

VIVÊNCIA DA MODELAGEM: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA DA APLICAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Antonio Marcos de Lima Miranda¹

Salvino Coimbra Filho²

Marcelo Teixeira Carneiro³

Egnilson Miranda de Moura⁴

Ezequias Matos Esteves⁵

André Luiz Ferreira de Carvalho Melo⁶

RESUMO: O ensino de Geometria Espacial na Educação Básica apresenta desafios relacionados ao caráter abstrato dos conceitos e à dificuldade dos estudantes em relacionar a matemática escolar com situações do cotidiano. Nesse contexto, a Modelagem Matemática tem se destacado como abordagem pedagógica capaz de aproximar os conteúdos matemáticos da realidade dos alunos, favorecendo aprendizagem significativa e o desenvolvimento do pensamento investigativo. Este estudo teve como objetivo analisar as contribuições da Modelagem Matemática para a aprendizagem de conceitos de Geometria Espacial, a partir da aplicação de uma sequência didática baseada em situações-problema inspiradas em questões do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). A pesquisa caracteriza-se como relato de experiência qualitativo, desenvolvido com uma turma da 3ª série do Ensino Médio. Durante as atividades, os estudantes foram organizados em grupos para investigar problemas envolvendo cálculo de volume e proporcionalidade em sólidos geométricos. As etapas incluíram elaboração de modelos matemáticos, construção de protótipos físicos e validação experimental dos resultados com materiais concretos, como arroz e sorvete, associados a instrumentos de medição. Os resultados evidenciaram correspondência entre previsões teóricas e dados obtidos experimentalmente, indicando avanços na compreensão dos conceitos de volume, proporcionalidade e interpretação de problemas contextualizados. Observou-se também que a proposta favoreceu o protagonismo dos estudantes, o trabalho colaborativo e o desenvolvimento de habilidades investigativas. Conclui-se que a Modelagem Matemática, associada à experimentação e à resolução de problemas contextualizados, configura-se como estratégia pedagógica promissora para o ensino de Geometria Espacial, contribuindo para tornar a aprendizagem mais significativa e alinhada às competências exigidas em avaliações nacionais como o ENEM.

1

Palavras-chave: Modelagem Matemática. Geometria Espacial. Ensino de Matemática. ENEM.

INTRODUÇÃO

Os marcos legais da educação brasileira reforçam a necessidade de um ensino de Matemática orientado para a compreensão, a contextualização e o desenvolvimento do raciocínio crítico. Nesse contexto, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB nº 9.394/1996) determina que a Educação Básica deve garantir uma formação que permita ao estudante compreender a realidade em que está inserido e atuar de forma consciente sobre ela. Tal finalidade é explicitada no Art. 22, ao estabelecer que “A educação básica tem por finalidades desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores” (BRASIL, 1996).

¹ Especialista. IFPI, Campus Floriano.

² Doutor. IFMA, Campus Bacabal.

³ Doutor. IFPI, Campus Floriano.

⁴ Doutor. UFPI.

⁵ Doutor. IFPI, Campus Teresina Central.

⁶ Doutor – Orientador. IFPI, Campus Floriano.

A atuação do professor de Matemática não se limita à exposição de conteúdos, mas envolve a criação de condições que possibilitem aos estudantes compreenderem o que aprendem e estabelecerem conexões com seu cotidiano. Nessa perspectiva, Simão (2024, p. 19) afirma que “a função do professor não é simplesmente passar o conteúdo, mas também fazer com que os alunos o compreendam e consigam associá-lo a suas realidades sempre que possível, sendo fundamental que as aulas incluam teoria e práticas aliadas”. Essa compreensão reforça que o ensino de Matemática exige intencionalidade pedagógica e articulação entre teoria e prática, especialmente na Geometria, em que a visualização e a aplicação dos conceitos favorecem a aprendizagem significativa.

As transformações pedagógicas no ensino acompanham mudanças ocorridas na própria Matemática enquanto campo de produção de conhecimento. Nesse sentido, Ubiratan D'Ambrosio (2009, p. 58) ressalta que “os meios de observação, de coleta de dados e de processamento desses dados, que são essenciais na criação matemática, mudaram profundamente”, indicando que, embora o rigor científico permaneça, suas formas de expressão se modificam ao longo do tempo. Esse contexto exige práticas de ensino que valorizem a investigação e a contextualização, princípios que fundamentam a Modelagem Matemática.

A Geometria ocupa lugar central na Matemática escolar, contribuindo de maneira significativa para o desenvolvimento do raciocínio lógico, da percepção espacial e da capacidade de compreender e representar situações do mundo físico. No entanto, embora possua importância histórica e conceitual reconhecida, pesquisas indicam que seu ensino — especialmente no que se refere à Geometria Espacial — ainda é frequentemente deixado em segundo plano ou conduzido por meio de abordagens excessivamente formais na Educação Básica brasileira.

No campo educacional, são recorrentes as discussões sobre as dificuldades que os estudantes apresentam na compreensão de conceitos abstratos e na utilização prática dos conhecimentos matemáticos. No contexto da Geometria, especialmente da Geometria Espacial, esses desafios costumam estar associados à escassez de experiências que estimulem o raciocínio visual e a percepção espacial. Quando tais dimensões não são exploradas de forma intencional, a aprendizagem tende a se tornar mecânica. Nessa direção, Lorenzato destaca a importância da Geometria na formação do pensamento matemático ao afirmar que:

Na verdade, para justificar a necessidade de se ter a Geometria na escola, bastaria o argumento de que, sem estudar Geometria, as pessoas não desenvolvem o pensar geométrico ou o raciocínio visual e, sem essa habilidade, elas dificilmente conseguirão resolver as situações de vida que forem geometrizadas; também não poderão se utilizar da Geometria como fator altamente facilitador para a compreensão e resolução de questões de outras áreas do conhecimento humano. Sem conhecer Geometria, a leitura interpretativa do mundo torna-se incompleta, a comunicação das ideias fica reduzida e a visão da Matemática torna-se distorcida. (LORENZATO, 1995, p. 5).

Essa reflexão demonstra que a Geometria é essencial para a construção de ideias e para a compreensão do mundo que nos cerca, o que confirma a importância de práticas pedagógicas que integrem o concreto, as representações e a formalização matemática. No entanto, no contexto brasileiro, o ensino de Geometria ainda é frequentemente conduzido de forma excessivamente abstrata ou centrada em procedimentos algébricos. Essa abordagem tende a fragilizar o desenvolvimento do raciocínio espacial e compromete, sobretudo na Geometria Espacial, a compreensão mais profunda dos conceitos e de suas aplicações.

No cenário educacional atual, há um entendimento de que o ensino de Matemática deve ir além da resolução mecânica de exercícios, priorizando a construção de conhecimentos e o desenvolvimento de habilidades

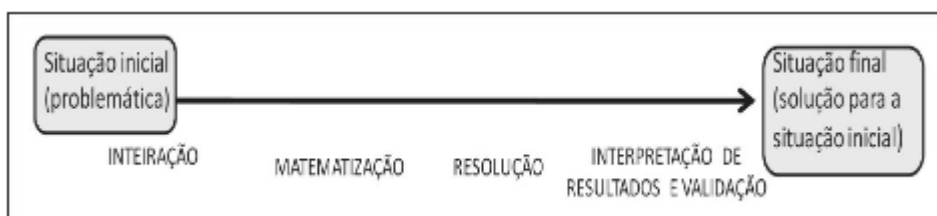
essenciais. Nesse contexto, a Modelagem Matemática apresenta-se como uma abordagem que aproxima os conteúdos da realidade dos estudantes e favorece a aprendizagem significativa. Dessa forma,

a modelagem matemática no ensino pode ser um caminho para despertar no aluno o interesse por tópicos matemáticos que ele ainda desconhece, ao mesmo tempo que aprende a arte de modelar, matematicamente. Isso porque é dada ao aluno a oportunidade de estudar situações-problema por meio de pesquisa, desenvolvendo seu interesse e aguçando seu senso crítico (BIEMBENGUT; HEIN, 2018, p.18).

Os autores também compreendem a Modelagem Matemática como uma arte, pois envolve formular, resolver e construir expressões que não se limitam a uma solução específica, mas que podem fundamentar novas aplicações e ampliar a compreensão teórica.

No contexto deste estudo, que analisa situações-problema de Geometria Espacial a partir de questões do ENEM, a compreensão da Modelagem Matemática é orientada pelo esquema apresentado na Figura 1, conforme proposto por Almeida, Silva e Vertuan (2016).

Figura 1– Fases da Modelagem Matemática



Fonte: Almeida, Silva e Vertuan (2016, p. 15)

O diagrama representa a Modelagem Matemática como um processo que se inicia em uma situação da realidade e se desenvolve até a elaboração de uma solução para o problema proposto. Esse movimento não acontece de maneira linear ou imediata, mas por meio de etapas inter-relacionadas que se complementam ao longo do percurso.

No âmbito da Educação Matemática, a Modelagem Matemática é entendida por diversos autores como uma estratégia pedagógica que integra situações da realidade ao processo de investigação e à construção do conhecimento matemático. Ainda que existam diferenças conceituais entre as abordagens, há convergência quanto à compreensão da Modelagem como um recurso didático dinâmico e formativo, que promove a participação ativa de estudantes e professores na elaboração e validação das ideias matemáticas.

Biembengut e Hein (2018) definem a Modelagem Matemática como uma metodologia de ensino e aprendizagem que tem início em uma situação ou temática vinculada à realidade. A partir dela, são elaboradas questões que passam a ser investigadas com o apoio de conceitos e ferramentas matemáticas, articuladas à pesquisa sobre o próprio tema. Ainda segundo os autores,

“a modelagem matemática, originalmente, como metodologia de ensino-aprendizagem parte de uma situação/tema e sobre ela desenvolve questões, que tentarão ser respondidas mediante o uso de ferramental matemático e da pesquisa sobre o tema” (BIEMBENGUT; HEIN, 2018, p. 28).

Essa compreensão indica que a Modelagem não se limita à simples aplicação de conteúdos já trabalhados, mas pressupõe a problematização das situações e a investigação como dimensões essenciais do processo de aprendizagem.

De modo geral, as diferentes perspectivas teóricas analisadas convergem ao compreender a Modelagem Matemática como uma proposta pedagógica que articula realidade, investigação e construção do conhecimento matemático, fortalecendo o protagonismo dos estudantes e a atuação mediadora do professor. Tais fundamentos sustentam a proposta deste estudo, que assume a Modelagem como estratégia de ensino voltada à Geometria Espacial, especialmente na análise e resolução de problemas em consonância com as competências exigidas pelo ENEM.

METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como um relato de experiência, de abordagem qualitativa, desenvolvido a partir da aplicação de uma sequência didática fundamentada na Modelagem Matemática no ensino de Geometria Espacial. A escolha por essa abordagem justifica-se pelo fato de a investigação estar centrada na descrição, análise e reflexão sobre uma prática pedagógica vivenciada em sala de aula, considerando os processos de aprendizagem, as estratégias adotadas pelos estudantes e as contribuições da modelagem para a compreensão de conceitos matemáticos.

A pesquisa foi realizada com estudantes da 3ª série do Ensino Médio, em uma turma regular da Educação Básica. A proposta teve como foco a exploração de situações-problema envolvendo conteúdos de Geometria Espacial, especialmente o cálculo de volumes, a proporcionalidade entre grandezas geométricas e a interpretação de problemas contextualizados. Para tanto, foram selecionadas questões do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), por se tratarem de situações que articulam conteúdos matemáticos a contextos próximos da realidade dos estudantes, exigindo leitura, interpretação, elaboração de estratégias de resolução e tomada de decisões.

A sequência didática foi organizada com base nos princípios da Modelagem Matemática, compreendida como um processo que parte de uma situação real ou contextualizada, passa pela formulação do problema, pela construção de modelos matemáticos, pela resolução e pela validação dos resultados obtidos. Nesse sentido, buscou-se criar um ambiente de aprendizagem investigativo, no qual os estudantes pudessem atuar de forma ativa, colaborativa e reflexiva, superando a simples aplicação mecânica de fórmulas.

Inicialmente, realizou-se um momento de sensibilização e introdução à temática da Modelagem Matemática. Nessa etapa, foi apresentado aos estudantes um vídeo explicativo sobre o conceito de modelagem, seguido de uma discussão coletiva mediada pelo professor. O objetivo desse primeiro momento foi problematizar a ideia de que a Matemática se restringe a cálculos abstratos e procedimentos algébricos, favorecendo a compreensão de que ela também pode ser utilizada para representar, interpretar e resolver situações do cotidiano. Durante o diálogo, os estudantes foram estimulados a expressar seus conhecimentos prévios, suas percepções sobre o uso da Matemática em situações reais e suas expectativas em relação à atividade proposta.

Após essa etapa introdutória, a turma foi organizada em grupos de trabalho. Cada grupo recebeu uma situação-problema inspirada em questões do ENEM, envolvendo sólidos geométricos e relações de volume. As situações selecionadas contemplaram, entre outros aspectos, o armazenamento de grãos em um silo composto por

cilindro e cone, bem como a redução de volume em um cone, mantendo determinadas características geométricas. A escolha desses problemas buscou favorecer a articulação entre Geometria Espacial, proporcionalidade, estimativas, medidas e interpretação contextualizada.

O desenvolvimento da atividade ocorreu em etapas. Na primeira, os grupos realizaram a leitura e interpretação dos enunciados, identificando as informações relevantes, as grandezas envolvidas e os objetivos de cada problema. Em seguida, passaram à elaboração dos modelos matemáticos, definindo variáveis, estabelecendo relações entre os dados fornecidos e selecionando as fórmulas necessárias para a resolução. Nessa fase, os estudantes mobilizaram conhecimentos relativos ao volume de cilindros, cones e sólidos compostos, além de conceitos de razão, proporção, porcentagem e arredondamento de resultados conforme a situação analisada.

Na etapa seguinte, os grupos construíram modelos físicos em escala reduzida, utilizando materiais simples e de baixo custo, como papel cartão, papel A4, isopor, régua, compasso, transferidor, tesoura, cola, arroz, sorvete e balança de precisão. A construção dos protótipos teve como finalidade aproximar os conceitos geométricos da experiência concreta dos estudantes, permitindo visualizar as formas espaciais, compreender suas dimensões e verificar experimentalmente os resultados obtidos no modelo matemático.

No caso do problema do silo, os estudantes construíram um protótipo composto por uma parte cilíndrica e uma parte cônica, adotando uma escala de redução para representar a estrutura real. Posteriormente, utilizaram arroz para simular os grãos armazenados e uma balança de precisão para comparar a capacidade do silo com a capacidade de transporte de um caminhão em escala. Já na atividade envolvendo cones, os estudantes confeccionaram dois protótipos com medidas distintas, utilizando papel cartão e preenchendo-os com sorvete, a fim de comparar a razão entre as massas obtidas experimentalmente e a razão entre os volumes previstos teoricamente.

A validação dos modelos constituiu uma etapa central da proposta. Após os cálculos e a construção dos protótipos, os estudantes confrontaram os resultados teóricos com os dados obtidos experimentalmente, analisando aproximações, discrepâncias e possíveis fontes de erro. Essa comparação permitiu discutir a importância das hipóteses adotadas, das simplificações realizadas e dos limites próprios de qualquer modelo matemático. Desse modo, a atividade contribuiu para evidenciar que a modelagem não se reduz à obtenção de uma resposta numérica, mas envolve interpretação, análise crítica e validação dos resultados.

A produção dos dados ocorreu por meio da observação participante, dos registros das atividades desenvolvidas pelos estudantes, dos modelos físicos construídos, dos cálculos realizados pelos grupos e das apresentações finais. Também foram considerados os diálogos estabelecidos durante a execução da sequência didática, especialmente aqueles que evidenciaram a compreensão dos estudantes sobre o papel da Matemática na representação de situações reais.

Ao final da sequência, os grupos socializaram suas produções em um seminário integrador, apresentando os problemas investigados, os procedimentos adotados, os modelos matemáticos elaborados, os protótipos construídos e os resultados alcançados. Esse momento possibilitou a troca de experiências entre os estudantes, a discussão coletiva dos resultados e a sistematização das aprendizagens construídas ao longo da intervenção.

A análise dos dados foi realizada de forma qualitativa, considerando o desempenho dos grupos no processo de modelagem, a coerência entre os modelos matemáticos e físicos, a participação dos estudantes, a capacidade de interpretação dos problemas e a articulação entre teoria e prática. Assim, buscou-se compreender de que maneira a

Modelagem Matemática, associada ao uso de materiais concretos e à resolução de problemas contextualizados, contribuiu para a aprendizagem de conceitos de Geometria Espacial no Ensino Médio.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção apresenta a análise e a discussão dos resultados obtidos a partir da aplicação da sequência didática fundamentada na Modelagem Matemática, desenvolvida com uma turma da 3ª série do Ensino Médio. A análise dos dados concentra-se no processo de elaboração, validação e aprimoramento dos modelos matemáticos e físicos construídos pelos estudantes, bem como nas estratégias mobilizadas ao longo da intervenção e nos avanços evidenciados durante o percurso formativo.

Para contextualizar a discussão, apresenta-se inicialmente um quadro-síntese das produções dos grupos, contemplando as situações-problema investigadas, os modelos matemáticos empregados e as representações físicas elaboradas. Esse panorama inicial orienta a análise detalhada desenvolvida nos subtópicos seguintes, permitindo evidenciar relações entre as escolhas metodológicas, os processos de modelagem e os resultados alcançados.

Quadro 1 – Síntese das Produções dos Grupos na Sequência Didática

Grupo	Situação-problema (ENEM)	Modelo matemático explorado	Modelo físico construído	Estratégias e aspectos relevantes para análise
Grupo A	Armazenamento em silo	Cálculo de volume de sólido composto (cilindro + cone)	Silo tridimensional confeccionado em escala reduzida com materiais de baixo custo	Decomposição correta do sólido; boa articulação entre fórmulas; validação experimental com pequena discrepância atribuída a erros de medição.
Grupo B	Redução de volume em cone	Proporcionalidade e variação dimensional	Cones com dimensões diferentes	Dificuldades iniciais na relação entre dimensões lineares e volume; superação a partir da visualização e do uso do modelo físico.

Fonte: Elaboração do autor, 2026.

Com base nesse panorama inicial das produções dos grupos, a análise passa a concentrar-se no momento inicial da intervenção, em que foram estabelecidos os encaminhamentos didáticos que orientaram o desenvolvimento do processo de modelagem. Essa fase revelou-se fundamental tanto para ativar os conhecimentos prévios dos estudantes quanto para favorecer a compreensão da proposta metodológica adotada.

A análise das discussões iniciais realizadas em sala de aula e da organização dos procedimentos pedagógicos evidencia os encaminhamentos que sustentaram as etapas posteriores da sequência didática. Esse movimento teve início com uma etapa de sensibilização, voltada a problematizar a concepção da Matemática como um saber exclusivamente abstrato e mecânico. Para isso, foi apresentado aos estudantes o vídeo “O que é Modelagem Matemática?”, utilizado como estratégia introdutória para estimular a reflexão e aproximá-los da proposta metodológica adotada.

A apresentação do vídeo funcionou como ponto de partida para um momento de diálogo coletivo, conduzido pelo pesquisador. A partir dele, os estudantes foram convidados a pensar sobre como situações do cotidiano podem ser interpretadas e estruturadas por meio da Matemática. Durante a conversa, compartilharam

ideias, questionamentos e entendimentos prévios, reconhecendo que modelar ultrapassa a simples aplicação de fórmulas prontas. Compreenderam que se trata de um processo investigativo que envolve selecionar variáveis, estabelecer hipóteses, realizar simplificações e confrontar os resultados obtidos com a realidade analisada.

Por meio da observação do participante e diálogo com um estudante, foi obtida a seguinte afirmação “A modelagem matemática é uma forma de usar a matemática para representar situações da vida real, o que ajuda a entender melhor os conteúdos e a resolver problemas do dia a dia, mostrando que a matemática está presente em várias situações fora da sala de aula.”

A continuidade do debate promovido pelo vídeo introdutório evidenciou que os estudantes passaram a atribuir um sentido mais amplo à Modelagem Matemática, deixando de compreendê-la como um recurso apenas técnico e reconhecendo-a como um processo de análise e interpretação da realidade por meio da Matemática.

Concluído o momento inicial de fundamentação teórica, a turma foi organizada em dois grupos de trabalho, buscando favorecer a participação ativa e a autonomia dos estudantes. Cada grupo ficou responsável por uma questão distinta do ENEM e iniciou o processo pela resolução analítica, realizando a abstração matemática necessária para compreender o problema. Na sequência, dedicaram-se à construção de um modelo físico — por meio de maquetes e protótipos — com o objetivo de confrontar e validar, na prática, os resultados obtidos.

Para o desenvolvimento da atividade, foram disponibilizados kits com materiais como papel cartão, isopor, balança de precisão e grãos, entre outros recursos. Além disso, cada grupo assumiu o compromisso de organizar uma apresentação final, na qual socializaria os procedimentos adotados, as conclusões alcançadas e as aprendizagens construídas ao longo do processo.

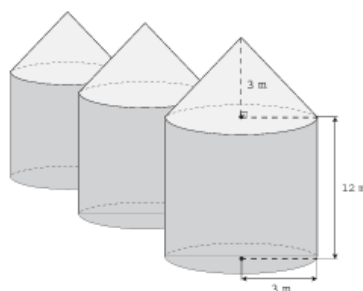
Grupo A – Modelo Matemático: O Problema do Silo de Grãos

7

Figura 2 – Questão 136 (ENEM 2016 – Caderno Azul)

QUESTÃO 136

Em regiões agrícolas, é comum a presença de silos para armazenamento e secagem da produção de grãos, no formato de um cilindro reto, sobreposto por um cone, e dimensões indicadas na figura. O silo fica cheio e o transporte dos grãos é feito em caminhões de carga cuja capacidade é de 20 m^3 . Uma região possui um silo cheio e apenas um caminhão para transportar os grãos para a usina de beneficiamento.



Utilize 3 como aproximação para π .

O número mínimo de viagens que o caminhão precisará fazer para transportar todo o volume de grãos armazenados no silo é

- A 6.
- B 16.
- C 17.
- D 18.
- E 21.

Fonte: INEP, 2016.

Na análise do primeiro grupo, observou-se que a passagem da situação agrícola para a representação matemática demandou a percepção de que o silo não poderia ser tratado como um sólido geométrico simples, mas como a combinação de dois sólidos de revolução. A construção do modelo envolveu a definição de variáveis, a representação geométrica e o cálculo do fluxo.

A partir das informações apresentadas na situação-problema ilustrada na Figura 2, foram estabelecidos os seguintes parâmetros:

Quadro 2 – Parâmetros definidos para a modelagem matemática do silo

Parâmetro	Símbolo	Valor
Raio da base comum	r	3 m
Altura da parte cilíndrica	h_1	12 m
Altura da parte cônica	h_2	3 m
Capacidade do caminhão por viagem	K	20 m ³
Valor aproximado de π	π	3

Fonte: Elaboração do autor, 2026.

Seja o volume total do silo (V_{total}) a soma do volume do cilindro (V_1) e do volume do cone (V_2). O modelo matemático é expresso pela soma:

$$V_{total} = V_1 + V_2$$

Com a aplicação das fórmulas de geometria espacial em cada sólido:

$$(i) \quad \text{Volume do Cilindro: } V_1 = \pi \cdot r^2 \cdot h_1$$

$$(ii) \quad \text{Volume do Cone: } V_2 = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot r^2 \cdot h_2$$

Para encontrar a capacidade máxima de armazenamento substituímos os valores:

$$\begin{aligned} V_{total} &= V_1 + V_2 \Rightarrow \\ V_{total} &= (3 \cdot 3^2 \cdot 12) + \left(\frac{1}{3} \cdot 3 \cdot 3^2 \cdot 3\right) \Rightarrow \\ V_{total} &= (3 \cdot 9 \cdot 12) + (9 \cdot 3) \Rightarrow \\ V_{total} &= 324 + 27 \Rightarrow \\ V_{total} &= 351 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Após calcular o volume total de grãos armazenado, o grupo passou a estruturar a etapa referente ao transporte. Para isso, determinou-se o número de viagens (N) a partir da divisão entre o volume total obtido e a capacidade de carga do caminhão, considerando que N deve, necessariamente, corresponder a um número inteiro.

$$N = \frac{V_{total}}{K} = \frac{351}{20} = 17,55$$

Como o resultado de 17,55 demonstra que 17 viagens não seriam suficientes para retirar todo o volume armazenado — permanecendo ainda uma quantidade de grãos no silo — conclui-se, a partir do modelo, que o número mínimo necessário de viagens é 18.

Construção do Modelo Físico e Análise Experimental

Concluída a etapa de formalização teórica, o primeiro grupo avançou para a elaboração de um modelo físico em escala reduzida, considerado fundamental para a visualização das características geométricas envolvidas e para a verificação, na prática, das previsões obtidas pelo modelo matemático.

Figura 3 – Construção do modelo físico do silo de grãos construído em escala reduzida



Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

Para converter as dimensões reais para o protótipo, os estudantes adotaram uma escala linear de 1:50, estabelecendo uma razão de semelhança entre o objeto real e sua representação reduzida. A confecção dos modelos foi realizada com materiais simples e de fácil acesso, como papel cartão, papel A4, isopor, tinta, régua, compasso, tesoura e cola, selecionados por possibilitarem a construção adequada dos sólidos de revolução envolvidos — cilindro e cone.

A utilização da escala 1:50 significa que cada medida linear no modelo corresponde a cinquenta vezes essa medida na estrutura real. Em termos matemáticos, considerando uma dimensão linear L , temos:

$$L_{\text{modelo}} = \frac{L_{\text{real}}}{50}$$

Após a aplicação da escala adotada, estabeleceram-se as seguintes dimensões para o modelo físico no quadro abaixo:

Quadro 3 – Parâmetros e dimensões do protótipo físico construído em escala 1:50

Parâmetro	Símbolo	Valor
Raio da base comum	r	6 cm
Altura da parte cilíndrica	h_1	24 cm
Altura da parte cônica	h_2	6 cm
Dimensões do caminhão (compr., larg., alt.)	—	12,5 cm × 6,4 cm × 2 cm
Capacidade do caminhão por viagem	K	160 cm ³
Valor adotado para π	π	3

Fonte: Elaboração do autor, 2026.

De modo análogo ao procedimento adotado no modelo anterior, utilizaram-se os valores obtidos após a aplicação da escala para determinar o volume total do protótipo, chegando-se a 2808 cm³. Assim, o número de viagens foi calculado por $N = \frac{2808}{160} = 17,55$, o que implica a necessidade mínima de 18 viagens. Esse resultado

confirma a coerência da escala empregada, evidenciando que, mesmo na versão reduzida, a conclusão obtida permanece consistente com a situação real.

Um aspecto inovador na condução do trabalho foi a validação por meio da pesagem, utilizando uma balança de precisão e arroz para representar os grãos armazenados. Com essa estratégia, em vez de medir diretamente o volume em cm^3 , os estudantes passaram a trabalhar com a massa, em gramas, apoiando-se no conceito de densidade (d). Partiu-se do pressuposto de que o arroz apresentava distribuição aproximadamente homogênea, o que permitiu considerar a proporcionalidade entre massa e volume.

Figura 4 – Validação experimental do modelo do silo por meio da pesagem do arroz



Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

Os resultados obtidos a partir do procedimento experimental foram os seguintes:

- Massa total do arroz no silo (M_s): 2388 g
- Massa de carga do caminhão (M_c): 133 g

Com o objetivo de confirmar o total de viagens obtido no modelo teórico ($N = 18$), os estudantes dividiram a massa total registrada pela capacidade de carga do caminhão no protótipo físico, verificando se o resultado experimental corroborava o cálculo abstrato.

$$\frac{M_s}{M_c} = \frac{2388}{133} \approx 17,95g$$

A verificação experimental indicou que 17 caminhões poderiam ser carregados completamente, somando 2261 g, sendo necessário ainda um 18º transporte para conduzir a quantidade restante. O grupo identificou, assim, uma massa residual (M_r), correspondente ao volume que seria transportado nessa última viagem.

$$M_r = 2388 - (17 \cdot 133) = 119g$$

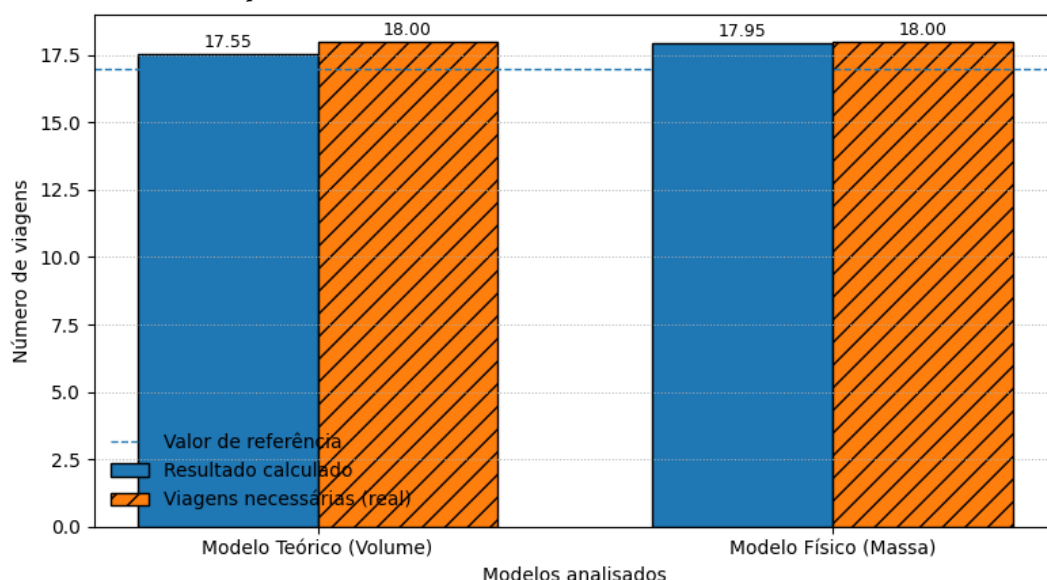
Na etapa final da análise, o grupo constatou que a massa obtida por meio da pesagem (M_v) poderia ser expressa por $M_v = 17 \cdot 133 + 119 = 1380g$. Embora não coincida exatamente com o valor inicialmente estimado (2388 g), o resultado foi considerado próximo, indicando coerência entre a previsão teórica e a verificação experimental.

O resultado obtido experimentalmente confirmou a consistência do modelo matemático adotado. Enquanto o cálculo teórico indicou 17,55 viagens — considerando o volume e a aproximação de $\pi = 3$ —, a verificação prática, com o uso da balança de precisão e da densidade do arroz, apresentou um quociente de 17,95. A proximidade entre esses valores evidencia a adequação do modelo à situação analisada e reforça o potencial do uso de materiais concretos no ensino de Geometria. Como destacam Alcântara et al. (2025), a utilização de recursos simples, como papel e arroz para simular volume, aliada ao trabalho colaborativo, contribui para transformar a abstração presente no ensino em uma experiência mais visual e manipulável.

Para sistematizar essa análise, o gráfico comparativo apresenta os resultados do modelo teórico-geométrico e do modelo experimental-físico. Embora as grandezas envolvidas sejam distintas — volume (m^3) e massa (g) —, observa-se a manutenção da proporcionalidade, confirmando a coerência entre a previsão matemática e a experimentação prática.

Para sintetizar a análise da oficina, o gráfico a seguir compara os resultados do modelo teórico-geométrico e do modelo experimental-físico. Embora as grandezas sejam distintas — volume (m^3) e massa (g) —, a proporcionalidade manteve-se consistente, evidenciando coerência entre teoria e prática.

Gráfico 1 – Comparação entre os resultados do modelo matemático e do modelo físico do silo de grãos



Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

Sob a perspectiva didática, a atividade permitiu que os estudantes percebessem que a resolução de um problema geométrico contextualizado vai além da aplicação direta de fórmulas, exigindo a elaboração de um modelo que articule diferentes conceitos matemáticos. A decomposição do silo em sólidos mais simples contribuiu para a compreensão do volume como uma grandeza composta, ao passo que o arredondamento do número de viagens evidenciou a necessidade de interpretar o resultado matemático considerando a situação real.

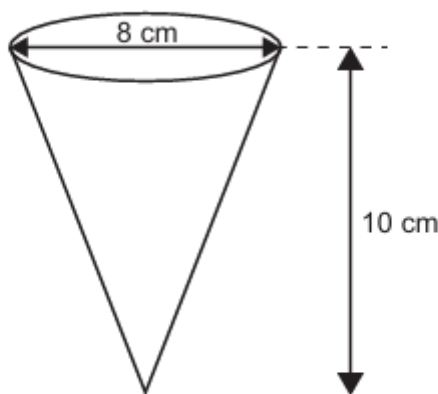
Além disso, a validação experimental com grãos de arroz e o uso da balança de precisão possibilitaram aos alunos refletir sobre os limites das aproximações adotadas, como a utilização de $\pi = 3$, reconhecendo o caráter estimativo presente nos modelos matemáticos, conforme discutem Almeida, Silva e Vertuan (2016). Dessa maneira, a proposta favoreceu uma aprendizagem mais significativa ao integrar abstração geométrica, tomada de decisões e análise crítica dos resultados obtidos.

Grupo B – Modelagem da Redução de Volume em Cones

Figura 5 – Questão 148 (ENEM 2022 – Caderno Amarelo)

QUESTÃO 148

Uma empresa produz e vende um tipo de chocolate, maciço, em formato de cone circular reto com as medidas do diâmetro da base e da altura iguais a 8 cm e 10 cm, respectivamente, como apresenta a figura.



Devido a um aumento de preço dos ingredientes utilizados na produção desse chocolate, a empresa decide produzir esse mesmo tipo de chocolate com um volume 19% menor, no mesmo formato de cone circular reto com altura de 10 cm.

Para isso, a empresa produzirá esses novos chocolates com medida do raio da base, em centímetro, igual a

- A** 1,52.
- B** 3,24.
- C** 3,60.
- D** 6,48.
- E** 7,20.

Fonte: INEP, 2022.

No desenvolvimento da modelagem pelo Grupo 3, partiu-se de uma situação-problema relacionada à produção de chocolates em formato de cone circular reto, iniciando-se pela resolução por meio de cálculos matemáticos. Conforme o enunciado, diante do aumento no custo dos ingredientes, a empresa optou por reduzir o volume do produto em 19%, preservando o mesmo formato geométrico e a mesma altura do cone original. O desafio consistiu, portanto, em determinar a nova medida do raio da base do cone, expressa em centímetros.

As dimensões do chocolate são:

- Diâmetro da base igual a 8 cm
- Raio do cone original: $r_1 = 4 \text{ cm}$.
- Altura: $h = 10 \text{ cm}$.

O volume de um cone circular reto pode ser determinado pela seguinte expressão matemática:

$$V_1 = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot r^2 \cdot h$$

logo,

$$V_1 = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot 4^2 \cdot 10 = \frac{160}{3} \pi \quad (i)$$

Considerando que o novo chocolate deve apresentar uma redução de 19% no volume, conclui-se que o volume do cone reformulado corresponde a:

$$V_2 = 0,81 \cdot V_1$$

Tendo em vista que a altura do cone permanece inalterada ($h = 10 \text{ cm}$), seja r_2 o raio da base do novo cone. Nesse caso, seu volume pode ser expresso por:

$$V_2 = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot r_2^2 \cdot 10 \quad (ii)$$

13

Fazendo a igualdade das expressões para (i) e (ii), obtém-se:

$$\frac{1}{3} \cdot \pi \cdot r_2^2 \cdot 10 = 0,81 \cdot \frac{160}{3} \pi$$

Eliminando os termos comuns da expressão, obtém-se:

$$10r_2^2 = 129,6 \Rightarrow$$

$$r_2^2 = 12,96 \Rightarrow$$

$$r_2 = \sqrt{12,96} \Rightarrow$$

$$r_2 = 3,6 \text{ cm}$$

O grupo observou que, ao manter a altura fixa, o volume do cone passa a depender diretamente do quadrado do raio da base, estabelecendo-se a seguinte relação de proporcionalidade:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$$

Essa relação demonstra a mobilização do conceito de proporcionalidade entre grandezas geométricas como elemento central para a resolução da situação proposta.

Desse modo, determinou-se que o raio da base do novo chocolate deve medir 3,60 cm, valor correspondente à alternativa C. O processo de modelagem possibilitou aos estudantes integrar conhecimentos de geometria espacial, proporcionalidade, porcentagem e interpretação de problemas contextualizados, em consonância com as competências requeridas no ENEM.

Construção do Modelo Físico e Análise Experimental

A situação-problema analisada abordou a redução do raio de um cone de chocolate maciço e os efeitos proporcionais dessa alteração sobre o volume total. Buscou-se compreender como uma diminuição linear aparentemente pequena — de 0,4 cm no raio — pode provocar uma redução volumétrica expressiva, fenômeno frequentemente associado a estratégias de mercado conhecidas como “redução de volume”.

Para a elaboração dos protótipos, utilizaram-se materiais simples, como papel cartão, régua, lápis, borracha, compasso, transferidor, cola e tesoura. No momento da experimentação, o grupo optou por substituir o chocolate por sorvete, considerando o menor custo e a maior praticidade de manuseio. O interior dos cones foi revestido com papel-alumínio para evitar danos à estrutura, e um paralelepípedo foi confeccionado como suporte, com base de isopor para garantir estabilidade. A medição da massa de sorvete comportada em cada cone foi realizada com o auxílio de uma balança de precisão, desconsiderando-se o peso das embalagens e dos materiais utilizados no revestimento.

Figura 62 – Construção dos protótipos dos cones utilizados na validação experimental com sorvete



Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

A primeira etapa envolveu a construção do cone de papel conforme as medidas indicadas na situação-problema. Para isso, foram recortados setores circulares que, ao terem as extremidades do arco unidas, formaram a superfície lateral do cone. Em ambos os modelos, o raio do setor correspondeu à geratriz do cone, que, de acordo com o enunciado, mede 10 cm. Contudo, os ângulos centrais variaram, pois dependem do comprimento da circunferência da base de cada cone.

O comprimento da circunferência da base do cone original é determinado por:

$$C_1 = 2\pi r_1 = 2\pi \cdot 4 = 8\pi \text{ cm}$$

Considerando que o comprimento do arco do setor circular deve ser igual à circunferência da base do cone, e que a circunferência completa de um círculo com raio de 10 cm é dada por:

$$C = 2\pi \cdot 10 = 20\pi \text{ cm}$$

O ângulo central θ_1 do setor circular empregado na construção do cone original pode ser determinado por meio de uma relação de proporcionalidade:

$$\frac{\theta_1}{360^\circ} = \frac{8\pi}{20\pi}$$

fazendo a simplificação:

$$\frac{\theta_1}{360^\circ} = \frac{2}{5},$$

temos que: $\theta_1 = 144^\circ$

Já no segundo cone, o raio da base mede $r_2 = 3,6 \text{ cm}$, assim o comprimento da circunferência da base é:

$$C_2 = 2\pi \cdot 3,6 = 7,2\pi \text{ cm}$$

resolvendo teremos:

$$\frac{\theta_2}{360^\circ} = \frac{7,2\pi}{20\pi}$$

logo,

$$\frac{\theta_2}{360^\circ} = 0,36,$$

15

Concluindo que, $\theta_2 = 129,6^\circ$

Após determinar os ângulos centrais, o grupo utilizou o transferidor para marcar, no papel cartão, setores circulares com raio de 10 cm e ângulos de 144° e $129,6^\circ$, respectivamente. Em seguida, realizou o recorte e uniu as extremidades dos arcos com cola, formando os cones de papel correspondentes aos dois modelos estudados.

Essa etapa favoreceu a integração de conceitos da geometria plana e espacial, como setor circular, comprimento de arco, geratriz e circunferência da base, fortalecendo a relação entre a formulação teórica e sua concretização no protótipo. Para verificar a validade do modelo, o grupo utilizou sorvete como material de preenchimento e aferiu a massa com o auxílio de uma balança de precisão.

- Massa no Cone A (M_A): 124 g
- Massa no Cone B (M_B): 101 g

A validação do modelo é realizada por meio da comparação entre a razão das massas obtidas experimentalmente e a razão dos volumes determinados teoricamente.

$$\text{Razão Experimental} = \frac{M_A}{M_B} = \frac{101}{124} \approx 0,8145$$

Figura 7 – Validação experimental do modelo matemático do cone



Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

O resultado experimental, próximo de 81,45%, demonstrou forte concordância com o valor teórico de 81%, que representa a redução de 19% em relação ao cone original. A diferença de 0,45 ponto percentual é mínima e pode ser considerada irrelevante em atividades de modelagem realizadas com materiais artesanais, indicando que a massa empregada manteve, com boa precisão, a proporção geométrica prevista. Como afirma Rodney Carlos Bassanezi (2002, p. 30), “o grau de aproximação desejado destas previsões será o fator preponderante para sua validação”, o que permite reconhecer a adequação do modelo matemático ao contexto proposto.

Desse modo, a prática alcançou êxito na verificação experimental, uma vez que o sorvete, apesar de sua consistência pastosa, comportou-se como um fluido capaz de ocupar de maneira eficiente o interior do cone, favorecendo a correspondência entre teoria e prática.

Quadro 4 – Comparativo entre o Modelo Matemático (Teórico) e o Modelo Físico (Experimental)

Componente de Análise	Modelo Matemático (Teórico)	Modelo Físico (Experimental)
Raio da base [®]	Cone A: 4,0 cm	Cone B: 3,6 cm (escala real)
Volume total (V) ($\pi = 3$)	$V_A = 160,00 \text{ cm}^3$	$V_B = 129,60 \text{ cm}^3$
Massa total (M)	$M_A = 124 \text{ g}$	$M_B = 101 \text{ g g}$
Razão de proporcionalidade do volume	$\frac{V_B}{V_A} = 0,81$	—
Razão de proporcionalidade da massa	—	$\frac{M_B}{M_A} = 0,8145$
Redução do volume	19 %	18,55%
Precisão do modelo	99,44%	

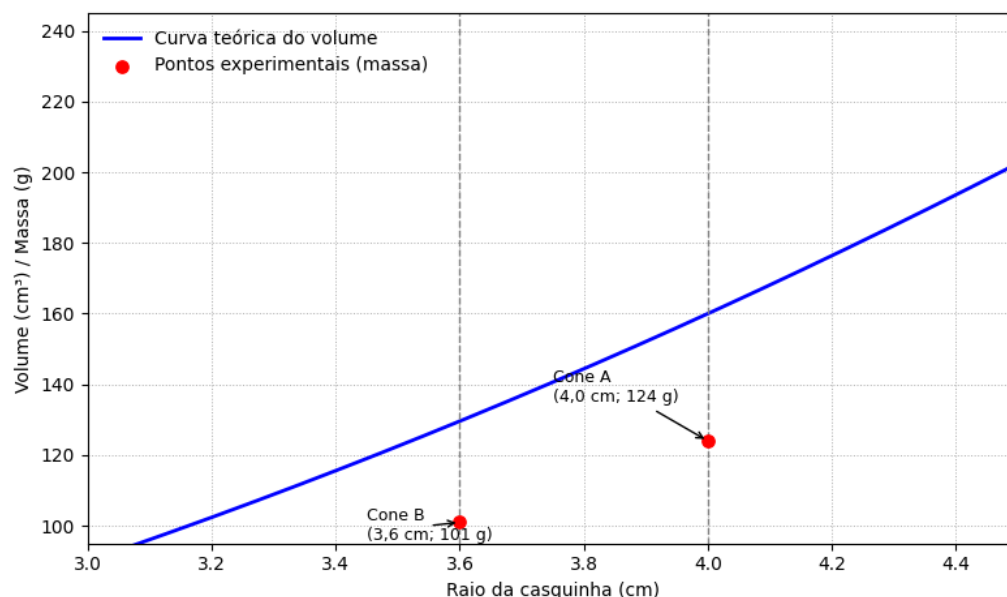
Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

O quadro apresenta a síntese do confronto entre a formulação geométrica abstrata e as evidências obtidas na experimentação. A análise indica uma convergência expressiva: enquanto o modelo matemático — considerando um cone com altura de 10 cm e $\pi = 3$ — estimou uma razão de volume igual a 0,8100, a verificação prática com sorvete apontou uma razão de massa de 0,8145.

A diferença inferior a 1% revela-se bastante significativa no contexto de uma oficina de modelagem. Devido à sua consistência, o sorvete preencheu o interior do cone de papel de maneira relativamente uniforme, permitindo que a massa funcionasse como uma representação adequada do volume. Esses resultados tornam evidente o chamado “fenômeno da economia de escala” em sentido inverso, no qual pequenas variações lineares implicam impactos volumétricos mais amplos.

A figura a seguir ilustra a comparação entre os volumes calculados no modelo teórico, adotando $\pi = 3$, e as massas aferidas experimentalmente, em função do raio da base do cone.

Gráfico 2 – Relação entre o raio da base do cone, o volume teórico e a massa experimental



Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

O gráfico apresentado evidencia o comportamento do volume em função da variação do raio, mantendo-se a altura constante em 10 cm. A curva azul corresponde ao modelo matemático teórico, enquanto os pontos em destaque representam os valores obtidos experimentalmente pelo Grupo 3 por meio da pesagem do sorvete.

17

Observa-se uma forte correspondência entre os dados empíricos e a curva prevista pelo modelo, o que torna visível o caráter não linear da relação analisada. Apesar de a redução do raio entre o Cone A e o Cone B ter sido de apenas 10%, a diminuição da grandeza representada no eixo vertical (massa/volume) foi de aproximadamente 19%, evidenciando que a variação não ocorre de forma proporcional.

Sob a perspectiva pedagógica, a atividade permitiu aos estudantes compreender, de maneira concreta, que o volume de um sólido não varia linearmente com suas dimensões. Ao manter a altura constante e reduzir o raio da base, tornou-se evidente que pequenas alterações lineares podem gerar impactos volumétricos mais expressivos, reforçando a dependência quadrática do volume em relação ao raio. A verificação experimental, realizada pela pesagem do sorvete, aproximou os dados observados dos valores teóricos, fortalecendo essa compreensão.

Essa experiência contribuiu para desconstruir interpretações intuitivas equivocadas — como a suposição de que reduções percentuais nas dimensões implicariam reduções equivalentes no volume — e ampliou a articulação entre Geometria Espacial, proporcionalidade e análise crítica de práticas de consumo.

Síntese Analítica dos Resultados da Sequência Didática

A análise das produções dos dois grupos de modelagem revela que, ao ser organizada como um ambiente investigativo, a sala de aula permitiu aos estudantes percorrer as diferentes etapas da construção do conhecimento. A adaptação de questões do ENEM para a elaboração de modelos físicos não se limitou à confirmação de fórmulas

geométricas; ela também tornou visível a relação — e as tensões — entre a Matemática formal e sua aplicação em contextos concretos.

Quadro 5 – Síntese da Validação dos Modelos Físicos e Matemáticos

Grupo	Fenômeno Geométrico	Material de Validação	Resultado do Modelo Físico	Observação Técnica
A (Silo)	Volume do Cilindro + cone	Grãos de arroz	Aderência Alta	Evidenciou a representação de armazenamento de carga.
B (Cone)	Redução do Raio (V proporcional a r^2)	Sorvete	Erro de apenas 0,55%	O sorvete (fluido) preencheu evidentemente a geometria do cone.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

A comparação dos resultados evidenciou uma leitura consistente da realidade analisada. Os Grupos 1 e 3 (arroz e sorvete) atingiram índices de precisão superiores a 99%, demonstrando forte concordância entre as estimativas produzidas e os valores de referência considerados. Tal desempenho indica que as estratégias de modelagem adotadas favoreceram a correta interpretação dos dados e a validação dos procedimentos, revelando domínio dos conceitos matemáticos mobilizados.

Ademais, a organização sistemática das etapas de resolução, associada aos momentos de discussão coletiva e à mediação do professor, parece ter contribuído para minimizar equívocos e aprimorar os cálculos realizados ao longo do processo.

Apresentação e Discussão dos Resultados

18

Concluídas as etapas de experimentação e sistematização dos dados, a sequência didática foi finalizada com um seminário integrador. Cada grupo indicou representantes para socializar os resultados, sob a condução do professor. Esse momento foi organizado para que não se apresentassem apenas os protótipos elaborados, mas principalmente o percurso investigativo, as estratégias adotadas e os desafios enfrentados na validação dos modelos.

O compartilhamento das produções possibilitou o confronto entre diferentes formas de validação. Estruturadas como relatórios orais, as exposições detalharam os procedimentos de construção das maquetes, os cálculos realizados e os testes experimentais, estimulando debates, questionamentos e aprofundamento conceitual em Geometria Espacial.

As discussões que emergiram favoreceram uma postura mais crítica diante dos métodos utilizados, aproximando a atividade de uma prática com maior rigor investigativo. Essa troca foi decisiva para consolidar a Modelagem Matemática como abordagem pedagógica, pois deslocou os estudantes da posição de executores de algoritmos para a de protagonistas na argumentação e na defesa de suas próprias conclusões.

Em síntese, o momento final evidenciou que as oficinas ultrapassaram um caráter meramente operacional, configurando um processo formativo em que os alunos mobilizaram conceitos, justificaram decisões e analisaram resultados de forma reflexiva. Ao organizar a aprendizagem em torno da investigação e da validação, a Modelagem

Matemática contribuiu para que a Matemática fosse compreendida como linguagem capaz de interpretar situações do mundo real, especialmente em um ambiente de interação coletiva.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades desenvolvidas durante esta sequência didática evidenciaram que a Modelagem Matemática pode constituir-se como uma estratégia pedagógica relevante para o ensino de Geometria Espacial no Ensino Médio. Partindo de situações-problema contextualizadas — inspiradas em questões do ENEM — e propor a construção de modelos matemáticos e físicos, os estudantes foram incentivados a mobilizar diferentes conceitos geométricos, articulando conhecimentos teóricos e experimentais. Esse método contribuiu para ampliar a compreensão dos conteúdos, desarticulando a aprendizagem de uma abordagem centrada apenas na aplicação de fórmulas para uma perspectiva mais investigativa e reflexiva.

Os resultados obtidos pelos grupos demonstraram uma elevada concordância entre os modelos matemáticos elaborados e as validações experimentais realizadas com materiais concretos, como arroz e sorvete, alcançando níveis de precisão próximos a 99%. Essa proximidade entre os resultados teóricos e os dados experimentais reforça o potencial da experimentação associada à modelagem como recurso didático no ensino de Matemática, uma vez que permite aos estudantes visualizar conceitos abstratos, interpretar os resultados obtidos e compreender os limites e aproximações presentes nos modelos matemáticos.

Além dos aspectos conceituais, a proposta ainda contribuiu para o desenvolvimento de habilidades investigativas, colaborativas e argumentativas. Ao se organizarem em grupos, construírem protótipos, discutirem estratégias de resolução e apresentarem seus resultados em seminário, os estudantes passaram a assumir um papel mais ativo no processo de aprendizagem. Essa dinâmica fortaleceu o protagonismo discente e evidenciou o papel mediador do professor na condução das discussões, contribuindo para a construção de um ambiente de aprendizagem mais participativo e reflexivo.

Dessa forma, conclui-se que a integração entre Modelagem Matemática, resolução de problemas contextualizados e uso de materiais concretos pode contribuir de maneira significativa para tornar o ensino de Geometria Espacial mais significativo e mais próximo da realidade dos estudantes. O relato da experiência indica que práticas pedagógicas fundamentadas na investigação e na experimentação ampliam as possibilidades de compreensão da Matemática como uma linguagem que permite interpretar fenômenos do mundo real, além de dialogar diretamente com as competências e habilidades exigidas em avaliações nacionais, como o ENEM.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, Davi Willams de Paiva et al. Relações de volumes entre cilindro, cone, pirâmide e prisma: uma abordagem de modelagem com materiais concretos no ensino médio. *Revista Aracê*, São José dos Pinhais, v. 7, n. 11, p. 1-21, 2025. DOI: 10.56238/arev7n11-265. Disponível em: <https://doi.org/10.56238/arev7n11-265>. Acesso em: 9 mar. 2026.

ALMEIDA, Lourdes Werle de; SILVA, Karina Pessoa da; VERTUAN, Rodolfo Eduardo. *Modelagem matemática na educação matemática*. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2016.

BASSANEZI, Rodney Carlos. *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática*. 3. ed. São Paulo: Contexto, 2002.

BRASIL. *Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996*. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 23 dez. 1996.

BIEMBENGUT, Maria Salett; HEIN, Nelson. *Modelagem matemática no ensino*. 5. ed. São Paulo: Contexto, 2018.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. *Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) 2016: prova de Matemática e suas Tecnologias*. Brasília, DF: INEP, 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/inep>. Acesso em: 9 mar. 2026.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. *Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) 2022: prova de Matemática e suas Tecnologias*. Brasília, DF: INEP, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/inep>. Acesso em: 9 mar. 2026.

D'AMBROSIO, Ubiratan. *Educação matemática: da teoria à prática*. Campinas: Papirus, 2009.

LORENZATO, Sérgio. Por que não ensinar Geometria? *Educação Matemática em Revista*, São Paulo: SBEM, v. 3, n. 4, p. 3-13, 1995.

MARTINS, Érica dos Santos; THIENGO, Edmar Reis. Modelagem matemática como metodologia em ensino na educação de jovens e adultos. *Kiri-kerê: Pesquisa em Ensino*, n. 9, p. 198-216, dez. 2020. DOI: 10.47456/krkr.v1i9.31999.

SANTOS, C. Maclyne D. A modelagem matemática como estratégia no ensino-aprendizagem. In: *ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA – ENEM*, 9., 2006. Belo Horizonte. Anais [...]. 2006. Disponível em: http://www.sbembrasil.org.br/files/ix_enem/Poster/Trabalhos/PO02111714410T.doc. Acesso em: 9 mar. 2026.

SIMÃO, Carlos Eduardo. *Discussões acerca do uso da modelagem matemática como recurso didático em sala de aula*. 2024. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT) – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2024. DOI: 10.11606/D.55.2024.tde-14052024-090518.