



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

SILVIO CAETANO FIGUEIREDO

**O TEOREMA DE PITÁGORAS: O USO DE UMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA ATRAVÉS DO GEOGEBRA**

**RIO DE JANEIRO
2026**

SILVIO CAETANO FIGUEIREDO

**O TEOREMA DE PITÁGORAS: O USO DE UMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA ATRAVÉS DO GEOGEBRA**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Profissional em Matemática – PROFMAT da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Andréa Soares Bonifácio.

**RIO DE JANEIRO
2026**

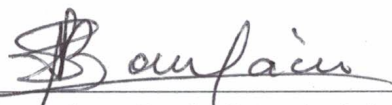
SILVIO CAETANO FIGUEIREDO

O TEOREMA DE PITÁGORAS: O USO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA ATRAVÉS DO GEOGEBRA

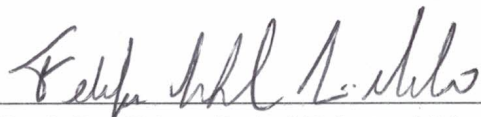
Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Profissional em Matemática – PROFMAT da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Matemática.

Rio de Janeiro, 25 de junho de 2026.

Banca formada por:



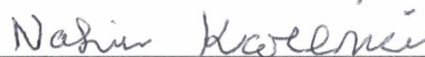
Orientadora: Profa. Dra. Andréa Soares Bonifácio
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO



Prof. Dr. Felipe Rafael Ribeiro Melo (Membro Interno)
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO



Prof. Dr. Helisson Ricardo Rufo Coutinho (Membro Interno)
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO

 CPF: 711-225-444-27

Prof. Dra. Nasim Karimi (Membro Externo)
Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ

RIO DE JANEIRO
2026

Catálogo informatizada pelo(a) autor(a)

F475p. Figueiredo, Silvio Caetano
O Teorema de Pitágoras: O uso de uma sequência didática
através do GeoGebra / Silvio Caetano Figueiredo. -- Rio de
Janeiro : UNIRIO, 2026.
107

Orientadora: Andréa Soares Bonifácio.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Estado
do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Matemática,
2026.

1. Teorema de Pitágoras. 2. Sequência didática através
do GeoGebra. 3. GeoGebra. I. Bonifácio, Andréa Soares,
orient. II. Título.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, gostaria de expressar minha gratidão à minha orientadora, Andréa Soares Bonifácio, por toda a assistência durante a elaboração desta dissertação. Agradeço também a todos os professores, à secretária e à coordenação do PROFMAT.

A pesquisa foi realizada em uma escola onde leciono há 16 anos, e sou grato a todos os professores e alunos que participaram do estudo, assim como à direção que possibilitou a sua realização.

Ao longo destes dois anos, o apoio dos meus colegas de mestrado foi fundamental. Sem esse suporte, não sei se teria chegado até este momento de defesa da dissertação. Os conselhos e os momentos de descontração sempre renovavam meu ânimo. Agradeço a todos os alunos do PROFMAT que compartilham essa jornada comigo.

Por fim, mas não menos importante, minha família foi a parte mais essencial dessa trajetória, que não foi apenas minha, mas de todos aqueles que viveram comigo os dias de estudo para as provas e o curso de verão. Sou grato a todos que me apoiaram e compreenderam essa jornada, especialmente à minha esposa, Renata, que sempre esteve ao meu lado desde o exame de acesso ao PROFMAT até este momento. Muito obrigado, Renata, pela sua compreensão e apoio.

Resumo

Esta dissertação apresenta uma proposta de sequência didática utilizando o *software* GeoGebra para o ensino do Teorema de Pitágoras em turmas do 9º ano de uma escola municipal do Rio de Janeiro, integrante do projeto Ginásio Educacional Tecnológico (GET). A pesquisa, de natureza aplicada, com abordagem quantitativa, qualitativa e exploratória, busca responder a desafios identificados na relação ensino-aprendizagem da geometria, especialmente na apresentação e compreensão da prova do Teorema de Pitágoras em uma região vulnerável socialmente. Com base em referenciais como a Teoria das Situações Didáticas de Brousseau, a Matemática Experimental e Investigação Matemática, propõe-se a criação de um recurso educacional que se baseia na sequência didática criada no GeoGebra *Classroom* que foi aplicada aos alunos e compartilhada com os professores em formato de *e-book* no qual a sequência didática poderá ser acessada. A pesquisa foi desenvolvida em uma escola da 4ª CRE, situada na região da Maré, onde dados recolhidos do IDEB-2023 e da plataforma Rioeduca em ação, mostram o péssimo resultado do aprendizado em matemática. Os dados públicos coletados da plataforma Rioeduca em Ação e do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), todos relacionados a escola pesquisada, indicam baixa proficiência dos estudantes em matemática, evidenciando a necessidade de abordagens didáticas mais dinâmicas e tecnológicas. A sequência didática criada por meio do GeoGebra para as aulas sobre o Teorema de Pitágoras mostrou-se eficaz tanto na revisão dos conhecimentos como no aprendizado de novos conhecimentos, o que permitiu aos alunos obterem um melhor entendimento sobre a demonstração do Teorema de Pitágoras.

Palavras-chaves: Teorema de Pitágoras; GeoGebra; Sequência Didática; Educação Matemática; Ensino de Geometria.

Abstract

This dissertation presents a proposal for a teaching sequence using GeoGebra software to teach the Pythagorean Theorem to 9th-grade classes at a municipal school in Rio de Janeiro that is part of the *Ginásio Educacional Tecnológico* (GET) project. This applied research—employing quantitative, qualitative, and exploratory approaches—seeks to address challenges identified in the teaching-learning process of geometry, particularly regarding the presentation and comprehension of the proof of the Pythagorean Theorem in a socially vulnerable area. Drawing on frameworks such as Brousseau’s Theory of Didactic Situations, Experimental Mathematics, and Mathematical Investigation, the study proposes the creation of an educational resource based on a teaching sequence developed in GeoGebra Classroom. This sequence was implemented with students and shared with teachers via an e-book, providing access to the materials. The research was conducted at a school within the 4th Regional Education Coordination (CRE) district, located in the Maré region, where data from IDEB-2023 and the *Rioeduca em Ação* platform reveal poor mathematics learning outcomes. Public data collected from the *Rioeduca em Ação* platform and the Basic Education Development Index (IDEB)—all specific to the school under study—indicate low student proficiency in mathematics, highlighting the need for more dynamic, technology-based teaching approaches. The GeoGebra-based teaching sequence for lessons on the Pythagorean Theorem proved effective for both reviewing existing knowledge and acquiring new concepts, enabling students to gain a better understanding of the proof of the Pythagorean Theorem.

keyword: Pythagorean Theorem; GeoGebra; Didactic Sequence; Mathematics Education; Geometry Teaching.

Sumário

Sumário	8
Lista de ilustrações	10
Lista de Gráficos	12
1 Introdução	13
1.1 Objetivo	15
1.1.1 Objetivo Geral	15
1.1.2 Objetivos Específicos	15
1.2 Justificativa	15
1.3 Projeto Escola do Amanhã (PEA) X Ginásio Educacional Tecnológico (GET)	17
1.4 Pitágoras	19
1.4.1 Demonstração de Euclides	19
1.4.2 Demonstração de Bháskara	23
1.4.3 Demonstração de Perigal	24
2 Referencial Teórico	30
2.1 Situações Didáticas de Brousseau	30
2.2 Matemática Experimental e Investigação Matemática	31
2.3 Relacionando TSD, Investigação Matemática e Matemática experimental	32
3 Metodologia	35
3.1 Pesquisa	35
3.2 Participantes da pesquisa	35
3.3 Riscos da pesquisa	35
3.4 Benefícios da pesquisa	36
3.5 Procedimento de coleta de dados	36
3.6 Instrumento de coleta de dados	37
4 Recurso Educacional: Sequência Didática	38
4.1 Atividades	38
4.1.1 Atividades onde conhecemos o triângulo retângulo	39
4.1.2 Conjecturando o Teorema de Pitágoras	52
4.1.3 A demonstração realizada por Henry Perigal do teorema de Pitágoras no GeoGebra	54
4.1.4 Apresentando o <i>e-book</i>	55
5 Resultados da Pesquisa	56
5.1 Análise do questionário aplicado aos professores	56
5.2 Análise do questionário 1 aplicado aos alunos	64
5.3 Análise do questionário 2 aplicado aos alunos	70
6 Considerações Finais	76
Referências	78
ANEXO A Relatório da Atividade Diagnóstica em Rede (ADR) de 2022.	80
APÊNDICE A E-book	81
APÊNDICE B TALE - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido	98
APÊNDICE C TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	99
APÊNDICE D Termo de Anuência	100
APÊNDICE E Termo de Compromisso	101
APÊNDICE F Questionário aplicado aos Professores	102
APÊNDICE G Questionário 01: aplicado aos alunos	104

APÊNDICE H	Questionário 02: aplicado ao aluno	106
-------------------	---	------------

Lista de ilustrações

Figura 1 – Desempenho Rioeduca em ação - ADR do 9º ano - 2022	16
Figura 2 – Demonstração do Teorema de Pitágoras realizada por Euclides	20
Figura 3 – Demonstração do Teorema de Pitágoras realizada por Euclides	20
Figura 4 – Demonstração do Teorema de Pitágoras realizada por Euclides	21
Figura 5 – Demonstração do Teorema de Pitágoras realizada por Euclides	22
Figura 6 – Demonstração do Teorema de Pitágoras realizada por Euclides	22
Figura 7 – Demonstração do Teorema de Pitágoras realizada por Bháskara	23
Figura 8 – Demonstração do Teorema de Pitágoras realizada por Bháskara	24
Figura 9 – Demonstração do Teorema de Pitágoras realizada por Henry Perigal - Cisão do quadrado formado pelo cateto BA	25
Figura 10 – Demonstração do Teorema de Pitágoras realizada por Henry Perigal - Cisão do quadrado formado pelo cateto BA	25
Figura 11 – Demonstração do Teorema de Pitágoras realizada por Henry Perigal - Cisão do quadrado formado pelo cateto BA	26
Figura 12 – Demonstração do Teorema de Pitágoras realizada por Henry Perigal - Paralelogramo BMOC	27
Figura 13 – Demonstração do Teorema de Pitágoras realizada por Henry Perigal - paralelismo entre PH e NC	28
Figura 14 – Demonstração do Teorema de Pitágoras realizada por Henry Perigal - Paralelogramo PNCH	28
Figura 15 – Demonstração do Teorema de Pitágoras realizada por Henry Perygal	29
Figura 16 – Capa do <i>e-book</i>	38
Figura 17 – Tarefa 1	40
Figura 18 – Tarefa 2	40
Figura 19 – Vídeo de introdução da Tarefa 3	42
Figura 20 – Tarefa 3 e 4	42
Figura 21 – Tarefa 3 - manipulação	43
Figura 22 – Resultados da tarefa 5	44
Figura 23 – Tarefa 6	44
Figura 24 – Tarefa 7	45
Figura 25 – Tarefa 8	45
Figura 26 – Tarefa 9	45
Figura 27 – Tarefa 10	46
Figura 28 – Tarefas 11, 12 e 13	46
Figura 29 – Resultado da Tarefa 10 - manipulação	47
Figura 30 – Resultado da Tarefa 11	47
Figura 31 – Resultado da Tarefa 12	48
Figura 32 – Resultado da Tarefa 13	48
Figura 33 – Tarefa 14 - manipulação	49
Figura 34 – Tarefa 15: introdução para a Tarefa 16	49
Figura 35 – Tarefa 16	50
Figura 36 – Resultado da tarefa 16	50
Figura 37 – tarefa 17 - introdução para a Tarefa 18	51
Figura 38 – Tarefa 18	51

Figura 39 – Resultado da Tarefa 18	52
Figura 40 – Quebra cabeça - Demonstração de Perigal (1ª instrução)	53
Figura 41 – Quebra cabeça - Demonstração de Perigal (2ª instrução)	53
Figura 42 – Resultado da Tarefa 19	54
Figura 43 – Resultado da Tarefa 20	54
Figura 44 – Respostas da parte 3 de um aluno participante da pesquisa	67
Figura 45 – Trecho do questionário: questões 8 , 9 e 10	74
Figura 46 – Trecho do questionário: Parte 5	75

Lista de Gráficos

Figura 4.1 – Resultados da Tarefa 2	41
Figura 4.2 – Resultado da Tarefa 4	43
Figura 5.1 – Tempo de atuação como professor(a) de Matemática	56
Figura 5.2 – Formação acadêmica	57
Figura 5.3 – Sempre consigo trabalhar o Teorema de Pitágoras nas turmas do 9º ano.	57
Figura 5.4 – Como o professor aborda o Teorema de Pitágoras em sua aula	58
Figura 5.5 – Quais materiais você utiliza para ensinar o Teorema de Pitágoras?	58
Figura 5.6 – Você conhece o Software de geometria dinâmica chamado de GeoGebra?	59
Figura 5.7 – A utilização do GeoGebra em suas aulas	59
Figura 5.8 – Com que frequência os professores utilizam o GeoGebra em sala de aula	60
Figura 5.9 – O GeoGebra é fácil de usar.	60
Figura 5.10–Você teve acesso a sequência didática que será aplicada aos alunos?	61
Figura 5.11–Você utiliza o espaço do colaboratório?	61
Figura 5.12–Com que frequência os professores utilizam o espaço do colaboratório	62
Figura 5.13–O espaço do colaboratório proporciona ao aluno um ambiente estimulante com recursos que possibilitam uma aula dinâmica com recursos digitais como o GeoGebra.	62
Figura 5.14–Você considera importante que os alunos visualizem e manipulem construções geométricas digitais?	63
Figura 5.15–Utilização da sequência didática pelos professores por meio do e-book	63
Figura 5.16–Idade dos alunos	64
Figura 5.17–Você já estudou o teorema de Pitágoras em anos anteriores?	65
Figura 5.18–Você sabe o que é um triângulo retângulo?	65
Figura 5.19–Qual triângulo Possui um ângulo de 90º?	66
Figura 5.20–Você consegue reconhecer triângulos retângulos no seu dia-dia?	66
Figura 5.21–Você já ouviu falar no Teorema de Pitágoras?	67
Figura 5.22–Você consegue citar situações em que podemos utilizar o teorema de Pitágoras?	68
Figura 5.23–Como você faz para descobrir a medida de um lado do triângulo retângulo?	68
Figura 5.24–Você conhece o Software GeoGebra?	69
Figura 5.25–Você já usou o GeoGebra?	69
Figura 5.26–Você já usou computador ou celular para aprender matemática?	70
Figura 5.27–Questão 1: agora, com suas palavras, explique o que é um triângulo retângulo	71
Figura 5.28–O que diz o Teorema de Pitágoras?	71
Figura 5.29–O que diz o Teorema de Pitágoras?	72
Figura 5.30–Identifique catetos e hipotenusa no triângulo retângulo	72
Figura 5.31–Em um triângulo retângulo, os catetos medem 6cm e 8cm. Qual é a medida da hipotenusa?	73
Figura 5.32–Você se sente mais confiante para resolver exercícios que envolvem o Teorema de Pitágoras após as aulas com GeoGebra?	73
Figura 5.33–Você já tinha usado o GeoGebra antes dessas aulas?	74
Figura 5.34–Como foi a sua experiência usando o GeoGebra para aprender o Teorema de Pitágoras?	75

1 Introdução

O teorema de Pitágoras é um dos mais importantes teoremas da geometria e afirma que, em um triângulo retângulo, *o quadrado da hipotenusa é igual a soma dos quadrados dos catetos*, onde os catetos são os lados perpendiculares e a hipotenusa é o lado oposto ao ângulo de 90° . Se a hipotenusa tiver medida a e os catetos, medidas b e c , temos a expressão: $a^2 = b^2 + c^2$. O teorema de Pitágoras tem um grande número de demonstrações que podem ser classificadas em algébricas (onde se utiliza semelhança de triângulos, trigonometria, geometria analítica, etc) ou geométricas (que usam comparação de áreas por meio de superposição de figuras). (LOOMIS, 1968)

O teorema de Pitágoras é um resultado muito importante da matemática, utilizado na engenharia e na arquitetura. Na matemática, alunos aprendem o conteúdo de maneira mecânica, memorizando sem compreender o assunto ou entender o seu significado. Nesse processo, o conteúdo é assimilado de maneira literal, exatamente como foi apresentado oralmente ou por escrito, sem espaço para interpretação pessoal.

Como professor de matemática, percebo a grande dificuldade de fazer uma demonstração matemática em turmas da educação básica. No ensino, conceitos e procedimentos são elementos diferentes. O conceito é o saber (o que é), enquanto o procedimento é o fazer (como fazer). Quando ensinamos um aluno a utilizar a fórmula do teorema de Pitágoras estamos apenas ensinando um procedimento. Quando estamos apresentando a ele o teorema desde seu enunciado até algumas de suas demonstrações, estamos lhe ensinando um conceito. Tanto o conceito como o procedimento são elementos importantes no processo de ensino-aprendizado, o professor só deve se atentar quando esta realizando um ou outro.

Cumpra também considerar que, para a aprendizagem de certo conceito ou procedimento, é fundamental haver um contexto significativo para os alunos, não necessariamente do cotidiano, mas também de outras áreas do conhecimento e da própria história da Matemática. (BNCC, 2018, p.301)

Buscando melhorar a compreensão dos alunos do 9º ano sobre o teorema de Pitágoras, apresentar a demonstração do teorema aos alunos pode trazer solidez ao aprendizado. As dificuldades com a demonstração do teorema de Pitágoras se tornam mais desafiadoras quando estamos em uma escola situada na Maré, uma região conflagrada do Rio de Janeiro com alunos em situação de vulnerabilidade social.

Procurando diminuir esta dificuldade, vamos utilizar teoria das situações didática, a teoria da matemática experimental e matemática investigativa como base teórica da sequência didática que vamos construir, possibilitando envolver o aluno no processo matemático, como observamos no trabalho de Ponte (2018). A teoria da investigação matemática como um dos norteadores da sequência didática, permitirá ao aluno compreender melhor o conteúdo do teorema de Pitágoras e possibilitar melhor entendimento da demonstração do teorema de Pitágoras apresentada pelo professor.

Para auxiliar o professor nesta tarefa temos as tecnologias digitais que, no ensino da Matemática, tem sido alvo de intensos estudos nas últimas décadas, sobretudo no que diz respeito à potencialidade de *softwares* como o GeoGebra no processo de ensino-

aprendizagem. A literatura aponta que o uso dessas ferramentas pode proporcionar maior interesse dos estudantes e ampliar sua compreensão sobre o conteúdo.

Moraes (2021) fala da eficácia do GeoGebra como recurso de visualização, especialmente no ensino da geometria espacial. Sua pesquisa revela que muitos docentes consideram essa área como uma das mais difíceis de se abordar com materiais didáticos tradicionais. O uso do GeoGebra, nesse contexto, viabiliza a construção de imagens tridimensionais e animações, que contribuem para o desenvolvimento do raciocínio espacial dos alunos.

Ganhador de diversos prêmios na Europa, o GeoGebra é um programa de matemática dinâmica, feito com o intuito de ser utilizado em sala de aula, o qual junta aritmética, álgebra, geometria e cálculo. O GeoGebra possibilita desenho de pontos, vetores, segmentos, linhas, funções, e a alteração dinâmica deles. Também é possível inserir equações e coordenadas diretamente nos gráficos. Além disso, ele consegue lidar com variáveis de números, vetores e pontos, achar derivadas e integrais de funções. (Moraes, 2021, P.2)

A pesquisa visa responder a seguinte questão: Como o uso de uma sequência didática através do GeoGebra pode contribuir para a aprendizagem do teorema de Pitágoras?

Para compreender como os professores de matemática trabalham em suas aulas o Teorema de Pitágoras, surgiram varias perguntas. Os professores provam o teorema nas aulas de geometria? Como a fazem? O resultado é satisfatório? O professor acha importante que o estudante conheça a prova do teorema? O professor acha que somente apresentar o teorema, sem provar, já é o suficiente para o estudante? O professor possui algum receio em provar o teorema?

O advento da geometria dinâmica, trazendo a construção de régua e compasso para o computador, deu ao professor da educação básica uma ferramenta poderosa. Nesta pesquisa, trabalharemos com o software Geogebra, que é um grande recurso computacional de matemática dinâmica que trabalha com álgebra e geometria no caso desta pesquisa, o enfoque é parte de geometria dinâmica do Geogebra que possibilita ao Professor uma abordagem lúdica e ao mesmo tempo atraente para o aluno sobre o Teorema de Pitágoras, trazendo um maior interesse e assim melhorando a sua compreensão. Esta pesquisa pretende criar uma sequência didática no Geogebra *Classroom*, determinando um caminho que busque responder as perguntas citadas anteriormente trazendo mais qualidade a educação básica.

A seguir, faremos uma breve apresentação dos capítulos. Esta pesquisa é composta por seis capítulos, em que o primeiro deles apresenta o objetivo, a justificativa, um pequeno recorte do perfil da escola onde a pesquisa foi aplicada, uma breve apresentação do teorema de Pitágoras e algumas demonstrações do teorema.

O segundo capítulo apresenta estudos já realizados que dialogam com o tema da pesquisa e trazem reflexões sobre geometria dinâmica, em especial em relação ao uso do *GeoGebra* nas aulas de geometria. Estes estudos apresentam teorias que estão presentes na sequência didática (*Link* para a sequência didática: <<https://www.geogebra.org/m/a7qwj3vj>>). Como a teoria das situações didáticas (TSD), a matemática experimental e a investigação matemática.

O terceiro capítulo é composto pela metodologia, em que, no primeiro momento se apresenta um panorama geral da metologia, seguida da apresentação dos participantes da pesquisa, os riscos e os benefícios relacionados a pesquisa. E, no segundo momento, são apresentados os métodos de coleta de dados e o instrumento utilizado para tal.

O quarto capítulo apresenta a sequência didática que foi criada no ambiente do GeoGebra *Classroom*, cada uma das atividade e os resultados. Além disso apresentamos a sequência didática no formato de *e-book*, onde apresentamos como foi realizada a sequência didática, seus pontos positivos e negativos. Tanto o *link* para acessar a sequência didática como o *e-book* se encontram neste capítulo.

O quinto capítulo apresenta o resultado da pesquisa a partir dos dados coletados dos questionários aplicados a professores e alunos. Os dados foram tabulados em uma planilha que resultou na produção de gráficos para uma melhor leitura e análise das informações.

O último capítulo apresenta as conclusões obtidas a partir da análise dos dados e da realização da pesquisa.

1.1 Objetivo

1.1.1 Objetivo Geral

Investigar os impactos da aplicação de uma sequência didática (Recurso Educacional) com uso do *software* GeoGebra no processo de ensino e aprendizagem de conceitos geométricos, especificamente sobre o Teorema de Pitágoras, em uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública localizada na Maré, Rio de Janeiro.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Realizar uma revisão bibliográfica sobre o teorema de Pitágoras.
- Aplicar um questionário para professores de Matemática que trabalham no 9º ano ou que já trabalharam.
- Aplicar questionários para alunos do 9º ano. Serão dois questionários com o objetivo de verificar se houve ganho no conteúdo ou reforço solidificando o conteúdo já apreendido.
- Elaborar uma sequência didática explorando o *software* GeoGebra Classroom e analisar as repostas das atividades.
- Elaborar um *e-book* apresentando o *software* GeoGebra e sequência didática.
- Analisar as respostas dos questionários aplicados.

1.2 Justificativa

Como professor da educação básica, vejo a grande dificuldade dos alunos em aplicar o Teorema de Pitágoras nas atividades propostas e de não compreender verdadeiramente o teorema, ou seja, a sua essência e sua demonstração, o que acaba estimulando o próprio professor, na busca por maneiras de melhorar o entendimento dos alunos. Essa dificuldade é ainda maior em uma aula de geometria, em uma escola pública (Ginásio Educacional Tecnológico - GET) inserida em uma comunidade no município do Rio de Janeiro. O estudante de comunidade possui um grande desafio, que é chegar na escola. Durante o ano letivo o cancelamento de aulas é uma rotina que afasta o estudante da educação básica.

Um desses obstáculos é a questão da violência armada dos grupos criminosos locais. Os conflitos crescentes entre estes grupos e entre eles e a polícia tem dificultado muito o trabalho e a vida dos profissionais de educação e dos familiares das crianças. O fato é que os confrontos armados produzem significativas perdas para as crianças e suas famílias, porque muitas escolas da Maré suspendem suas atividades em razão das operações policiais ou das disputas entre grupos criminosos rivais. (JUNIOR, 2017 p.184)

Isso acarreta um baixo rendimento escolar dos estudantes dessa escola, conforme mostra o IDEB ¹ - 2023, em que a escola obteve nota 4,8. O IDEB mostra ainda apenas 10% dos alunos do 9º ano com aprendizado adequado em matemática.

PROGRESSO - MATEMÁTICA

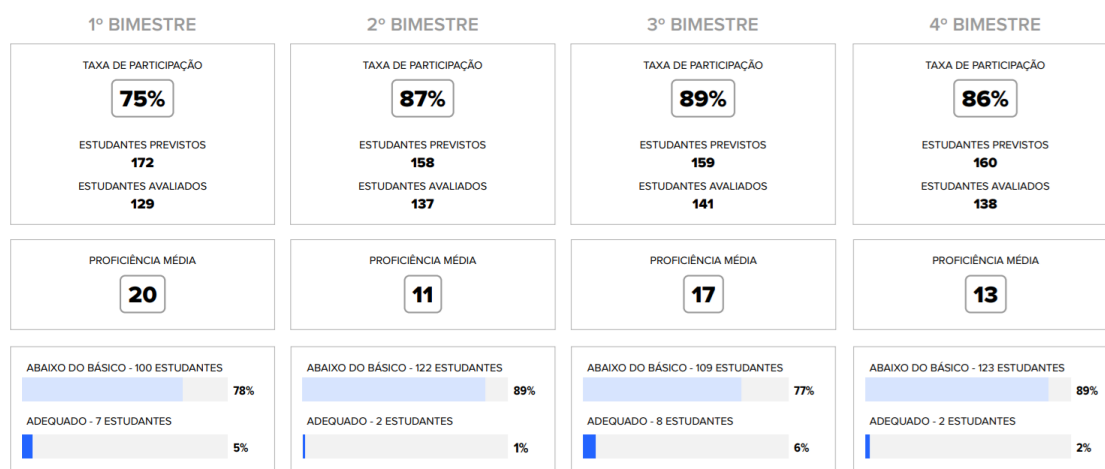


Figura 1 – Desempenho Rioeduca em ação - ADR do 9º ano - 2022

Fonte: Site do Rioeduca em ação

Temos ainda dados coletados da plataforma Rioeduca em Ação (Figura 1) e que também são disponibilizados pela Gestão para Resultados de Aprendizagem (GRA) que é responsável pela estratégia de acompanhamento periódico das escolas, focada em melhorar o ensino por meio do apoio às equipes gestoras e monitoramento de metas estatísticas. Podemos notar que em matemática apenas 5% dos alunos do 9º ano possuem um desempenho adequado no 1º bimestre, 1% no 2º bimestre, 6% no 3º bimestre e 2% no 4º bimestre. Temos ainda que 80% possuem um desempenho abaixo do básico. Estes dados foram extraídos da Atividade Diagnóstica em Rede (ADR) que foi aplicada em cada bimestre do ano de 2022.

Ramiro (2014), por meio de suas observações e da análise do currículo, concluiu que as provas teóricas não são uma prática comum nas salas de aula de matemática, mas defende a necessidade de mudar essa realidade, incentivando a busca por justificativas e o desenvolvimento do raciocínio lógico-dedutivo por meio de atividades investigativas e o uso de tecnologias como o GeoGebra. No que se refere à aplicação do Teorema de Pitágoras, várias pesquisas apontam que o uso do GeoGebra permite uma abordagem mais investigativa e significativa.

¹ O IDEB (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica) é um indicador criado em 2007 pelo INEP para medir a qualidade do ensino nas escolas públicas e privadas do Brasil.

Segundo Rossato (2022), há efeitos positivos do uso do aplicativo GeoGebra via *smartphones* no ensino do Teorema de Pitágoras para turmas do 9º ano. O autor observa um aumento expressivo na compreensão conceitual dos estudantes e na autonomia durante a resolução de problemas. A pesquisa concluiu que o aplicativo é uma ferramenta de grande potencial que facilita o aprendizado e o engajamento dos alunos.

O uso do GeoGebra melhora a compreensão do Teorema de Pitágoras, fazendo com que os alunos sejam ativos na construção do conhecimento.

... é consenso que a geometria possibilita o desenvolvimento de diferentes formas de raciocínio, principalmente o dedutivo, portanto uma das possibilidades de aprimoramento do Currículo Oficial do Estado de São Paulo-Matemática, quanto ao desenvolvimento de demonstrações, é a abordagem indutiva que a geometria permite; essa abordagem possibilita que o aluno levante hipóteses, faça conjecturas, realize argumentações, observe casos particulares, identifique regularidades. Após essa etapa, abre-se a porta para a análise do pensamento dedutivo e a determinação de “verdades” matemáticas, ou seja, a demonstração de teoremas. (Ramiro, 2014 , p. 97)

O envolvimento do aluno com demonstrações o transforma em participante ativo do conhecimento matemático, incentivando a formular, construir conjecturas, desenvolver argumentos e verificar resultados por meio do GeoGebra.

Na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a Geometria Dinâmica é uma ferramenta relevante no processo de ensino-aprendizagem da Matemática, especialmente no Ensino Fundamental – Anos Finais (6º ao 9º ano) e no Ensino Médio. Embora a habilidade EF09MA09 (Resolver e elaborar problemas que envolvam relações métricas no triângulo retângulo, incluindo o Teorema de Pitágoras, em contextos diversos) não mencione explicitamente a Geometria Dinâmica, ela permite e incentiva o uso de tecnologias digitais para facilitar a visualização e a compreensão do aluno. O uso de tecnologias digitais, como o GeoGebra, é diretamente incentivado pela BNCC para promover o desenvolvimento do raciocínio geométrico, bem como a visualização e a exploração de propriedades das figuras.

1.3 Projeto Escola do Amanhã (PEA) X Ginásio Educacional Tecnológico (GET)

Nesta seção, apresentamos o perfil da escola onde foi realizada a pesquisa, em que mostramos as mudanças que a escola sofreu em relação a proposta da Secretaria Municipal de educação (SME-RJ).

No início dos anos 2000, mas precisamente em 2009, foram criadas as Escolas do Amanhã (PEA). O programa “Escolas do Amanhã” foi uma iniciativa implementada pela SME-RJ. Este programa se concentrou em escolas públicas localizadas em áreas identificadas como “conflagradas” (zonas de conflito) dentro da cidade, particularmente nas favelas, com o objetivo de melhorar a qualidade educacional e promover relacionamentos mais fortes entre escolas, famílias e a comunidade atendida pela unidade escolar. O Programa Escolas do Amanhã visa aprimorar a experiência e a qualidade educacional nas escolas públicas, por meio de várias atividades diversificadas, como culturais, sociais, científicas e relacionadas à saúde. Um componente chave desse programa foi a iniciativa “Bairro Educador”, que se concentrou em capacitar as escolas a gerenciar suas próprias redes de

apoio em suas comunidades após um período inicial de implementação, o que na escola em questão acabou não acontecendo.

Durante todo o ano de 2022, muitas escolas que ainda eram chamadas de Escolas do Amanhã se tornaram Ginásio Experimental Tecnológico (GET), o que ocorreu pelo Decreto Rio nº 50.434, de 23 de março de 2022. Esse decreto estabeleceu as bases legais para a criação de unidades escolares voltadas à inovação pedagógica, com ênfase no uso educacional das tecnologias digitais, na adoção de metodologias ativas e na reorganização dos tempos e espaços escolares. A iniciativa insere-se no contexto das políticas educacionais municipais que buscam enfrentar desigualdades sociais e educacionais, sobretudo em territórios historicamente marcados por vulnerabilidades.

Em 16 de fevereiro de 2024, o Decreto Rio nº 53.939 promoveu alterações significativas no programa, consolidando sua institucionalização. A principal modificação foi a alteração da nomenclatura de Ginásio Experimental Tecnológico para Ginásio Educacional Tecnológico, indicando a superação do caráter experimental e a consolidação do GET como política pública permanente da SME-RJ. O decreto reafirma a vinculação do programa à estrutura administrativa da Secretaria Municipal de Educação, assegura a atuação de profissionais do quadro efetivo da rede e prevê a possibilidade de parcerias interinstitucionais para o fortalecimento das ações pedagógicas.

No campo da organização curricular, a Resolução SME nº 415, de 28 de setembro de 2023, desempenha papel central ao atualizar a matriz curricular e a listagem das unidades escolares integrantes do programa GET. A resolução altera dispositivos anteriores e ajusta a matriz curricular às especificidades do modelo pedagógico adotado, garantindo sua articulação com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e com o currículo utilizado nas escolas do município do Rio de Janeiro. A matriz prevê jornada ampliada, integração curricular e tempos pedagógicos destinados a projetos interdisciplinares, investigação científica e desenvolvimento de competências digitais.

A proposta pedagógica dos GETs fundamenta-se na valorização da cultura digital, no trabalho colaborativo e na aprendizagem baseada em projetos. O modelo prioriza a abordagem STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática), promovendo a articulação entre conhecimentos acadêmicos e práticas investigativas. Além disso, busca fortalecer a relação entre escola e território, ampliando as possibilidades educativas por meio da integração com equipamentos culturais, científicos e tecnológicos da cidade. Desde sua criação, o programa GET passou por um processo contínuo de expansão, com a implantação de novas unidades em diferentes regiões do município do Rio de Janeiro. Esse movimento envolve investimentos em infraestrutura, criação de espaços pedagógicos inovadores, como laboratórios tecnológicos, e oferta de formação continuada para professores e gestores escolares. Tais ações visam garantir a coerência entre a proposta pedagógica e as práticas desenvolvidas no cotidiano escolar.

Dessa forma, os Ginásios Educacionais Tecnológicos configuram-se como uma política educacional estratégica da SME-RJ, ao buscar alinhar a escola pública municipal às demandas contemporâneas de formação integral. Ao integrar inovação pedagógica, tecnologia educacional e equidade social, os GETs representam uma tentativa de ressignificar o papel da escola pública frente aos desafios educacionais do século XXI.

1.4 Pitágoras

Nesta seção, falaremos um pouco sobre Pitágoras e mostraremos algumas demonstrações de seu teorema.

Pitágoras nasceu por volta de 572 a.C., na ilha Egéia de Samos, na Grécia. Sua figura está envolta em mitos e lendas, uma vez que não existem relatos originais sobre sua vida e trabalhos. O grande mérito de Pitágoras teria sido a percepção de que os números existem independentemente do mundo concreto. Desse modo, ele poderia descobrir verdades que ficariam acima de preconceitos ou opiniões. Parece ter viajado pelo Egito e Babilônia, possivelmente indo até a Índia. Observou que os egípcios e babilônios calculavam por meio de “receitas”, que produziam respostas corretas e eram passadas de geração a geração, sem que ninguém questionasse o porquê delas. Para ele, era importante entender os números e suas relações, e não meramente utilizá-los.

Durante as peregrinações, ele absorveu não só informações matemáticas e astronômicas, como também muitas ideias religiosas. Ao retornar, encontrou Samos sob domínio persa e decidiu então emigrar para o porto marítimo de Crotona, uma colônia grega situada no sul da Itália. Lá, fundou a famosa escola pitagórica, que, além de ser um centro de estudos de filosofia, matemática e ciências naturais, era também uma irmandade estreitamente unida por rituais secretos. A filosofia pitagórica baseava-se na suposição de que a causa última das várias características do homem e da matéria são os números inteiros. Isso levava ao estudo das propriedades dos números, juntamente com a Geometria, a Música e a Astronomia, que constituíam as artes básicas do programa pitagórico de estudos.

O lema da escola pitagórica, “Tudo é número”, deixa transparecer uma forte afinidade com a Mesopotâmia. Segundo os historiadores, mesmo o teorema, ao qual o nome de Pitágoras está tradicionalmente ligado, já era conhecido dos babilônios, havia mais de um milênio antes. Porém, foram os pitagóricos os primeiros a demonstrá-lo, o que justificaria a denominação de “Teorema de Pitágoras”, como ficou conhecido.

Nas seções seguintes, apresentaremos três demonstrações do teorema de Pitágoras: a de Euclides (Elementos, Proposição 47), a de Bhaskara e, por último, a de Perigal sendo, esta demonstração utilizada na sequência didática que apresentaremos mais a diante.

1.4.1 Demonstração de Euclides

Esta demonstração se encontra na Proposição 47 do livro Elementos, escrito por Euclides em 300 a.C. Também aparece séculos depois na obra geométrica de Tabit Ibn Qorra (826-901), por transformação, deixando a área dos quadriláteros invariante. Prova-se a equivalência de pares de partes decompostas. A figura utilizada por Euclides para demonstrar o Teorema de Pitágoras é, por vezes, descrita como “moinho de vento”, “cauda de pavão” ou “cadeira de noiva”.

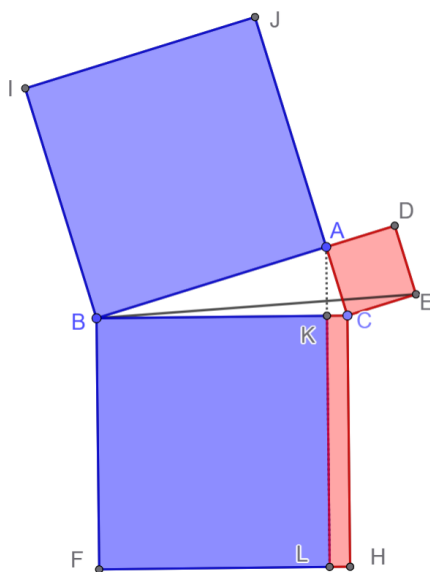


Figura 2 – Demonstração do Teorema de Pitágoras realizada por Euclides

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

A figura que Euclides utilizou em sua demonstração possui um triângulo (ABC), retângulo no vértice A , onde $ABIJ$ é o quadrado associado ao cateto de lado AB , $ACDE$ é o quadrado associado ao cateto de lado AC e por fim temos o quadrado $BCHF$ da hipotenusa de lado BC associado à hipotenusa.

Nesta demonstração, traçamos uma reta auxiliar paralela ao lado BF passando pelo vértice A , dividindo o quadrado $BCHF$ em dois retângulos $BKLF$ e $KCHL$, o que podemos observar na Figura 2. Vamos mostrar que a área do quadro $ABIJ$ é a mesma do retângulo $BKLF$ e de forma análoga, que a área do quadrado $ACDE$ é a mesma do retângulo $KCHL$.

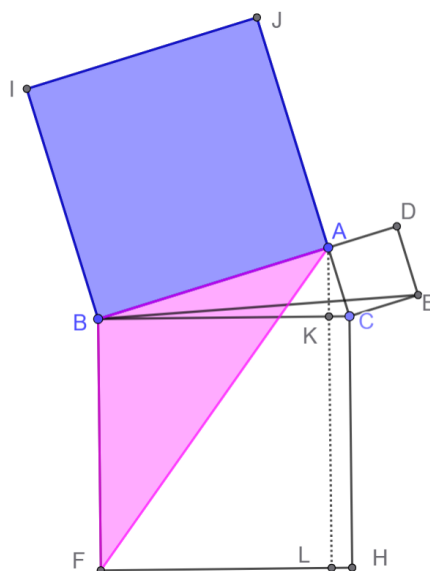


Figura 3 – Demonstração do Teorema de Pitágoras realizada por Euclides

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Traçando o segmento AF, determinamos o triângulo ABF, que possui a metade da área do quadrado ABIJ. Vamos utilizar a notação $A(\text{ABF})$ para a área do triângulo ABF e $A(\text{ABIJ})$ para a área do quadrado ABIJ, assim temos que:

$$2A(\text{ABF}) = A(\text{ABIJ}).$$

Para mostrar que a relação $2A(\text{ABF}) = A(\text{ABIJ})$ é verdadeira, mostraremos que a altura MF do triângulo ABF em relação a base AB (Figura 4) é igual a medida do lado do quadrado ABIJ.

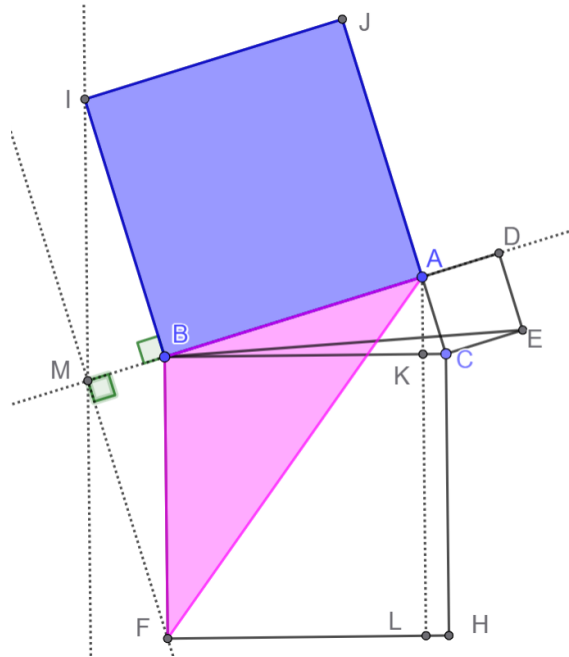


Figura 4 – Demonstração do Teorema de Pitágoras realizada por Euclides

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Os triângulos retângulos ABC e BFM são congruentes por Ângulo, Lado, Ângulo (ALA), figura 5.

- $\angle MFB = \angle ABC$;
- Lado BF = Lado BC (lado do quadrado BCHL formado pela hipotenusa do triângulo ABC.);
- $\angle MBF = \angle ACB$.

Então temos que $MF = IB = AB$ e que a área do triângulo ABF é igual $\frac{MF \times AB}{2} = \frac{c^2}{2}$ e a área do quadrado ABIJ é igual a c^2 . Assim temos que :

$$2A(\text{ABF}) = A(\text{ABIJ}).$$

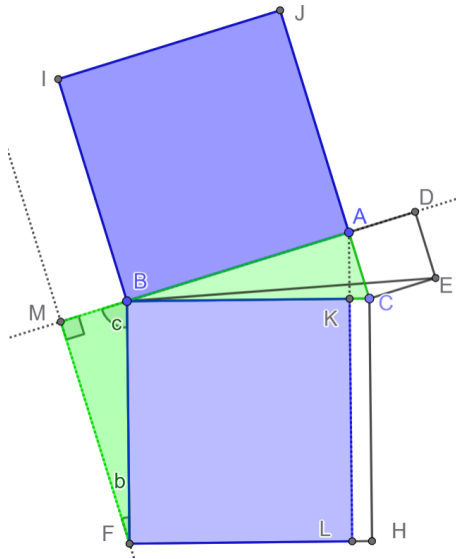


Figura 5 – Demonstração do Teorema de Pitágoras realizada por Euclides

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Podemos observar na Figura 6 que a área do triângulo ABF é metade da área do quadrilátero BKLF, uma vez que estes polígonos possuem a mesma base BF e a mesma altura BK. Então concluímos que:

$$2A(ABF) = A(BKLF).$$

Como $A(ABIJ) = 2A(ABF) = A(BKLF)$, então concluímos que $A(ABIJ) = A(BKLF) = c^2$.

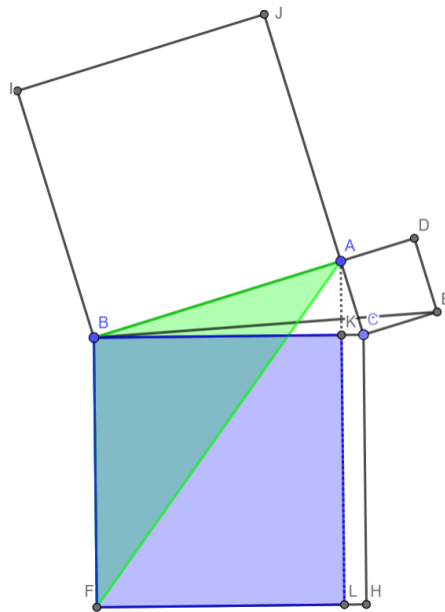


Figura 6 – Demonstração do Teorema de Pitágoras realizada por Euclides

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Analogamente, $A(\text{ADEC}) = A(\text{KCHL})$. Tomando $AC = b$, temos que $A(\text{ADEC}) = A(\text{KCHL}) = b^2$. Se tomarmos o lado $BC = a$, temos que $A(\text{BCHF}) = a^2$.

Como $A(\text{BCHF}) = A(\text{CHLK}) + A(\text{BKLF})$, temos que

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

■

1.4.2 Demonstração de Bháskara

Bháskara foi um matemático indiano que viveu durante o século XII (1114-1185), conhecido como Bháskara II ou Bhaskaracharya ('o professor Bháskara'). Bháskara é considerado o maior matemático indiano do período medieval. Sua obra mais famosa, o *Siddhānta Śiromaṇi* (Diadema da Astronomia), escrita em 1150, é dividida em quatro partes: *Līlāvātī* (sobre aritmética e geometria), *Bījagaṇita* (álgebra), *Grahaṇita* (matemática planetária) e *Golādhyāya* (esfera celeste).

No *Lilavati*, Bháskara apresenta problemas de juros, progressões, medições geométricas e uma variedade de enigmas matemáticos. A tradição indiana relata que *Lilavati* era o nome de sua filha, e que o livro teria sido escrito para consolá-la após uma desventura matrimonial de acordo com Boyer (2012). É nele que Bháskara apresenta a sua prova do teorema de Pitágoras.

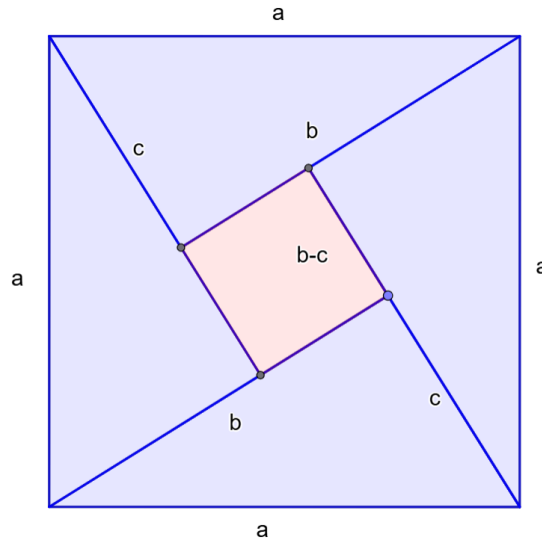


Figura 7 – Demonstração do Teorema de Pitágoras realizada por Bháskara

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Podemos observar na Figura 7 um quadrado de lado a formado por quatro triângulos retângulos de hipotenusa a e catetos b e c e um quadrado no centro da figura de lado $b-c$. Na Figura 8 temos uma reconfiguração dos triângulos congruentes e do quadrado. Podemos observar que a Figura 7 (de área A_1) e a Figura 8 (de área A_2) possuem a mesma área, onde a área da Figura 7 é $A_1 = a^2$ e na Figura 8 a área é $A_2 = bc + bc + (b - c)^2 =$

$2bc + b^2 - 2bc + c^2 = b^2 + c^2$. Como $A_1 = A_2$, temos que $a^2 = b^2 + c^2$. Assim, Bháskara provou o teorema de Pitágoras.

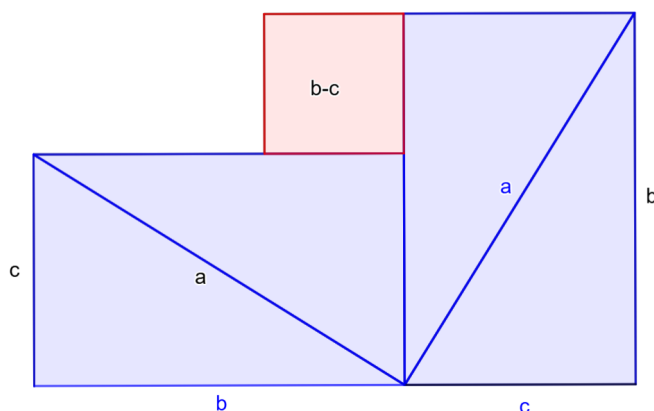


Figura 8 – Demonstração do Teorema de Pitágoras realizada por Bháskara

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Bastian (2000), em sua pesquisa relata que segundo os historiadores, Bháskara desenhou apenas as figuras com o comentário “Veja!”, sem nenhuma explicação. Entretanto, os historiadores não conseguiram esclarecer se “a figura” compreende o quadrado inicial (Figura 7) e também a reconfiguração (Figura 8).

1.4.3 Demonstração de Perigal

Moar (2019), descreve a demonstração de Perigal em "The Pythagorean Theorem: A 4,000-Year History" como um dos mais belos exemplos de prova por cisão. Henry Perigal (1801-1898), foi um matemático amador britânico. No início da vida profissional, trabalhou como escriturário no Conselho Privado, mas aposentou-se relativamente cedo e passou a atuar no ramo de corretagem com um parente, o Sr. Tudor. Durante muitos anos, manteve rotina rigorosa: trabalhava durante o dia e frequentava reuniões científicas à noite. Com uma paixão pela geometria, ele também era um membro ativo da Royal Astronomical Society e da London Mathematical Society. A beleza da prova de Perigal reside em sua simplicidade e simetria. As quatro partes são idênticas em forma e tamanho, e elas se encaixam sem necessidade de rotação - apenas translações são necessárias. Perigal ficou tão orgulhoso de sua descoberta que ele mandou gravar a figura em sua lápide, embora isto não tenha sido realizado após sua morte.

Em sua demonstração, Perigal começa com um triângulo ABC, retângulo em A, como podemos observar na Figura 9, onde temos os quadrados formados pelos catetos e hipotenusa. No quadrado ABIJ, formado pelo maior cateto, determinamos o centro K (baricentro) que é também o centro da circunferência circunscrita ao quadrado ABIJ e traçamos o segmento MO paralelo a BC passando por K e o segmento NP paralelo a CH também passando por K, com isso determinando quatro quadriláteros congruentes. São eles: INKM, KOAP, NJOK e MKPB, que limitam respectivamente as seguintes regiões, S_1 , S_2 , S_3 e S_4 , e ainda temos a região S_5 , que é limitada pelo quadrado ADEC.

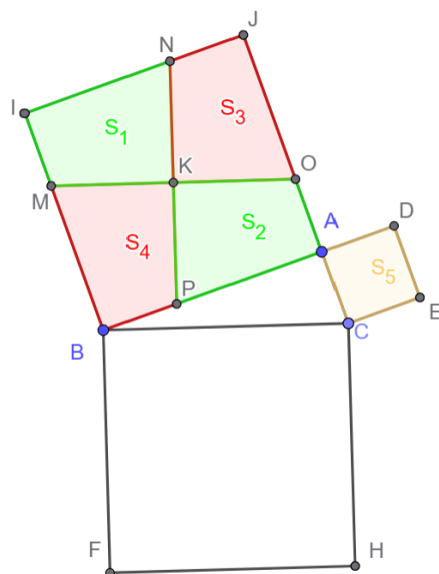


Figura 9 – Demonstração do Teorema de Pitágoras realizada por Henry Perigal - Cisão do quadrado formado pelo cateto BA

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Primeiramente vamos mostrar a congruência entre os quadriláteros INKM, KOAP, NJOK e MKPB. Como K é o centro da circunferência circunscrita ao quadrado ABIJ, vamos traçar a circunferência e os diâmetros AI e BJ, o que podemos observar na Figura 10, na qual destacamos o quadrado ABIJ.

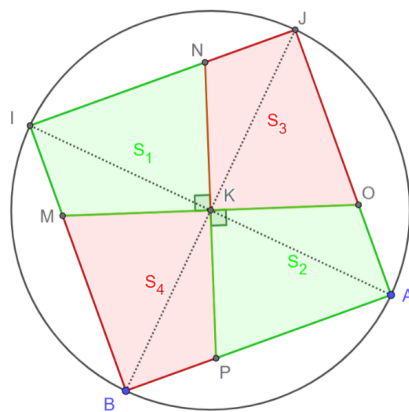


Figura 10 – Demonstração do Teorema de Pitágoras realizada por Henry Perigal - Cisão do quadrado formado pelo cateto BA

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Feito isto, cada quadrilátero fica dividido em dois triângulos, onde os triângulos IMK, NJK, KOA e KPB são congruentes assim como os triângulos INK, JOK, OAK e MKB também são congruentes (Figura 10). Mas a frente, vamos provar a congruência entre os triângulos.

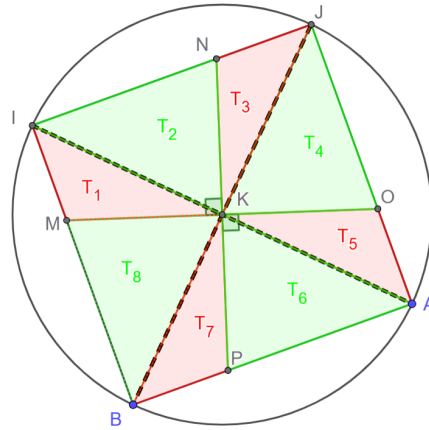


Figura 11 – Demonstração do Teorema de Pitágoras realizada por Henry Perigal - Cisão do quadrado formado pelo cateto BA

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Cada quadrilátero é formado por um par de triângulos, por exemplo, o quadrilátero INKM é formado pelos triângulos T_1 e T_2 (Figura 11). Isso acontece de forma análoga com os outros quadriláteros. Se os triângulos T_1 , T_3 , T_5 e T_7 forem congruentes, assim como os triângulos T_2 , T_4 , T_6 e T_8 , então temos que os quadriláteros serão congruentes. Vamos mostrar que os triângulos T_1 e T_5 são congruentes por ALA.

- $\angle MIK = \angle OAK = 45^\circ$, ângulo determinado pela diagonal do quadrado ABIJ;
- $IK = AK$, raio da circunferência circunscrita ao quadrado ABIJ;
- $\angle MKI = \angle OKA$, ângulos opostos pelo vértice.

De maneira análoga, T_1 é congruente a T_3 e T_7 .

Vamos mostrar que T_2 é congruente a T_6 por ALA.

- $\angle KIN = \angle KAP = 45^\circ$, ângulo determinado pela diagonal do quadrado ABIJ;
- $IK = AK$, raio da circunferência circunscrita ao quadrado ABIJ;
- $\angle IKN = \angle AKP$, ângulos opostos pelo vértice.

De maneira análoga, T_2 é congruente a T_4 e T_8 .

Com isso, concluímos que os quadriláteros INKM, KOAP, NJOK e MKPB são congruentes.

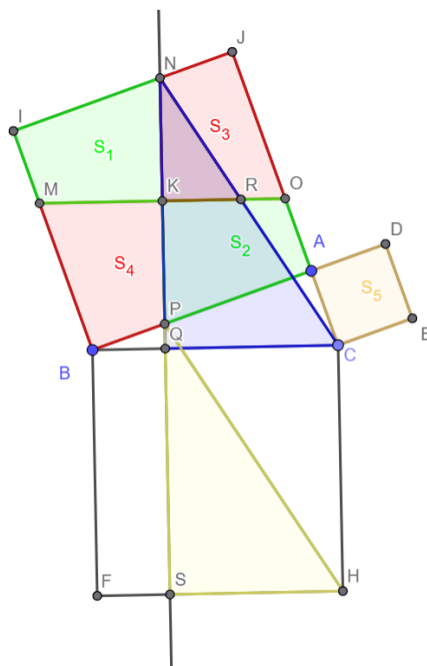


Figura 13 – Demonstração do Teorema de Pitágoras realizada por Henry Perigal - paralelismo entre PH e NC

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Temos também que o quadrilátero PNCH é um paralelogramo onde NP e CH são paralelos por construção e, como podemos observar na Figura 13, os triângulos retângulos NQC e PSH são semelhantes então temos que os ângulos SHP e QCN são congruentes, e com isso, temos que PH é paralelo a NC, ou seja PNCH é realmente um paralelogramo. Então $PN = CH$, (Figura 14), onde $PN = PK + KN$.

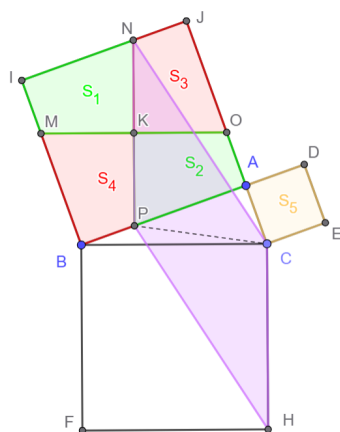


Figura 14 – Demonstração do Teorema de Pitágoras realizada por Henry Perigal - Paralelogramo PNCH

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Para provar que o quadrado S_5 realmente se encaixa conforme Figura 15, vamos observar com mais atenção a Figura 12, no paralelogramo CBMO onde $OC = OA + AC =$

BM . Então, temos que o lado do quadrado formado pelo cateto $AC = BM - OA$.

Assim as cisões realizadas por Henry Perigal se encaixam perfeitamente no quadrado formado pela hipotenusa.

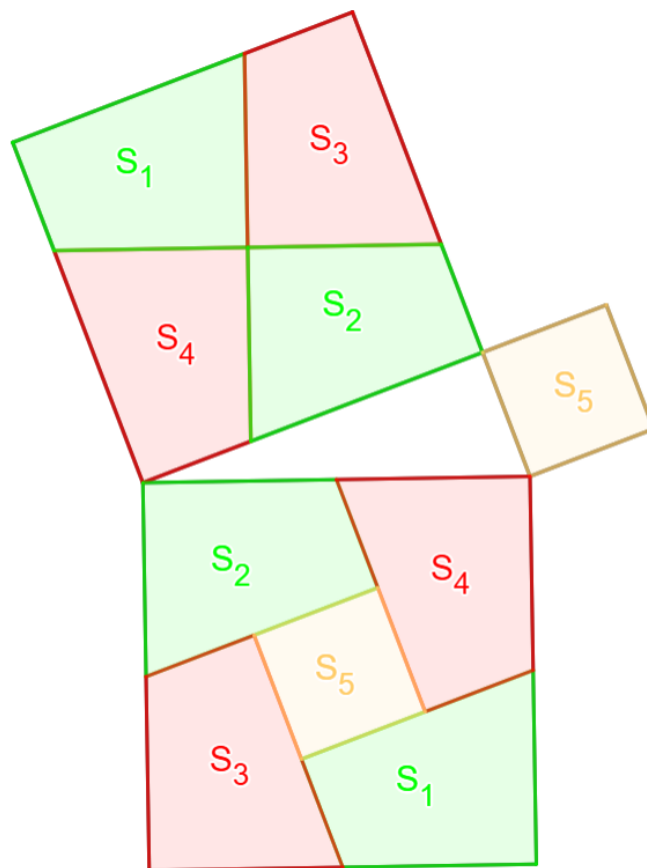


Figura 15 – Demonstração do Teorema de Pitágoras realizada por Henry Perygal

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Assim, temos na Figura 15 a reconfiguração das regiões, onde a área dos quadrados dos catetos é igual a área do quadrado da hipotenusa. Tomando $AB = c$, $AC = b$ e $BC = a$, concluímos que:

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

2 Referencial Teórico

Durante a busca do referencial teórico, que atendesse a esta pesquisa, foram utilizadas ferramentas de busca de trabalhos científicos, onde algumas usam inteligência artificial, como Google Acadêmico, Litmaps e SCISPACE. O uso destas ferramentas foi importante e mostrou uma gama enorme de materiais científicos que tratam sobre a mesma temática, falando sobre o Teorema de Pitágoras, *software* GeoGebra e sobre sequência didática, mas nenhuma possui um recorte como o tema desta pesquisa "O Teorema de Pitágoras : O uso de uma sequência didática através do GeoGebra visando turmas do 9º ano de uma escola municipal (GET) do Rio de Janeiro. Foram utilizadas como palavras-chave: Geogebra, Teorema de Pitágoras, Educação básica, Formação de professores.

2.1 Situações Didáticas de Brousseau

Ramiro (2014) fundamenta-se na Teoria das Situações Didáticas (TSD), desenvolvida pelo matemático francês Guy Brousseau, a qual busca compreender como ocorre a aprendizagem da matemática em sala de aula por meio da interação entre três elementos essenciais: aluno, professor e saber matemático. Essa abordagem enfatiza que o aluno deve interagir ativamente com situações-problema, elaborando conjecturas, analisando resultados e construindo conhecimento de forma autônoma. Na sua pesquisa, Ramiro demonstra que, quando o GeoGebra é integrado de forma planejada às aulas de Geometria, cria-se um ambiente investigativo que estimula o raciocínio lógico-dedutivo e o protagonismo discente.

A teoria da situações didáticas de Brousseau traz uma forma de organizar e apresentar o conteúdo matemático buscando obter uma educação que faça sentido para o aluno. Uma situação didática ocorre quando temos relações pedagógicas entre o professor, o aluno e o conhecimento matemático em momentos de aprendizagem.

Para analisar o processo de aprendizagem, a teoria das situações didáticas divide o processo de aprendizagem em quatro fases: ação, formulação, validação e institucionalização.

Na fase da ação, é permitido ao aluno julgar e modificar, se necessário, os resultados obtidos ao analisar a situação problema, sem a interferência do professor. Na sequência didática, as atividades apresentadas aos alunos permitem o aluno julgar a sua ação. Isso ocorre quando o aluno manipula um *applet* no GeoGebra.

Na formulação, o aluno troca informação com uma ou mais pessoas com o objetivo de encontrar linguagem compreensível para todos os alunos envolvidos na situação didática. Na sequência didática, a etapa da formulação foi um desafio pela sua própria característica, em que cada aluno seguiu a sequência didática em um notebook. Para amenizar essa falta de diálogo, foi inserido na sequência didática dois vídeos onde é apresentado o conceito de triângulo retângulo e esquadro. Com isso, buscamos trazer uma linguagem compreensível a todos os alunos que participaram da situação didática.

Na sequência didática, a validação ocorre com a manipulação do *applet* e com a realização das questões que vem em seguida.

Por fim, temos a institucionalização, que transforma o conhecimento em um conteúdo oficial, fixando suas regras e seu papel no aprendizado. Na sequência didática ela está

presente quando o professor apresenta a demonstração do teorema de Pitágoras.

Essa perspectiva teórica dialoga diretamente com a proposta desta pesquisa, na qual o Teorema de Pitágoras é explorado por meio de uma sequência didática estruturada no GeoGebra Classroom. Nessa sequência, o aluno é conduzido a manipular construções geométricas dinâmicas, formular hipóteses sobre os elementos do triângulo retângulo e do teorema de Pitágoras. Dessa forma, a TSD serve de alicerce para o desenho das atividades, garantindo que o uso do *software* não seja apenas ilustrativo, mas constitua uma experiência de aprendizagem significativa, centrada na investigação e na construção ativa do saber matemático.

2.2 Matemática Experimental e Investigação Matemática

Baldin (2023) destaca a relevância da Geometria Dinâmica na formação de professores da Educação Básica, evidenciando como essa abordagem transforma o ambiente de ensino ao permitir a criação de espaços participativos e experimentais de aprendizagem. Nesses ambientes, viabilizados por ferramentas como o GeoGebra, os estudantes são protagonistas do processo, construindo ativamente o conhecimento matemático. A autora enfatiza que tal proposta encontra respaldo na Matemática Experimental, utilizada como base metodológica, o que representa um afastamento da visão tradicional do ensino de matemática.

...Matemática Experimental como uma ponte que interconecta a tecnologia educacional e a resolução de problemas, apontando que o cenário de ensino e aprendizagem da Matemática é enriquecido pela introdução do ambiente de “laboratório” onde a experimentação é mediada pela tecnologia. (Baldin, 2023 -**Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo**, v. 12, n. 2, p. 194-220, 2023. p. 206)

Na perspectiva da Matemática Experimental, as provas rigorosas da matemática pura não constituem o ponto de partida, mas um objetivo que pode ser alcançado progressivamente. Inicialmente, o aluno é convidado a compreendê-la de forma intuitiva e exploratória, tornando a prova de um teorema um momento lúdico e investigativo. Essa ludicidade, longe de trivializar o conteúdo, favorece a construção de um conhecimento significativo, que serve de base para avanços posteriores e para a compreensão de demonstrações matemáticas formais.

No livro *Histórias de Investigação Matemática*, Ponte *et al.*, (1998) relatam experiências do projeto “Matemática para Todos”, que investigou os desafios enfrentados por professores ao engajar alunos em atividades investigativas. Os autores defendem que a matemática deve ser compreendida como um processo de construção de conhecimento, ressaltando o papel da interação social na aprendizagem e o uso da análise narrativa em contextos colaborativos. Nessa visão, a matemática é um campo falível e socialmente construído, em que o ensino deve priorizar a exploração, a conjectura e a investigação, e não apenas a transmissão de conteúdos prontos.

A investigação matemática se dá pela proposta de tarefas abertas, nas quais os alunos podem levantar questões, explorar estratégias, identificar padrões e formular hipóteses, aproximando-se do trabalho efetivamente realizado por matemáticos. Essa perspectiva dialoga diretamente com a proposta desta pesquisa, que utiliza o GeoGebra para criar uma sequência didática sobre o Teorema de Pitágoras. Nela, a geometria dinâmica atua como

mediadora, permitindo ao estudante manipular objetos, observar e validar conjecturas, alinhando-se tanto à Matemática Experimental quanto à Teoria das Situações Didáticas. Assim, o processo de aprendizagem torna-se mais investigativo, participativo e significativo.

O aspecto mais distintivo das atividades de investigação em relação à resolução de problemas diz respeito à natureza da questão a estudar. Enquanto que na resolução de problemas a questão tende a ser apresentada já completamente especificada ao aluno, na atividade de investigação as questões iniciais são de um modo geral vagas, necessitando de ser trabalhadas, tornadas mais precisas e transformadas em questões concretas pelo próprio aluno. A (PONTE et al, 1998, p. 9).

Em suma, a investigação matemática na sala de aula transforma o ambiente de aprendizagem, tornando-o mais dinâmico e centrado no aluno. Ela não apenas aprofunda a compreensão dos conceitos, mas também desenvolve habilidades cruciais de raciocínio e engajamento, preparando os alunos para uma abordagem mais autônoma e crítica da matemática.

A matemática experimental e a investigação matemática são abordagens diferentes, mas complementares, para a construção do conhecimento matemático. A matemática experimental envolve o uso de computadores e métodos numéricos para explorar padrões, testar conjecturas e descobrir novas fórmulas, enquanto a investigação matemática é um processo mais amplo que envolve a formulação de perguntas, pesquisa, observação, formulação de hipóteses e testes.

Com auxílio do *software* Geogebra e utilizando as abordagens de matemática experimental e investigação matemática pretendemos criar situações que levem o aluno a determinar conjecturas, como se ele estivesse descobrindo o teorema, dando uma maior compreensão do fato, facilitando a sua aplicação e adquirindo um conteúdo sólido. Por outro lado, o professor possua um aliado que preencherá as lacunas que possivelmente aparecem em uma aula mais tradicional, suprimindo as suas dificuldades e receios, trazendo confiança ao professor.

2.3 Relacionando TSD, Investigação Matemática e Matemática experimental

A presente pesquisa propõe o desenvolvimento e aplicação de uma sequência didática sobre o Teorema de Pitágoras, estruturada no GeoGebra Classroom, como recurso educacional para turmas do 9º ano do Ensino Fundamental. A proposta fundamenta-se em três eixos teóricos convergentes: a Teoria das Situações Didáticas (TSD), a Investigação Matemática e a Matemática Experimental.

A partir da TSD, a sequência foi planejada para criar situações-problema que estimulam a autonomia do aluno, permitindo-lhe assumir papel ativo na construção do conhecimento. As atividades foram organizadas em etapas que conduzem ao reconhecimento do triângulo retângulo, à formulação e verificação da relação pitagórica, respeitando o princípio da adidaticidade¹ e promovendo interações significativas entre aluno, professor e saber matemático.

¹ Adidaticidade refere-se a situações em que o aluno aprende sem intervenção direta do professor, ou seja, o conhecimento é construído a partir da interação do aluno com um problema, com o ambiente ou com materiais.

Inspirada na Investigação Matemática, a proposta incentiva o aluno a formular perguntas, testar hipóteses e explorar diferentes estratégias para confirmar ou refutar suas conjecturas. Ao manipular construções dinâmicas no GeoGebra, o estudante vivencia uma experiência semelhante ao trabalho do matemático, aproximando-se de um processo de pesquisa e descoberta.

Sob a perspectiva da Matemática Experimental, o GeoGebra atua como laboratório virtual, no qual o aluno manipula, visualiza e testa propriedades geométricas. Essa abordagem permite que a prova do Teorema de Pitágoras seja inicialmente vivenciada de forma lúdica e exploratória, favorecendo a compreensão intuitiva e preparando o caminho para a formalização rigorosa.

Ao integrar esses três referenciais, a sequência didática propõe uma transição do ensino centrado na transmissão e memorização para uma aprendizagem ativa, investigativa e significativa. O uso do GeoGebra não é apenas um recurso ilustrativo, mas um instrumento mediador que potencializa a experimentação, a visualização e a validação de ideias matemáticas, aproximando teoria e prática.

Dessa forma, a pesquisa não apenas apresenta um recurso educacional, mas também reforça a importância de um ensino de matemática que valorize a autonomia, a experimentação e a construção do conhecimento pelo aluno. Na tabela a seguir apresentamos uma relação entre a Matemática Experimental, Teoria das Situações Didáticas e a Investigação Matemática. Onde apresentamos: Concepção de aprendizagem, o papel do professor, o papel do aluno, ênfase metodológica e objetivo final. Assim, tendo uma visão ampla das teorias usadas, e de como podem aparecer na sequência didática.

Tabela 1 – Relação entre Matemática Experimental, Teoria das Situações Didáticas e Investigações Matemáticas no contexto do Teorema de Pitágoras com GeoGebra

Aspecto	Matemática Experimental	Teoria das Situações Didáticas (TSD)	Investigações Matemáticas	Aplicação na sequência didática do Teorema de Pitágoras com GeoGebra
Concepção de aprendizagem	Construção do conhecimento por meio de exploração, conjectura e experimentação.	Construção do conhecimento a partir da interação entre Aluno, Professor e Saber Matemático, com momentos de adidaticidade.	Conhecimento como resultado de investigação aberta, questionamento e busca de padrões.	O aluno explora triângulos retângulos no GeoGebra, formula hipóteses e valida resultados.
Papel do professor	Mediador que propõe situações e incentiva a exploração.	Criador de situações didáticas que favoreçam a autonomia do aluno.	Orientador que estimula questionamentos e apoia a análise de estratégias.	Organiza atividades no GeoGebra Classroom que guiem a descoberta da relação pitagórica.
Papel do aluno	Investigador ativo, manipulando objetos e testando ideias.	Agente autônomo na resolução das situações-problema.	Pesquisador que formula hipóteses e verifica regularidades.	Manipula construções dinâmicas, compara medidas e valida a fórmula $a^2 = b^2 + c^2$.
Ênfase metodológica	Uso de ferramentas tecnológicas e visualização para validar conjecturas.	Sequência planejada com devolução progressiva de responsabilidade ao aluno.	Tarefas abertas e resolução criativa de problemas.	Uso do GeoGebra para criar experimentos visuais e interativos que levam à prova do teorema.
Objetivo final	Tornar a matemática mais acessível, significativa e motivadora.	Promover compreensão conceitual profunda e autonomia.	Desenvolver pensamento crítico e autonomia investigativa.	Compreender o Teorema de Pitágoras como resultado lógico, não apenas como fórmula.

Fonte: Adaptado de Brousseau (1997), Bailey e Borwein (2003), Ponte et al. (1998), Ramiro (2014), Baldin (2023) e Moraes (2021).

3 Metodologia

3.1 Pesquisa

Esta é uma pesquisa aplicada com a intenção de suprir as deficiências nas aulas de geometria, especificamente nas aulas sobre o Teorema de Pitágoras, a partir de uma abordagem exploratória qualitativa. Esta pesquisa só teve início de qualquer atividade envolvendo a participação direta de seres humanos — incluindo aplicação de questionários, observações ou qualquer forma de coleta de dados — após a devida aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), por meio da Plataforma Brasil, conforme estabelecido pela Resolução CNS nº 466/2012 e complementares. Nenhum dado foi coletado ou analisado antes da aprovação ética, e os termos de consentimento (TCLE e TALE) foram apresentados somente após a aprovação formal do projeto pelo CEP.

3.2 Participantes da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida em escola situada na 4ª CRE (Coordenadoria Regional de Educação), especificamente em uma escola da Maré que atende ao público das seguintes regiões: Vila dos Pinheiros, Vila do João, Salsa e Merengue, e Conjunto Esperança. Esta escola possui a particularidade de ser GET (Ginásio Educacional Tecnológico). A pesquisa focou em turmas do 9º ano em aulas que ocorrem no laboratório (espaço onde se realiza trabalho colaborativo, seja em áreas de conhecimento, projetos artísticos ou outros).

A pesquisa foi apresentada a cerca de 90 alunos que estavam distribuídos em três turmas de 9º ano da escola participante da pesquisa. Dos 90 alunos, 40 levaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), e apenas 5 alunos trouxeram os termos assinados.

Não participaram da pesquisa, estudantes cujos responsáveis não autorizaram sua participação na pesquisa, professores ou estudantes que, após consentimento inicial, decidiram se retirar da pesquisa, estudantes com condições cognitivas ou de saúde que impeçam a compreensão dos objetivos e procedimentos da pesquisa (sem acompanhamento especializado disponível) e participantes que não estiveram presentes no período de coleta de dados.

Com isso, participaram efetivamente da pesquisa 5 estudantes regularmente matriculados no 9º ano, que estudam em turno único, das 8 horas às 14 horas e 40 minutos, com idade igual ou superior a 13 anos, que autorizaram voluntariamente sua participação mediante assinatura do Termo de Assentimento, com autorização dos responsáveis legais através do TCLE; e 6 professores de Matemática que atuam ou já atuaram em anos anteriores em turmas de 9º ano da escola participante mediante a assinatura do TCLE.

3.3 Riscos da pesquisa

A presente pesquisa é classificada como de **risco mínimo**, conforme a Resolução CNS nº 510/2016. No entanto, podiam ocorrer desconforto emocional durante entrevistas

ou questionamentos que tocassem em aspectos pessoais ou escolares sensíveis, receio quanto à exposição de opiniões em relação ao ambiente escolar ou à prática pedagógica e sensação de julgamento por parte dos alunos ao relatar suas experiências com o aprendizado da Matemática.

Para mitigar os riscos da pesquisa, todos os participantes foram informados sobre o objetivo da pesquisa, garantindo o direito de recusar ou interromper sua participação a qualquer momento, sem qualquer prejuízo acadêmico ou profissional. A entrevista poderia ser interrompida a qualquer momento a pedido do participante, sem necessidade de justificativa. Foi garantido anonimato e sigilo das informações. Os dados foram armazenados em arquivos físicos, acessíveis apenas ao pesquisador responsável. Caso o participante mostrasse algum desconforto com a pesquisa, seria oferecido apoio inicial e, se necessário, encaminhamento à equipe pedagógica ou orientação educacional da escola. Não há qualquer tipo de compensação financeira pela participação, e a pesquisa não implica em custos ou ônus aos participantes.

3.4 Benefícios da pesquisa

A pesquisa oferece benefícios tanto para os estudantes quanto para os professores participantes. Para os alunos, a proposta didática proporciona uma experiência de aprendizagem mais significativa e interativa, por meio de uma sequência didática utilizando o *software* GeoGebra. Ao explorar o Teorema de Pitágoras em um ambiente digital e dinâmico — como o laboratório da escola — os estudantes têm acesso a uma abordagem mais visual, lúdica e investigativa, que favorece a compreensão conceitual e a consolidação do conteúdo.

Para os professores de Matemática do 9º ano, a pesquisa representa a oportunidade de vivenciar e refletir sobre uma proposta pedagógica não tradicional, fundamentada no uso de tecnologias digitais, que busca estimular o engajamento e o interesse dos alunos. Além disso, o trabalho pode servir como base para a incorporação de práticas inovadoras no planejamento docente, contribuindo para a formação continuada e o fortalecimento da prática pedagógica.

De forma geral, a pesquisa contribui para a integração entre ensino, tecnologia e formação docente, além de estimular uma cultura escolar mais aberta à experimentação e à inovação.

3.5 Procedimento de coleta de dados

A abordagem inicial aos participantes ocorreu de forma presencial, em momentos acordados com a direção da escola, em horários que não interferiram nas atividades pedagógicas. A apresentação da pesquisa foi feita de forma clara, destacando seus objetivos, a metodologia utilizada, os possíveis riscos, os benefícios e os direitos dos participantes.

Os Professores foram convidados individualmente por meio de contato pessoal, com explicações orais sobre a pesquisa, e receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) impresso para leitura e assinatura, caso aceitassem participar.

Os estudantes menores de 18 anos foram inicialmente apresentados à pesquisa em sala de aula, com explicações em linguagem acessível. Posteriormente, seus responsáveis legais foram contatados pela escola para entrega do TCLE. Apenas os estudantes cujos

responsáveis assinarem o TCLE e que também manifestaram concordância por meio do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) participaram da coleta de dados. Os termos (TCLE e TALE) seguiram o modelo da Plataforma Brasil e estavam escritos em linguagem clara, objetiva e adequada à faixa etária. Os participantes (e/ou seus responsáveis) tiveram liberdade para tirar dúvidas com o pesquisador antes de decidir. Foi garantido o direito de recusa à participação, ou desistência a qualquer momento, sem prejuízo ou sanção de qualquer natureza. Uma via assinada do termo foi entregue ao participante ou responsável, e a outra ficou arquivada com o pesquisador responsável.

3.6 Instrumento de coleta de dados

A coleta de dados foi realizada por meio de questionários estruturados, aplicados de forma presencial. Para os professores, foi entregue um questionário, uma única vez, antes da aplicação da sequência didática, abordando práticas pedagógicas e expectativas quanto ao uso do GeoGebra. Para os alunos, foram aplicados dois questionários, um antes da aplicação da sequência didática, com o objetivo de identificar conhecimentos prévios, percepções sobre o ensino de geometria; e outro após a conclusão da sequência didática com uso do GeoGebra, para avaliar percepções, mudanças de entendimento e engajamento durante a intervenção.

4 Recurso Educacional: Sequência Didática

O recurso educacional desenvolvido neste estudo consiste em uma sequência didática apresentada em formato de *e-book* voltado para professores da educação básica. A sequência didática é composta por atividades interativas que podem ser adaptadas conforme o contexto pedagógico. As atividades foram elaboradas com base em materiais públicos disponibilizados pelo Instituto GeoGebra de São Paulo, sendo reorganizadas para atender às necessidades específicas de turmas do 9º ano.

Além disso, na sequência didática apresentamos dois vídeos curtos que funcionam como introdução de tarefas subsequentes. Estes vídeos foram elaborados pelo próprio autor com o auxílio do CapCut, um aplicativo gratuito de edição e criação de vídeos e postados na conta do YouTube.

A proposta busca enfrentar os desafios que são impostos tanto a docentes quanto a discentes em contextos educacionais marcados por desigualdades, ao integrar recursos como o GeoGebra Classroom, que permite a criação, personalização e compartilhamento de atividades dinâmicas. E o mais interessante, o feedback que a plataforma oferece ao professor, em formato de gráfico, permitindo que analise as atividades, observando o que deu certo ou errado e as ajustando. Dessa forma, o *e-book* visa apoiar o trabalho docente, incentivar práticas pedagógicas inovadoras e ampliar as possibilidades de aprendizagem dos estudantes por meio de uma abordagem visual, interativa e significativa.

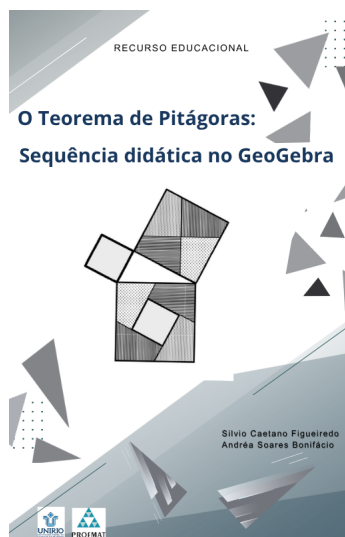


Figura 16 – Capa do *e-book*

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

4.1 Atividades

Aqui, apresentamos atividades da sequência didática, elaborada no GeoGebra, onde a Matemática Experimental, a Teoria das Situações Didáticas (TSD) e a Investigação

Matemáticas são empregadas. Para a aplicação desta sequência didática foram necessários dois tempos de 50 minutos no qual participaram 5 alunos. O número de alunos não é o que reflete a realidade de sala de aula, mas devido as características de uma pesquisa, que foi submetida ao comitê de ética em pesquisa (CEP), inibe a participação do aluno, que deve ser voluntária e autorizada pelo responsável, através do TCLE e TALE o que restringiu o número de participantes.

No *link* a seguir, o leitor pode acessar a sequência didática que foi apresentada ao aluno com o objetivo de melhorar a compreensão da demonstração do teorema de Pitágoras. A sequência didática não se esgota em si; ela deve ser adaptada constantemente com a finalidade de atender as características da turma. As vezes planejamos uma aula e quando aplicamos, o resultado não é o esperado. Porém, na turma seguinte, adaptamos para melhor atender os alunos. Assim a sequência didática pode e deve ser adaptada no decorrer das aulas. Link: <<https://www.geogebra.org/m/a7qwj3vj>>

4.1.1 Atividades onde conhecemos o triângulo retângulo

Começamos a sequência didática apresentando ao aluno o que é um triângulo retângulo, como identificá-lo e reconhecer seus elementos. Nesta atividade, estamos usando Teoria das Situações Didáticas, onde a adidaticidade é experimentada, ou seja, o aluno age, experimenta, formula hipóteses e constrói conhecimento sem depender diretamente das instruções do professor. Durante a apresentação desta primeira atividade, observamos que o uso de vídeos curtos sobre o tema a ser abordado, estimula os alunos. No ambiente do laboratório, cada aluno usou um *notebook* e os vídeos eram vistos em momentos diferentes, criando uma confusão neste momento, onde um atrapalhava o outro, então o professor pesquisador precisou intervir e a solução foi este projetar o vídeo em vez de cada um assistir ao seu. O uso de fones de ouvido seria a melhor solução, mas no laboratório não havia esse recurso disponível.

Nestas atividades, buscamos atender as seguintes habilidades da BNCC: EF08MA16 (identificar triângulos retângulos e suas propriedades métricas), EF06MA27 e EF07MA32 (contexto geométrico): Compreensão de figuras, propriedades e medidas. Estas habilidades seriam trabalhadas no 7º e 8º ano, mas devido a defasagem de conteúdo foi necessário reforçar o conteúdo. Temos também a Competência Geral 5¹: Cultura digital (uso de simuladores como GeoGebra).

Esta atividade é composta por 13 tarefas, em que as tarefas 1, 3, 6 e 10 são de observação e manipulação. As demais tarefas estão divididas em tarefas objetivas (2, 4, e 8) e discursivas (5, 11, 12 e 13). A sequência didática foi criada no GeoGebra Classroom, onde podemos visualizar o resultado dos alunos. Cabe ressaltar que apesar de cinco alunos participarem da pesquisa e responderem os questionários, que terão seus resultados apresentados mais a frente, somente 4 alunos retornaram seus resultados na plataforma GeoGebra.

Para a introdução da sequência didática, apresentamos, na Tarefa 1, um vídeo ao aluno explicando o conceito de triângulo retângulo.

¹ Competência Geral 5: compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais

Triângulo Retângulo

Autor: [silviocaetano](#)

A classificação dos triângulos em relação a medida de seus lados e em relação a medida de seus ângulos.



O que é um triângulo retângulo?

Um triângulo retângulo é um tipo especial de triângulo que tem um **ângulo reto**, ou seja, um ângulo de **90 graus**. Isso significa que um dos cantos do triângulo forma um "L", como se fosse o canto de uma folha de papel.

Figura 17 – Tarefa 1

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Na Tarefa 2, os alunos deviam identificar quais triângulos eram retângulos.

GeoGebra [Google Classroom](#) [Tarefa](#) 

Triângulo Retângulo

Quais triângulos são retângulos?

Assinale a sua resposta aqui

A ☐ T1

B ☐ T2

C ☐ T3

D ☐ T4

☐ --

Figura 18 – Tarefa 2

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Tarefa 2

Quais triângulos são retângulos?

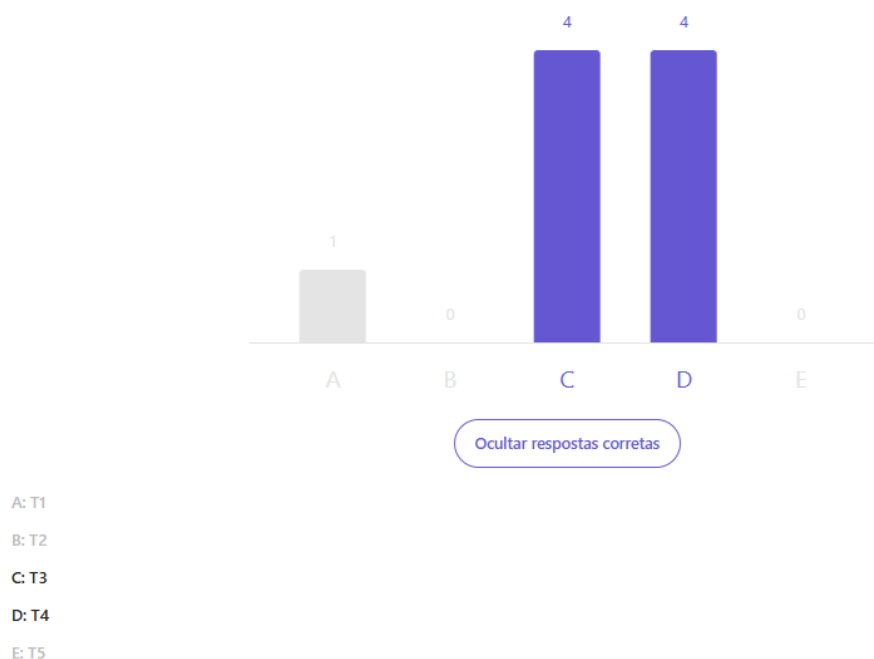


Gráfico 4.1 – Resultados da Tarefa 2

Fonte: Gerado pela plataforma GeoGebra

Na Tarefa 2 (Figura 18), onde foi apresentado um conjunto de triângulos e pediu-se para identificar quais triângulos eram retângulos, os alunos tiveram um excelente aproveitamento, como podemos observar no gráfico acima. Temos apenas um aluno que marcou um triângulo que não é retângulo, mas que não deixou de marcar os dois triângulos retângulos também.

Neste vídeo de introdução para a Tarefa 3, apresentamos o esquadro.

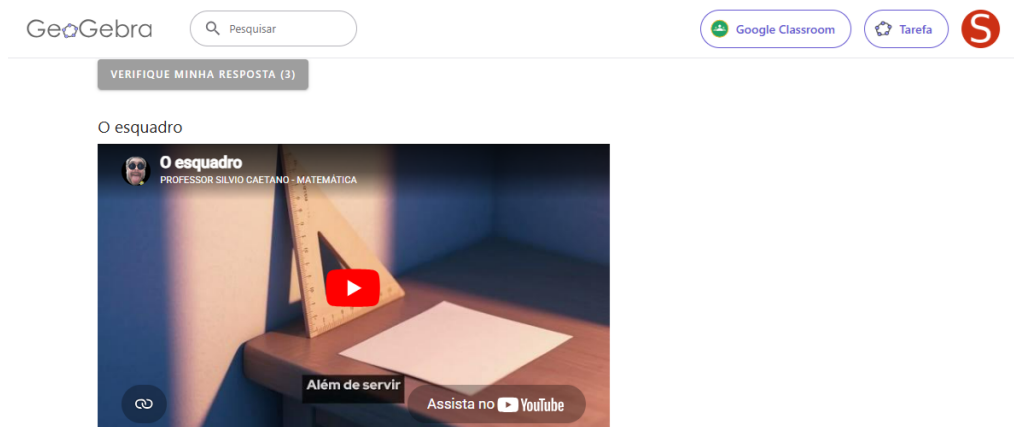


Figura 19 – Vídeo de introdução da Tarefa 3

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

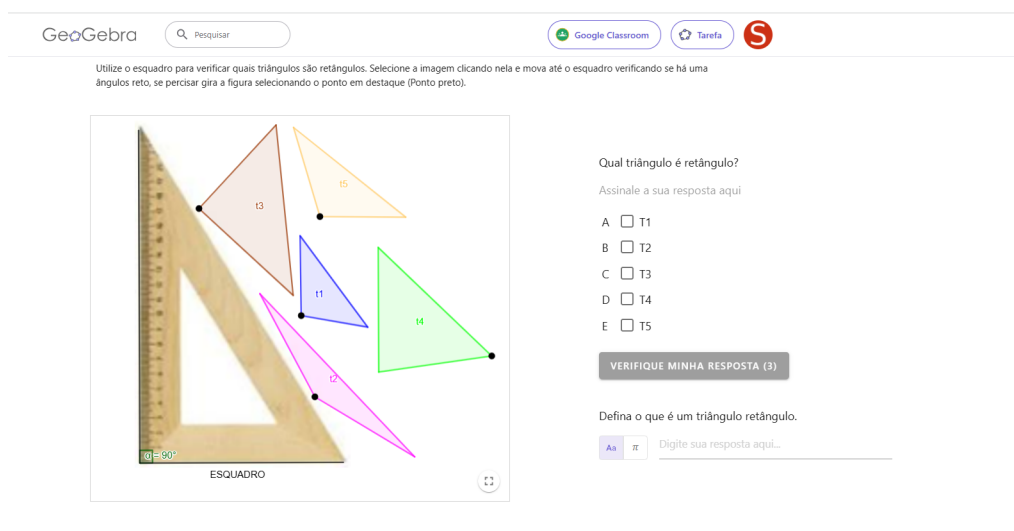


Figura 20 – Tarefa 3 e 4

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Tarefa 3

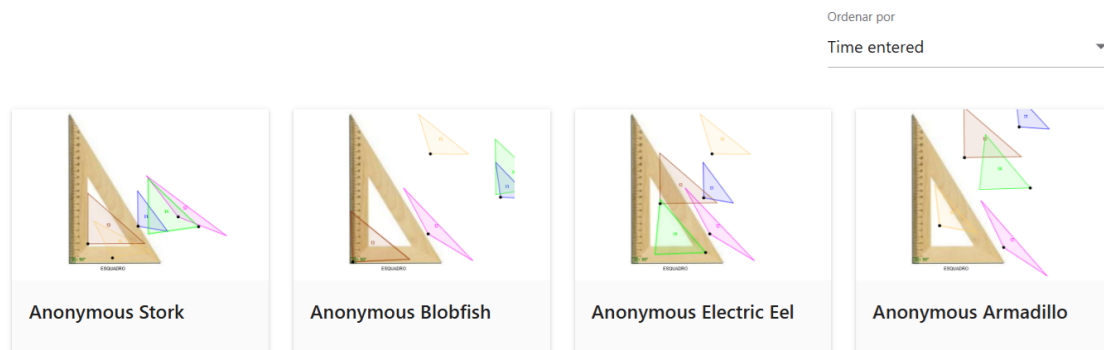


Figura 21 – Tarefa 3 - manipulação

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Na Tarefa 3, os alunos devem manipular os triângulos e verificar qual é retângulo, realizando uma comparação com o esquadro e, com esta informação, responder a Tarefa 4. Podemos observar no gráfico de resultados da Tarefa 4 (Gráfico 4.2) que todos os alunos respondentes conseguiram identificar o triângulo retângulo a partir da comparação com o esquadro.

Tarefa 4

Qual triângulo é retângulo?



A: T1

B: T2

C: T3

D: T4

E: T5

Gráfico 4.2 – Resultado da Tarefa 4

Fonte: Gerado pela plataforma GeoGebra

Tarefa 5

Ordenar por
Time entered ▼

Defina o que é um triângulo retângulo.

Um triângulo retângulo é um triângulo que possui ao menos um ângulo reto (90 graus)	é um tipo especial de triângulo que tem um ângulo reto, ou seja, um ângulo de 90 graus.	Um triângulo retângulo é um tipo especial de triângulo que tem um ângulo reto, ou seja, um ângulo de 90 graus.	é um triângulo que possui um ângulo reto
Anonymous Stork	Anonymous Blobfish	Anonymous Electric Eel	Anonymous Armadillo

Figura 22 – Resultados da tarefa 5

Fonte: Gerado pela plataforma GeoGebra

Na Tarefa 5, discursiva, (Figura 22) os alunos tinham que definir um triângulo retângulo. Observe que todos os alunos conseguiram definir um triângulo retângulo.

GeoGebra

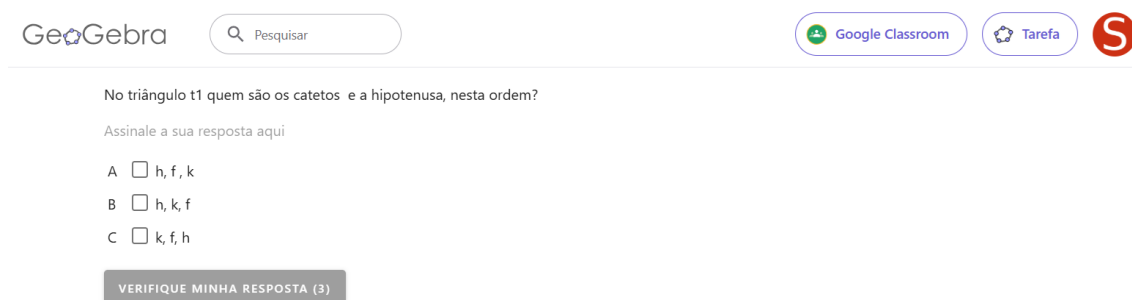
Pesquisar

Google Classroom Tarefa S

Em um triângulo retângulo, o **cateto** é o nome dado a cada um dos dois lados que formam o **ângulo reto** (de 90°). Já a **hipotenusa** é o lado oposto a esse ângulo reto e também o **maior lado do triângulo**. Em outras palavras, os catetos são os lados "menores" que se encontram no ângulo de 90° , enquanto a hipotenusa é o lado "maior", que está em frente a esse ângulo.

Figura 23 – Tarefa 6

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)



GeoGebra

Pesquisar

Google Classroom Tarefa S

No triângulo t1 quem são os catetos e a hipotenusa, nesta ordem?

Assinale a sua resposta aqui

A ☐ h, f, k

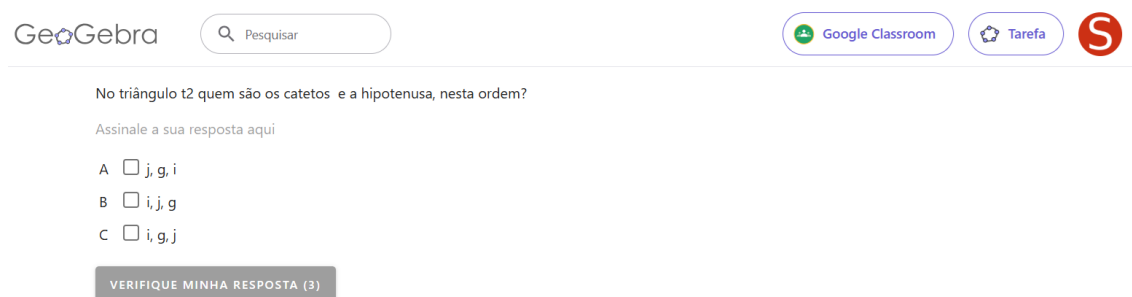
B ☐ h, k, f

C ☐ k, f, h

VERIFIQUE MINHA RESPOSTA (3)

Figura 24 – Tarefa 7

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)



GeoGebra

Pesquisar

Google Classroom Tarefa S

No triângulo t2 quem são os catetos e a hipotenusa, nesta ordem?

Assinale a sua resposta aqui

A ☐ j, g, i

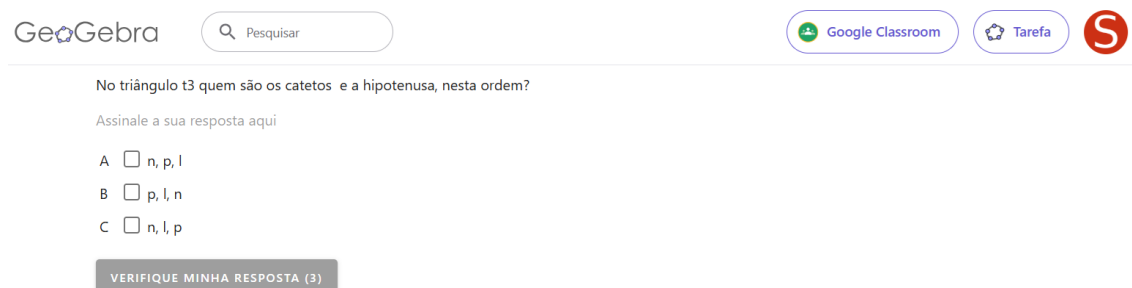
B ☐ i, j, g

C ☐ i, g, j

VERIFIQUE MINHA RESPOSTA (3)

Figura 25 – Tarefa 8

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)



GeoGebra

Pesquisar

Google Classroom Tarefa S

No triângulo t3 quem são os catetos e a hipotenusa, nesta ordem?

Assinale a sua resposta aqui

A ☐ n, p, l

B ☐ p, l, n

C ☐ n, l, p

VERIFIQUE MINHA RESPOSTA (3)

Figura 26 – Tarefa 9

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Na Tarefa 6, os alunos devem identificar os catetos e hipotenusa em cada triângulo e responder as Tarefas 7, 8 e 9. Todos os alunos acertaram 100% das questões das Tarefas 7, 8 e 9.

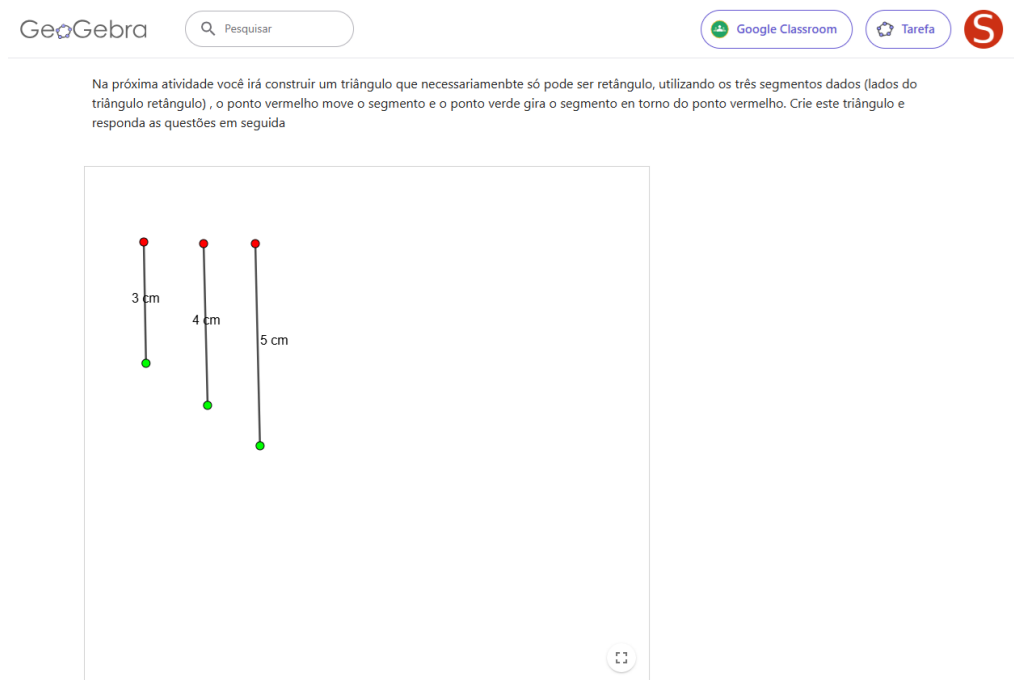


Figura 27 – Tarefa 10

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Qual é a medida dos catetos?

Aa π Digite sua resposta aqui...

VERIFIQUE SUA RESPOSTA

Qual é a medida da hipotenusa?

Aa π Digite sua resposta aqui...

VERIFIQUE SUA RESPOSTA

Sabendo que estes segmentos são os lados de um triângulo retângulo você poderia indicar quem são seus catetos e a hipotenusa, sem manipular seus lados para montar o triângulo? (justifique a sua resposta).

Aa π Digite sua resposta aqui...

VERIFIQUE SUA RESPOSTA

Figura 28 – Tarefas 11, 12 e 13

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Tarefa 10

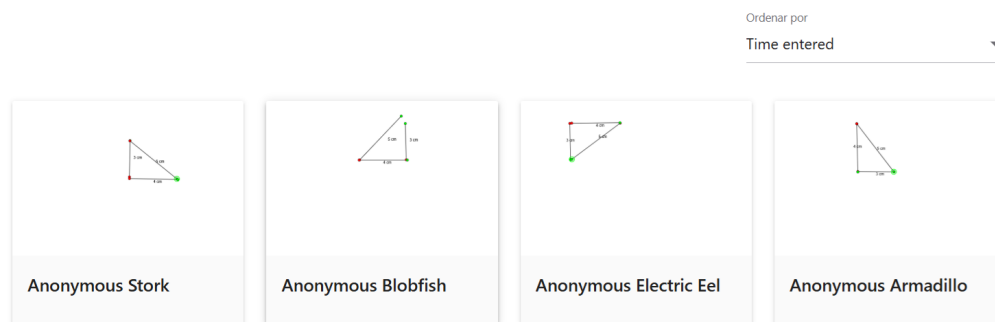


Figura 29 – Resultado da Tarefa 10 - manipulação

Fonte: Gerado pela plataforma GeoGebra

Podemos observar na Tarefa 10, (Figura 29), que todos os alunos conseguem montar o triângulo retângulo. Durante a manipulação os alunos percebem que não existe como formar outro triângulo que não seja retângulo.

Com a manipulação feita na Tarefa 10, observamos que todos os alunos tiveram êxito nas Tarefas 11 e 12, (Figuras 30 e 31).

Tarefa 11

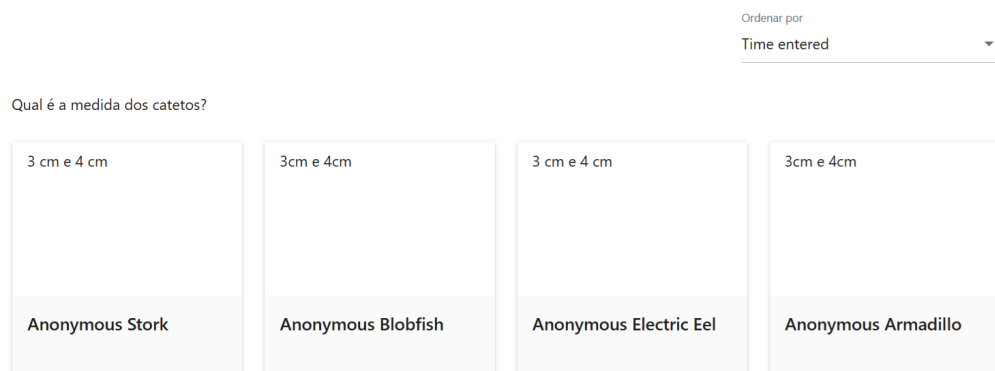


Figura 30 – Resultado da Tarefa 11

Fonte: Gerado pela plataforma GeoGebra

Tarefa 12

Ordenar por
Time entered ▼

Qual é a medida da hipotenusa?

5 cm	5 cm	5 cm	5 cm
Anonymous Stork	Anonymous Blobfish	Anonymous Electric Eel	Anonymous Armadillo

Figura 31 – Resultado da Tarefa 12

Fonte: Gerado pela plataforma GeoGebra

Tarefa 13

Ordenar por
Time entered ▼

Sabendo que este segmentos são os lados de um triângulo retângulo você poderia indicar quem são seus catetos e a hipotenusa, sem manipular seus lados para montar o triângulo? (justifique a sua resposta).

sim, pois os catetos são sempre os dois segmentos menores, os catetos, enquanto a hipotenusa é o lado maior	hipotenusa sempre é o lado maior e os catetos são os lados menores.	sim pq o lado da hipotenusa é o lado maior	sim ja que e um triangulo retangulo os catetos sao os lados menores e a hipotenuza o lado maior
Anonymous Stork	Anonymous Blobfish	Anonymous Electric Eel	Anonymous Armadillo

Figura 32 – Resultado da Tarefa 13

Fonte: Gerado pela plataforma GeoGebra

No resultado da tarefa 13 (Figura 32), podemos observar, que todos os alunos conseguem perceber a diferença entre os catetos e a hipotenusa, mesmo quando os segmentos estão soltos e não formam um triângulo.

Nas próximas tarefas, vamos trabalhar as áreas dos quadrados da hipotenusa e a área dos quadrados dos catetos.

GeoGebra

Pesquisar

Google Classroom

Tarefa

S

Some a área dos quadrados menores!!!

Nesta atividade podemos alterar a medida dos catetos, o que altera a área de cada quadrado correspondente a esta cateto e a área do quadrado formado pela hipotenusa.

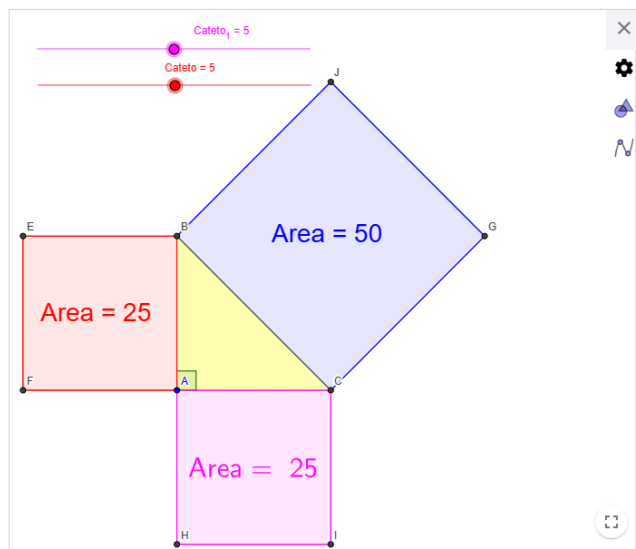


Figura 33 – Tarefa 14 - manipulação

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

GeoGebra

Pesquisar

Google Classroom

Tarefa

S

A área do quadrado da hipotenusa.

Na próxima atividade temos um triângulo retângulo t_1 e os quadrados q_1 e q_2 formado pelos catetos e q_3 formado pela hipotenusa.

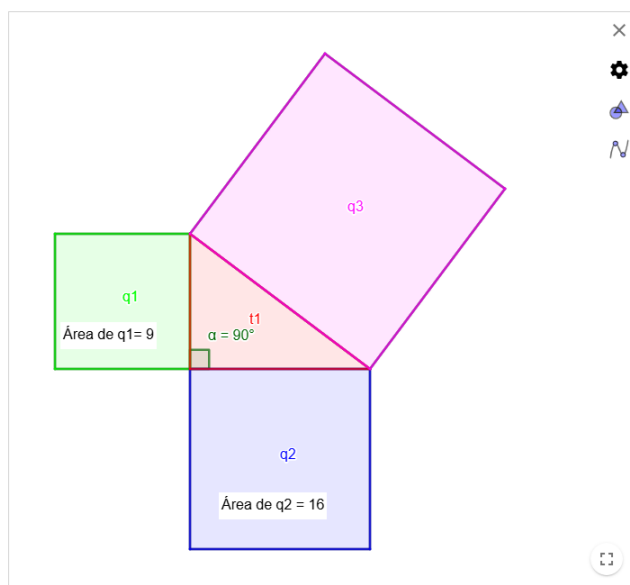
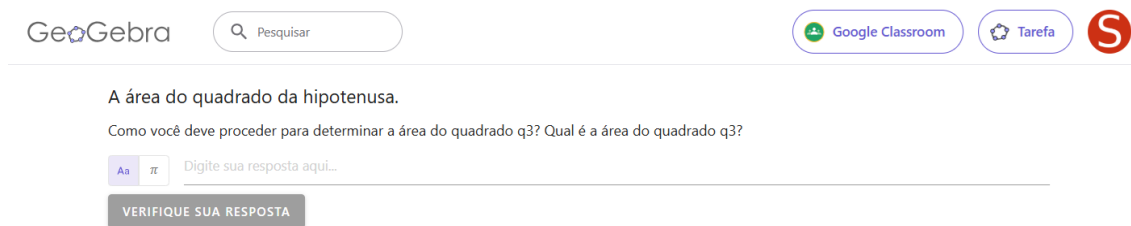


Figura 34 – Tarefa 15: introdução para a Tarefa 16

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)



GeoGebra

Pesquisar

Google Classroom

Tarefa

A área do quadrado da hipotenusa.

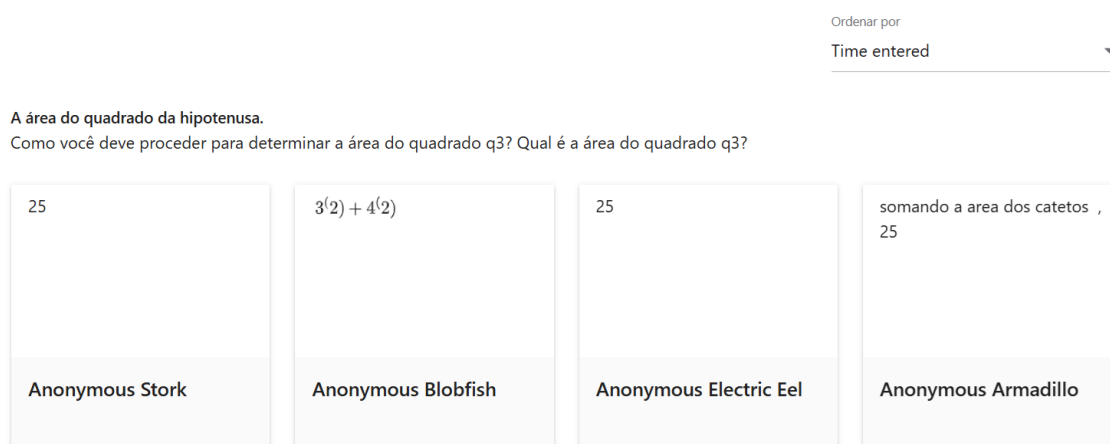
Como você deve proceder para determinar a área do quadrado q3? Qual é a área do quadrado q3?

VERIFIQUE SUA RESPOSTA

Figura 35 – Tarefa 16

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Tarefa 16



Ordenar por

Time entered

A área do quadrado da hipotenusa.

Como você deve proceder para determinar a área do quadrado q3? Qual é a área do quadrado q3?

25	$3(2) + 4(2)$	25	somando a area dos catetos , 25
Anonymous Stork	Anonymous Blobfish	Anonymous Electric Eel	Anonymous Armadillo

Figura 36 – Resultado da tarefa 16

Fonte: Gerado pela plataforma GeoGebra

Podemos observar no resultado da tarefa 16 que apenas um aluno descreveu o procedimento para determinar a medida do quadrado q3 e colocou o seu valor, dois alunos colocaram o resultado correto mas não descreveram como chegaram nele e por fim um aluno determina a medida dos lados do quadrado dos catetos eleva ao quadrado e soma.

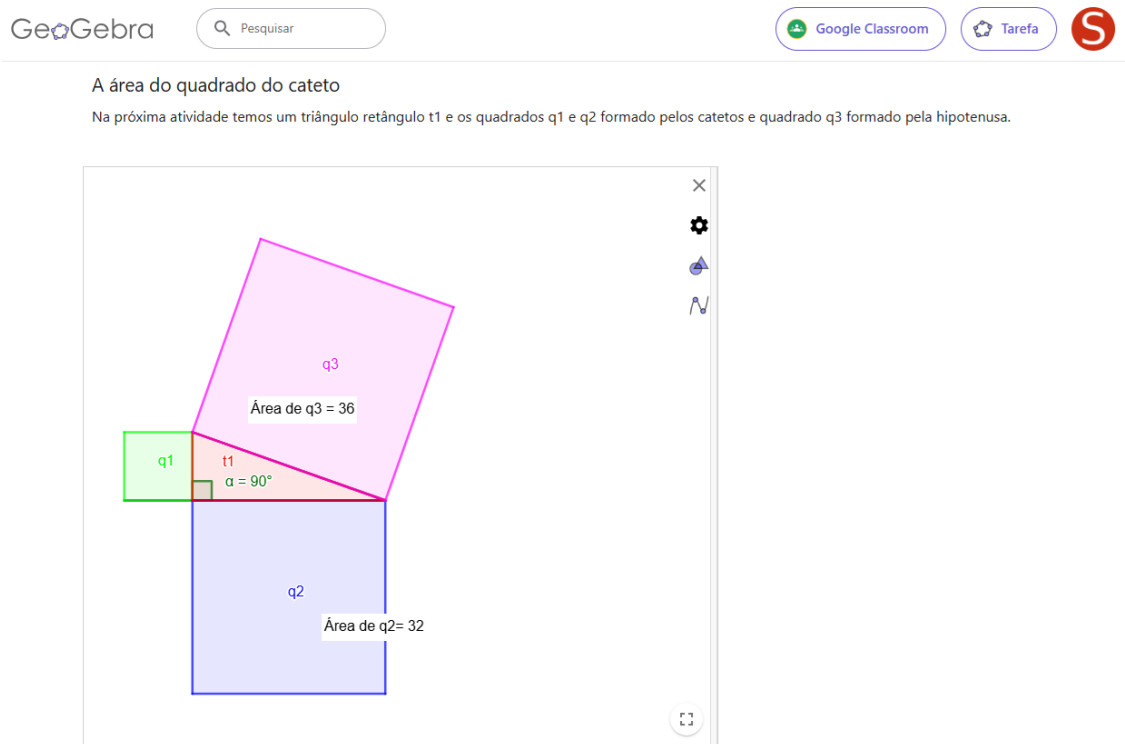


Figura 37 – tarefa 17 - introdução para a Tarefa 18

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

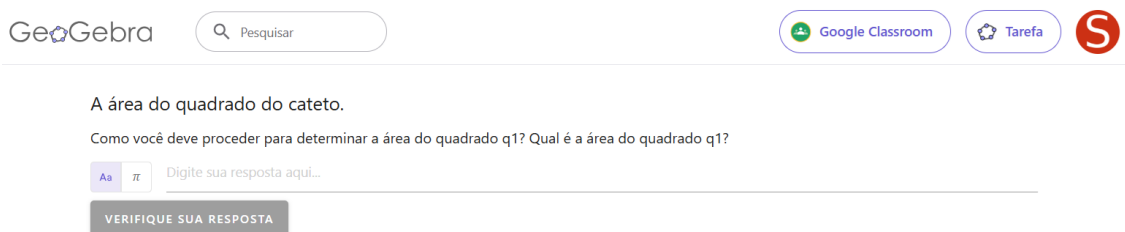


Figura 38 – Tarefa 18

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Tarefa 18

Ordenar por
Time entered ▼

A área do quadrado do cateto.
Como você deve proceder para determinar a área do quadrado q1? Qual é a área do quadrado q1?

16	4	4	diminuir a area do quadrado da hipotenusa pela area do cateto conhecido
Anonymous Stork	Anonymous Blobfish	Anonymous Electric Eel	Anonymous Armadillo

Figura 39 – Resultado da Tarefa 18

Fonte: Gerado pela plataforma GeoGebra

Observando os resultados da Tarefa 18, que apenas um aluno respondeu corretamente como se deve proceder para determinar a área do quadrado q1, enquanto dois alunos determinaram corretamente a área do quadrado q1 e por fim um aluno colocou o quadrado da área do quadrado q1.

4.1.2 Conjecturando o Teorema de Pitágoras

Após a apresentação das tarefas onde exploramos elementos do triângulo retângulo, foi apresentada uma atividade chamada de quebra cabeça, que foi criada a partir da cisão realizada por Perigal em sua demonstração do Teorema de Pitágoras. É neste momento que o professor deve proporcionar aos alunos um momento para que eles tentem criar conjecturas que os levem a enunciar o teorema de Pitágoras. O professor deve dar alguns minutos para que os alunos manipulem o GeoGebra e após este tempo, se nenhum aluno resolver, o professor deve dar uma dica para a turma e aguardar, por fim o professor monta o quebra cabeça.

GeoGebra

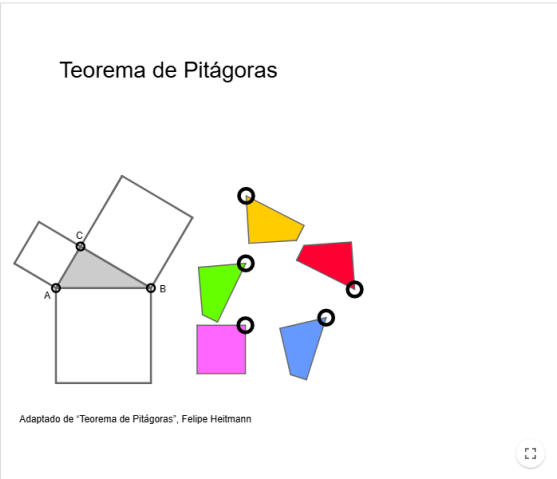
[Google Classroom](#) [Tarefa](#) 

Quebra cabeça!!

Na próxima atividade temos um triângulo retângulo, onde com a medida dos lados dos catetos e da hipotenusa foram criados quadrados.

1ª Instrução

Todas as figuras coloridas podem ser movimentadas e giradas. Tente encaixar as figuras coloridas nos dois quadrados menores.



Adaptado de "Teorema de Pitágoras", Felipe Heilmann

Figura 40 – Quebra cabeça - Demonstração de Perigal (1ª instrução)

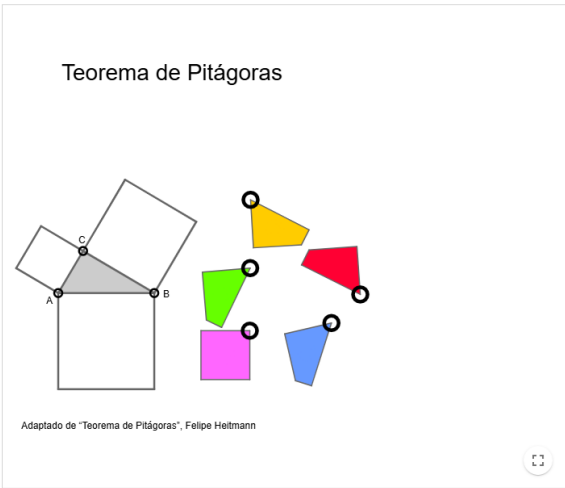
Fonte: Adaptado do Site do GeoGebra

GeoGebra

[Google Classroom](#) [Tarefa](#) 

2ª instrução

Agora tentar colocar todas as figuras coloridas no maior quadrado, onde a medida de seus lados é a hipotenusa.



Adaptado de "Teorema de Pitágoras", Felipe Heilmann

Figura 41 – Quebra cabeça - Demonstração de Perigal (2ª instrução)

Fonte: Adaptado do Site do GeoGebra

Tarefa 19

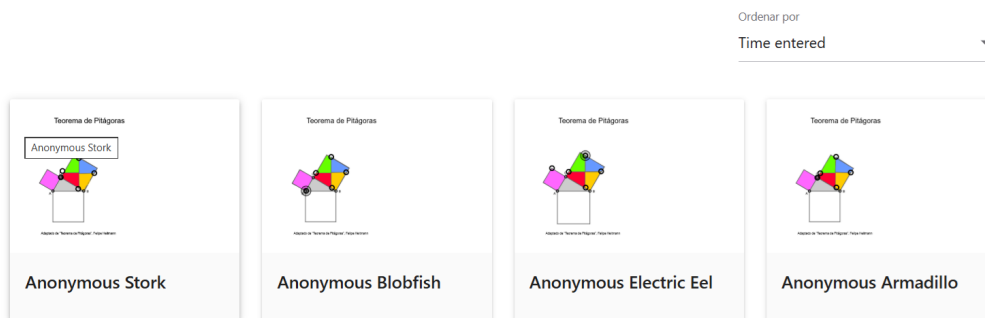


Figura 42 – Resultado da Tarefa 19

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Tarefa 20

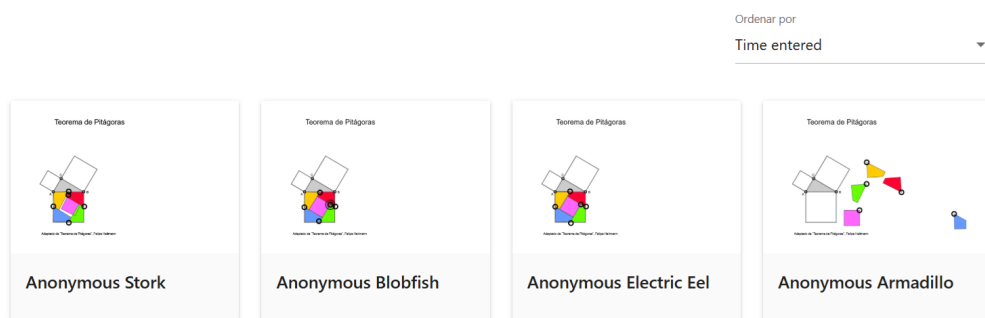


Figura 43 – Resultado da Tarefa 20

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Podemos observar na Tarefa 19(Figura 42) que todos os alunos conseguiram colocar as peças nos catetos correspondentes. O mesmo não ocorreu na tarefa 20 (figura 43), na qual um aluno não conseguiu manipular as cisões dos catetos e encaixar no quadrado com a medida dos seus lados igual a hipotenusa.

4.1.3 A demonstração realizada por Henry Perigal do teorema de Pitágoras no GeoGebra

Foi apresentado aos alunos um breve histórico sobre Henry Perigal, que possui uma das mais belas demonstrações geométricas do teorema de Pitágoras. Com o uso do GeoGebra vamos mostrar como são realizadas as cisões e provar por que funcionam.

Essa etapa, apresentada pelo professor, é a mais complexa para o aluno e onde verificamos se a sequência didática proporcionou um melhor entendimento da prova do teorema de Pitágoras. A primeira parte onde mostramos como são realizadas as cisões e como elas se encaixam que foi uma das atividades que os alunos realizaram anteriormente foi bem tranquila de ser realizada e de plena compreensão dos alunos. A segunda etapa onde mostramos porque o método da cisão, realizada por Perigal, funciona, foi a que trouxe muita dificuldade para o aluno, o que já era esperado. O professor deve ter a percepção que um grande passo já foi realizado; o desafio de fazer uma demonstração para estes alunos

do 9º ano é plantar a curiosidade e desafiá-los a compreender a demonstração. O professor não deve ficar preso a uma única demonstração. No momento da aplicação da sequência didática, não foi possível apresentá-los a outras demonstrações. Percebi que é necessário apresentar demonstrações diferentes do teorema de Pitágoras para os alunos, para oferecer abordagens diferentes sobre sua demonstração.

Este *link* permite visualizar algumas construções que foram utilizadas após a sequência didática, para apresentar a demonstração de Perigal aos alunos.

[<https://www.geogebra.org/m/jfxjbunr>](https://www.geogebra.org/m/jfxjbunr)

4.1.4 Apresentando o *e-book*

A escolha de fazer um *e-book* veio com a necessidade de encontrar um meio de divulgação da sequência didática, de modo que professores possam ter acesso. O *e-book* foi produzido na plataforma online CANVA, que trabalha com design gráfico e comunicação visual. A plataforma Canva possui vários recursos, inclusive de IA (Inteligência Artificial), que foram utilizadas na produção do *e-book*. Outra possibilidade interessante do CANVA é a de criar uma página que permite uma maior visualização a partir dos buscadores como o Google. Para visualizar o *e-book* o leitor pode digitar o endereço eletrônico <https://xn-sequenciadidticateoremadepitgoras-uycq.my.canva.site/produto-educacional> ou clicar no

[Link: Sequência Didática](#)

5 Resultados da Pesquisa

5.1 Análise do questionário aplicado aos professores

Foram entrevistados 6 professores de matemática que atuam na escola onde foi realizada a pesquisa, dos quais 3 atuam como professor regente e 3 atualmente atuam em cargos administrativos. (diretor adjunto, coordenador pedagógico e professor articulador da sala de leitura).



Gráfico 5.1 – Tempo de atuação como professor(a) de Matemática

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Podemos notar nos Gráficos 5.1 e 5.2 que a grande maioria dos professores possui mais de dez anos de experiência, onde 2 possuem apenas o curso de licenciatura em matemática, 2 possuem pós-graduação Lato Sensu e outros 2 possuem mestrado.



Gráfico 5.2 – Formação acadêmica

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Podemos observar, no Gráfico 5.3, que dos 6 professores participantes da pesquisa apenas 3 disseram concordar totalmente com a afirmação "Sempre consigo trabalhar o teorema de Pitágoras nas turmas de 9º ano", enquanto os outros 3 professores disseram concordar parcialmente. Podemos concluir que o teorema de Pitágoras é um conteúdo importante e que é sempre apresentado pelo professor, muitas das vezes não da maneira que deveria ou que o professor gostaria.

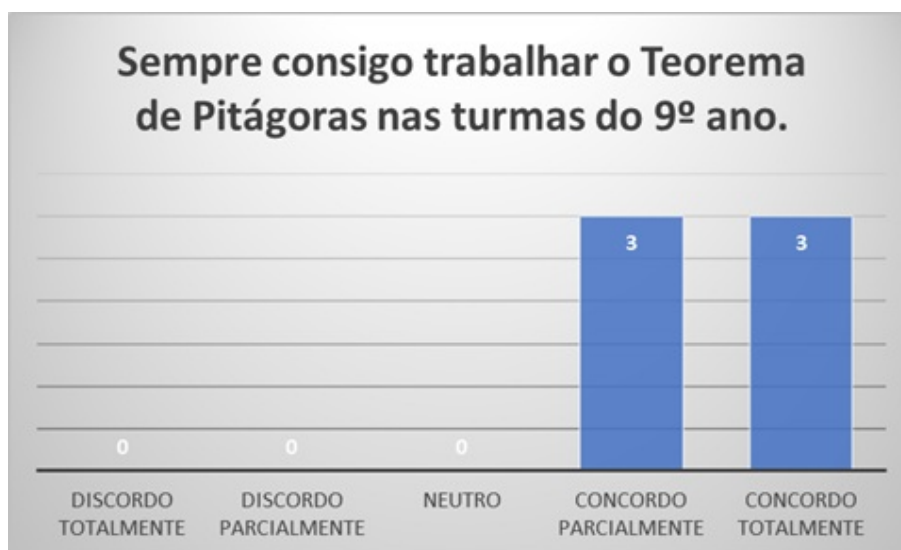


Gráfico 5.3 – Sempre consigo trabalhar o Teorema de Pitágoras nas turmas do 9º ano.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Todos os professores disseram utilizar exemplos do cotidiano para abordar o teorema de Pitágoras, Gráfico 5.4 . Um dos professor que assinalou também que apresenta apenas a fórmula. Observamos então que nenhum professor utiliza atividades mais atrativas aos alunos e muito menos apresenta a demonstração do teorema de Pitágoras.



Gráfico 5.4 – Como o professor aborda o Teorema de Pitágoras em sua aula

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Podemos observar no Gráfico 5.5 que os recursos mais utilizados pelo professor no ensino do teorema de Pitágoras são o quadro branco e o livro didático, enquanto os recursos digitais e materiais concretos são os menos utilizados.



Gráfico 5.5 – Quais materiais você utiliza para ensinar o Teorema de Pitágoras?

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Podemos observar, no Gráfico 5.6 que 5 dos 6 professores entrevistados conhece o *software* GeoGebra.

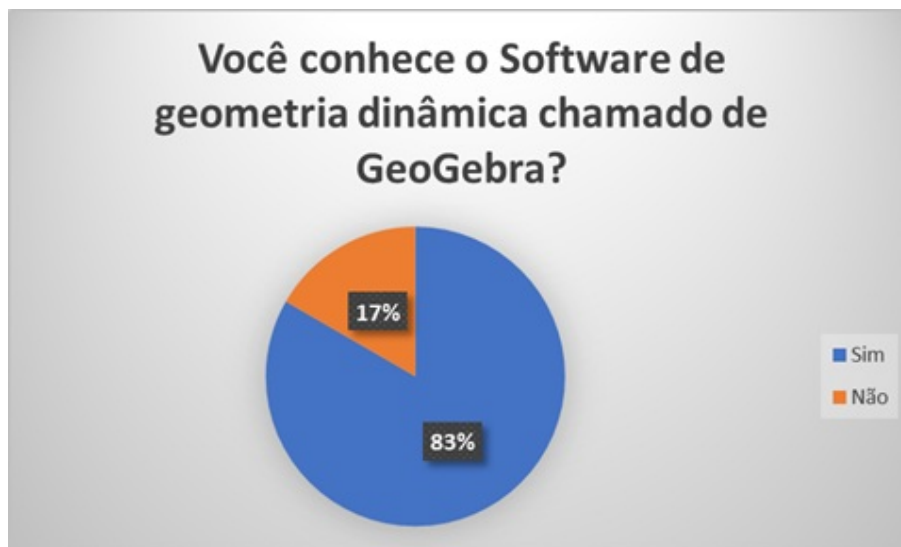


Gráfico 5.6 – Você conhece o Software de geometria dinâmica chamado de GeoGebra?

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Apesar de 5 dos 6 professores afirmarem conhecer o software GeoGebra, apenas 2 deles afirmam utilizá-lo em suas aulas (Gráfico 5.7).

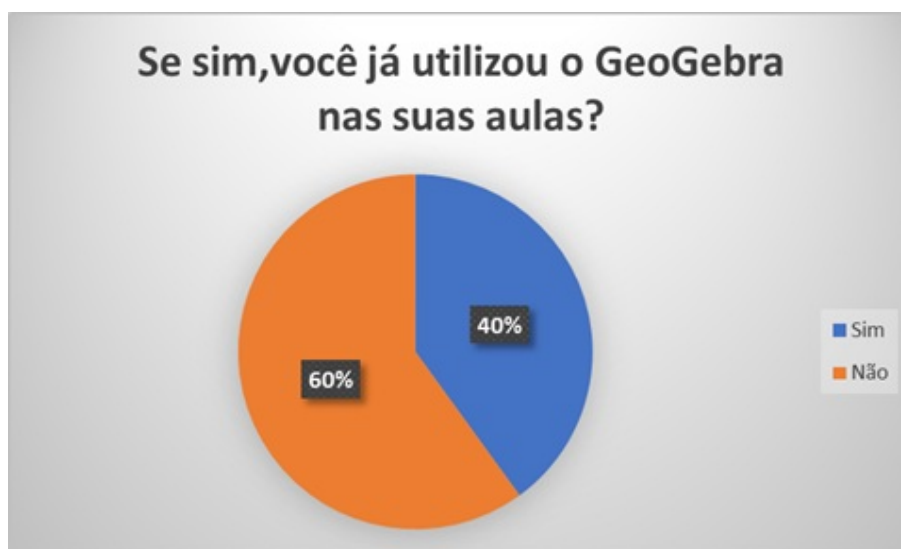


Gráfico 5.7 – A utilização do GeoGebra em suas aulas

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Fica mais evidente a não utilização do GeoGebra pelos professores quando observamos o Gráfico 5.8, onde todos os professores que assinalaram utilizar o GeoGebra afirmaram utilizá-lo raramente.



Gráfico 5.8 – Com que frequência os professores utilizam o GeoGebra em sala de aula

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Sobre a afirmação "O GeoGebra é fácil de usar.", podemos observar, no gráfico 5.9 que a metade dos professores marcou a opção "NEUTRO", que pode indicar a falta de conhecimento técnico sobre o GeoGebra apesar disso nenhum professor discordou da afirmação.

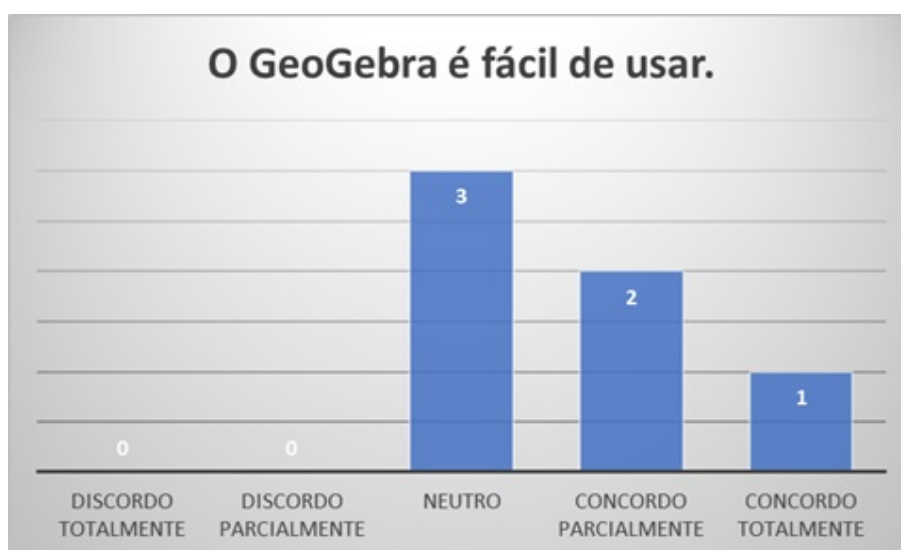


Gráfico 5.9 – O GeoGebra é fácil de usar.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

A sequência didática foi disponibilizada a todos os professores, através do *link* do GeoGebra, antes da aplicação do questionário mas podemos observar no Gráfico 5.10 que apenas a metade deles acessou a sequência antes da pesquisa.

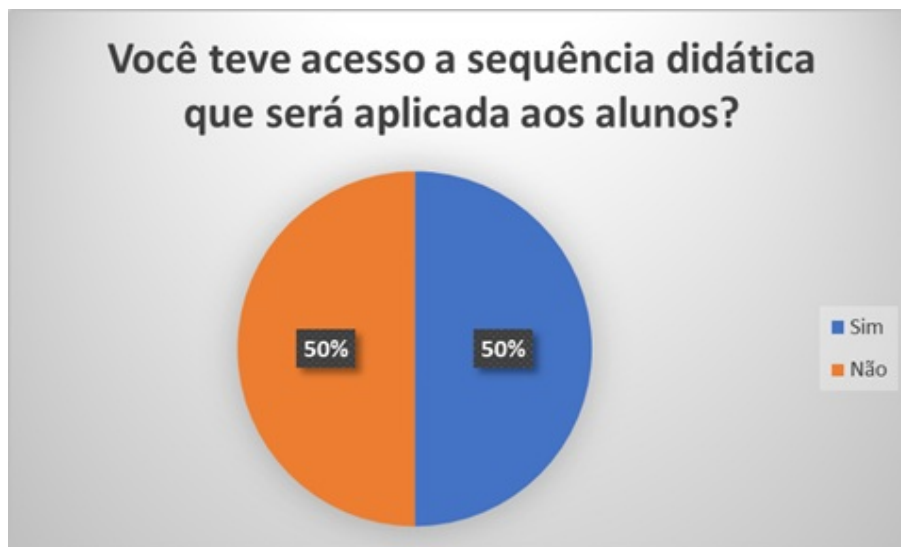


Gráfico 5.10 – Você teve acesso a sequência didática que será aplicada aos alunos?

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

O espaço do laboratório foi inaugurado em março de 2024, mas podemos observar que apenas 1 dos 6 professores de matemática utilizam o espaço.

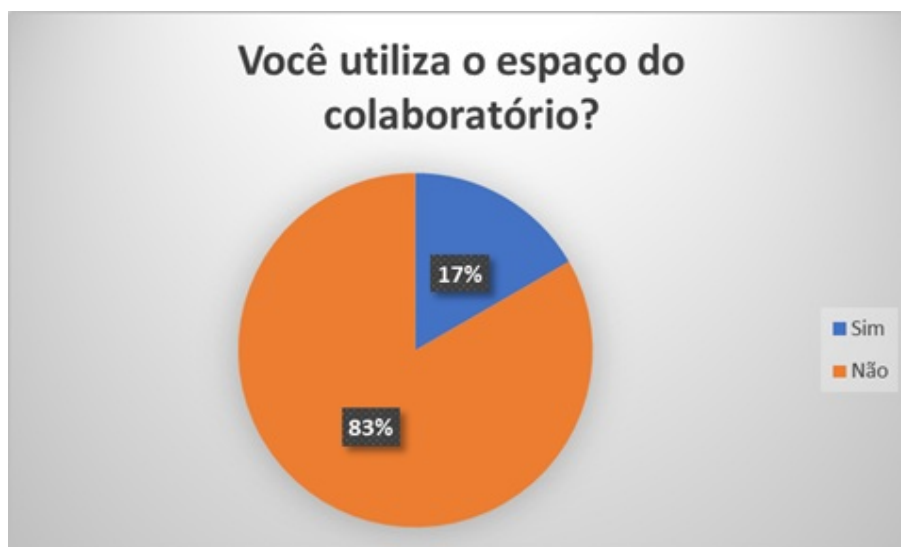


Gráfico 5.11 – Você utiliza o espaço do laboratório?

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Observando o Gráfico 5.12, fica ainda mais claro que como espaço do laboratório é subutilizado pelos professores de matemática.

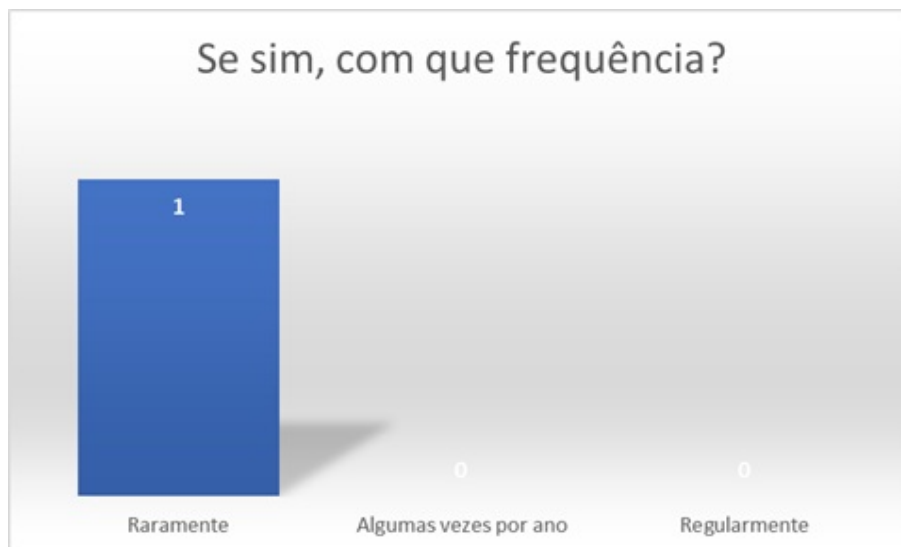


Gráfico 5.12 – Com que frequência os professores utilizam o espaço do laboratório

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Apesar de pouco utilizado pelos professores, todos concordam que o laboratório é um espaço importante com recursos e estimulante para os alunos (Gráfico 5.13).

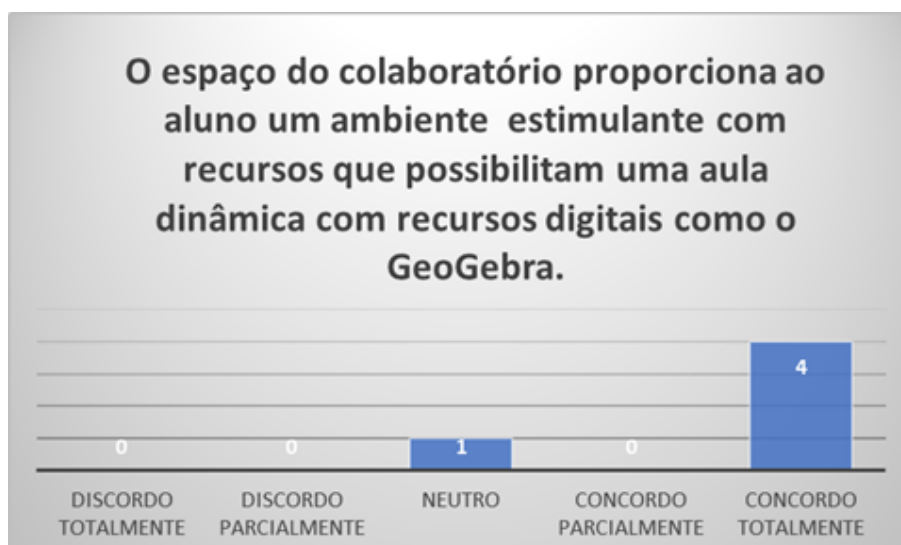


Gráfico 5.13 – O espaço do laboratório proporciona ao aluno um ambiente estimulante com recursos que possibilitam uma aula dinâmica com recursos digitais como o GeoGebra.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Podemos observar, no Gráfico 5.14, que todos os professores consideram importante a visualização e manipulação de construções geométricas digitais.

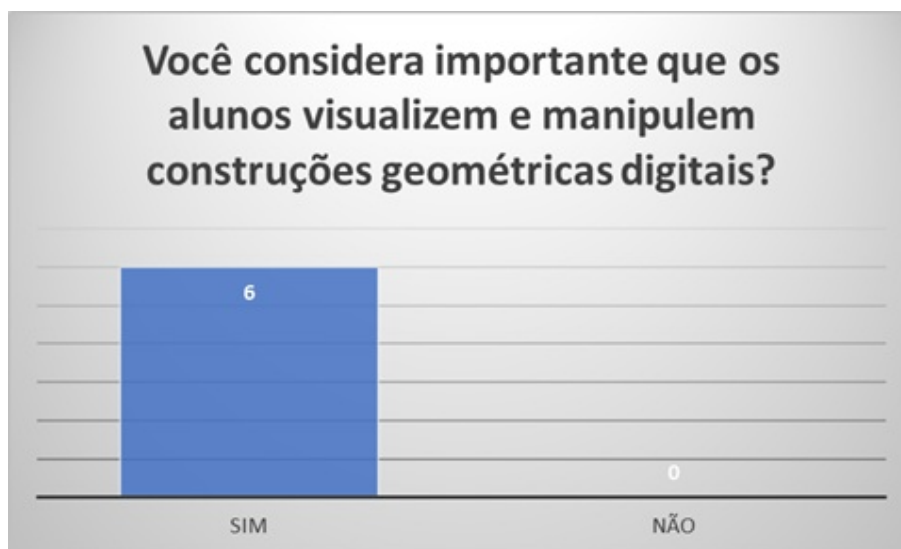


Gráfico 5.14 – Você considera importante que os alunos visualizem e manipulem construções geométricas digitais?

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Podemos observar, no Gráfico 5.15, que metade dos professores utilizaria a sequência didática em suas aulas.

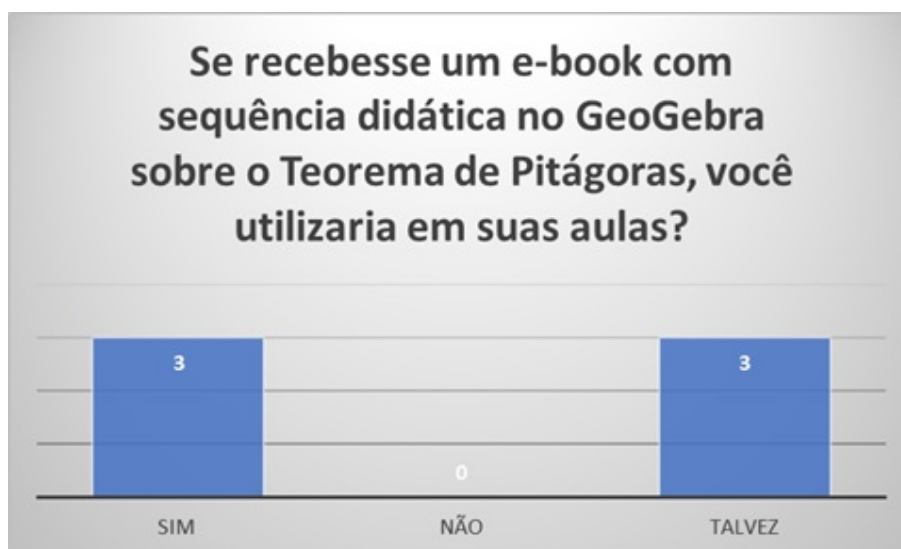


Gráfico 5.15 – Utilização da sequência didática pelos professores por meio do e-book

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Nas Figuras 5.3 e 5.4, notamos que, em geral, os professores conseguem de certa maneira apresentar o Teorema de Pitágoras aos alunos do 9º ano e utilizando, em sua grande maioria, exemplos do cotidiano na apresentação. Apenas um professor relatou que apresenta somente a fórmula. Observamos ainda que a grande parte dos professores utiliza quadro branco e livro didático (Figura:5.5) mesmo com 5 dos 6 professores afirmando que conhecem o GeoGebra (Figura:5.6). Dos professores que conhecem o GeoGebra apenas 1 já utilizou em sala de aula e raramente. Apesar disso todos consideram importante que

os alunos manipulem construções geométricas digitais, o que parece contraditório, pois 5 deles não utilizam o espaço do laboratório e o único que utiliza, o fez raramente.

Podemos concluir que os professores consideram importante o uso de ferramentas de geometria dinâmica como o GeoGebra e o uso do espaço do laboratório mas ao mesmo tempo percebemos que o recurso do GeoGebra o espaço do laboratório são usados raramente, talvez este fato esteja ligado a falta de capacitação para o uso de GeoGebra e dos recursos do laboratório.

5.2 Análise do questionário 1 aplicado aos alunos

O questionário 1 foi aplicado aos cinco alunos que participaram da pesquisa, antes da sequência didática, e foi dividido em 4 partes. Primeira parte referente aos dados do aluno, onde perguntamos a idade e se já havia algum conhecimento prévio sobre o teorema de Pitágoras. A segunda parte se refere aos conhecimentos sobre geometria, especificamente sobre o triângulo retângulo. Na terceira parte, perguntamos sobre o conhecimento do teorema de Pitágoras. A quarta parte se refere a familiaridade com recursos digitais, como o uso de computadores e especificamente sobre o uso do *software* GeoGebra.

Participaram efetivamente da pesquisa 5 alunos, que possuem idade entre 13 e 15 anos, em que dois alunos já haviam estudado o teorema de Pitágoras.

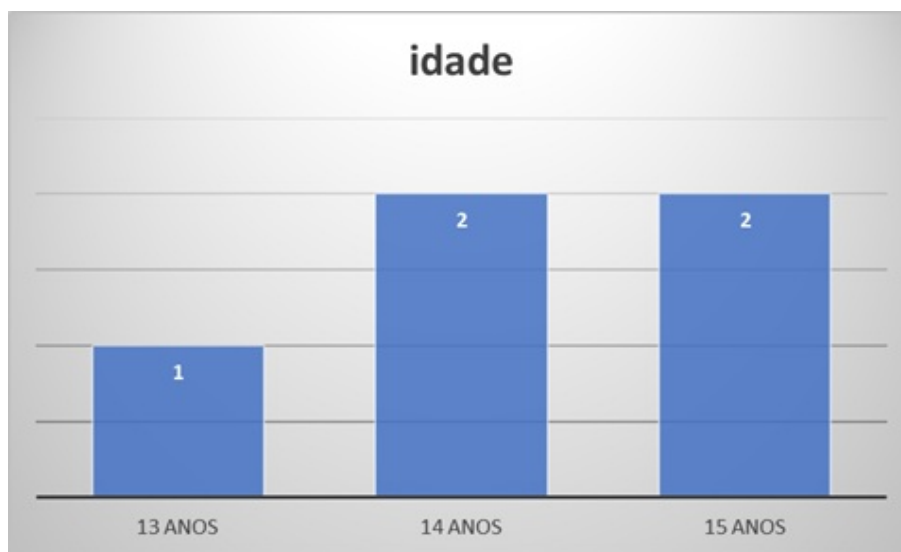


Gráfico 5.16 – Idade dos alunos

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Podemos observar, no Gráfico 5.17, que 2 dos 5 alunos que participaram da pesquisa afirmaram já ter estudado o teorema de Pitágoras em anos anteriores.



Gráfico 5.17 – Você já estudou o teorema de Pitágoras em anos anteriores?

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Em relação aos conhecimentos sobre geometria, todos os alunos sabiam definir um triângulo retângulo, (Gráfico 5.18), mas apenas um deles relatou conseguir identificar um triângulo retângulo no dia-a-dia (Gráfico 5.20).

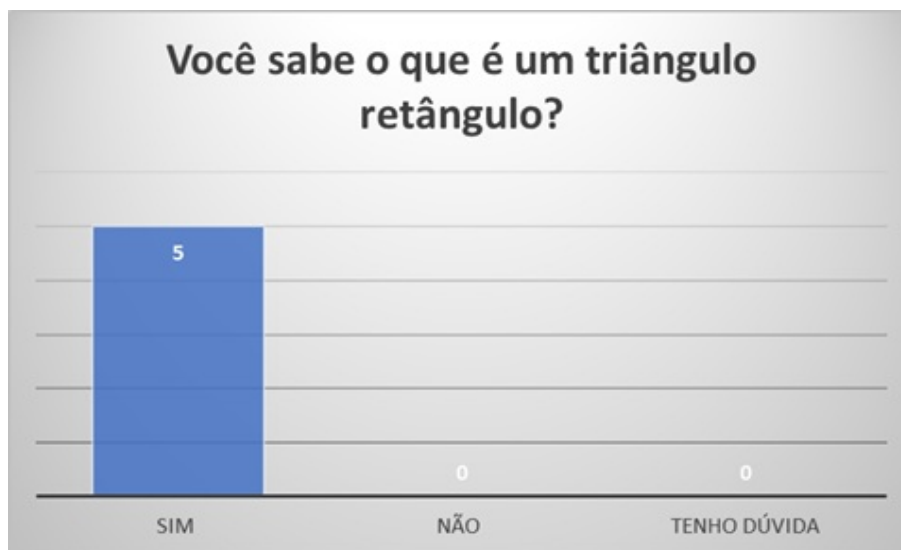


Gráfico 5.18 – Você sabe o que é um triângulo retângulo?

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

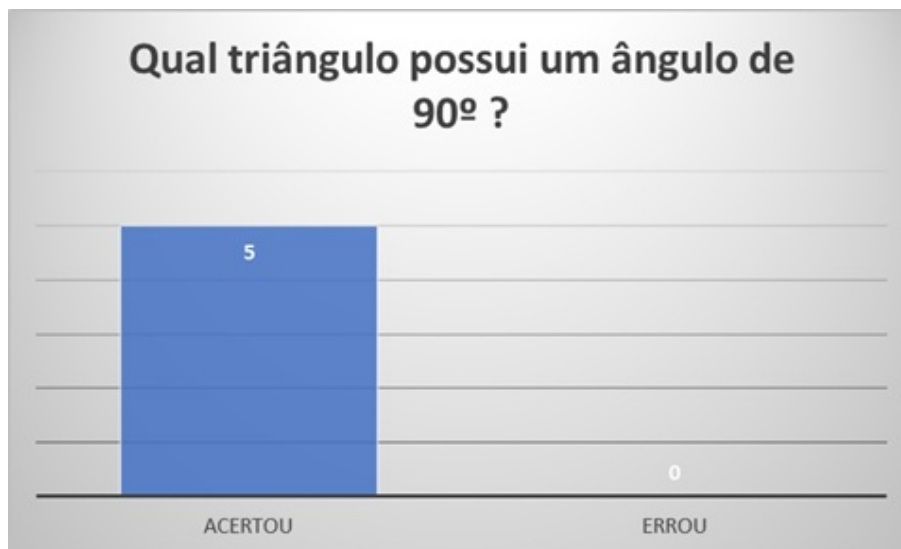


Gráfico 5.19 – Qual triângulo Possui um ângulo de 90°?

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

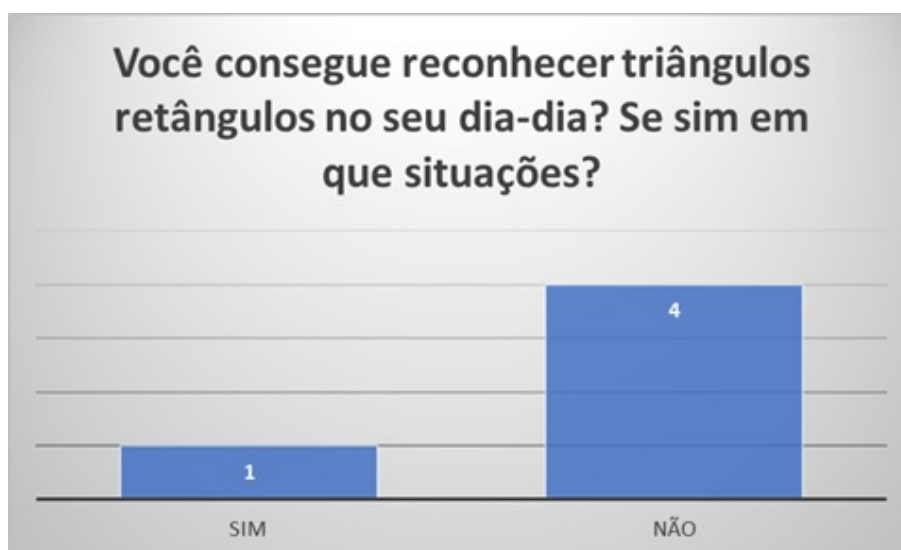


Gráfico 5.20 – Você consegue reconhecer triângulos retângulos no seu dia-dia?

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Em relação ao conhecimento sobre o teorema de Pitágoras, todos os alunos responderam conhecer e assinalaram conseguir citar situações onde se pode utilizar o teorema de Pitágoras. Apesar de conseguir citar as situações de aplicabilidade do teorema de Pitágoras, alguns alunos não conseguiam falar ou explicar com suas palavras o teorema, como ilustra a Figura 44 em sua questão 7.

Parte 3 – Conhecimentos sobre o Teorema de Pitágoras

6. Você já ouviu falar no Teorema de Pitágoras?
☒ Sim ☐ Não ☐ Tenho dúvida

7. Se respondeu “Sim”, o que você lembra sobre ele?
Não me lembro

8. Você conseguiu citar situações em que podemos utilizar o Teorema de Pitágoras?
☒ Sim ☐ Não ☐ Não tenho certeza
 Se sim, explique uma situação onde podemos utilizar o Teorema de Pitágoras.
Construção de laços...

9. Quando precisa descobrir o tamanho de um lado de um triângulo, você:
☒ Usa fórmula ☐ Faz desenho ou esquema
☐ Mede diretamente com régua ☐ Outra forma: _____

Figura 44 – Respostas da parte 3 de um aluno participante da pesquisa

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Podemos observar no Gráfico 5.21 que 100% dos alunos já conheciam o teorema de Pitágoras. O resultado já era esperado em relação a esta questão da pesquisa, devido ao período da aplicação da pesquisa, que ocorreu no último bimestre, momento no qual o conteúdo já tinha sido apresentado.



Gráfico 5.21 – Você já ouviu falar no Teorema de Pitágoras?

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

No Gráfico 5.22, todos os alunos afirmam que conseguem citar situações em que

possam utilizar o teorema de Pitágoras.

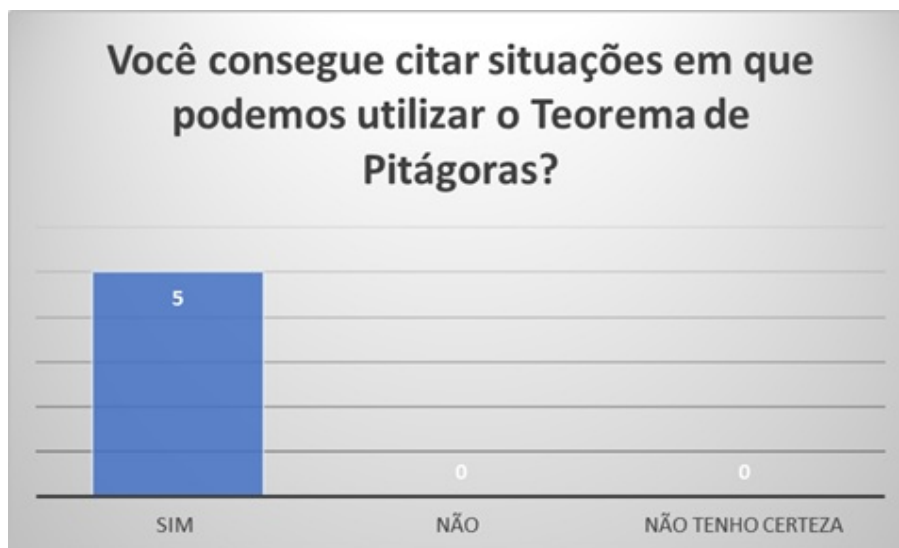


Gráfico 5.22 – Você consegue citar situações em que podemos utilizar o teorema de Pitágoras?

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

No Gráfico 5.23, temos que três alunos aplicam diretamente a fórmula do teorema do Pitágoras, quando precisam descobrir a medida do lado de um triângulo, um aluno diz fazer um desenho ou esquema e o outro aluno diz realizar a tarefa de outra forma.

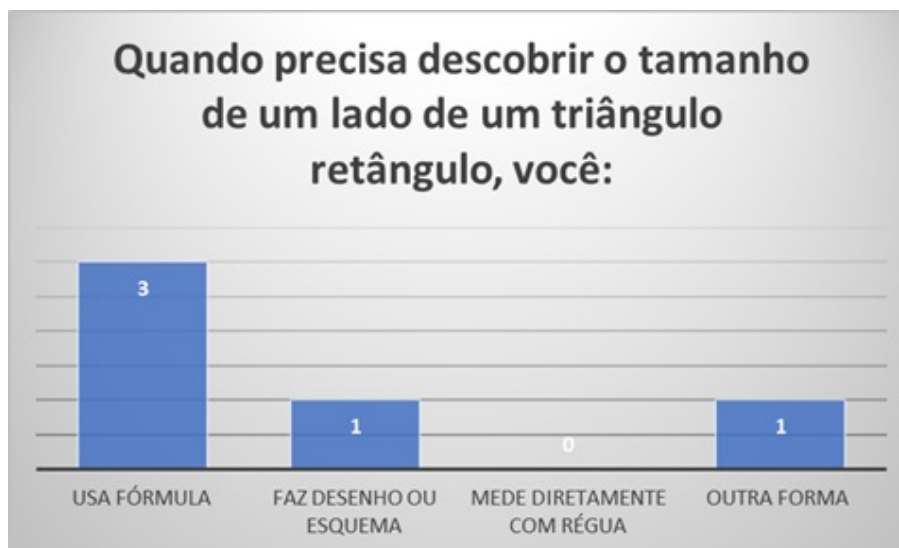


Gráfico 5.23 – Como você faz para descobrir a medida de um lado do triângulo retângulo?

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Em relação a familiaridade com o GeoGebra, todos os alunos responderam que não conhecem e, conseqüentemente, nunca o usaram.

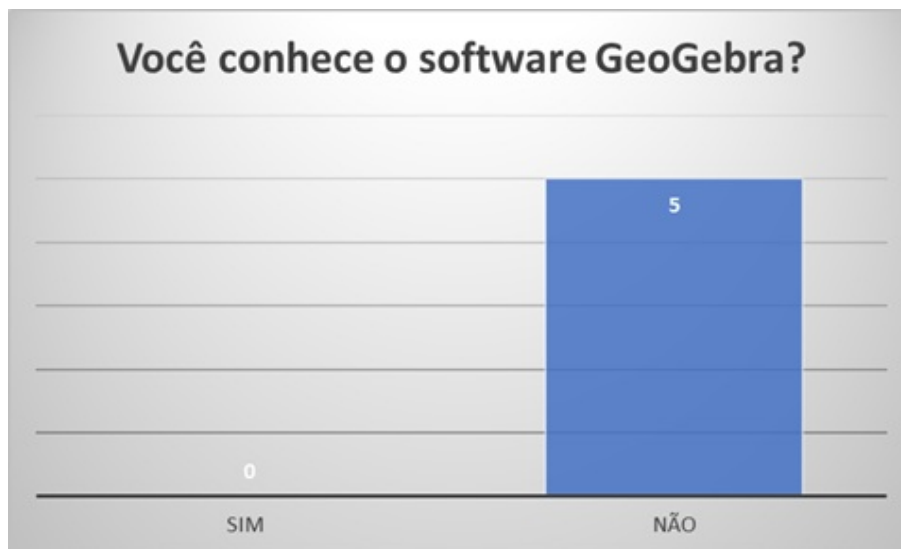


Gráfico 5.24 – Você conhece o Software GeoGebra?

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)



Gráfico 5.25 – Você já usou o GeoGebra?

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Sobre o uso do computador ou celular para aprender matemática, dois alunos disseram que não usam e três alunos afirmaram que usam.



Gráfico 5.26 – Você já usou computador ou celular para aprender matemática?

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Podemos concluir, baseado no questionário 1, que os alunos já possuem certo conhecimento sobre o triângulo retângulo e seus elementos, (Gráfico 5.18 e Gráfico 5.19). Em relação ao Teorema de Pitágoras, se verifica lacunas na compreensão: dizem que conhecem o Teorema de Pitágoras, o que observamos no Gráfico 5.21, mais não conseguem enunciar com suas palavras o Teorema de Pitágoras, como podemos observar em um dos questionários que foram aplicados aos alunos (Figura 44). Por fim, observamos que 40% dos alunos não utilizam computador ou celular para aprender matemática, (Gráfico 5.26), o que indica que há um caminho de oportunidades, ainda não trilhado!, no sentido de incentivá-los ao uso do computador e do celular para aprender matemática.

5.3 Análise do questionário 2 aplicado aos alunos

O questionário 2 foi aplicado aos cinco alunos que participaram da pesquisa após apresentação da sequência didática e foi dividido em 4 partes. A primeira parte (Questões 1 a 4) se refere à compreensão sobre o Teorema de Pitágoras. A parte 2 (questões 5 e 6) se refere à aplicações e utilidades. A parte 3 (Questões 7 a 10) a experiência do aluno no uso da plataforma GeoGebra. Por fim, a parte 4 (Questões 11 a 13) se refere a uma avaliação geral do aluno sobre a sequência didática e prova do Teorema de Pitágoras.

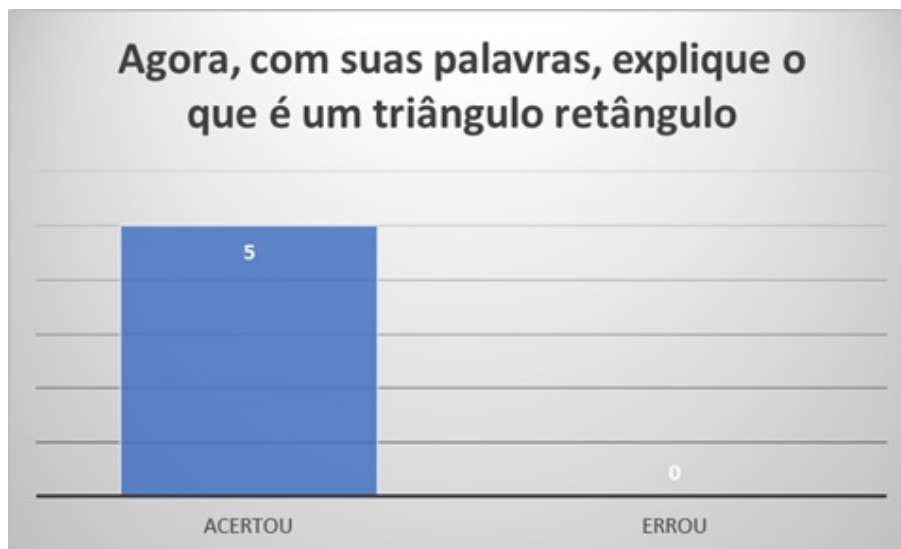


Gráfico 5.27 – Questão 1: agora, com suas palavras, explique o que é um triângulo retângulo

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Na parte 1, que se refere à compreensão sobre a Teorema de Pitágoras, observamos uma melhora nas respostas. Podemos verificar na questão 2 "*O que diz o teorema de Pitágoras*", (Figura 5.28), que a resposta de um dos alunos tem a influência da demonstração de Perigal.

Resposta do aluno (Figura 5.28): "*que a soma dos catetos (áreas menores do triângulo retângulo) é igual o da hipotenusa.*"

É claro que o aluno ainda não consegue enunciar o teorema corretamente, mas quando ele destaca, entre parênteses, "*áreas menores do triângulo retângulo*" ele está associando a área dos quadrados do cateto com a área do quadrado da hipotenusa. Essa pequena evolução só ocorreu porque ele teve acesso a demonstração do teorema de Pitágoras feita por Perigal.

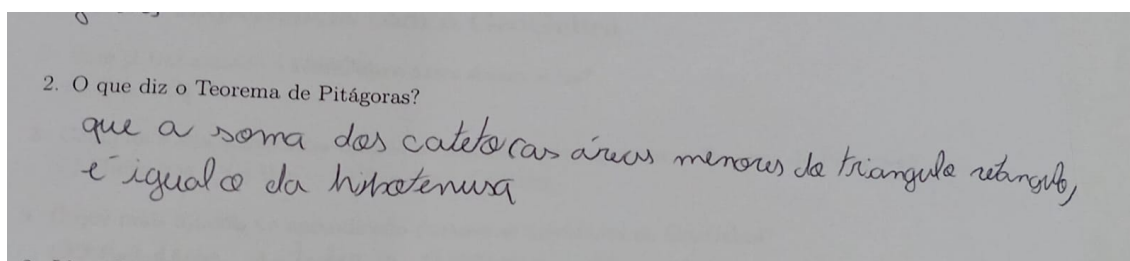


Gráfico 5.28 – O que diz o Teorema de Pitágoras?

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

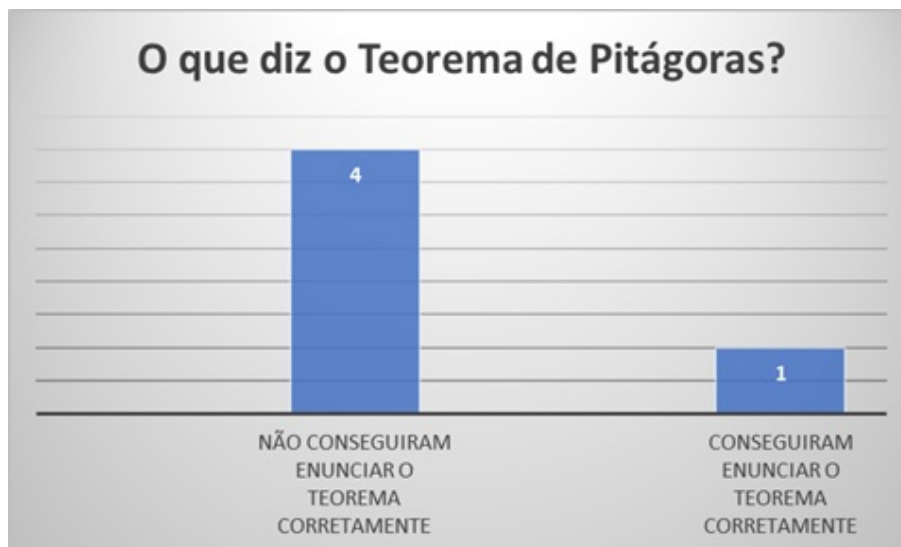


Gráfico 5.29 – O que diz o Teorema de Pitágoras?

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

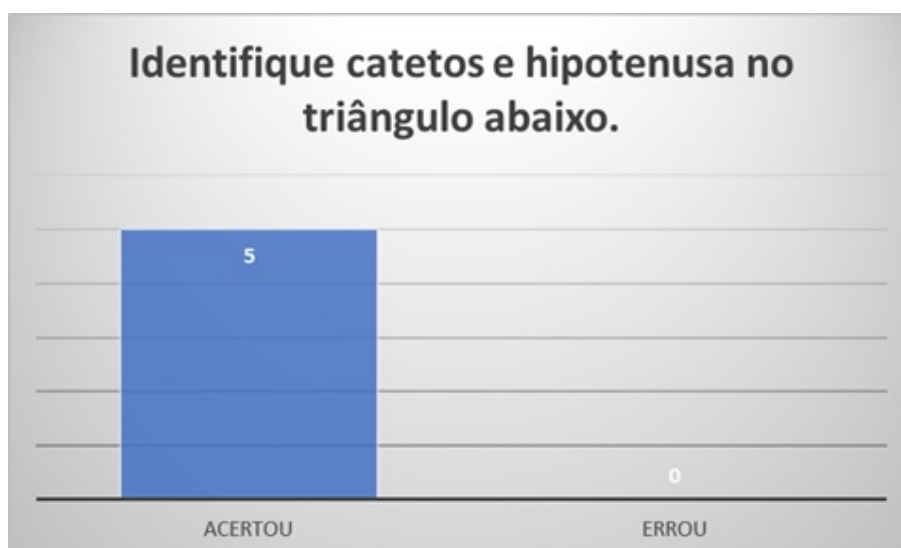


Gráfico 5.30 – Identifique catetos e hipotenusa no triângulo retângulo

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Na questão 4 (Gráfico 5.31), foi apresentado ao aluno um simples problema, envolvendo o cálculo da medida da hipotenusa. Dos 5 participantes apenas um deles errou o resultado. Dos 4 alunos que acertaram, apenas um deles apresentou um esquema com o triângulo retângulo e desenvolveu o restante da questão passo a passo. Os demais alunos que acertaram apenas colocaram a resposta, sem mostrar o desenvolvimento.

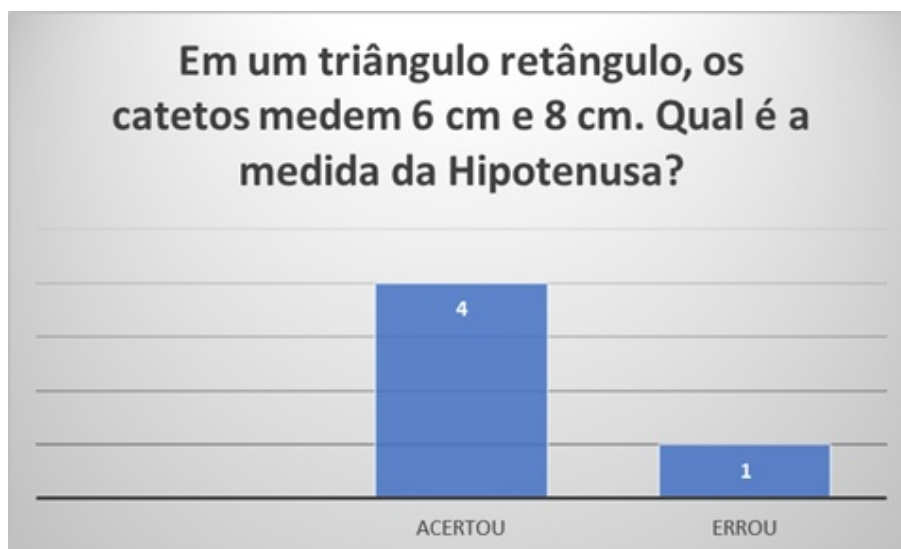


Gráfico 5.31 – Em um triângulo retângulo, os catetos medem 6cm e 8cm. Qual é a medida da hipotenusa?

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Na parte 2, temos questões sobre a aplicabilidade e utilização do Teorema de Pitágoras. As respostas mostram uma melhor compreensão sobre a aplicabilidade e um aumento da confiança em usar o teorema de Pitágoras, tendo em vista que 80% dos alunos acertaram a medida da hipotenusa.

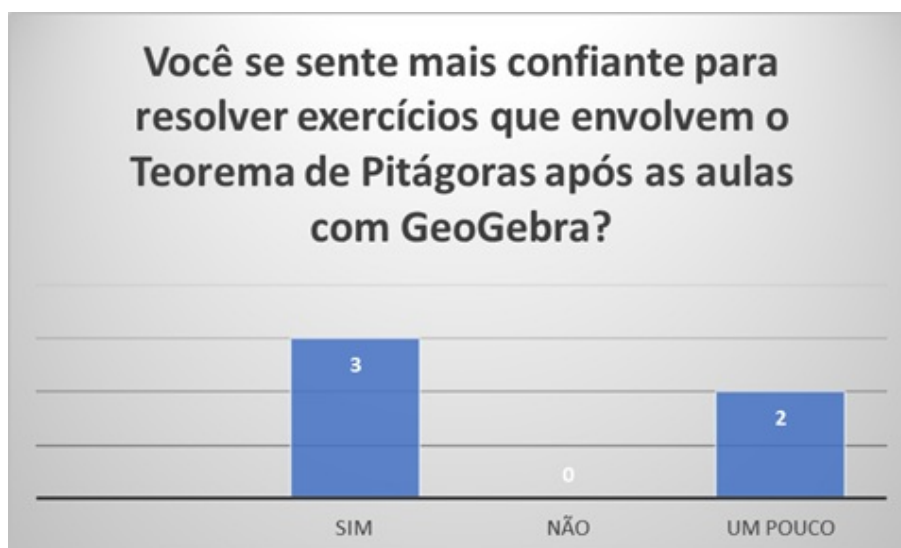


Gráfico 5.32 – Você se sente mais confiante para resolver exercícios que envolvem o Teorema de Pitágoras após as aulas com GeoGebra?

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Na parte 4, temos questões sobre como foi a experiência de usar o GeoGebra. No geral, os alunos acharam a experiência boa. A maioria ressalta que a utilização do Geogebra ajudou na melhor compreensão do teorema de Pitágoras e da sua demonstração, (Figura 45 questões 9 e 10).

8. Como foi a sua experiência usando o GeoGebra para aprender o Teorema de Pitágoras?
☒ Muito boa ☐ Boa ☐ Regular ☐ Ruim

9. O que mais ajudou no aprendizado durante as atividades no GeoGebra?
 As explicações visuais, como o teorema do pitágoras e a sua prova.

10. O que poderia melhorar nas atividades ou na forma como as aulas foram dadas?
 Nada, a experiência foi bem gratificante!
 Poderia melhorar tendo mais aulas assim!

Parte 5 – Avaliação geral

11. O que você mais gostou nas aulas sobre o Teorema de Pitágoras?
 As explicações visuais, como a prova do Teorema de Pit.

12. O que você menos gostou?

Figura 45 – Trecho do questionário: questões 8 , 9 e 10

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

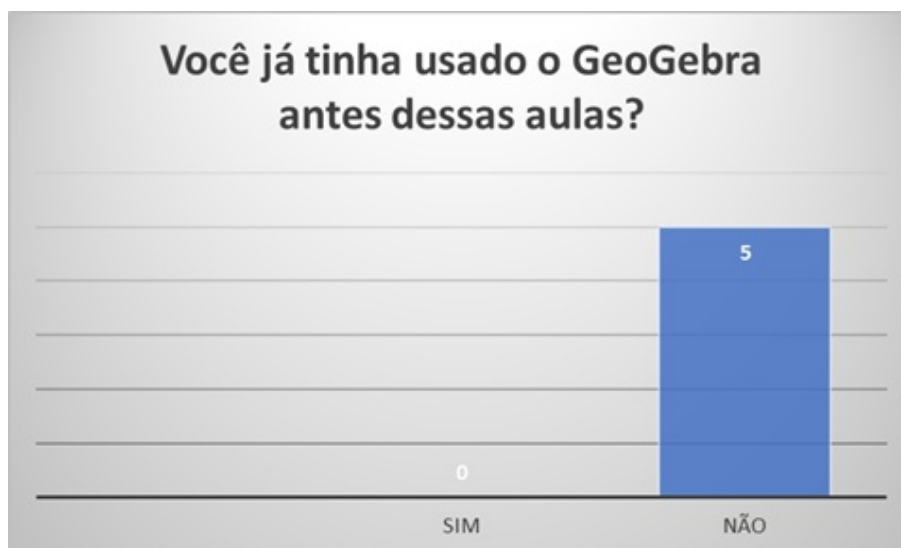


Gráfico 5.33 – Você já tinha usado o GeoGebra antes dessas aulas?

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

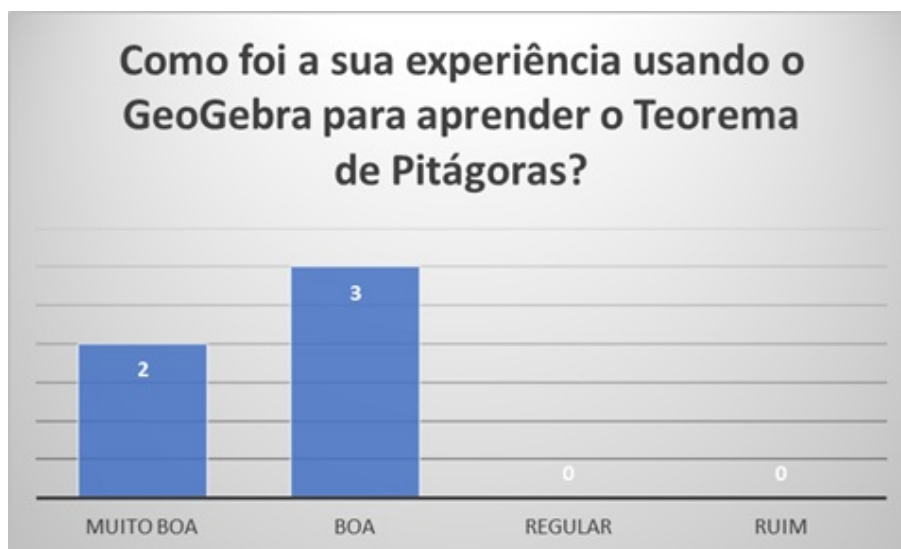


Gráfico 5.34 – Como foi a sua experiência usando o GeoGebra para aprender o Teorema de Pitágoras?

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

A quarta parte se refere a avaliação da sequência didática. Os alunos relataram em geral uma visão positiva da aula, mencionando a geometria dinâmica e a demonstração do teorema de Pitágoras. Um ponto de destaque foi a percepção de um aluno sobre o pouco tempo dedicado a apresentação da aula, conforme sua resposta à questão 12 (figura 46). Isso mostra como a sequência didática por meio do GeoGebra é atraente para o aluno.

Parte 5 – Avaliação geral

11. O que você mais gostou nas aulas sobre o Teorema de Pitágoras?
As explicações visuais, como a ~~prova~~ prova do Teorema de Pitágoras.

12. O que você menos gostou?
Foi pouca a duração da aula.

13. Você gostaria que outras aulas de matemática usassem recursos como o GeoGebra?
☒ Sim ☐ Não Por quê? *Porque foi divertido e muito enriquecedor aprender com o GeoGebra.*

Figura 46 – Trecho do questionário: Parte 5

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Podemos concluir que a sequência didática e demonstração do teorema de Pitágoras conseguiram melhorar a compreensão do teorema de Pitágoras pelos alunos.

6 Considerações Finais

A pesquisa teve como propósito, investigar os impactos da aplicação de uma sequência didática com uso do *software* GeoGebra no processo de ensino e aprendizagem de conceitos geométricos, especificamente sobre o Teorema de Pitágoras, em uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública, localizada na Maré, Rio de Janeiro. A motivação para esta pesquisa surge com o baixo rendimento dos alunos do 9º ano na Atividade Diagnóstica em Rede (ADR).

A pesquisa foi realizada com seis professores de matemática e com cinco alunos da escola. A pesquisa aplicada aos professores mostrou que a maioria dos professores não utiliza recursos como o GeoGebra no ensino de geometria, especificamente sobre o Teorema de Pitágoras, e nem o espaço do colaboratório, apesar de relatarem a importância de ambos. Talvez este fato esteja ligado à falta de capacitação para o uso do GeoGebra e dos recursos do colaboratório. O resultado que mais corrobora a importância da sequência didática é que nenhum professor apresenta a prova do teorema de Pitágoras aos alunos, onde a grande maioria utiliza exemplos do cotidiano ou simplesmente só apresenta a fórmula.

Os resultados obtidos com a pesquisa aplicada aos alunos mostraram que a sequência didática no GeoGebra apresentou eficácia, tanto na revisão como na solidificação do teorema de Pitágoras e nos conceitos geométricos associados. Os alunos que participaram da pesquisa e utilizaram a sequência mostraram motivação e interesse. Na aplicação do questionário aos alunos, uma das perguntas foi, *"O que poderia melhorar nas atividades ou na forma de como as aulas foram dadas?"* As respostas corroboram a relevância da sequência didática. Em destaque temos, as respostas a seguir: *"... a experiência foi bem gratificante! poderia melhorar tendo mais aulas assim."*, *"Continuar sendo em silêncio e tranquilidade. Como esta atividade."* Isso mostra que levar os alunos para o espaço do colaboratório, um ambiente descontraído com uma configuração diferente da sala de aula e utilizar os *notebooks* para acessar a sequência didática motivou os alunos e renovou o interesse destes.

Diante do exposto, podemos confirmar que a sequência didática por meio do GeoGebra contribuiu na aprendizagem do teorema de Pitágoras e da sua demonstração. Os resultados obtidos após a aplicação da sequência didática mostra como os alunos consolidaram seus conhecimentos prévios e como os conhecimentos adquiridos ajudaram na compreensão da demonstração do teorema de Pitágoras.

A contribuição da pesquisa se dá tanto na aplicação da sequência didática, melhorando a aprendizagem dos alunos em relação ao teorema de Pitágoras, como no material disponibilizado aos professores, no formato de *e-book*, no qual apresentamos um caminho possível, mostrando ao professor que uma sequência didática por meio do GeoGebra motiva o aluno e possibilita a prova do Teorema de Pitágoras. Com o compartilhamento da sequência didática, que pode ser acessada pelo link que está no *e-book* que o encaminha para o GeoGebra, no qual professor pode acessá-la e adaptá-la a sua realidade.

Uma limitação na pesquisa foi o número reduzido de alunos participante. A pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), no qual protocolos rigorosos foram estabelecidos e cumpridos, como a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) pelos alunos menores de idade e seus responsáveis legais respectivamente, o que gerou um obstáculo

burocrático, acarretando em um pequeno número de alunos participantes da pesquisa. Outro ponto limitante da pesquisa foi a não verificação dos resultados das Avaliações Didáticas em Rede (ADR), principalmente das questões que atendem a habilidade EF09MA09 (Resolver e elaborar problemas que envolvam relações métricas no triângulo retângulo, incluindo o Teorema de Pitágoras, em contextos diversos) devido ao pouco tempo para a realização da pesquisa.

A fim de superar as limitações apontadas, trabalhos posteriores devem estender a pesquisa para além de uma única unidade escolar, buscando sanar o pequeno número de participantes, além de um prazo maior de pesquisa que possibilite avaliar os resultados da sequência didática no âmbito da ADR. Por fim, a criação de uma sequência didática no GeoGebra contribuiu na melhora do aprendizado do teorema de Pitágoras.

Referências

BALDIN, Y. Y. Da matemática experimental à ferramenta didática: o papel do geogebra na formação de professores da educação básica. *Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo*, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, v. 12, n. 2, p. 194–220, 2023.

BASTIAN, I. V. et al. *O Teorema de Pitágoras*. Dissertação (Mestrado), 2000.

BONGIOVANNI, V. A inserção da geometria dinâmica no ensino da geometria: um olhar didático. *Histemat-Revista de História da Educação Matemática, Santos*, v. 2, n. 2, p. 264–297, 2016.

BONGIOVANNI, V. A inserção da geometria dinâmica no ensino da geometria: um olhar didático. *HISTEMAT - Revista de História da Educação Matemática*, v. 2, n. 2, p. 264–297, 2016. ISSN 2447-6447.

BORWEIN, J. M.; BAILEY, D. H.; GIRGENSOHN, R. *Mathematics by Experiment: Plausible Reasoning in the 21st Century and Experiments in Mathematics*. 2003.

BOYER, C. B.; MERZBACH, U. C. *História da matemática*. [S.l.]: Editora Blucher, 2019.

BRASIL. *Base nacional comum curricular*. Brasília, 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br>>. Acesso em: 27 mar. 2026. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br>>. Acesso em: 27 mar. 2026.

COELHO, A. D. B. *TEOREMA DE PITÁGORAS: QUAL A SUA IMPORTÂNCIA PARA O ENSINO DAS CIÊNCIAS DA NATUREZA?* Tese (Doutorado) — Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências na Educação Básica . . . , 2010.

CRESPO, P. F. d. L. *Ser e estar estudante e morador na favela: produção, tradução e negociação de sentidos enunciados por educadores e educadores da Maré*. 99 p. Dissertação (Dissertação (Mestrado em Educação, Cultura e Comunicação em Periferias Urbanas)) — Faculdade de Educação da Baixada Fluminense, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Duque de Caxias, 2022.

FOCHEZATTO EDILAINÉ CARVALHO E FACHIN, M. P. G. Teorema de pitágoras através do software geometria dinâmica geogebra. *Curso de Especialização em Matemática, Mídias Digitais e Didática*, Instituto de Matemática, 2014.

HOHENWARTER, M.; HOHENWARTER, M. Geogebra. *Available on-line at* <http://www.geogebra.org/cms/en>, 2002.

JÚNIOR, E. N. *A relação escola-família-vizinhança na favela da Maré e o programa Escolas do Amanhã/Bairro Educador*. 203 f. Tese (Doutorado) — Tese (Doutorado em Educação)—Departamento de Educação, Pontifícia . . . , 2017.

LOOMIS, E. *The Pythagorean Proposition: Its Demonstrations Analyzed and Classified, and Bibliography of Sources for Data of the Four Kinds of Proofs*. National Council of Teachers of Mathematics, 1968. (Classics in mathematics education). ISBN 9780873530361. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=V_o-AAAAIAAJ>.

MAOR, E. *The Pythagorean theorem: a 4,000-year history*. [S.l.]: Princeton University Press, 2019. v. 65.

MORAES, L. C. d. O ensino da matemática associada à aplicabilidade do software geogebra (software de matemática) . *RCMOS - Revista Científica Multidisciplinar O Saber.*, v. 9, p. 01–11, 2021.

NASCIMENTO, E. G. A. d. *Avaliação do software Geogebra como instrumento psicopedagógico de ensino em geometria*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação Brasileira, Fortaleza-CE, 2012.

PCN, I. A. P. C. terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental. *Brasília: MEC-Secretaria de Educação Fundamental*, 1998.

PERES, E. M. K.; NOTARE, M. R. O ensino do teorema de pitágoras e as novas tecnologias. *Seminário Comemorativo dos 10 anos do PPGEMAT-UFRGS (2014 out. 20-22: Porto Alegre). Matemática na escola: anais do Seminário Comemorativo dos 10 anos do PPGEMAT-UFRGS [recurso eletrônico]. Porto Alegre: Instituto de Matemática/UFRGS, 2014*, 2014.

PONTE, J. P. da et al. *Histórias de investigações matemáticas*. Portugal - Lisboa: [s.n.], 1998.

SÁNCHEZ, I. C.; CASTILLO, L. A. Uma antiga demonstração do teorema de pitágoras desde a perspectiva da geometria dinâmica. *Boletim Cearense de Educação e História da Matemática*, v. 9, n. 26, p. 214–226, 2022.

ANEXO A – Relatório da Atividade Diagnóstica em Rede (ADR) de 2022.

Rioeduca em Ação

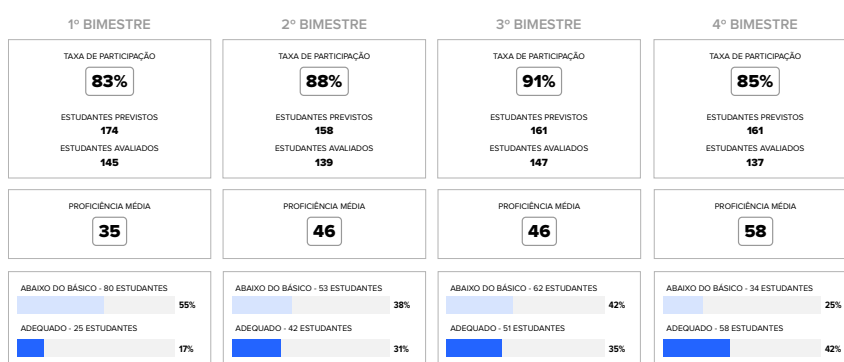
ATIVIDADE DIAGNÓSTICA EM REDE 4ºBI - RIO 2022 - RESULTADOS DA ESCOLA

CRE 04 - ESCOLA MUNICIPAL PROFESSOR JOSUE DE CASTRO

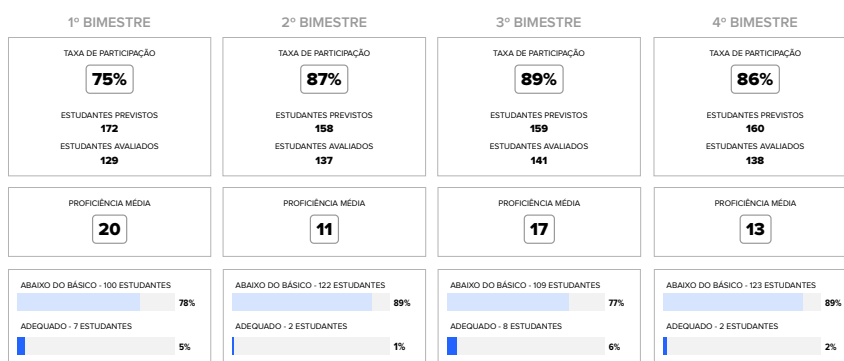
ENSINO FUNDAMENTAL DE 9 ANOS - 9º ANO



PROGRESSO - LÍNGUA PORTUGUESA



PROGRESSO - MATEMÁTICA



Para compreender melhor os dados apresentados aqui, acesse:
<https://avaliacaoemontoramentoriodejaneiro.caeddigital.net/>

APÊNDICE A – E-book





Título: O Teorema de Pitágoras : Uma sequência didática no GeoGebra.

Autores: Silvio Caetano Figueiredo
Andréa Soares Bonifácio

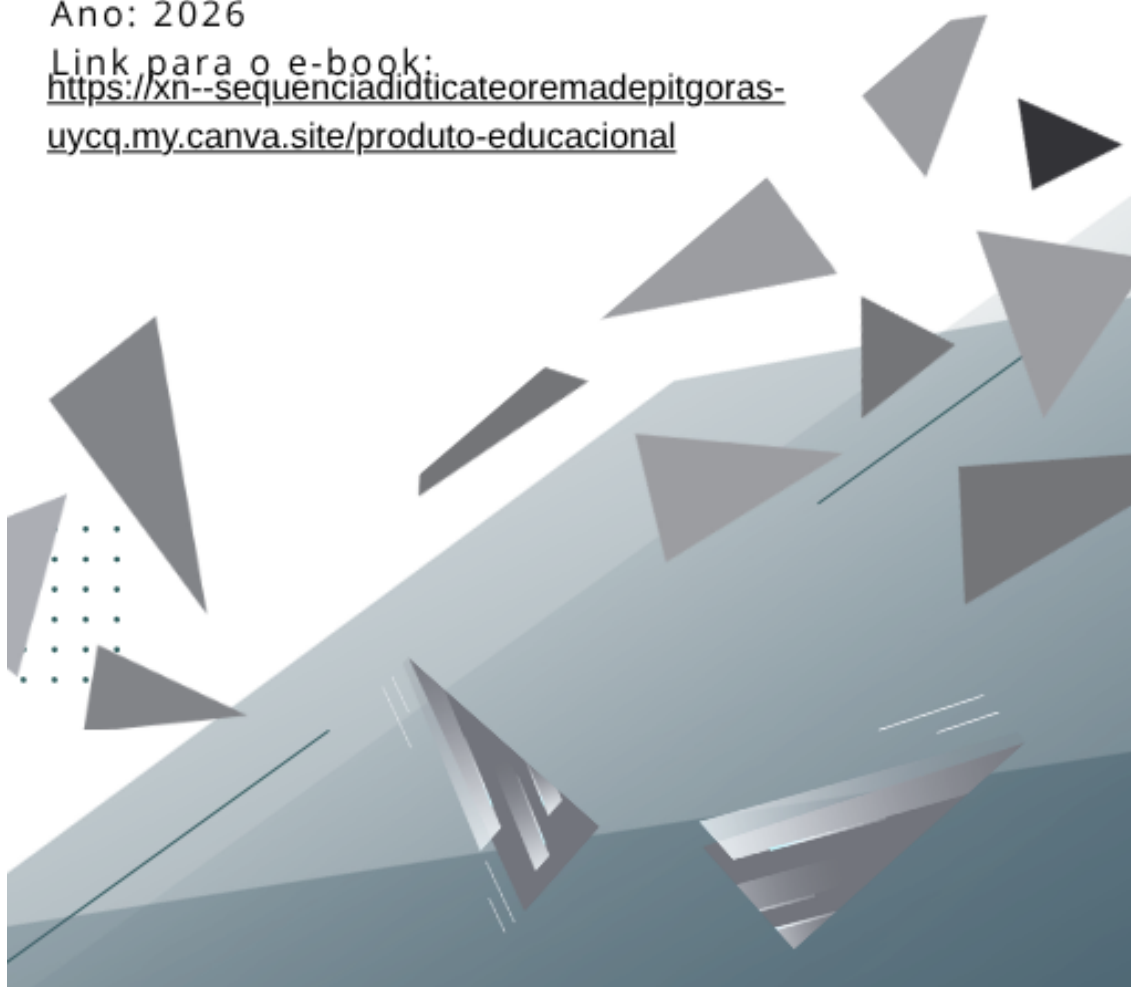
Edição: 1ª edição

Instituição: Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO

Local: Rio de Janeiro

Ano: 2026

Link para o e-book:
<https://xn--sequenciadidicateoremadepitgoras-uycq.my.canva.site/produto-educacional>

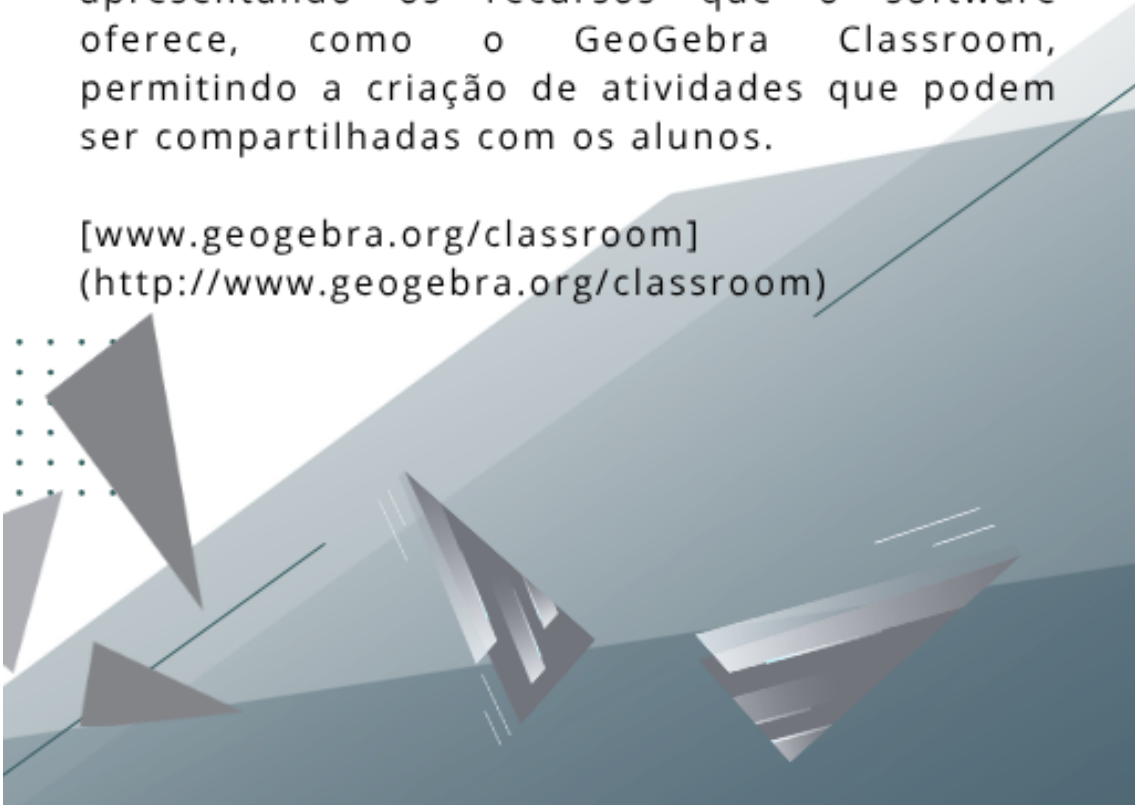




Este recurso educacional integra a dissertação cujo tema é “O Teorema de Pitágoras : O uso de uma sequência didática através do GeoGebra.” Neste e-book, apresentaremos o *software* GeoGebra e uma sequência didática, onde o professor encontrará atividades que podem ser enviadas aos seus alunos.

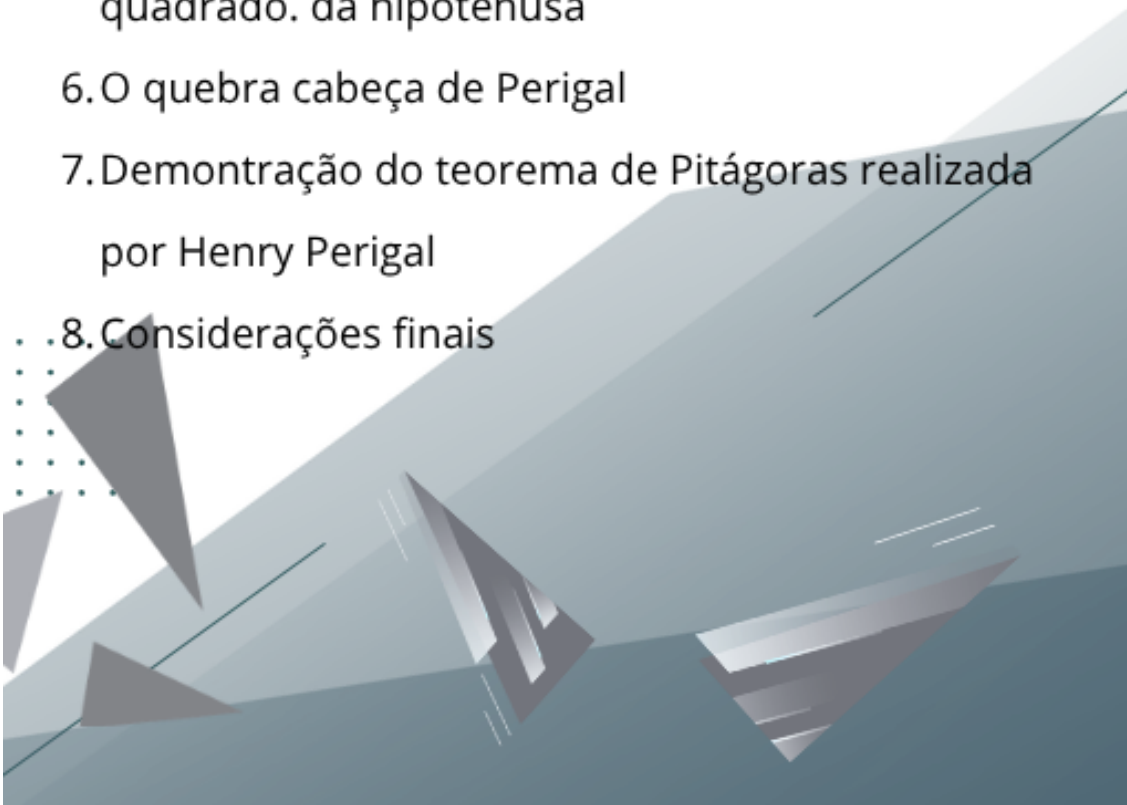
O autor Silvio Caetano Figueiredo, proporciona aos educadores da educação básica uma visão completa sobre as potencialidades do GeoGebra como ferramenta pedagógica. Eles destacam sua aplicação em uma sequência didática, apresentando os recursos que o software oferece, como o GeoGebra Classroom, permitindo a criação de atividades que podem ser compartilhadas com os alunos.

[www.geogebra.org/classroom]
(<http://www.geogebra.org/classroom>)





SUMÁRIO

1. O objetivo da sequência didática
 2. GeoGebra
 3. O que é GeoGebra Classroom ?
 4. Apresentando o triângulo retângulo
 5. A área do quadrado do cateto e a área do quadrado da hipotenusa
 6. O quebra cabeça de Perigal
 7. Demonstração do teorema de Pitágoras realizada por Henry Perigal
 8. Considerações finais
- 



1. Objetivo da sequência didática

O objetivo da sequência didática é melhorar a compreensão do aluno sobre o teorema de Pitágoras, buscando facilitar a o seu entendimento sobre a demonstração do teorema e incentivar o professor a realizar a prova do teorema de Pitágoras. A utilização do *software* GeoGebra na sequência didática sobre o teorema de Pitágoras pode ser uma estratégia poderosa para aprofundar a compreensão dos alunos. Este recurso tecnológico permite que os estudantes visualizem de maneira dinâmica a relação entre os lados de um triângulo retângulo, facilitando a internalização do conceito. Ao manipular figuras geométricas interativas, os alunos podem observar como o quadrado da hipotenusa é igual à soma dos quadrados dos catetos, tornando a demonstração do teorema mais tangível e intuitiva. Além disso, o uso do GeoGebra incentiva o professor a abordar a prova do teorema de forma mais prática e envolvente, permitindo que os alunos explorem e descubram os princípios matemáticos por si mesmos. Essa abordagem não só melhora a compreensão conceitual, mas também estimula o interesse e a curiosidade dos alunos pela matemática. No link abaixo o leitor pode acessar a sequência didática.

[Link:sequência didática](#)

2. GeoGebra

O principal desafio no ensino da matemática é **engajar os alunos** e demonstrar o quanto a disciplina pode ser fascinante. Para alcançar isso, é essencial trazer **recursos** que ofereçam atividades mais concretas e interativas. O uso do **GeoGebra Classroom** proporciona um aprendizado ativo e cria um ambiente colaborativo para os alunos. Com essa ferramenta, os estudantes podem visualizar conceitos abstratos de maneira prática, explorando e manipulando figuras geométricas, gráficos e fórmulas em tempo real. Isso não só desperta o interesse, mas também aumenta a compreensão e apreensão dos conteúdos.

Um aspecto importante é a personalização do ensino. Com o uso de tecnologias educacionais, como o GeoGebra, é possível adaptar as atividades para atender às necessidades individuais de cada aluno, oferecendo suporte adicional para quem precisa e desafios extras para aqueles que estão prontos para avançar mais rapidamente.

Por fim, promover um ambiente onde o erro é visto como uma oportunidade de aprendizado pode encorajar os alunos a experimentarem e explorarem sem medo de falhar. Ao adotar uma abordagem inclusiva e motivadora, os professores podem realmente transformar o ensino da matemática em uma jornada de descoberta e satisfação para todos os estudantes.

3. O que é GeoGebra Classroom ?

O GeoGebra Classroom é uma plataforma digital que permite ao professor desenvolver suas atividades e gerenciar suas aulas de forma eficaz. Com uma interface intuitiva e repleta de recursos, os professores podem criar tarefas interativas que envolvem os alunos de maneira dinâmica. Além disso, o GeoGebra Classroom oferece ferramentas para monitorar o progresso dos estudantes em tempo real, permitindo intervenções pedagógicas mais precisas e personalizadas.

Os alunos, por sua vez, têm a oportunidade de explorar conceitos matemáticos de maneira visual e interativa, o que facilita a compreensão e torna o aprendizado mais envolvente e divertido. Através de simulações e construções geométricas, eles podem visualizar teorias abstratas e testá-las em um ambiente seguro e controlado.

A plataforma também suporta a colaboração entre alunos, incentivando a troca de ideias e promovendo um aprendizado colaborativo. Com o GeoGebra Classroom, o ensino da matemática se transforma, tornando-se mais acessível e adaptado às necessidades do século XXI.

4. Apresentando o triângulo retângulo

A atividade 1 é dividida em tarefas, o objetivo desta atividade é fazer com que o aluno adquira a habilidade de identificar um triângulo retângulo. esta atividade quando aplicada a vários alunos no mesmo ambiente necessita o uso de fones de ouvido, evitando que um aluno incomode o outro.

Triângulo Retângulo

Autor: [silviocaetano](#)

A classificação dos triângulos em relação a medida de seus lados e em relação a medida

Triângulo Retângulo 1
SILVIO CAETANO FIGUEIREDO



Os outros dois ângulos desse triângulo são menores que 90 graus.

Assista no  YouTube

Aqui temos um vídeo produzido no CapCut com o uso de inteligência artificial, onde apresentamos o triângulo retângulo

Nesta janela do GeoGebra temos cinco triângulos e a medida de seus respectivos ângulos.

O que é um triângulo retângulo?

Um triângulo retângulo é um tipo especial de triângulo que tem um **ângulo reto**, ou seja, um ângulo de **90 graus**. Isso significa que um dos cantos do triângulo forma um "L", como se fosse o canto de uma folha de papel.

Triângulo Retângulo

Em toda tarefa no GeoGebra Classroom, é gerado um gráfico de resultado da atividade, no qual o professor pode observar como foi o aprendizado da turma. Esta funcionalidade possibilita ao professor verificar se a atividade trouxe o resultado esperado e, a partir dessa informação, pode ir adequando as atividades conforme a necessidade.

Quais triângulos são retângulos?

Assinale a sua resposta aqui

A ☐ T1

B ☐ T2

C ☐ T3

D ☐ T4

E ☐ T5

VERIFIQUE MINHA RESPOSTA (3)

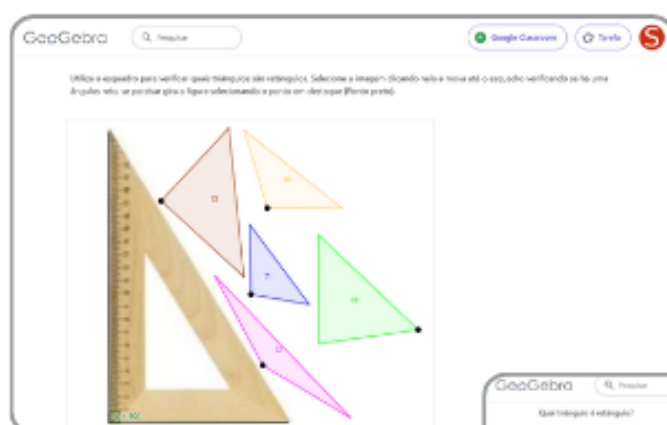
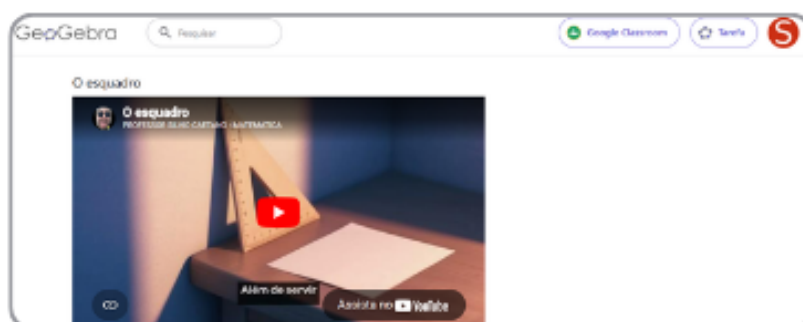
Nesta atividade o aluno deve identificar quais triângulos são retângulos

Tarefa 2

Quais triângulos são retângulos?

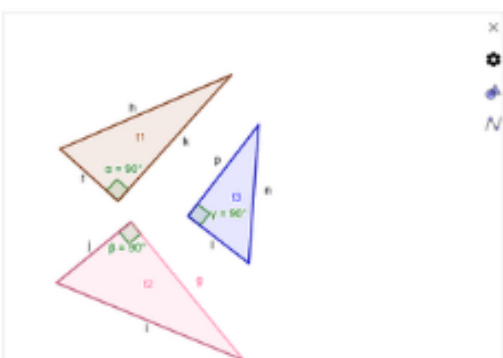
Nesta atividade o aluno deve movimentar os triângulos e utilizar o esquadro para verificar se há algum triângulo retângulo.

Aqui temos um vídeo explicando o que é um esquadro e a sua importância.



Nesta atividade, o aluno deve identificar os catetos e hipotenusa.

Em um triângulo retângulo, o **cateto** é o nome dado a cada um dos dois lados que formam o **ângulo reto** (de 90°). Já a **hipotenusa** é o lado oposto a esse ângulo reto e também o **maior lado do triângulo**. Em outras palavras, os catetos são os lados "menores" que se encontram no ângulo de 90° , enquanto a hipotenusa é o lado "maior", que está em frente a esse ângulo.



No triângulo t1 quem são os catetos e a hipotenusa, nesta ordem?

Assinale a sua resposta aqui

- A ☐ h, f, k
 B ☐ h, k, f
 C ☐ k, f, h

VERIFIQUE MINHA RESPOSTA (3)

No triângulo t2 quem são os catetos e a hipotenusa, nesta ordem?

Assinale a sua resposta aqui

- A ☐ j, g, i
 B ☐ i, j, g
 C ☐ l, g, j

VERIFIQUE MINHA RESPOSTA (3)

No triângulo t3 quem são os catetos e a hipotenusa, nesta ordem?

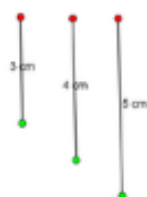
Assinale a sua resposta aqui

- A ☐ n, p, l
 B ☐ p, l, n
 C ☐ n, l, p

VERIFIQUE MINHA RESPOSTA (3)

Nesta atividade, sabendo que os seguimentos são os lados de um triângulo retângulo, o aluno deve construir o triângulo.

Na próxima atividade você irá construir um triângulo que necessariamente só pode ser retângulo, utilizando os três segmentos dados (lados do triângulo retângulo). O ponto vermelho move o segmento e o ponto verde gira o segmento em torno do ponto vermelho. Crie este triângulo e responda as questões em seguida.



Qual é a medida dos catetos?

Digite sua resposta aqui...

VERIFIQUE SUA RESPOSTA

Qual é a medida da hipotenusa?

Digite sua resposta aqui...

VERIFIQUE SUA RESPOSTA

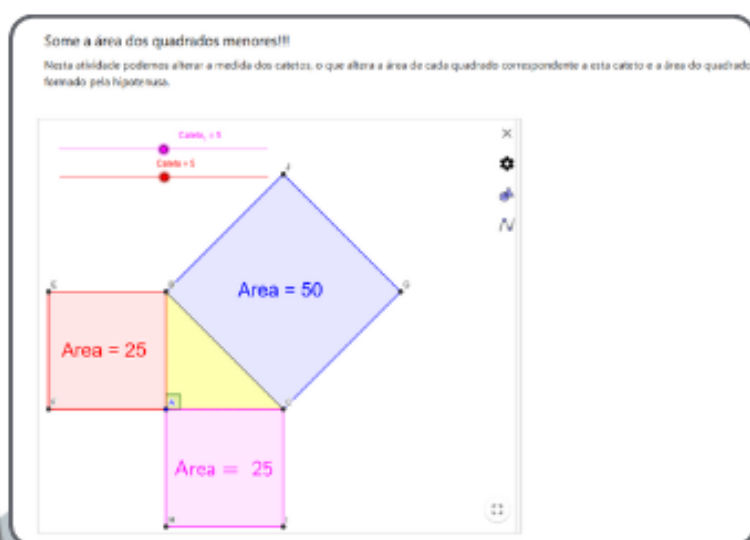
Sabendo que estes segmentos são os lados de um triângulo retângulo você poderia indicar quem são seus catetos e a hipotenusa, sem manipular seus lados para montar o triângulo? (justifique a sua resposta).

Digite sua resposta aqui...

VERIFIQUE SUA RESPOSTA

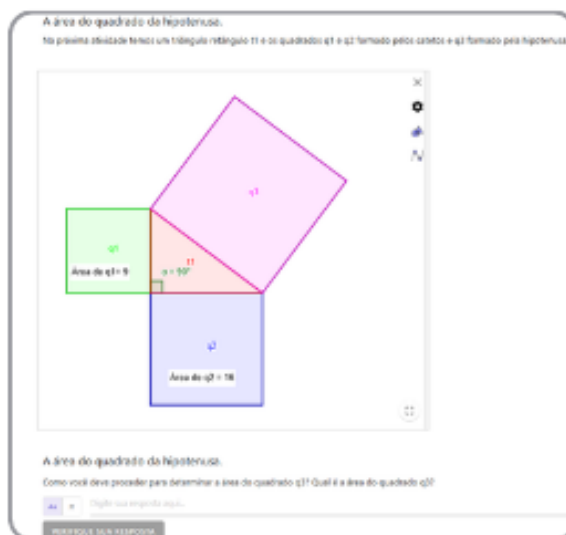
5.A área do quadrado dos catetos e a área do quadrado da hipotenusa

Nesta atividade, temos um *applet*, no qual o aluno pode usar o botão deslizante e verificar as mudanças que ocorrem na área dos quadrados dos catetos e no quadrado da hipotenusa. É importante que o professor indague aos alunos sobre a área do quadrado e verifique se todos lembram de como se calcula e se, dada a medida da área o aluno consegue determinar o seu lado, utilizando raiz quadrada. Assim, o professor pode induzir o aluno a procurar quadrados perfeitos quando utiliza o botão deslizante, o que facilita a determinar a medida do lado do quadrado.





Com base na tarefa anterior, no qual o aluno tinha de manipular *applet*, nesta ele deve observar os triângulos e determinar, no primeiro, a medida da área do quadrado da hipotenusa e, no seguinte, determinar a área do quadrado do cateto.



6. O Quebra cabeça de Perigal

Nesta última atividade, estamos preparando o aluno para a apresentação da prova do teorema de pitágoras que será apresentada pelo professor. A prova escolhida foi a de Henry Perigal. Não é uma prova fácil, mas o fato de ser uma prova por cisão proporcionou a criação da atividade. Esta foi a única prova apresentada aos alunos a conselho que o professor apresente outras formas, não só geométricas (como a de Perigal) mas também as demonstrações algébricas.

Quebra cabeça?
Hoje vamos trabalhar com um quebra-cabeça onde vamos medir a medida dos lados dos catetos e da hipotenusa formados quadrados.

1ª Instrução
Todas as figuras coloridas podem ser movimentadas e giradas. Tente encaixar as figuras coloridas nos dois quadrados menores.

Teorema de Pitágoras



Adaptado de "Teorema de Pitágoras" - Editora Melhoramentos

2ª Instrução
Agora tente colocar todas as figuras coloridas no maior quadrado, onde a medida de seus lados é a hipotenusa.

Teorema de Pitágoras



Adaptado de "Teorema de Pitágoras" - Editora Melhoramentos

Comparando áreas.
O que você pode concluir em relação as áreas dos três quadrados depois de encaixar as figuras, conforme as instruções a cima?

VERIFIQUE SUA RESPOSTA

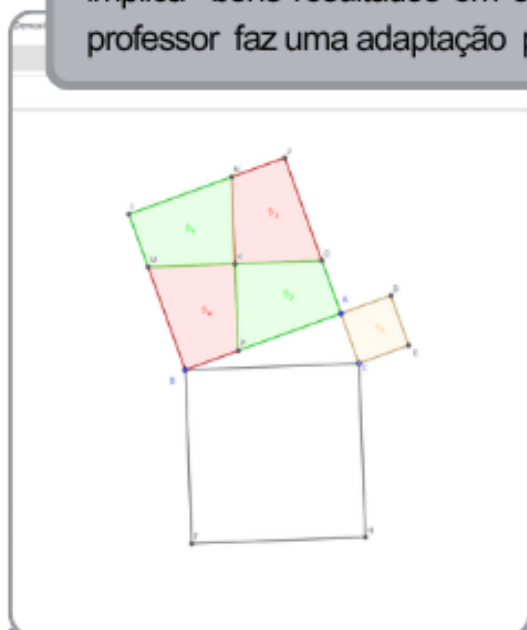
Teorema de Pitágoras
Você deve ter observado que na atividade do quebra cabeça está escrito "Teorema de Pitágoras". Esse teorema relaciona a área formada pelos quadrados dos catetos com a área formada pelo quadrado da hipotenusa.

Seja Pitágoras!!!
Se você fosse Pitágoras como você definiria este teorema?

VERIFIQUE SUA RESPOSTA

7. Demonstração do teorema de Pitágoras realizada por Henry Perigal

Depois que todos os alunos realizarem as atividades no GeoGebra Classroom, o professor deve apresentar a demonstração do teorema de Pitágoras aos alunos. Aqui, a demonstração segue o modelo da sequência didática, mas é claro que o professor deve escolher a demonstração que seja mais adequada para a sua turma. Todo professor percebe que uma aula aplicada em uma turma onde os resultados foram satisfatórios não necessariamente implica bons resultados em outra turma; na maioria das vezes o professor faz uma adaptação para alcançar seu objetivo.



[LINK: demonstração de Perigal](#)

8. Considerações finais

Espero que este material possa incentivar os professores a criarem novos materiais no GeoGebra Classroom buscando trazer ao aluno a melhor aula que ele pode oferecer, mesmo quando se encontra em situações que são desfavoráveis. Como professor, fico muito feliz quando algo que, à primeira vista, possa parecer tão simples traga um resultado expressivo para o aluno. Permita que seu aluno possa ter esta experiência.

É maravilhoso ver educadores empenhados em enriquecer a experiência de aprendizagem dos alunos, mesmo diante de desafios. O GeoGebra Classroom é uma ferramenta incrível que pode transformar aulas tradicionais em experiências interativas e envolventes. Criar materiais inovadores não apenas estimula o interesse dos alunos, mas também promove uma compreensão mais profunda dos conceitos.

Quando um professor utiliza recursos como o GeoGebra para apresentar conteúdos de forma dinâmica, ele está abrindo portas para um aprendizado mais significativo. A simplicidade de uma ideia pode, de fato, gerar grandes impactos na jornada educacional de um aluno. Continuar a buscar essas oportunidades de inovação é essencial para o desenvolvimento educacional. Espero que muitos professores se sintam inspirados a explorar e criar com essa ferramenta, proporcionando aos alunos experiências de aprendizado inesquecíveis.

APÊNDICE B – TALE - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido



COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – CEP-UNIRIO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - UNIRIO

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Aluno, você está sendo convidado a participar do projeto de pesquisa “Como o uso do GeoGebra pode ajudar estudantes do 9º ano a aprender o Teorema de Pitágoras em uma escola pública da Maré.”, desenvolvida pelo professor Silvio Caetano Figueiredo e orientado pela professora Drª Andréa Soares Bonifácio. O projeto tem como objetivo, criar aulas utilizando o GeoGebra, com a intenção de melhorar a sua compreensão sobre o teorema de Pitágoras. A pesquisa será desenvolvida a partir de dois questionários, uma antes das aulas utilizando o GeoGebra e um após as aulas, que serão aplicados pelo pesquisador, de acordo com a disponibilidade da escola, durante as aulas, portanto não será necessário a sua participação em horários extras, ou de qualquer material/recurso que não seja fornecido pelo professor.

Os riscos da pesquisa são minimizados pois o pesquisador não é regente de nenhuma turma de 9º ano, evitando algum tipo de favorecimento ou constrangimento que possa surgir da relação professor aluno. Os riscos também são minimizados através da preservação do anonimato do mesmo quanto ao questionário e na análise dos dados coletados e garantindo ao participante da pesquisa que poderá solicitar a interrupção de sua participação a qualquer momento da aplicação do questionário, sem qualquer dano à ele. Além disso, ressalto que no caso de se identificado alguma complicação ou dano decorrente da participação da pesquisa, será oferecido ao participante assistência imediata e integral, de forma gratuita, assim como poderá buscar indenização. Não haverá nenhum tipo de uso de imagem e voz.

Observa-se como benefício da pesquisa a proposta de uma sequência didática no Geogebra, que será disponibilizada aos professores de matemática, em formato de um e-book. Onde estes podem utilizar ou adaptar a sua aula, trazendo para os alunos uma melhor compreensão sobre o teorema de Pitágoras.

Durante todo o período da pesquisa você tem o direito de tirar qualquer dúvida ou pedir qualquer esclarecimento, bastando para isso entrar em contato com o pesquisados durante a aplicação do questionário.

Caso tenha qualquer dúvida, o participante da pesquisa poderá entrar em contato com o pesquisador pelo telefone (21) 99807-2745 ou pelo e-mail silviocaetano2603132@edu.unirio.br. Pode contatar também o Comitê de Ética responsável pela autorização da pesquisa UNIRIO pelo e-mail cep@unirio.br.

APÊNDICE C – TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Como professor da educação básica vejo a grande dificuldade dos alunos em aplicar o Teorema de Pitágoras, por compreender verdadeiramente o teorema, ou seja, memorizando fórmula que não fazem sentido, o que acaba desestimulando o próprio professor em buscar maneiras de melhorar o entendimento dos alunos. Essa dificuldade é ainda maior em uma aula de geometria, da educação básica, em uma escola pública (Ginásio Educacional Tecnológico - GET) inserida em uma comunidade no município do Rio de Janeiro, com 4,8 no IDEB -2023 e possuindo apenas 10% dos alunos do 9º com aprendizado adequado em matemática. Buscando uma melhora deste quadro, o pesquisador busca compreender as dificuldades tanto dos alunos como dos professores.

A pesquisa de título “Como o uso do GeoGebra pode ajudar estudantes do 9º ano a aprender o Teorema de Pitágoras em uma escola pública da Maré.”, será desenvolvida em escola situada na 4ª CRE (Coordenadoria Regional de Educação), especificamente em uma escola da Maré que atende ao público das seguintes regiões, Vila dos Pinheiros, Vila do João, Salsa e Merengue, e Conjunto Esperança, esta escola possui a particularidade de ser GET (Ginásio Educacional Tecnológico), a pesquisa terá o foco em turmas do 9º ano em aulas que ocorrerão no laboratório (Espaço onde se realiza trabalho colaborativo, seja em áreas de conhecimento, projetos artísticos ou outros.). Participarão da pesquisa em torno de 30 alunos, do 9º ano e 10 professores de Matemática que atuam como regentes em sala de aula nas escolas da Maré, que atuam no 9º ano ou que já atuaram em algum momento.

Serão aplicados dois questionários, um para o professor, com o intuito de verificar a sua perspectiva do em relação as aulas de geometria com o uso do GeoGebra, mais precisamente sobre o Teorema de Pitágoras e outro para os alunos. O questionário dos alunos será dividido em duas etapas, uma antes da aplicação da sequência didática e outro depois com a intenção de verificar o que esta sequência didática trouxe de melhora para a compreensão do teorema de Pitágoras e se o ambiente do laboratório juntamente com o GeoGebra trouxeram uma experiência positiva em relação ao conteúdo.

Os resultados desse levantamento serão as bases para as pesquisas de mestrado do pesquisador Silvio Caetano Figueiredo, aluno do Mestrado Profissional em Matemática (PROFMAT) na Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO).

A pesquisa será realizada através de questionários físicos, elaborados pelo pesquisador, que entregará para os participantes. O questionário será totalmente anônimo, sem possibilidade alguma de identificação do indivíduo, pois no preenchimento não haverá possibilidade alguma de identificação dos participantes da pesquisa pelo banco de dados ou pelas análises estatísticas a serem realizadas.

Os riscos da pesquisa são minimizados pois o pesquisador não é regente de nenhuma turma de 9º ano, evitando algum tipo de favorecimento ou constrangimento que possa surgir da relação professor aluno. Os riscos também são minimizados através da preservação do

APÊNDICE D – Termo de Anuência



GET Professor Josué de Castro – E/CRE (04.30.001)

Endereço: AV BRASIL, 4040 RUA 6 SEM Nº. MARE. CEP: 21040-361 - Rio de Janeiro – RJ

Telefone: (21) 3104-7747 e-mail: emjosue@rioeduca.net

TERMO DE ANUÊNCIA

O GET Professor Josué de Castro está de acordo com a execução do projeto: “O uso do GeoGebra como facilitador na aprendizagem do Teorema de Pitágoras”, coordenado pelo pesquisador Silvio Caetano Figueiredo, docente do GET Professor Josué de Castro e aluno do curso de mestrado (PROFMAT) da Escola de Matemática da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO, e assume o compromisso de apoiar o desenvolvimento da referida pesquisa nesta Instituição, assegurando o pleno exercício das atividades didático-pedagógicas nas aulas de matemática da turma 1901, durante os meses de outubro e novembro de 2025, bem como a utilização dos recursos didáticos disponíveis na escola. Esta instituição se compromete a assegurar a segurança e bem estar dos participantes em atendimento à Resolução 466 de 2012 e/ou 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares.

Rio de Janeiro, 15 de julho de 2025

Diretora: **CHRISTIANE LAGARTO FONTOURA**

Christiane Lagarto Fontoura

CHRISTIANE LAGARTO FONTOURA
GET 04.30.001 Prof. Josué de Castro
Diretor IV
Mat. 248.910-2

(☒) Autorizo o disposto acima

rubrica *[assinatura]*

(☒) Autorizo citar o nome da instituição

rubrica *[assinatura]*

APÊNDICE E – Termo de Compromisso

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO- UNIRIO

Julho de 2025

TERMO DE COMPROMISSO PARA USO DE DADOS

Nós, Silvío Caetano Figueiredo e Andréa Soares Bonifácio, pesquisador e orientadora da pesquisa intitulada “ O USO DO GEOGEBRA COMO FACILITADOR NA APRENDIZAGEM DO TEOREMA DE PITÁGORAS”, declaramos que conhecemos e cumprimos as normas vigentes expressa na **Resoluções 466 de 12 de dezembro de 2012 e suas complementares e na Resolução nº 510, de 07 de abril de 2016** do Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde.

Assumimos mediante este Termo, o compromisso de, ao utilizar dados e/ou informações coletadas nos questionários físicos, entregues ao participante da pesquisa pelo pesquisador, assegurar a confidencialidade e a privacidade dos dados de forma a proteger os participantes da pesquisa.

ASSINATURA:

Silvío Caetano Figueiredo

NOME COMPLETO: Silvío Caetano Figueiredo

CPF: 044.839.737- 46

ASSINATURA:



Documento assinado digitalmente
ANDREA SOARES BONIFACIO
Data: 31/07/2025 14:55:34-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

NOME COMPLETO: Andréa Soares Bonifácio

CPF: 079.368.847-77

APÊNDICE F – Questionário aplicado aos Professores



Questionário para Professores de Matemática

Parte 1 – Dados Gerais

1. Tempo de atuação como professor(a) de Matemática:
☐ Menos de 2 anos ☐ 2 a 5 anos ☐ 6 a 10 anos ☐ Mais de 10 anos
2. Formação acadêmica:
☐ Licenciatura em Matemática ☐ Licenciatura em outra área
☐ Pós-graduação Lato Sensu ☐ Mestrado ☐ Doutorado

Parte 2 – Prática Docente em Geometria

3. Sempre consigo trabalhar o **Teorema de Pitágoras** nas turmas do 9º ano.
☐ Discordo Totalmente ☐ Discordo Parcialmente ☐ Neutro
☐ Concordo Parcialmente ☐ Concordo Totalmente
4. Quando aborda o Teorema de Pitágoras, você:
☐ Apresenta apenas a fórmula ☐ Realiza a prova do teorema
☐ Utiliza exemplos do cotidiano ☐ Propõe atividades investigativas
☐ Outra forma: _____
5. Quais materiais você utiliza para ensinar o Teorema de Pitágoras?
☐ Quadro branco.
☐ Livro didático
☐ Recursos digitais (GeoGebra, vídeos, etc.)
☐ Materiais concretos (régua, esquadro, maquete)
☐ Outros: _____

Parte 3 – Uso de Recursos Digitais

6. Você conhece o Software de geometria dinâmica chamado de GeoGebra?
☐ Sim ☐ Não
7. Se sim, você já utilizou o **GeoGebra** nas suas aulas?
☐ Sim ☐ Não
8. Se sim, com que frequência?
☐ Raramente ☐ Algumas vezes por ano ☐ Regularmente

9. O GeoGebra é fácil de usar.
- ☐ Discordo Totalmente ☐ Discordo Parcialmente ☐ Neutro
☐ Concordo Parcialmente ☐ Concordo Totalmente
10. Em sua opinião, quais são as **vantagens** do uso do GeoGebra no ensino da geometria?
11. Quais são as **dificuldades** ou barreiras para utilizar o GeoGebra?

Parte 4 – Percepções sobre o Recurso Educacional

12. Você teve acesso a sequência didática que será aplicada aos alunos?
- ☐ Sim ☐ Não
13. Você utiliza o espaço do laboratório?
- ☐ Sim ☐ Não
14. Se sim, com que frequência?
- ☐ Raramente ☐ Algumas vezes por ano ☐ Regularmente
15. O espaço do laboratório proporciona ao aluno um ambiente de estimulante com recursos que possibilitam uma aula dinâmica com recursos digitais como o GeoGebra.
- ☐ Discordo Totalmente ☐ Discordo Parcialmente ☐ Neutro
☐ Concordo Parcialmente ☐ Concordo Totalmente
16. Você considera importante que os alunos visualizem e manipulem construções geométricas digitais?
- ☐ Sim ☐ Não Por quê? _____
17. Se recebesse um **e-book com sequência didática no GeoGebra** sobre o Teorema de Pitágoras, você utilizaria em suas aulas?
- ☐ Sim ☐ Não ☐ Talvez
18. Que sugestões daria para melhorar um material desse tipo?

APÊNDICE G – Questionário 01: aplicado aos alunos



Questionário Diagnóstico 1 – Alunos do 9º Ano

Parte 1 – Dados do Aluno

1. Idade: _____ anos
2. Você já estudou o Teorema de Pitágoras em anos anteriores?
☐ Sim ☐ Não ☐ Não sei responder

Parte 2 – Conhecimentos sobre Geometria

3. Você sabe o que é um triângulo retângulo?
☐ Sim ☐ Não ☐ Tenho dúvida
 Se sim, explique com suas palavras:

4. Observe o triângulo abaixo:

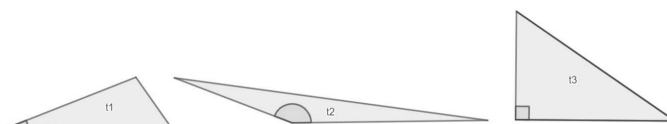


Figura 1: Triângulos

- Qual triângulo possui um ângulo de 90° ?
☐ Triângulo T1 ☐ Triângulo T2 ☐ Triângulo T3
5. Você consegue reconhecer triângulos retângulos no seu dia-dia? Se sim em que situações?

Parte 3 – Conhecimentos sobre o Teorema de Pitágoras

6. Você já ouviu falar no Teorema de Pitágoras?
☐ Sim ☐ Não ☐ Tenho dúvida
7. Se respondeu “Sim”, o que você lembra sobre ele?
8. Você conseguiu citar situações em que podemos utilizar o Teorema de Pitágoras?
☐ Sim ☐ Não ☐ Não tenho certeza
Se sim, explique uma situação onde podemos utilizar o Teorema de Pitágoras.
9. Quando precisa descobrir o tamanho de um lado de um triângulo, você:
☐ Usa fórmula ☐ Faz desenho ou esquema
☐ Mede diretamente com régua ☐ Outra forma: _____

Parte 4 – Familiaridade com Recursos Digitais

10. Você conhece o software **GeoGebra**?
☐ Sim ☐ Não ☐ Não sei o que é
11. Você já usou o **GeoGebra**?
☐ Sim ☐ Não
12. Se respondeu “Sim”, para que usou?
13. Você já usou computador ou celular para aprender matemática?
☐ Sim ☐ Não
Se sim, como foi essa experiência?

Observações

Escreva qualquer coisa que queira comentar sobre aprender geometria:

APÊNDICE H – Questionário 02: aplicado ao aluno



Questionário Diagnóstico 2 (Final) – Alunos do 9º Ano

Parte 1 – Compreensão sobre o Teorema de Pitágoras

1. Agora, com suas palavras, explique o que é um triângulo retângulo:

2. O que diz o Teorema de Pitágoras?

3. Identifique catetos e hipotenusa no triângulo abaixo.

Catetos: _____ Hipotenusa: _____

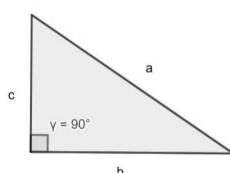


Figura 1: Triângulo

4. Resolva o seguinte problema:

Em um triângulo retângulo, os catetos medem 6 cm e 8 cm. Qual é a medida da Hipotenusa?

Parte 2 – Aplicações e Utilidade

5. Onde você acha que o Teorema de Pitágoras pode ser usado na vida real?
6. Você se sente mais confiante para resolver exercícios que envolvem o Teorema de Pitágoras após as aulas com GeoGebra?
() Sim () Não () Um pouco

Parte 4 – Experiência com o GeoGebra

7. Você já tinha usado o **GeoGebra** antes dessas aulas?
() Sim () Não
8. Como foi a sua experiência usando o GeoGebra para aprender o Teorema de Pitágoras?
() Muito boa () Boa () Regular () Ruim
9. O que mais ajudou no aprendizado durante as atividades no GeoGebra?

10. O que poderia melhorar nas atividades ou na forma como as aulas foram dadas?

Parte 5 – Avaliação geral

11. O que você mais gostou nas aulas sobre o Teorema de Pitágoras?
12. O que você menos gostou?
13. Você gostaria que outras aulas de matemática usassem recursos como o GeoGebra?
() Sim () Não Por quê? _____