrado em Práticas Docentes) - Universidade Metropolitana de Santos, Santos.

HENRIQUES, Afonso. Abordagem Instrumental e aplicações. Educação Matemática Pesquisa, v. 23, n. 3, p. 247-280, 2021.

HENRIQUES, Afonso; ALMOULOUD, Saddo Ag. Teoria dos registros de representação semiótica em pesquisas na Educação Matemática no Ensino Superior: uma análise de superfícies e funções de duas variáveis com intervenção do software Maple. Ciência & Educação, v. 22, n. 2, p. 465-487, 2016.

INEP. Boletim do SAEB. Disponível em: http://saeb.inep.gov.br/saeb/resultado-final-externo/boletim?anoProjeto=2019&coEscola=15038769. Acesso em: 04 abr. 2022.

INEP. Censo Escolar 2020: notas estatísticas. Brasília: INEP, 2021. Disponível em: https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/notas_estatisticas_censo_escolar_2020.pdf. Acesso em: 27 abr. 2023.

LABORDE, Colette; LABORDE, Jean-Marie. The case of Cabri-Géomètre: learning geometry in a computer-based environment. In: WATSON, D. et al. (Eds.). Integrating Information Technology into Education. Dordrecht: Springer Science+Business Media, 1995. p. 95-106.

LOPES, Maria Maroni. Sequência didática para o ensino de trigonometria usando o software GeoGebra. Bolema: Boletim de Educação Matemática, v. 27, n. 46, p. 631-644, 2013.

MARIOTTI, M. A. From straight-edge and compass to dynamic geometry software. In: HERSHKOVITZ, R.; HOYLES, C.; LARSEN, S.; ZASLAVSKY, O. (Org.). Proof and Proving in Mathematics Education. New York: Springer, 2012. p. 97-108.

MATOS, Fernando Cardoso de; SANTOS, Matheus de Albuquerque Coelho dos; MENDES, Rogério Lima Teixeira; SILVA, Hamilton Brito da. Funções afins elucidadas no software GeoGebra. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 7, p. 49039-49049, 2020.

MATOS, Rita de Cássia Andrade. Investigações Geométricas no Triângulo Retângulo com auxílio do aplicativo GeoGebra 2D: deduzindo as relações métricas. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande.

MISHRA, P.; KOEHLER, M. J. Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. Teachers College Record, v. 108, n. 6, p. 1017-1054, 2006.

NASCIMENTO, Edvaldo Lopes; SCHIMIGUEL, Juliano. Referenciais teóricos-metodológicos: sequências didáticas com tecnologias no ensino de matemática na Educação Básica. REnCiMa, v. 8, n. 2, p. 115-126, 2017.

NERI, Marcelo; OSORIO, Manuel Camillo. Evasão escolar e jornada remota na pandemia. Revista NECAT, v. 10, n. 19, p. 28-55, 2021.

OLIVEIRA, Hélia; HENRIQUES, Ana; GUTIÉRREZ-FALLAS, Luis Fabián. A integração da tecnologia na planificação de aulas na perspectiva do ensino exploratório: um estudo com futuros professores de matemática. Perspectiva, v. 36, n. 2, p. 421-446, 2018.

OLIVEIRA, Matheus Timóteo. Estudo sobre Triângulos no Ensino Fundamental usando o software GeoGebra. 2021. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

PIRES, Karl Marlow. Relações Métricas no Triângulo Retângulo com GeoGebra. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São José do Rio Preto.

PIMENTA, C. C. Integrando o TPACK à formação de professores: desafios e possibilidades. Revista Docência do Ensino Superior, v. 10, p. 1-18, 2020.

PONTES, Helaine Maria de Souza; FINCK, Célia Bandt; NUNES, Ana Luiza Ruschel. O estado da arte da teoria dos registros de representação semiótica na educação matemática. Educação Matemática Pesquisa, v. 19, n. 1, p. 297-325, 2017.

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

SANTANA, Linus Tannure; GUALANDI, Jorge Henrique; SOARES, Maria Rosana. Registros de representação semiótica: experiência no ensino de funções quadráticas com alunos do Ensino Médio Integrado. Educação Matemática Debate, v. 3, n. 7, p. 8-30, 2019.

SANTOS, Márcio Eugen Klingenschmid Lopes dos; SANTOS MAZZINI, Talita Freitas dos. Teoria de Van Hiele: os níveis de pensamento geométricos de alunos concluintes do Ensino fundamental. Revista de Casos e Consultoria, v. 12, n. 1, p. e27013-e27013, 2021.

SANTOS, Matheus de Albuquerque Coelho dos; MENDES, Rogério Lima Teixeira. Acerca da Função Afim e Quadrática: Uso do Geogebra para Melhor Entendimento. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso - IFPA, Belém.

SANTOS, Rafael et al. Uma Proposta de Método de Ensino e Relatos de Experiências com a Robótica Educacional. In: Anais do XXVII Workshop sobre Educação em Computação. SBC, 2019. p. 111-120.

SANTOS, Silvana Cláudia; BORBA, Marcelo de Carvalho. Internet e softwares de geometria dinâmica como atores na produção matemática on-line. Zetetike, v. 16, n. 1, 2008.

SCHMIDT, D. A. et al. Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): The Development and Validation of an Assessment Instrument for Preservice Teachers. Journal of Research on Technology in Education, v. 42, n. 2, p. 123-149, 2009.

SHULMAN, L. S. Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. Harvard Educational Review, v. 57, n. 1, p. 1-22, 1987.

SILVA FILHO, João Francisco da; BANDEIRA, Matheus de Oliveira. Um método geométrico para construção de ternos pitagóricos. Revista do Professor de Matemática Online, v. 8, n. 2, 2020.

SILVA, Chayene Cristina Santos Carvalho da; TEIXEIRA, Cenidalva Miranda de Souza. O uso das tecnologias na educação: os desafios frente à pandemia da COVID-19. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 9, p. 70070-70079, 2020.

SOUSA, Maria Thaís Azevedo de; FONTENELE, Francisca Cláudia Fernandes. O uso do GeoGebra nas aulas remotas: uma abordagem do conteúdo de função quadrática. Boletim Cearense de Educação e História da Matemática, v. 8, n. 23, p. 752-767, 2021.

SOUSA, Renata Teófilo de; AZEVEDO, Italândia Ferreira de; ALVES, Francisco Régis Vieira. O GeoGebra 3D no estudo de Projeções Ortogonais amparado pela Teoria das Situações Didáticas. Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática, v. 14, n. 1, p. 92-98, 2021.

SOUZA, Luciana Aparecida; OLIVEIRA, Cláudia Cristina de. Evasão escolar no ensino médio: uma revisão de literatura. Revista Educação em Questão, v. 53, p. 1-21, 2015.

SOUZA, Maria da Conceição Siqueira de; CAVALCANTE, José Luiz. Contribuições do Geogebra para o Ensino de Geometria no Ensino Fundamental Séries Finais. Open Minds International Journal, v. 1, n. 1, p. 47-63, 2020.

SULEIMAN, Amal Rahif. Introdução ao estudo das Situações Didáticas: Conteúdos e Métodos de Ensino. Educação: Teoria e Prática, v. 25, n. 48, p. 200-206, 2015.

VALENTE, J. A. A constituição do conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo para o ensino com computadores. Revista Brasileira de Informática na Educação, v. 17, n. 3, p. 20-33, 2009.

VOOGT, J. et al. Technological pedagogical content knowledge – a review of the literature. Journal of Computer Assisted Learning, v. 29, n. 2, p. 109-121, 2013.

WICHNOSKI, Paulo; BASSOI, Tânia Stella. Registros de Representação Semiótica e Atividades de Investigação Matemática Empreendidas e Relatadas por Professores Participantes do PDE. Revista Dynamis, v. 25, n. 2, p. 56-76, 2019.

ZANELLA, Idelmar André; FRANCO, Valdeni Soliani; CANAVARRO, Ana Paula. Apreensão de objetos geométricos com o GeoGebra. Revista Educação Em Questão, v. 56, n. 48, 2018.

APENDICES

APÊNDICE 1. QUESTONÁRIO APLICADO AOS PROFESSORES

Questionário aos Professores

Prezado(a) professor(a),

Meu nome é Matheus de Albuquerque Coelho dos Santos, sou aluno do Mestrado Profissional em Ensino de Matemática (PPGEM) da Universidade do Estado do Pará (UEPA), em Belém, sob orientação da professora Cinthia Cunha Maradei Pereira Campos.

Este questionário faz parte da pesquisa para a validação do guia de atividades que desenvolvi, com foco no uso do GeoGebra para o ensino das relações métricas no triângulo retângulo. Seu objetivo é coletar percepções e avaliações de professores sobre a aplicabilidade, clareza e relevância do material, bem como identificar potenciais benefícios e desafios na implementação desse recurso em sala de aula.

(Caso ainda não tenha consultado o guia, clique aqui para acessá-lo).

As respostas contribuirão para a análise da eficácia do material e possíveis melhorias, garantindo que ele seja um recurso didático útil e alinhado às necessidades do ensino da Matemática. O questionário é breve, e sua participação é essencial para o aprimoramento da pesquisa.

Agradeço sua colaboração e contribuição para esta pesquisa.

* Indica uma pergunta obrigatória

Informações Gerais

1. **Termo de Consentimento** *

Prezado(a) professor(a),

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada **"O Uso do GeoGebra no Ensino das Relações Métricas no Triângulo Retângulo"**, que tem como objetivo analisar a aplicabilidade e a eficácia do guia de atividades desenvolvido para auxiliar no ensino desse conteúdo matemático.

Sua participação consistirá em responder a um questionário que busca compreender sua experiência com o material, suas percepções sobre o uso do GeoGebra no ensino das relações métricas e sugestões para aprimoramento. O preenchimento levará aproximadamente **10 minutos** e sua participação é **voluntária**, podendo desistir a qualquer momento, sem qualquer prejuízo.

Os dados coletados serão utilizados exclusivamente para fins acadêmicos, garantindo total sigilo e anonimato das respostas.

Caso tenha dúvidas ou queira mais informações, sinta-se à vontade para entrar em contato.

Ao prosseguir com o questionário, você declara que leu e compreendeu os termos acima e concorda em participar da pesquisa.

Marcar apenas uma oval.

- Concordo

2. Gênero *

Marcar apenas uma oval.

- Masculino
- Feminino
- Prefiro não dizer

3. Faixa Etária *

Marcar apenas uma oval.

- 18 - 25 anos
- 26 - 33 anos
- 34 - 41 anos
- 42 - 49 anos
- 50 - 57 anos
- acima de 58 anos

4. Escolaridade *

Marcar apenas uma oval.

- Graduação
- Especialização
- Mestrado
- Doutorado

5. Tempo de experiência como professor(a) de Matemática: *

Marcar apenas uma oval.

- Menos de 1 ano
- De 1 a 5 Anos
- De 6 a 10 Anos
- Mais de 10 Anos

6. Você trabalha em escola pública, privada ou em ambas? *

Marcar apenas uma oval.

- Apenas Pública
- Apenas Privada
- Ambas

7. A rede de ensino onde você atua oferece formação continuada? *

Marcar apenas uma oval.

- Não Oferece
- Oferece frequentemente
- Oferece raramente

Formação e Uso de Tecnologias

8. Você já utilizou o software GeoGebra em suas aulas de Matemática? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim, com frequência
- Sim, ocasionalmente
- Não, mas conheço a ferramenta
- Não conheço o GeoGebra

9. Caso tenha utilizado o GeoGebra, quais foram os principais benefícios observados no aprendizado dos alunos?

_____

_____

10. Em sua experiência, quais são as principais dificuldades dos alunos na aprendizagem das relações métricas no triângulo retângulo?

11. Você acredita que o uso de tecnologias digitais pode auxiliar no ensino desse conteúdo? Por quê?

12. Como você avalia a possibilidade de utilizar o GeoGebra para explorar diferentes registros de representação matemática (geométrico, algébrico e numérico) ?

Com base em sua experiência como professor(a), indique o nível de dificuldade que, em sua percepção, os estudantes encontram ao estudar os seguintes conceitos:

13. Definição de Triângulo Retângulo *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Muit	◯	◯	◯	◯	◯	Muito Difícil

14. *

Teorema de Pitágoras

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Muit	◯	◯	◯	◯	◯	Muito Difícil

15. Propriedade da altura relativa à hipotenusa *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Muit	◯	◯	◯	◯	◯	Muito Difícil

16. Cálculo da altura relativa à hipotenusa *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Muit	◯	◯	◯	◯	◯	Muito Difícil

17. Semelhança entre os triângulos formados pela altura *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Muit	◯	◯	◯	◯	◯	Muito Difícil

18. *

Cálculo das projeções dos catetos sobre a hipotenusa

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Muit	◯	◯	◯	◯	◯	Muito Difícil

19. Relações métricas no triângulo retângulo *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Muit	◯	◯	◯	◯	◯	Muito Difícil

20. Aplicação das relações métricas na resolução de problemas *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Muit	◯	◯	◯	◯	◯	Muito Difícil

21. *

Representação geométrica das relações métricas

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Muit	◯	◯	◯	◯	◯	Muito Difícil

22. *

Aplicação das relações métricas em situações-problema

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Muit	◯	◯	◯	◯	◯	Muito Difícil

Sobre o GeoGebra

23. Você teve alguma disciplina na Graduação que fez uso do GeoGebra? *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sim
- ◯ Não

24. Você já participou de alguma formação ou minicurso que tratava do uso do GeoGebra em sala de aula? *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sim
- ◯ Não

25. Qual o grau de relevância você atribui ao uso do GeoGebra para o ensino das relações métricas no triângulo retângulo? *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Pou	◯	◯	◯	◯	◯	Muito relevante

26. De que forma você avalia a possibilidade de ensinar relações métricas no triângulo retângulo por meio de atividades no GeoGebra? *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Pou	◯	◯	◯	◯	◯	Muito relevante

27. Você considera que ensinar as relações métricas no triângulo retângulo através de atividades no GeoGebra favorecerá a aprendizagem dos alunos? *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sim
- ◯ Não
- ◯ Talvez

28. Que produto educacional você considera necessário para facilitar o ensino das relações métricas no triângulo retângulo via GeoGebra? *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Guia de atividades
- ◯ Cursos de formação continuada
- ◯ Outro: _____

Sobre o Guia de Atividades

29. O guia de atividades apresenta um texto atrativo e de fácil compreensão? *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sim
- ◯ Em Parte
- ◯ Não

30. O conteúdo apresentado no guia possui relevância no ensino de relações métricas no triângulo retângulo? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Em Parte
- Não

31. As atividades propostas favorecem a aprendizagem das relações métricas no triângulo retângulo? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Em Parte
- Não

32. O guia apresenta o conteúdo de forma clara e didática? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Em Parte
- Não

33. O material permite que os alunos assimilem definições, conceitos e propriedades sobre relações métricas no triângulo retângulo? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Em Parte
- Não

34. As atividades desenvolvidas no GeoGebra são um bom recurso para o ensino das relações métricas no triângulo retângulo? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Em Parte
- Não

35. As atividades propostas contribuem para um ensino mais dinâmico das relações métricas no triângulo retângulo? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Em Parte
- Não

36. Após a análise do guia, você considera que ele é um instrumento educacional que pode auxiliar o professor no ensino das relações métricas no triângulo retângulo? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Em Parte
- Não

37. **Você aprova a validação desse produto educacional intitulado "Relações Métricas no Triângulo Retângulo com o GeoGebra"?** *
Se sim, justifique sua resposta (a justificativa é opcional).

APÊNDICE 2. RESPOSTAS AO QUESTIONÁRIO

Termo de Consentimento

Copia

Prezado(a) professor(a),

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada "**O Uso do GeoGebra no Ensino das Relações Métricas no Triângulo Retângulo**", que tem como objetivo analisar a aplicabilidade e a eficácia do guia de atividades desenvolvido para auxiliar no ensino desse conteúdo matemático.

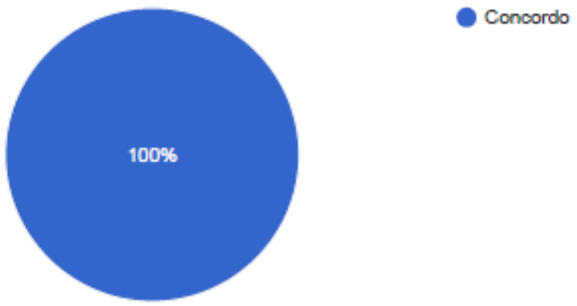
Sua participação consistirá em responder a um questionário que busca compreender sua experiência com o material, suas percepções sobre o uso do GeoGebra no ensino das relações métricas e sugestões para aprimoramento. O preenchimento levará aproximadamente **10 minutos** e sua participação é **voluntária**, podendo desistir a qualquer momento, sem qualquer prejuízo.

Os dados coletados serão utilizados exclusivamente para fins acadêmicos, garantindo total sigilo e anonimato das respostas.

Caso tenha dúvidas ou queira mais informações, sinta-se à vontade para entrar em contato.

Ao prosseguir com o questionário, você declara que leu e compreendeu os termos acima e concorda em participar da pesquisa.

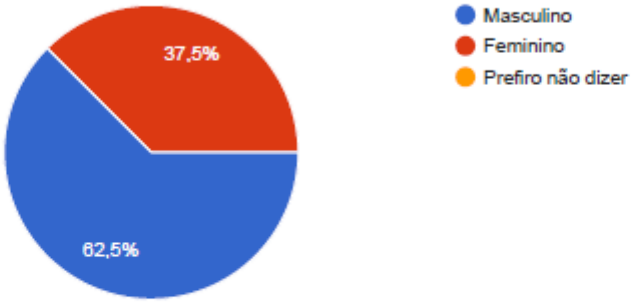
24 respostas



Gênero

Copiar

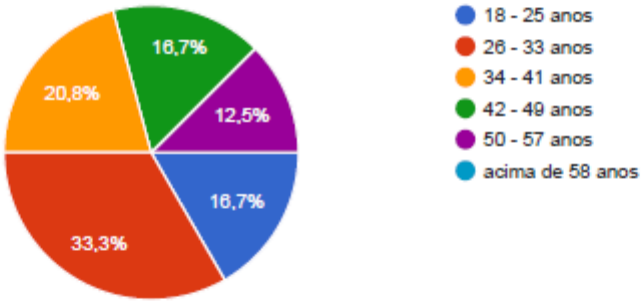
24 respostas



Faixa Etária

Copiar

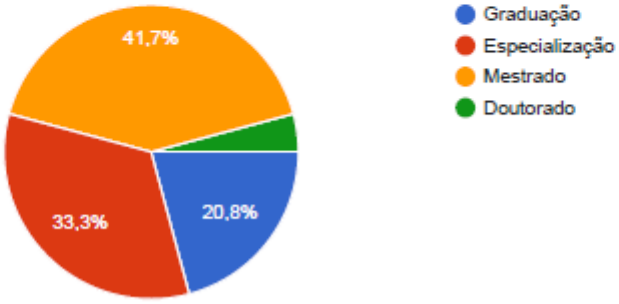
24 respostas



Escolaridade

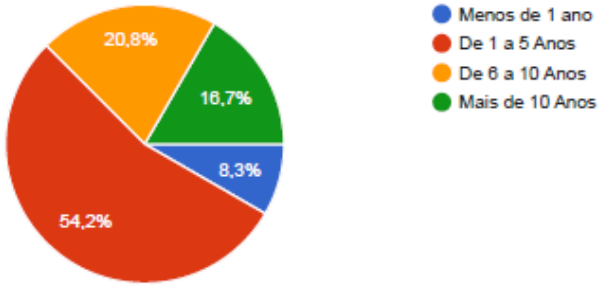
Copiar

24 respostas



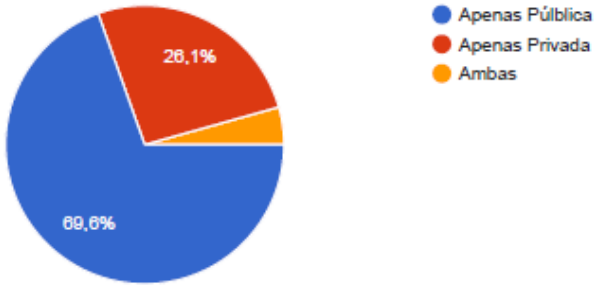
Tempo de experiência como professor(a) de Matemática: Copiar

24 respostas



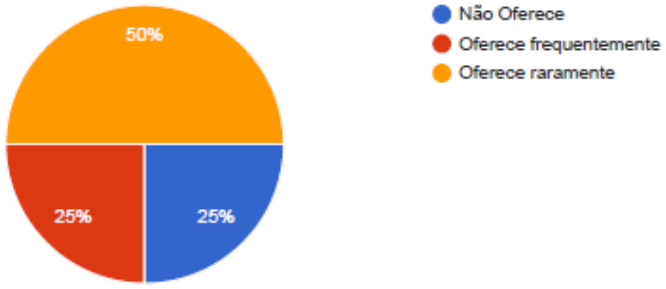
Você trabalha em escola pública, privada ou em ambas? Copiar

23 respostas



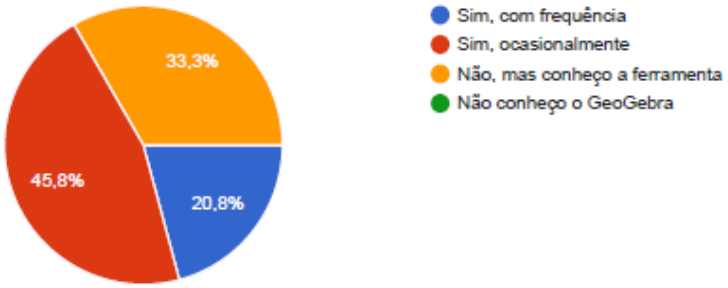
A rede de ensino onde você atua oferece formação continuada? Copiar

24 respostas



Você já utilizou o software GeoGebra em suas aulas de Matemática? Copiar

24 respostas



Caso tenha utilizado o GeoGebra, quais foram os principais benefícios observados no aprendizado dos alunos?	
Professor I	*"Houve um aumento no engajamento dos alunos, pois o uso do software tornou a aula mais dinâmica e interativa."*
Professor II	*"Não observei benefícios pois os professores apenas enviavam tarefas sem explicar em sala"*
Professor III	*"A maior facilidade em analisar os diferentes tipos de funções, além da praticidade para construir as funções, o que economiza muito tempo de aula."*
Professor IV	*"Cooperaçao"*
Professor V	*"Os alunos passaram a compreender melhor a relação entre os cálculos e as representações geométricas, conectando teoria e prática."*
Professor VI	*"Não tive a oportunidade de utilizar"*
Professor VII	*"Equação do primeiro Grau"*
Professor VIII	*"O aluno visualizar de modo que ele mesmo está fazendo e participando do processo."*
Professor IX	*"na interpretação de gráficos e figuras geométricas"*
Professor X	*"Dificuldade em acesso em sala de aula"*
Professor XI	*"Os alunos conseguiram explorar diferentes construções geométricas e testar suas próprias conjecturas, o que favoreceu a aprendizagem ativa."*
Professor XII	*"facilitar a aprendizagem e a representação dos conceitos matemáticos"*
Professor XIII	*"A visualização dos gráficos"*
Professor XIV	*"A possibilidade do aluno ver de forma real a variação da função com a função araste."*
Professor XV	*"Os alunos passaram a ter mais afinidade com as ferramentas e conceitos matemáticos pois passaram a observar como de fato a matemática pode ser aprendida de maneira diferente."*

Professor XVI	*"A ferramenta permitiu que os alunos testassem diferentes valores e hipóteses, tornando a aprendizagem mais investigativa e ativa."*
Professor XVII	*"O GeoGebra permitiu que os alunos visualizassem melhor as relações métricas, tornando a aprendizagem mais concreta e intuitiva."*

Em sua experiência, quais são as principais dificuldades dos alunos na aprendizagem das relações métricas no triângulo retângulo?	
Professor I	*"A memorização das fórmulas sem compreensão prática pode ser um desafio, e a visualização dinâmica facilita a internalização dos conceitos."*
Professor II	*"Não conseguirem fazer relações com conteúdos anteriores e aplicar no atual."*
Professor III	*"O aluno tem muita dificuldade em perceber na imagem a relação que deve ser usada"*
Professor IV	*"Aplicação em problemas"*
Professor V	*"Assimilação."*
Professor VI	*"Memorização excessiva das fórmulas sem entender seu significado, levando a dificuldades na aplicação prática."*
Professor VII	*"A compreensão e a aplicação do tanto de fórmulas que representam as relações métricas no triângulo retângulo"*
Professor VIII	*"A dificuldade era acesso a internet e computadores e a compreensão da equação do primeiro grau no aplicativo."*
Professor IX	*"As regularidades"*
Professor X	*"praticamente tudo, desde a compreensão dos termos a aplicação das fórmulas"*
Professor XI	*"A quantidade de fórmulas para memorizar e as situações Em que cada uma delas são aplicadas."*
Professor XII	*"Falta de uma dinâmica prática"*
Professor XIII	*"Os alunos têm dificuldade em entender a relação entre as medidas e os teoremas envolvidos, especialmente sem apoio visual."*

Professor XIV	*"relacionar as unidades de medida, a identificação das hipotenusas e a mnemônica do teorema de pitágoras."*
Professor XV	*"A falta de interesse do discente."*
Professor XVI	*"O aluno deduzir as equações sem precisar decorar."*
Professor XVII	*"O não manuseio prático."*
Professor XVIII	*"Todos relatam a dificuldade de memorizar as fórmulas ou entender a aplicação das relações."*
Professor XIX	*"Memorizar as fórmulas"*
Professor XX	*"Falta de recursos visuais que ajudem na construção do conhecimento, tornando o aprendizado mais mecânico."*
Professor XXI	*"Muitos alunos apresentam dificuldades em associar os conceitos algébricos às representações geométricas, e o GeoGebra pode ajudar nesse aspecto."*
Professor XXII	*"Raciocínio logico"*

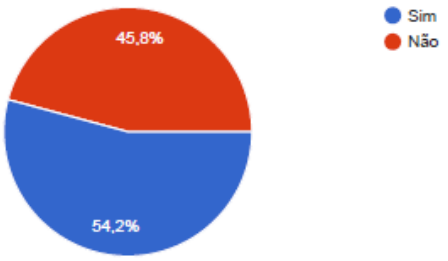
Como você avalia a possibilidade de utilizar o GeoGebra para explorar diferentes registros de representação matemática (geométrico, algébrico e numérico)?	
Professor I	*"A conexão entre o geométrico, algébrico e numérico se torna mais evidente no GeoGebra, o que fortalece o entendimento global do conteúdo."*
Professor II	*"É uma excelente ferramenta mas que ainda não possuo tanto domínio. Não saberia te informar melhor sobre o uso."*
Professor III	*"Já utilizo inclusive o geogebra nas minhas aulas,pois ele melhora a visualização do aluno principalmente para figuras geométricas e funções."*
Professor IV	*"Muito boa"*
Professor V	*"Geométricas."*
Professor VI	*"Ajuda a desenvolver o pensamento matemático, pois os alunos aprendem a conectar diferentes formas de representar um mesmo problema."*

Professor VII	*“é uma excelente ferramenta”*
Professor VIII	*“Geométrico e algébrico, uma representação ótima.”*
Professor IX	*“Bom”*
Professor X	*“uma ferramenta fundamental para tal”*
Professor XI	*“Acredito que é uma excelente forma de ensinar os alunos, pois além ensiná-los de forma significativa eles também ficam entusiasmados com a utilização da tecnologia, despertando o interesse dos alunos.”*
Professor XII	*“Razoável, pois é muito simples a interface”*
Professor XIII	*“Essa abordagem ajuda os alunos a desenvolverem flexibilidade cognitiva, tornando-os mais aptos a resolver problemas matemáticos em diferentes contextos.”*
Professor XIV	*“perceber se o processo é intuitivo e ao alcance do aluno no tempo restrito de aula.”*
Professor XV	*“Muito importante.”*
Professor XVI	*“Avalio como sendo algo positivo, pois com a inclusão da tecnologia os alunos irão ter uma outra perspectiva de aprendizagem.”*
Professor XVII	*“Positiva.”*
Professor XVIII	*“O GeoGebra pode ser utilizado como ferramenta não só para a geometria quanto para estudos algébricos e numéricos pois facilitam a visualização da aplicabilidade dos conceitos.”*
Professor XIX	*“Acho muito válido, a ferramenta permite a abordagem dessa teoria de forma significativa.”*
Professor XX	*“Permite uma compreensão mais profunda, pois os alunos podem testar e modificar os parâmetros, observando como cada variável influencia os resultados.”*
Professor XXI	*“Extremamente válida, pois o software permite que os alunos transitem entre diferentes registros de forma intuitiva.”*
Professor XXII	*“Uma possibilidade par ao melhoramento do ensino”*

Perguntas	Grau de dificuldade percebida pelos professores				
	Muito fácil	Fácil	Regular	Difícil	Muito Difícil
Definição de Triângulo Retângulo	41,7%	37,5%	8,3%	8,3%	4,2%
Teorema de Pitágoras	20,8%	41,7%	20,8%	16,7%	0,0%
Propriedade da altura relativa à hipotenusa	8,3%	16,7%	41,7%	25%	8,3%
Cálculo da altura relativa à hipotenusa	0,0%	25%	37,5 %	25%	12,5%
Semelhança entre os triângulos formados pela altura	0,0%	12,5%	37,5%	33,3%	16,7%
Cálculo das projeções dos catetos sobre a hipotenusa	0,0%	16,7%	33,3%	37,5%	12,5%
Relações métricas no triângulo retângulo	4,2%	8,3%	25%	37,5%	25%
Aplicação das relações métricas na resolução de problemas	0,0%	12,5%	4,2%	45,8%	37,5%
Representação geométrica das relações métricas	0,0%	16,7%	16,7%	20,8%	45,8%
Aplicação das relações métricas em situações-problema	0,0%	8,3%	25%	33,3%	33,3%

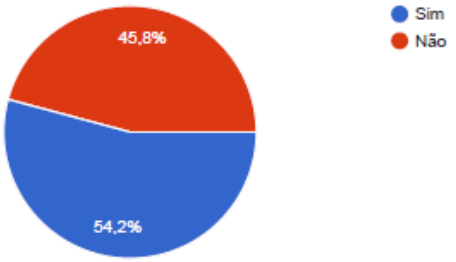
Você teve alguma disciplina na Graduação que fez uso do GeoGebra? Copiar

24 respostas



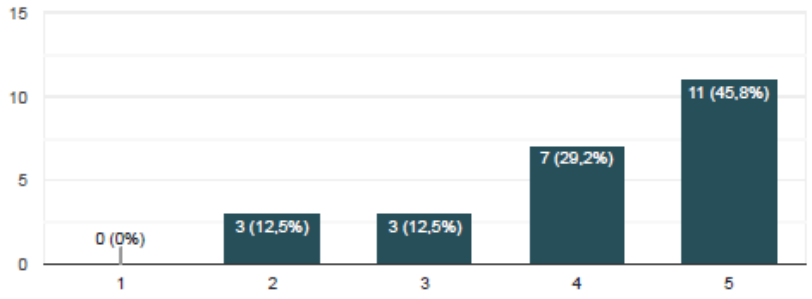
Você já participou de alguma formação ou minicurso que tratava do uso do GeoGebra em sala de aula? Copiar

24 respostas



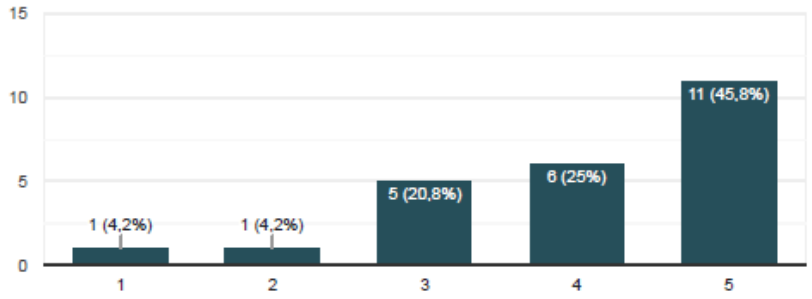
Qual o grau de relevância você atribui ao uso do GeoGebra para o ensino das relações métricas no triângulo retângulo? Copiar

24 respostas



De que forma você avalia a possibilidade de ensinar relações métricas no triângulo retângulo por meio de atividades no GeoGebra? Copiar

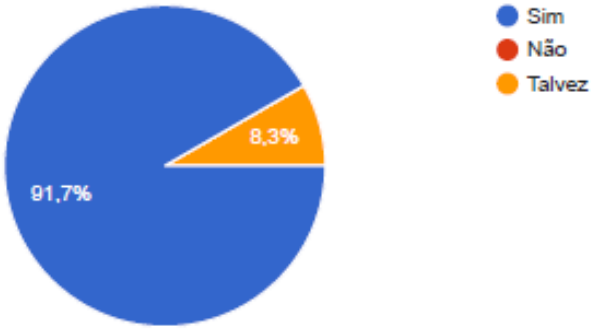
24 respostas



Você considera que ensinar as relações métricas no triângulo retângulo através de atividades no GeoGebra favorecerá a aprendizagem dos alunos?

Copiar

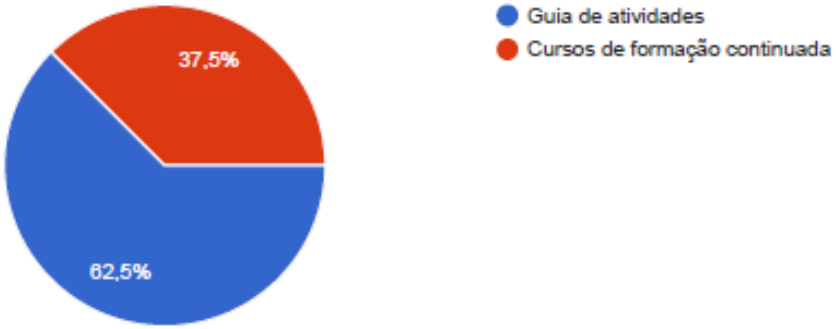
24 respostas



Que produto educacional você considera necessário para facilitar o ensino das relações métricas no triângulo retângulo via GeoGebra?

Copiar

24 respostas

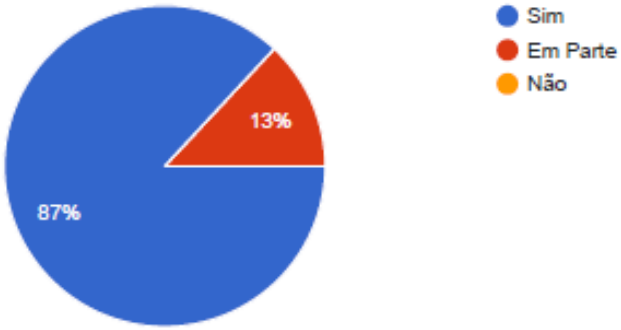


Sobre o Guia de Atividades

O guia de atividades apresenta um texto atrativo e de fácil compreensão?

Copiar

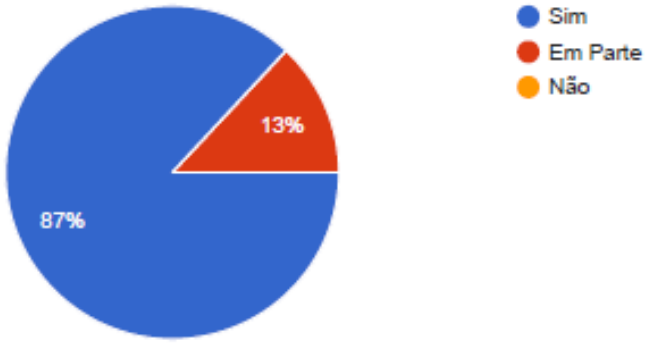
23 respostas



O conteúdo apresentado no guia possui relevância no ensino de relações métricas no triângulo retângulo?

Copiar

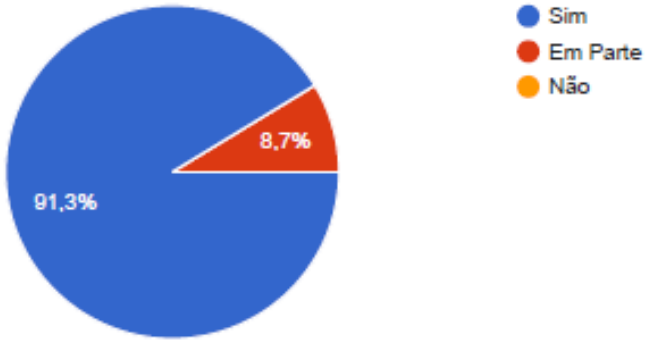
23 respostas



As atividades propostas favorecem a aprendizagem das relações métricas no triângulo retângulo?

Copiar

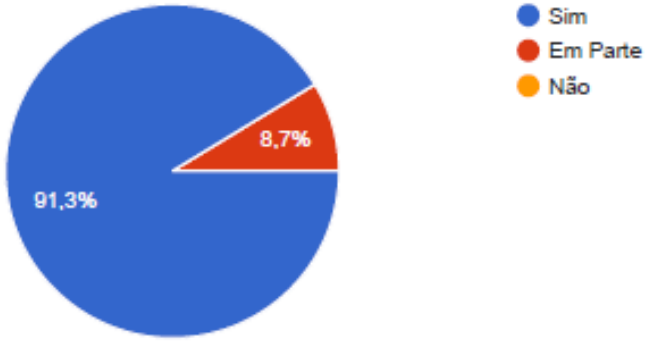
23 respostas



O guia apresenta o conteúdo de forma clara e didática?

Copiar

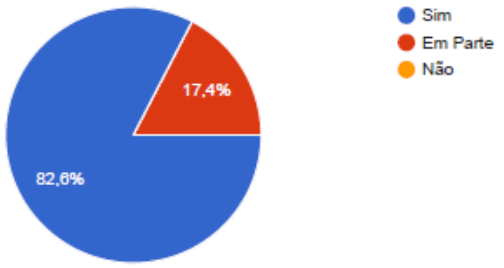
23 respostas



O material permite que os alunos assimilem definições, conceitos e propriedades sobre relações métricas no triângulo retângulo?

Copiar

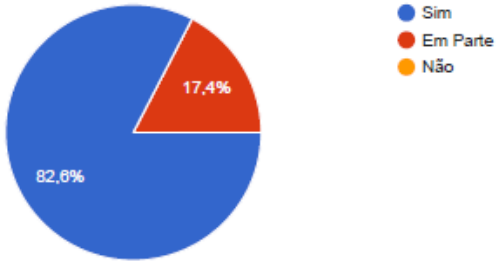
23 respostas



As atividades desenvolvidas no GeoGebra são um bom recurso para o ensino das relações métricas no triângulo retângulo?

Copiar

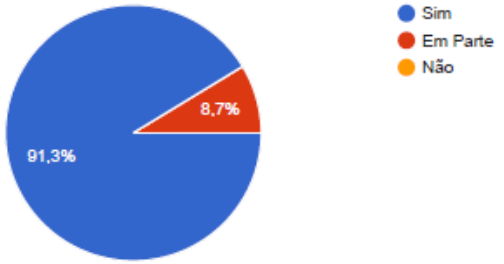
23 respostas



As atividades propostas contribuem para um ensino mais dinâmico das relações métricas no triângulo retângulo?

Copiar

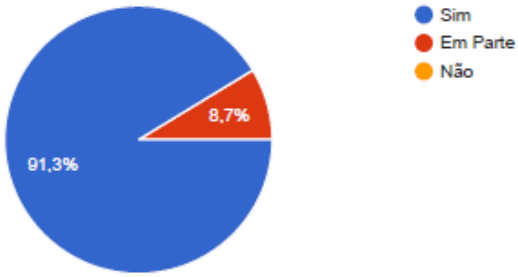
23 respostas



Após a análise do guia, você considera que ele é um instrumento educacional que pode auxiliar o professor no ensino das relações métricas no triângulo retângulo?

Copiar

23 respostas



Você aprova a validação desse produto educacional intitulado "Relações Métricas no Triângulo Retângulo com o GeoGebra"?	
Professor I	*"Aprovo a validação, pois o guia oferece uma proposta metodológica clara e bem estruturada, facilitando o ensino e a aprendizagem do tema."*
Professor II	*"Sim, pois as ferramentas são sempre bem-vindas para auxiliar no conteúdo ministrado."*
Professor III	*"Sim, aprovo."*
Professor IV	*"Sim, pois tudo aquilo que pode contribuir torna a aprendizagem mais eficaz"*
Professor V	*"Sim. Esse produto educacional favorecerá uma maior aplicabilidade dos conceitos de relações métricas."*
Professor VI	*"Sim, todo guia de atividade facilita o trabalho do professor e auxilia o mesmo no preparo de suas aulas e também na confecção de materiais."*
Professor VII	*"O material merece ser validado, pois auxilia os alunos a visualizarem as propriedades matemáticas de forma mais concreta e intuitiva."*
Professor VIII	*"Sim, aprovo a validação do produto educacional, pois ele proporciona uma abordagem inovadora e interativa para o ensino das relações métricas no triângulo retângulo."*
Professor IX	*"Esclarecedor"*
Professor X	*"Sim, o material é altamente relevante, pois permite que os alunos compreendam os conceitos por meio da experimentação e manipulação geométrica no GeoGebra."*
Professor XI	*"Sim. Pois a relação métrica de triângulo faz parte do cotidiano."*
Professor XII	*"Sim, pois acredito ser uma inclusão bem positiva para sala de aula onde podemos além de ensinar o assunto de relações métricas no triângulo retângulo, também podemos mostrar para o aluno como trabalhar com geogebra de forma que ele possa utilizar no futuro."*
Professor XIII	*"Sim, é bem didático."*

Professor XIV	*“Sim!! Novas tecnologias tem que ser empregada.”*
Professor XV	*“Sim, pois o uso do GeoGebra torna o aprendizado mais acessível e dinâmico, contribuindo para o engajamento dos alunos.”*
Professor XVI	*“sim. pois os recursos tecnológicos devem ser usados em sala de aula como facilitador da aprendizagem.”*
Professor XVII	*“Sim.”*
Professor XVIII	*“Sim. Creio que será um material de grande relevância para os professores que estão atuando na rede pública e privada do ensino básico”*
Professor XIX	*“Sim, pois dá uma outra visão aos alunos acerca do tema.”*
Professor XX	*“Sim, pois os alunos são instigados a se envolverem na atividade, contribuindo para prestarem mais atenção e aprender mais.”*
Professor XXI	*“Sim, é necessário novas formas de se ensinar o tema.”*
Professor XXII	*“Sim”*

Universidade do Estado do Pará
Centro de Ciências Sociais e Educação
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática
Travessa Djalma Dutra, s/n – Telégrafo
66113-200 Belém-PA
www.uepa.br/ppgem