



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PPG



PROFMAT

MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL -
PROFMAT

PRODUTO EDUCACIONAL

ELINALDO SOARES COSTA

PITÁGORAS 3D: A GEOMETRIA DO CANTO DA SALA

UM ROTEIRO INVESTIGATIVO COM MATERIAIS MANIPULÁVEIS E
GEOGEBRA

São Luís - MA
2026

ELINALDO SOARES COSTA

PITÁGORAS 3D: A GEOMETRIA DO CANTO DA SALA

UM ROTEIRO INVESTIGATIVO COM MATERIAIS MANIPULÁVEIS E
GEOGEBRA

Produto Educacional apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Ivanildo Silva Abreu.

PRODUTO EDUCACIONAL

Título: Pitágoras 3D: A Geometria do Canto da Sala – Um Roteiro Investigativo com Materiais Manipuláveis e GeoGebra

Autor: Elinaldo Soares Costa

Orientador: Prof. Dr. Ivanildo Silva Abreu

Instituição: Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) / PROFMAT

Ano: 2026

Público-Alvo: Professores e Alunos do Ensino Médio.

Área de Conhecimento: Matemática.

Eixo Temático: Geometria Espacial, Geometria Analítica e Medidas.

Tempo Estimado de Aplicação: 3 a 4 aulas (50 minutos cada).

Recursos Necessários: Papel cartão ou sulfite, tesoura, régua, lápis, laboratório de informática com acesso à internet (GeoGebra 3D).

Resumo:

Este Caderno Didático propõe uma sequência investigativa para o ensino da generalização do Teorema de Pitágoras no espaço (Teorema de De Gua). Através de uma abordagem híbrida, o material guia o professor desde a construção física de um tetraedro trirretângulo com papel até a experimentação dinâmica no software GeoGebra 3D, culminando na resolução de um problema de marcenaria. O objetivo é tornar o cálculo de áreas no espaço acessível e visual para estudantes da Educação Básica, sem a necessidade de cálculos trigonométricos complexos.

Palavras-chave: Teorema de De Gua. Geometria Espacial. GeoGebra 3D. Materiais Manipuláveis. Educação Básica.

Sumário

APRESENTAÇÃO: DE PROFESSOR PARA PROFESSOR	5
ORIENTAÇÕES PEDAGÓGICAS (BNCC)	6
AULA 1: A CONSTRUÇÃO TANGÍVEL (LÁPIS E PAPEL)	7
AULA 2: A PROVA DINÂMICA VIA GEOGEBRA 3D	9
AULA 3: A GEOMETRIA NA MARCENARIA (O CORTE NO BLOCO DE MADEIRA)	11
SUGESTÕES PARA AVALIAÇÃO E AUTOAVALIAÇÃO	13
CONSIDERAÇÕES FINAIS	14
BIBLIOGRAFIA DE APOIO E LEITURAS RECOMENDADAS	16
ANEXO A – PLANIFICAÇÃO DO TETRAEDRO TRIRRETÂNGULO	17

APRESENTAÇÃO: DE PROFESSOR PARA PROFESSOR

Caro(a) colega educador(a),

O ensino da Geometria Espacial no Ensino Médio frequentemente esbarra na dificuldade que many alunos possuem em visualizar figuras em três dimensões. Quando avançamos para cálculos de áreas e volumes de sólidos inclinados ou irregulares, a dependência excessiva de fórmulas prontas e trigonometria avançada pode gerar desmotivação e afastar o estudante da verdadeira beleza da matemática.

Este Caderno Didático nasce do desejo de desmistificar a geometria do espaço. O material que você tem em mãos é o Produto Educacional resultante da dissertação de mestrado desenvolvida no âmbito do PROFMAT. Ele foi desenhado para ser prático, direto e, acima de tudo, investigativo.

O nosso foco aqui é a generalização de um velho conhecido dos nossos alunos: o Teorema de Pitágoras. Se no plano esse teorema relaciona comprimentos de segmentos (catetos e hipotenusa), no espaço tridimensional ele relaciona as áreas das superfícies de um "canto de sala" ou da "quina de uma caixa" (o tetraedro trirretângulo).

Para que o aluno do Ensino Médio compreenda esse resultado profundo sem precisar de álgebra linear universitária, propomos um roteiro em três etapas:

- **A Mão na Massa:** Uma construção tangível, com papel e tesoura, onde o aluno calcula as áreas manualmente e descobre o teorema por conta própria.
- **O Laboratório Dinâmico:** Um passo a passo estruturado e amigável no software GeoGebra 3D, validando a descoberta da sala de aula com o rigor da tecnologia.
- **O Desafio Contextualizado:** A aplicação do conceito em um problema real de medição e cortes de um bloco de madeira.

A proposta aqui apresentada não visa apenas o rigor matemático, mas a construção do saber por meio da experiência. Afinal, colocar o estudo em algo prático faz com que a aula se torne mais prazerosa, fomentando uma aprendizagem mais retentiva. Ao levar o aluno a 'tocar' na geometria, modelá-la digitalmente, e, por fim, aplicá-la na resolução de um desafio contextualizado, garantimos que o Teorema de De Gua deixe de ser uma abstração e se torne uma descoberta real.

Sinta-se livre para adaptar este roteiro à realidade da sua escola, modificar o tempo das aulas e intervir conforme o perfil da sua turma. O importante é permitir que o aluno toque, experimente e construa o conhecimento geométrico de forma significativa.

Um excelente trabalho e ótimas aulas!

Elinaldo Soares Costa.

ORIENTAÇÕES PEDAGÓGICAS (BNCC)

Este Produto Educacional foi desenvolvido para aplicação em turmas de Ensino Médio (2^a ou 3^a séries), servindo como uma ferramenta de aprofundamento em Geometria Espacial e Geometria Analítica.

A tabela abaixo sintetiza os objetos de conhecimento e as habilidades da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) oficiais que são contemplados e desenvolvidos ao longo das atividades propostas neste roteiro:

Tabela 1: Relação das habilidades e objetos de conhecimento segundo a BNCC.

Objetos de Conhecimento	Geometria Espacial: relações métricas em sólidos (Tetraedro triretângulo); Geometria Analítica: tratamento vetorial no espaço tridimensional; Grandezas e Medidas: cálculo de áreas de superfícies no espaço.
Habilidade (EM13MAT307)	Empregar diferentes métodos para a obtenção da medida da área de uma superfície (reconfigurações, aproximação por cortes etc.) e deduzir expressões de cálculo para aplicá-las em situações reais (como o remanejamento e a distribuição de plantações, entre outros), com ou sem apoio de tecnologias digitais.
Habilidade (EM13MAT501)	Investigar relações entre parâmetros de funções na forma algébrica e gráficos no plano cartesiano, com o auxílio de softwares de geometria dinâmica, para analisar situações que envolvem controle de processos, automatização, previsão de tendências e tomada de decisões.
Habilidade (EM13MAT309)	Resolver e elaborar problemas que envolvem o cálculo de áreas totais e de volumes de prismas, pirâmides e corpos redondos em situações reais (como o cálculo do gasto de material para revestimento ou pinturas de objetos cujos formatos sejam composições dos sólidos estudados), com ou sem apoio de tecnologias digitais.

Esta sequência didática foi sistematizada de forma progressiva e estima-se que sua aplicação completa demande um total de 3 a 5 horas/aula, cujo detalhamento de tempo e materiais encontra-se especificado no início de cada etapa.

AULA 1: A CONSTRUÇÃO TANGÍVEL (LÁPIS E PAPEL)

Tempo estimado: 1 ou 2 aulas (50 a 100 minutos).

Objetivo: Introduzir a generalização do Teorema de Pitágoras no espaço através da construção física de um sólido, medição direta e cálculo manual de áreas, desenvolvendo a intuição geométrica antes da formalização abstrata.

Materiais necessários: Planificação impressa (fornecida no Anexo deste caderno) preferencialmente em papel cartão ou sulfite de gramatura alta, tesoura, fita adesiva ou cola, régua milimetrada, lápis e borracha.

(Atenção: Para esta atividade, o uso de calculadoras deve ser evitado. O objetivo é que o aluno exercite o cálculo aritmético manual com números decimais e potenciação).

ROTEIRO PASSO A PASSO PARA O PROFESSOR:

Passo 1 – Problematização (Provocação Inicial):

Inicie a aula desenhando um triângulo retângulo clássico no quadro e lembrando rapidamente o Teorema de Pitágoras no plano ($a^2 = b^2 + c^2$). Em seguida, lance a pergunta investigativa para a turma: - *"Se essa regra funciona perfeitamente para linhas (comprimentos) no plano 2D, será que existe uma regra parecida para superfícies (áreas) no espaço 3D?"*

Passo 2 – Conhecimento e Construção do Modelo Físico (Colocando a Mão na Massa):

Entregue a planificação para cada aluno ou dupla. Peça que recortem nas linhas contínuas, dobrem nas marcações pontilhadas e unam as arestas com fita adesiva, materializando o tetraedro trirretângulo. Com o modelo tridimensional em mãos, oriente os estudantes a manipularem a figura para identificar o seu principal elemento geométrico: o vértice onde se encontram os três ângulos retos. Peça que associem esse ponto diretamente à "quina" de uma caixa ou ao canto de um ambiente (como o encontro de duas paredes com o teto ou com o piso). A partir dessa visualização, introduza as definições: as três faces ortogonais que formam essa quina são as nossas *faces cateto*. Já a quarta e última face — a superfície inclinada que "fecha" a estrutura transversalmente — representa a nossa *face hipotenusal*.

Passo 3 – Coleta de Dados e Medição:

Com o sólido montado, oriente os alunos a usarem a régua para medir, em centímetros, os lados dos três triângulos retângulos que formam a "quina". Eles devem anotar no caderno os valores das bases e alturas dessas três faces e, usando a fórmula clássica da área do triângulo, calcular as áreas das três faces cateto, que chamaremos de S_x , S_y e S_z .

Passo 4 – Análise Geométrica (O Desafio da Face Inclinada):

Agora, o foco volta-se para a face oposta ao vértice triretângulo (face hipotenusal). Os alunos devem usar a régua para encontrar a medida da base desse triângulo inclinado e, com bastante atenção, traçar e medir a altura relativa a essa base. Com esses dados, eles calcularão a área dessa face maior, chamando-a de S_h .

Passo 5 – Formalização da Conjectura (A Descoberta Matemática):

Com as quatro áreas calculadas e anotadas no caderno, lance o desafio final. Peça que eles estruturam as contas da seguinte forma no papel:

1. Elevem o valor da área S_h ao quadrado (S_h^2).
2. Elevem os valores de S_x , S_y e S_z ao quadrado e somem os três resultados ($S_x^2 + S_y^2 + S_z^2$).

Ao compararem os dois resultados, a constatação empírica da igualdade promoverá um rico momento de descoberta matemática. Mesmo considerando as pequenas variações e imprecisões milimétricas inerentes ao uso de instrumentos manuais de medida, os valores obtidos serão notavelmente próximos ou até mesmo idênticos. Neste momento, os discentes terão verificado, através da experimentação concreta, o Teorema de De Gua: o quadrado da área da face hipotenusal é igual à soma dos quadrados das áreas das faces cateto.

AULA 2: A PROVA DINÂMICA VIA GEOGEBRA 3D

Tempo estimado: 1 ou 2 aulas (50 a 100 minutos).

Objetivo: Validar a generalização do Teorema de Pitágoras no espaço através da modelagem dinâmica, superando as imprecisões de medição manual e verificando a invariância da relação entre as áreas para qualquer tetraedro trirretangular.

Materiais necessários: Computadores com acesso ao GeoGebra 3D, projetor para o professor e roteiro de comandos.

ROTEIRO PASSO A PASSO PARA O PROFESSOR:

Passo 1 – Problematização Tecnológica (A Transição do Papel para o Digital):

O objetivo deste primeiro momento é justificar a necessidade do uso da tecnologia. Inicie a aula resgatando o tetraedro de papel construído na Aula 1. Dialogue com os alunos mostrando que, embora a experiência física tenha sido fantástica, ela possui limitações severas: a régua tem imprecisões milimétricas, a colagem pode ficar torta e, principalmente, aquele modelo de papel representa apenas um único tamanho de quina. Provoque a reflexão da turma com a seguinte questão:

– "A regra funcionou perfeitamente para a 'quina' de papel que vocês montaram. Mas e se essa quina fosse do tamanho de um prédio? Ou do tamanho de uma caixa de fósforos? Como podemos provar que essa relação matemática é verdadeira para QUALQUER tamanho, sem precisarmos passar a vida inteira recortando novos triângulos de papel?"

A partir desse questionamento, apresente o GeoGebra 3D não como um simples programa de desenho, mas como um verdadeiro laboratório de provas matemáticas, onde eles poderão esticar e encolher o sólido infinitamente, com cálculos automáticos e exatidão absoluta.

Passo 2 – Parametrização e Variabilidade (A Geometria em Movimento):

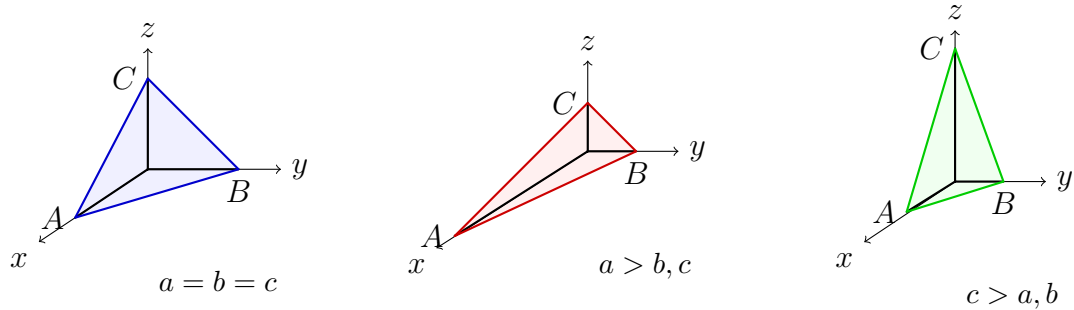
Com o ambiente GeoGebra 3D devidamente configurado, oriente os alunos na criação de três variáveis a , b e c , definindo um intervalo de variação (sugere-se de 1 a 10).

Passo 3 – Modelagem Geométrica (Construção dos Pontos e do Sólido):

O roteiro metodológico orienta a seguinte execução sistêmica: primeiramente, a criação de parâmetros dinâmicos via controles deslizantes a , b e c para definir os comprimentos das arestas; em seguida, a fixação das coordenadas dos vértices sobre os eixos, estabelecendo a origem $O(0, 0, 0)$ e os pontos $A(a, 0, 0)$, $B(0, b, 0)$ e $C(0, 0, c)$; e, finalmente, a geração das superfícies através do comando de polígonos. Abaixo, ilustramos como a movimentação dos seletores altera a morfologia do tetraedro, permitindo que o aluno visualize a

invariância do teorema em diferentes configurações:

Figura 1: Simulação da variabilidade do tetraedro conforme alteração dos parâmetros a, b e c .



Fonte: O autor (2026).

Ao vincularem os pontos às variáveis, o tetraedro torna-se um objeto dinâmico que responde instantaneamente a qualquer alteração numérica, permitindo verificar que a relação entre as áreas se mantém constante.

Passo 4 - Determinação das Áreas e Registro de Dados:

Solicite que os alunos observem a Janela de Álgebra do software, onde o GeoGebra calcula automaticamente a área de cada polígono criado. Oriente-os a identificarem e renomearem as áreas das faces cateto como S_x , S_y e S_z e a área da face hipotenusal (a face inclinada) como S_h . Peça que alterem os valores das variáveis e observem como todas as áreas se recalculam sozinhas, reforçando a precisão digital.

Passo 5 – Validação do Teorema de De Gua (A Prova Algébrica Computacional):

Para finalizar a investigação, oriente os alunos a testarem a relação pitagórica espacial na barra de entrada. Peça que criem e comparem os resultados das seguintes expressões:

$$Soma_Quadrados = S_x^2 + S_y^2 + S_z^2$$

$$Quadrado_Hipotenusa = S_h^2$$

Ao manipularem as variáveis, os alunos notarão que, embora as áreas mudem, a igualdade entre esses dois valores permanece absoluta. Conclua a aula formalizando que essa invariância é a prova matemática de que o Teorema de Pitágoras se estende perfeitamente para a terceira dimensão.

AULA 3: A GEOMETRIA NA MARCENARIA (O CORTE NO BLOCO DE MADEIRA)

Tempo estimado: 1 aula (50 minutos).

Objetivo: Aplicar a generalização do Teorema de Pitágoras no espaço para resolver um problema prático de fabricação de peças, estimulando o raciocínio operacional e a resolução manual de potências e raízes quadradas.

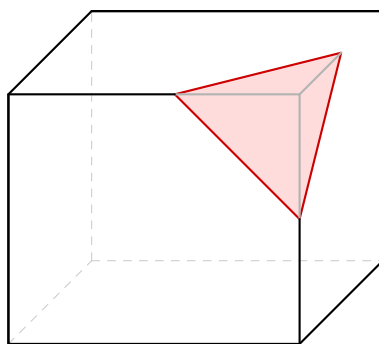
Materiais necessários: Quadro branco, caderno, lápis e borracha.

ROTEIRO PASSO A PASSO PARA O PROFESSOR:

Passo 1: Contextualização do Problema (O Cenário da Marcenaria):

Oriente os alunos com a seguinte situação prática: Um marceneiro tem um bloco maciço de madeira no formato de um paralelepípedo reto-retângulo. Para criar uma peça de encaixe, ele passa um serrote de forma inclinada, removendo exatamente uma das "quinas" do bloco. O marceneiro precisa aplicar uma resina especial de proteção apenas nessa nova superfície lisa que o corte formou. O desafio da turma é descobrir a área exata desse corte para saber a quantidade de resina a ser utilizada.

Figura 2: Representação do bloco de madeira com o plano do corte em vermelho.



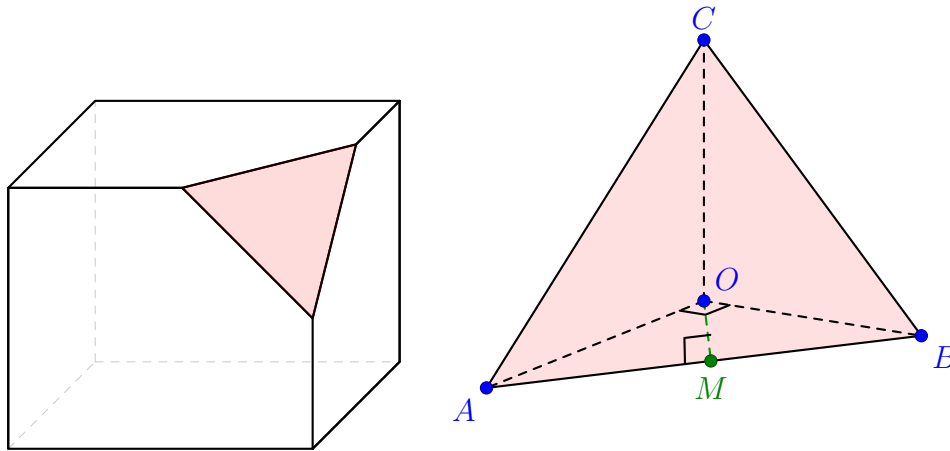
Fonte: O autor (2026).

Passo 2: Modelagem Matemática (A Transposição para o Modelo):

Oriente a turma a visualizar apenas a "pirâmide" (tetraedro) que foi arrancada do bloco de madeira pelo corte. Peça que percebam que a ponta dessa peça formava a quina original do bloco, onde as linhas se encontravam em três ângulos de 90 graus (o vértice triretangular).

Abaixo, ilustramos o bloco com a peça removida, e a peça exata extraída desenhada ao lado. Note que o tetraedro isolado foi reproduzido na sua perspectiva geométrica clássica (Vértice O ao fundo), evidenciando os três catetos em azul tracejado, a face hipotenusal (S_h) em vermelho e a indicação das respectivas medidas lineares das arestas e alturas.

Figura 3: Modelo geométrico: O bloco cortado e o tetraedro trirretângulo isolado ao lado com suas áreas.

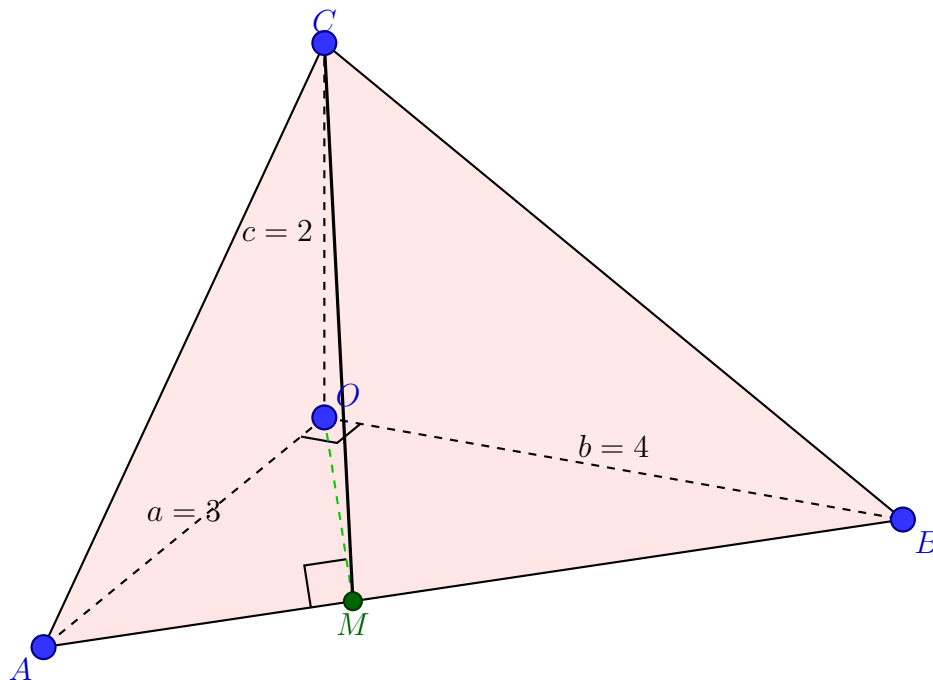


Fonte: O autor (2026).

Ao destacar a peça do bloco, peça que identifiquem que as três superfícies que "encaixavam" perfeitamente nas paredes do bloco são as nossas faces cateto (S_x , S_y , S_z). Já a nova superfície inclinada, gerada pela passagem do serrote, representa a face hipotenusal (S_h).

Passo 3 – Resolução Algébrica (O Cálculo Manual da Peça):

Oriente os alunos na utilização das medidas do corte que estão associadas à atividade prática. A partir da ponta original da quina (o vértice O), o marceneiro fez as marcações do serrote a 3 cm e 4 cm ao longo das arestas da base, e a 2 cm subindo pela aresta da altura.



Peça que calculem manualmente, usando lápis e borracha, as áreas das três faces

cateto correspondentes: $S_x = 6 \text{ cm}^2$, $S_y = 3 \text{ cm}^2$ e $S_z = 4 \text{ cm}^2$.

Orienta a aplicação do teorema:

$$S_h^2 = S_x^2 + S_y^2 + S_z^2$$

$$S_h^2 = 6^2 + 3^2 + 4^2 \Rightarrow S_h^2 = 36 + 9 + 16 \Rightarrow S_h^2 = 61$$

Peça que os alunos realizem a extração da raiz quadrada de 61 manualmente por meio de estimativas (ex: "está entre 7 e 8, pois $7^2 = 49$ e $8^2 = 64$ ").

Resultado final: $S_h \approx 7,81 \text{ cm}^2$.

Passo 4 - Sistematização Final (Debate e interação professor-aluno sobre a abordagem):

Neste momento crucial, promova um debate que transcenda o resultado numérico. Provoque a turma com as seguintes reflexões:

- Questione: "Para medir a área da face inclinada sem este teorema, o que precisaríamos?". Destaque que seria necessário medir ângulos complexos no espaço ou utilizar trigonometria avançada. O Teorema de De Gua permite que um problema de Área (2D) seja resolvido apenas com Medidas Lineares (1D) tomadas nas arestas ortogonais. Isso é a "economia do pensamento": simplificar o complexo usando o que é acessível (uma régua).
- Peça que comparem visualmente o Teorema de Pitágoras ($a^2 = b^2 + c^2$) e o Teorema de De Gua ($S_h^2 = S_x^2 + S_y^2 + S_z^2$). Discuta a progressão: no plano, somamos quadrados de comprimentos; no espaço, somamos quadrados de áreas. Essa "herança" geométrica reforça a ideia de que a matemática possui uma estrutura lógica que se expande com as dimensões.
- Reforce que essa igualdade absoluta só é garantida pela "quina reta" (o vértice trirretangular). Assim como o ângulo de 90° é a fundação do Pitágoras clássico, a ortogonalidade tripla é o que sustenta essa relação no espaço. Conclua enfatizando que o domínio deste teorema transforma o marceneiro, o arquiteto ou o engenheiro em alguém capaz de "enxergar" medidas invisíveis através do cálculo, garantindo precisão técnica com elegância matemática.

SUGESTÕES PARA AVALIAÇÃO E AUTOAVALIAÇÃO

1. Avaliação Formativa (Para o Professor):

Sugere-se que a avaliação não se restrinja apenas ao resultado final (o cálculo correto da área no problema da marcenaria), mas sim a todo o processo investigativo do aluno. O professor pode utilizar os seguintes critérios observacionais:

- **Construção e Abstração:** O aluno conseguiu planificar e montar o tetraedro trirretângulo corretamente? Demonstrou compreensão visual de que as três faces catetos são perpendiculares entre si?
- **Fluência Tecnológica:** O aluno conseguiu transpor o modelo físico para o ambiente virtual no GeoGebra 3D? Conseguiu manipular os eixos ortogonais e visualizar a face da hipotenusa?
- **Modelagem e Resolução:** No problema da marcenaria, o aluno compreendeu a necessidade de utilizar o Teorema de De Gua (ou o conceito da Matriz de Gram de forma simplificada) em vez do Teorema de Pitágoras clássico? O cálculo e a justificativa foram coerentes?

2. Autoavaliação (Para o Aluno):

Como parte do processo de aprendizagem significativa, recomenda-se que, ao final das atividades, o professor aplique um breve questionário de autoavaliação, permitindo que o estudante reflita sobre a sua própria jornada.

Tabela 2: Sugestão de quadro de autoavaliação para o aluno.

Afirmativa de Autoavaliação	Sim	Em Parte	Não
Consegui compreender a relação entre as faces do tetraedro e os catetos/hipotenusa?			
Fui capaz de realizar as medições e cálculos de área manualmente de forma correta?			
Entendi o funcionamento do GeoGebra 3D e como ele comprova o teorema para qualquer medida?			
Consegui aplicar o que aprendi para resolver o problema prático da marcenaria?			

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta deste roteiro investigativo foi construir uma ponte sólida entre a geometria abstrata e a realidade palpável do aluno. Ao longo destas três aulas, o estudante deixou a posição de mero receptor de fórmulas para se tornar um investigador matemático.

O percurso que tem início na manipulação do papel, adquire rigor analítico no software GeoGebra 3D e culmina na resolução de um desafio prático de marcenaria, de-

monstra que a Matemática ganha o seu verdadeiro sentido quando transita do plano abstrato para a vida real.

Espera-se que este material sirva como um convite para que os professores da Educação Básica explorem as extensões espaciais de teoremas clássicos, transformando a sala de aula num autêntico laboratório de descobertas. Garantimos que, ao concluir este processo, o Teorema de De Gua deixa de ser uma mera curiosidade geométrica para se afirmar como um poderoso instrumento de leitura do mundo, essencial aos profissionais que desenham, inovam e constroem a nossa realidade.

Em última análise, este Produto Educacional reafirma que o papel do docente transcende a transmissão de conteúdos, consolidando-se como o de um mediador que instiga a curiosidade. Ao proporcionar vivências que integram o tato, a visão dinâmica e a resolução de problemas concretos, fomentamos o desenvolvimento de um pensamento crítico e espacial que acompanhará o estudante muito além dos muros da escola. Acreditamos que, ao humanizar o ensino da Geometria e conectá-lo a fazeres fundamentais da sociedade, devolvemos à Matemática a sua essência de linguagem universal e ferramenta de transformação, tornando o aprendizado uma jornada não apenas técnica, mas profundamente prazerosa, retentiva e significativa.

BIBLIOGRAFIA DE APOIO E LEITURAS RECOMENDADAS

As propostas e reflexões apresentadas neste Produto Educacional foram fundamentadas nas seguintes obras, que recomendamos para o aprofundamento do professor:

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

CARVALHO, Henrique Marins de. Notas históricas e demonstrações do teorema de De Gua sobre as áreas das faces de um tetraedro: “Pitágoras” em três (ou n) dimensões. **C.Q.D. – Revista Eletrônica Paulista de Matemática**, Bauru, v. 22, n. 1, p. 1-16, jul. 2022.

GEOGEBRA. **GeoGebra 3D Calculator**. Áustria: GeoGebra, 2026. Software de matemática dinâmica. Disponível em: <https://www.geogebra.org/3d>. Acesso em: abr. 2026.

PAIS, Luiz Carlos. **Didática da Matemática: uma análise da influência francesa**. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

ANEXO A – PLANIFICAÇÃO DO TETRAEDRO TRIRRETÂNGULO

Instruções para o Professor: Imprima este molde em papel de alta gramatura (como cartolina ou papel cartão de 180g/m^2) para garantir a firmeza da peça durante a montagem e a manipulação pelos alunos.

As linhas **contínuas** indicam onde o aluno deve realizar os recortes. As linhas **tracejadas** indicam os locais exatos das dobras para a formação do vértice trirretangular (a "quina"reta do sólido). Recomenda-se o uso de fita adesiva dupla face ou cola em bastão nas abas para um acabamento mais limpo.

MOLDE PARA IMPRESSÃO: TETRAEDRO TRIRRETÂNGULO (FACES Cateto de 2 cm, 3 cm e 4 cm):

