



MODELAGEM MATEMÁTICA EM LABORATÓRIO COMO ESTRATÉGIA PARA A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE PLANIFICAÇÃO DE FIGURAS ESPACIAIS EM AVALIAÇÕES DE LARGA ESCALA

Carlos Alex Martins Oliveira ¹
Francisca Helen Cardoso Gonçalves ²
Juvêncio Santos Nobre ³
Vicente Thiago Freire Brazil ⁴

MATHEMATICAL MODELING IN THE LABORATORY AS A STRATEGY FOR SOLVING SPATIAL FIGURE PLANNING PROBLEMS IN LARGE-SCALE ASSESSMENTS

Resumo:

O presente artigo analisa o uso da modelagem matemática em laboratório como estratégia para a resolução de problemas de planificação de figuras espaciais em avaliações de larga escala, a partir de uma sequência didática voltada ao desenvolvimento da visualização espacial e da compreensão das relações entre representações bidimensionais e tridimensionais. A proposta pedagógica foi estruturada com explicitação conceitual, uso de tecnologia digital e atividades práticas. Inicialmente, desenvolveu-se uma abordagem teórica sobre as planificações de sólidos geométricos, seguida da utilização do aplicativo PolyPro⁵, que permitiu aos estudantes visualizar, de forma dinâmica, a transformação de figuras espaciais em figuras planas. Em seguida, os alunos realizaram atividades de modelagem com materiais concretos (tesoura, papel madeira, cola e régua), construindo e planificando diferentes sólidos geométricos. Como etapa final, os estudantes resolveram questões do ENEM, alinhadas ao estilo das avaliações SPAECE⁶ e SAEB⁷, relacionadas à planificação e à identificação de sólidos, estabelecendo a articulação entre a experimentação em laboratório e as demandas das avaliações externas. Os resultados indicam que a integração entre tecnologia, modelagem e atividades manipulativas contribui para o desenvolvimento da visualização espacial, da compreensão geométrica e da capacidade de resolução de problemas, refletindo-se em melhor desempenho dos estudantes em situações avaliativas de larga escala.

Palavras-chave: Geometria espacial. Planificação de sólidos. Laboratório de matemática. Avaliações de larga escala

Abstract:

This article analyzes the use of mathematical modeling in a laboratory setting as a strategy for solving problems involving the nets of spatial figures in large-scale assessments, based on a didactic sequence aimed at developing spatial visualization and understanding the relationships between two-dimensional and three-dimensional representations. The pedagogical proposal was structured through conceptual explanation, the use of digital technology, and practical activities. Initially, a theoretical approach to the nets of geometric solids was developed,

1. Doutor em Engenharia de Teleinformática – UFC, Professor de Matemática da Secretaria da Educação do Estado do Ceará - SEDUC/CE; <http://lattes.cnpq.br/6299081349086959>; <https://orcid.org/0009-0008-6330-9845>.

2. Mestre em Gestão e Avaliação da Educação Pública da Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF. Professora de Física da Secretaria da Educação do Estado do Ceará - SEDUC/CE; <http://lattes.cnpq.br/1678713387061695>; <https://orcid.org/0009-0005-5209-7494>

3. Do. utor em Estatística pelo IME-USP. Professor Titular do Departamento de Estatística e Matemática Aplicada – UFC <http://lattes.cnpq.br/4610025058115796>; <https://orcid.org/0000-0002-7321-3221>.

Docente da UECE, Professor Permanente do PPGFIL/UECE. Doutor em Filosofia. <http://lattes.cnpq.br/3922153001209706>; <https://orcid.org/0000-0003-0830-6349>

5. PolyPro é um software educacional voltado ao estudo de poliedros e sólidos geométricos, permitindo visualização tridimensional e exploração de planificações.

6. SPAECE – Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica do Ceará

7. SAEB – Sistema de Avaliação da Educação Básica

followed by the use of the PolyPro application, which allowed students to dynamically visualize the transformation of spatial figures into plane figures. Subsequently, students carried out modeling activities using concrete materials (scissors, brown paper, glue, and ruler), constructing and unfolding different geometric solids. As a final stage, the students solved ENEM questions aligned with the style of SPAECE and SAEB assessments, related to nets and the identification of solids, thus establishing a connection between laboratory experimentation and the demands of external assessments. The results indicate that the integration of technology, modeling, and hands-on activities contributes to the development of spatial visualization, geometric understanding, and problem-solving skills, reflecting in improved student performance in large-scale assessment situations.

Keywords: Mathematical modeling. Spatial geometry. Nets of solids. Mathematics laboratory. Large-scale assessments

1 INTRODUÇÃO

A Geometria Espacial constitui um dos eixos fundamentais do ensino de Matemática na Educação Básica, estando diretamente associada ao desenvolvimento da visualização espacial, da interpretação de representações gráficas e da compreensão das propriedades dos sólidos geométricos (FREUDENTHAL, 1991; LORENZATO, 2006). Em avaliações de larga escala, como o ENEM, o SPAECE e o SAEB, esse campo do conhecimento é frequentemente explorado por meio de itens que envolvem planificação de figuras espaciais, identificação de sólidos e análise de suas superfícies, exigindo dos estudantes a capacidade de transitar entre representações bidimensionais e tridimensionais (BRASIL, 2018).

Entretanto, diversos estudos apontam que muitos estudantes apresentam dificuldades significativas nesse conteúdo, especialmente no que se refere à compreensão das planificações e à articulação entre o sólido geométrico e sua representação plana (VAN HIELE, 1986; LORENZATO, 2006). Essas dificuldades estão frequentemente associadas a práticas pedagógicas centradas em abordagens excessivamente abstratas, que limitam a construção de imagens mentais e o desenvolvimento da visualização espacial (DUVAL, 2009).

Experiências formativas vinculadas às práticas matemáticas em rede pública têm sido objeto de investigação e publicação na Revista DoCentes, evidenciando interconexões entre formação docente, tecnologia e desempenho avaliativo (FELIPE *et al.*, 2025).

Nesse contexto, a modelagem matemática e o uso de ambientes de aprendizagem em laboratório configuram-se como estratégias didáticas relevantes, uma vez que permitem ao estudante explorar,

representar e interpretar situações matemáticas por meio de múltiplas formas de representação e de interação com objetos concretos e digitais (BASSANEZI, 2010). O uso de tecnologias digitais, tem se mostrado eficaz para ampliar a compreensão de conceitos geométricos, ao favorecer a manipulação dinâmica de figuras e a visualização de transformações geométricas (BORBA; PENTEADO, 2012).

Dessa forma, este artigo tem como objetivo analisar o uso da modelagem matemática em laboratório como estratégia para a resolução de problemas de planificação de figuras espaciais em avaliações de larga escala, a partir de uma proposta didática que articula tecnologias digitais, materiais manipuláveis e atividades de experimentação matemática.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O ensino de Geometria Espacial desempenha papel central na formação matemática dos estudantes, pois está diretamente relacionado ao desenvolvimento da visualização espacial, à interpretação de diferentes registros de representação e à compreensão das propriedades dos sólidos geométricos (FREUDENTHAL, 1991; LORENZATO, 2006). A visualização espacial é caracterizada como uma habilidade cognitiva essencial para a resolução de problemas matemáticos, envolvendo a coordenação entre representações intrínsecas e extrínsecas de objetos (DUVAL, 2009). Em avaliações de larga escala, como o ENEM, o SPAECE e o SAEB, a Geometria Espacial é frequentemente explorada por meio de itens que exigem planificação de figuras, identificação de sólidos e análise de superfícies, demandando do estudante a capacidade de transitar entre representações bidimensionais e tridimensionais (BRASIL, 2018).

Entretanto, diversos autores apontam que muitos estudantes apresentam dificuldades em estabelecer essas relações, o que compromete a aprendizagem da Geometria e a resolução de problemas contextuais (VAN HIELE, 1986:). Essas dificuldades parecem estar associadas as práticas pedagógicas centradas em abordagens puramente expositivas e estáticas, que limitam a construção de imagens mentais e a mobilização de diferentes registros de representação (DUVAL, 2009; GERANSON, 2022).

Nesse contexto, a modelagem matemática e o uso de ambientes de aprendizagem digital parecem configurar como estratégias didáticas relevantes, considerando que promovem a exploração, a representação e a interpretação de situações matemáticas por meio de múltiplas formas de representação e interação com objetos concretos e virtuais (BASSANEZI; OLIVEIRA, 2014; HENNEFELD, 2018). O uso de tecnologias digitais, em especial, aplicativos que permitem a manipulação dinâmica de objetos geométricos, tem se mostrado eficaz para ampliar a compreensão de conceitos geométricos e favorecer a visualização espacial (BORBA; PENTEADO, 2012; KISHI, 2021). Aplicativos como o PolyPro permitem que os estudantes observem de maneira interativa a transformação de uma figura espacial em uma figura plana e vice-versa, possibilitando a construção de significados mais robustos sobre as relações geométricas envolvidas.

Além das tecnologias digitais, o uso de materiais manipuláveis constitui uma abordagem didática que favorece o ensino da Geometria Espacial ao possibilitar a construção e a planificação de sólidos de forma concreta, promovendo maior engajamento e compreensão dos estudantes (LORENZATO; MELO, 2016; SANTOS; ALMEIDA, 2019). Essas práticas dialogam com a perspectiva da modelagem matemática, na qual o estudante é incentivado a investigar, representar e interpretar situações reais por meio de diferentes formas de representação (BASSANEZI, 2010).

No âmbito das políticas educacionais brasileiras, as avaliações de larga escala, como o ENEM, o SPAECE e o SAEB, têm papel central na orientação de currículos e nas práticas pedagógicas, ao avaliarem competências e habilidades que refletem expectativas educacionais amplas (BRASIL, 2018; BONAMINO; SOUSA, 2012). No

campo da Geometria Espacial, é recorrente a presença de itens que envolvem planificações, identificação de sólidos e análise de superfícies, reforçando a necessidade de práticas de ensino que articulem teoria, experimentação e visualização.

Assim, a integração entre tecnologia digital, materiais manipuláveis e modelagem matemática configura-se como uma abordagem coerente tanto com as demandas da aprendizagem geométrica quanto com os referenciais das avaliações de larga escala, contribuindo para a formação de estudantes capazes de interpretar, representar e resolver problemas geométricos em diferentes contextos avaliativos.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de natureza descritiva, fundamentada em uma experiência pedagógica desenvolvida em laboratório de matemática com estudantes do 3º ano do Ensino Médio. A proposta didática teve como finalidade favorecer a aprendizagem da planificação de figuras espaciais e a resolução de problemas, articulando modelagem matemática, tecnologias digitais e materiais manipuláveis, em diálogo com questões inspiradas no formato de avaliações de larga escala, como ENEM, SPAECE e SAEB. No âmbito da pesquisa, o artigo busca analisar as contribuições dessa experiência para a aprendizagem da Geometria Espacial e para o desempenho dos estudantes em contextos avaliativos externos.

A atividade foi desenvolvida no contexto de uma sequência didática⁸ voltada ao ensino de Geometria Espacial em uma escola da rede estadual, envolvendo duas turmas dos turnos manhã e tarde. Entende-se, neste trabalho, por sequência didática, um conjunto organizado e articulado de atividades planejadas em etapas sucessivas, com objetivos de aprendizagem específicos, voltado à construção progressiva de conhecimentos. Nesse sentido, a proposta foi estruturada de modo a integrar momentos de estudo teórico, uso de tecnologias digitais, manipulação de materiais concretos e resolução de problemas, favorecendo a compreensão da planificação de sólidos

8. Sequência didática: conjunto articulado de atividades pedagógicas organizadas de forma progressiva, com objetivos de aprendizagem definidos, visando à construção e à sistematização de conhecimentos pelos estudantes.

e o desenvolvimento da visualização espacial em diálogo com avaliações de larga escala.

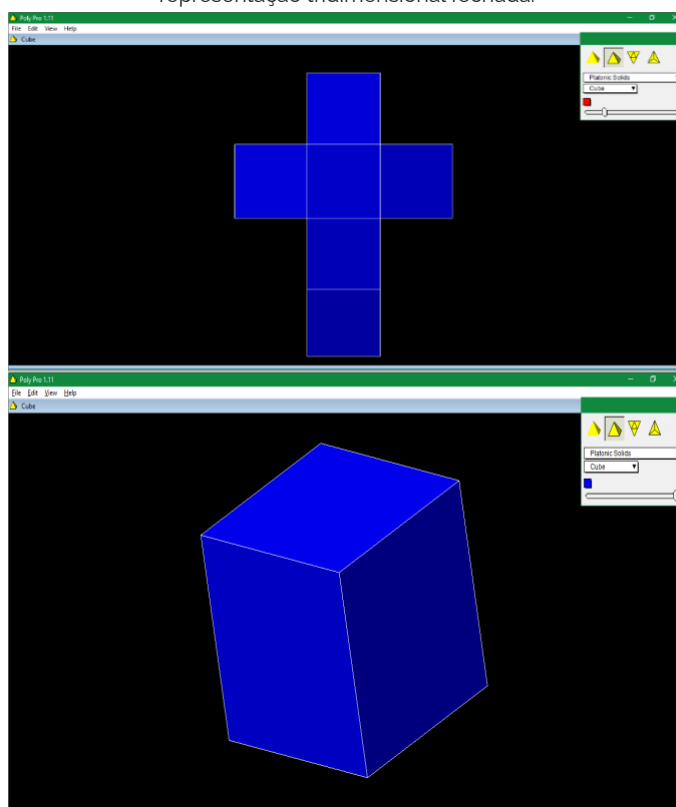
A sequência didática foi organizada em quatro etapas. Na primeira, realizou-se uma abordagem teórica sobre as planificações de figuras espaciais, discutindo-se conceitos como faces, arestas, vértices e a relação entre o sólido geométrico e sua representação plana, com o objetivo de estabelecer as bases conceituais necessárias para as atividades posteriores.

Na segunda etapa, utilizou-se o aplicativo PolyPro, um ambiente digital de visualização geométrica que permite a manipulação interativa de sólidos e de suas respectivas planificações. Os estudantes puderam explorar diferentes figuras e observar, de forma dinâmica, a transformação de objetos tridimensionais em figuras planas.

Na terceira etapa, os alunos realizaram atividades de modelagem matemática com materiais concretos (tesoura, papel madeira, cola e régua). Foram propostas a construção e a planificação de um cubo de aresta 8 cm, de um paralelepípedo de dimensões 5 cm, 7 cm e 9 cm e de um tetraedro de aresta 6 cm. Essas atividades permitiram aos estudantes transitar entre a representação plana e o sólido geométrico, favorecendo a compreensão das propriedades das figuras e o desenvolvimento da visualização espacial.

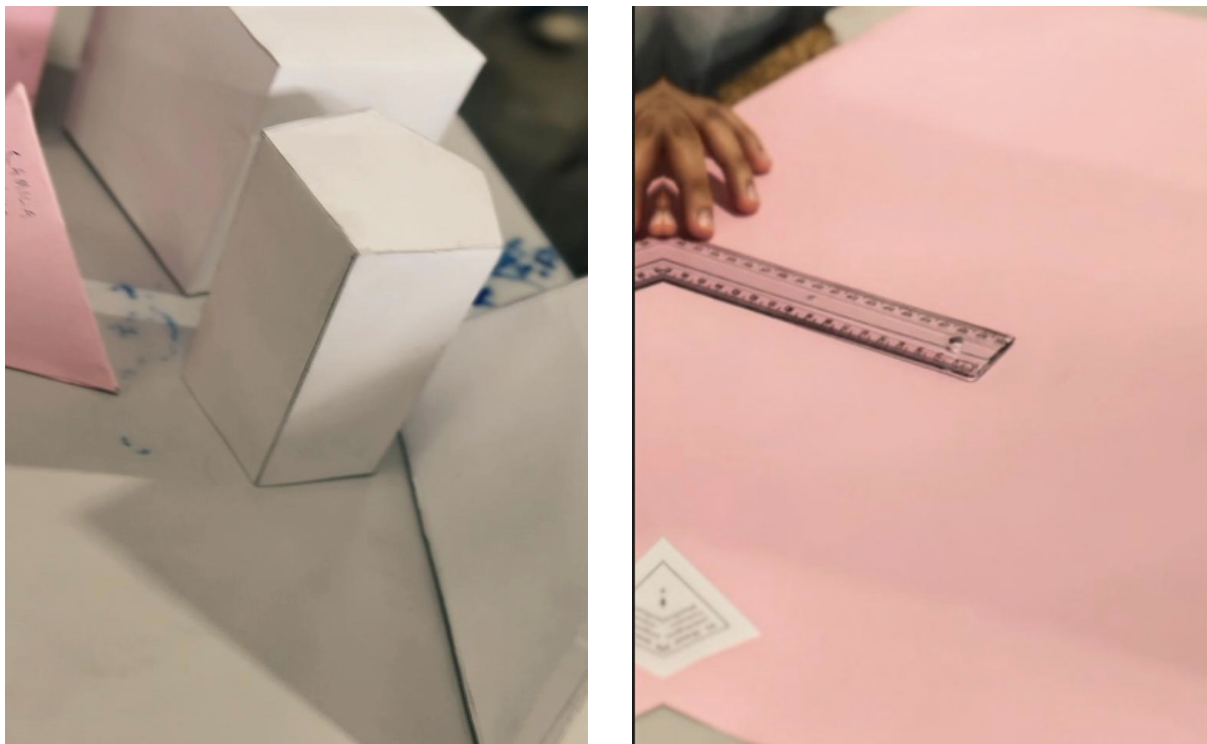
Na quarta etapa, os estudantes resolveram questões de Geometria Espacial selecionadas a partir do ENEM, por apresentarem estrutura semelhante aos itens do SPAECE e do SAEB, envolvendo planificação e identificação de sólidos geométricos. Essa etapa teve como finalidade articular a aprendizagem construída no laboratório às demandas das avaliações de larga escala.

Figura 1 – Interface do aplicativo PolyPro utilizada na atividade, com visualização da planificação do sólido e de sua representação tridimensional fechada.



Fonte: elaborado pelos autores com base no aplicativo PolyPro.

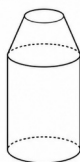
Figura 2 – Manipulação dos alunos na construção e planificação de figuras espaciais com estruturas fechada (esquerda) e aberta (direita)



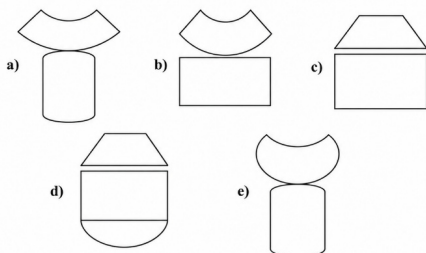
Fonte: Acervo dos autores (2026).

Figura 3 – Questão do ENEM (2017) sobre planificação de sólidos geométricos

06. (Enem (Libras) 2017) Para divulgar sua marca, uma empresa produziu um porta-canetas de brinde, na forma do sólido composto por um cilindro e um tronco de cone, como na figura.



Para recobrir toda a superfície lateral do brinde, essa empresa encomendará um adesivo na forma planificada dessa superfície. Que formato terá esse adesivo?



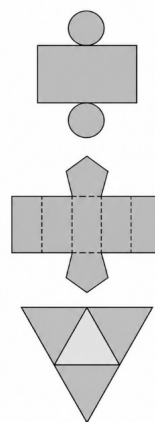
Fonte: Inep, Enem (Libras) 2017.

Fonte: adaptado do INEP (2017).

Figura 4 – Questão do ENEM (2012) sobre planificação de sólidos geométricos

Figura 4 – Questão do ENEM (2012) sobre planificação de sólidos geométricos

04. (Enem 2012) Maria quer fazer um seu jogo de embalagens e decidiu vender cada uma diferente das demais. No maço apresentado estão as planificações dessas caixas.



Quais serão os sólidos geométricos que Maria obterá a partir dessas planificações?

- a) Cilindro, prisma de base pentagonal e pirâmide.
- b) Cone, prisma de base pentagonal e pirâmide.
- c) Cone, tronco de pirâmide e prisma.
- d) Cilindro, tronco de pirâmide e prisma.
- e) Cilindro, prisma e tronco de cone.

Fonte: adaptado de INEP (2012).

A sequência didática foi planejada de modo a contemplar habilidades e descritores presentes nos principais sistemas de avaliação externa, especialmente aqueles relacionados à Geometria Espacial, tais como a identificação de sólidos a partir de suas planificações, a interpretação de representações geométricas e a resolução de problemas envolvendo superfícies e formas tridimensionais.

No SAEB, especialmente no Ensino Médio, a matriz de referência está alinhada diretamente à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), não sendo organizada por descritores numéricos, como ocorre em alguns sistemas estaduais. Assim, as habilidades avaliadas são estruturadas a partir das unidades temáticas da BNCC, entre as quais se destaca a Geometria, responsável por contemplar competências relacionadas à visualização espacial, ao reconhecimento de sólidos geométricos e às suas planificações (BRASIL, 2018; INEP, 2022).

Já o SPAECE mantém uma matriz de descritores específicos, organizados por eixos do conhecimento matemático, que permitem uma leitura mais objetiva das habilidades avaliadas. No eixo da Geometria, o descritor D28 corresponde à habilidade de identificar

e relacionar representações planas e espaciais de figuras tridimensionais, abrangendo conteúdos como planificações, reconhecimento de faces, arestas e vértices e interpretação de superfícies de sólidos geométricos (CEARÁ, 2022).

No ENEM, a avaliação de Matemática está organizada por áreas, competências e habilidades, conforme estabelecido em sua Matriz de Referência, não sendo estruturada por descritores numéricos, como ocorre em alguns sistemas estaduais. No campo da Geometria, os itens que envolvem planificação de figuras espaciais estão vinculados principalmente à Competência 2, que trata da utilização do conhecimento geométrico para a leitura e a representação da realidade, e à Competência 5, relacionada à modelagem e à resolução de problemas por meio de representações matemáticas. Nessas competências, destacam-se habilidades como a identificação de características de figuras planas e espaciais e o uso de modelos geométricos para interpretar e resolver situações-problema, contemplando diretamente conteúdos como redes de sólidos, superfícies e reconhecimento de figuras tridimensionais (BRASIL, 2019).

Quadro 1 – Descritores, habilidades e competências do ENEM, SPAECE e SAEB

ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio)	SPAECE (Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica do Ceará)	SAEB / BNCC (habilidades relacionadas em avaliação externa)
Competência 2 - Utilizar o conhecimento geométrico para realizar a leitura e a representação da realidade e agir sobre ela. Habilidade 7 - Identificar características de figuras planas ou espaciais. Habilidade 8 - Resolver situação-problema que envolva conhecimentos geométricos de espaço e forma. Competência 5 - Modelar e resolver problemas que envolvem variáveis socioeconômicas ou técnico-científicas, usando representações algébricas. Habilidade 22 - Utilizar conhecimentos algébricos/geométricos como recurso para a construção de argumentação. (BRASIL, 2009, p. 4-5).	D28 – Identificar e relacionar representações planas e espaciais de figuras tridimensionais. (CEARÁ, (2014, p. 56)).	EM13MAT302 - Resolver e elaborar problemas que envolvam sólidos geométricos, suas planificações, áreas de superfícies e volumes, em contextos diversos. EM13MAT303 - Analisar e representar objetos e figuras geométricas tridimensionais, relacionando-os a suas representações planas. (MATO GROSSO DO SUL, 2025, p. 139; 143).

Fonte: elaborado pelos autores com base em BRASIL (2009, p. 4-5), CEARÁ (2014, p. 56) e MATO GROSSO DO SUL (2025, p. 139; 143).

Dessa forma, a metodologia adotada buscou articular, de maneira integrada, os referenciais curriculares da BNCC, as matrizes do ENEM, do SPAECE e do SAEB e a prática pedagógica desenvolvida em laboratório. A utilização do aplicativo PolyPro, aliada à construção e planificação de sólidos geométricos com materiais manipuláveis e à resolução de questões no formato das avaliações de larga escala, permitiu aos estudantes mobilizar habilidades de visualização espacial, identificação de figuras e modelagem geométrica. Tal

organização metodológica possibilitou que os alunos não apenas compreendessem os conceitos envolvidos na planificação de figuras espaciais, mas também os aplicassem em situações avaliativas reais, fortalecendo a relação entre ensino, aprendizagem e avaliação.

4 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A experiência desenvolvida no laboratório de matemática evidenciou impactos positivos na aprendizagem dos estudantes do 3º ano do Ensino Médio, especialmente no que se refere à compreensão das planificações de figuras espaciais e à visualização tridimensional. A articulação entre o uso do aplicativo PolyPro, a manipulação de materiais concretos e a resolução de problemas no formato das avaliações de larga escala possibilitou que os alunos mobilizassem diferentes registros de representação, conforme proposto por Duval (2009), ampliando sua capacidade de interpretar e relacionar figuras planas e espaciais.

A relevância dessa abordagem foi corroborada pelos próprios estudantes, que relataram o reconhecimento de estruturas semelhantes às trabalhadas em sala nas provas do ENEM, do SPAECE e do SAEB realizadas posteriormente. Embora não se tenha acesso direto aos cadernos de prova desses sistemas avaliativos, os depoimentos indicaram que itens envolvendo planificação de sólidos, identificação de figuras espaciais e análise de superfícies foram abordados nas avaliações, confirmando a pertinência da sequência didática adotada. Esse resultado reforça a convergência entre as habilidades mobilizadas na atividade e aquelas exigidas pelas matrizes de referência dessas avaliações (BRASIL, 2018; 2019; CEARÁ, 2022).

De maneira semelhante às experiências descritas por Felipe *et al.* (2025), que analisam a Olimpíada Cearense para Professores de Matemática⁹ (OPMAT) como um espaço formativo capaz de articular teoria, prática e reflexão pedagógica, os resultados desta pesquisa evidenciam que a integração entre tecnologia digital, atividades manipulativas e resolução de problemas no formato das avaliações externas potencializa a aprendizagem da Geometria Espacial. Assim como observado naquele estudo, no qual práticas inovadoras contribuíram para o aprimoramento do conhecimento pedagógico do conteúdo, a presente sequência didática possibilitou que os estudantes construíssem significados mais sólidos sobre as relações entre figuras planas e espaciais, superando abordagens centradas apenas na memorização de fórmulas e definições.

9. A Olimpíada Cearense para Professores de Matemática (OPMAT) é uma iniciativa voltada à formação continuada e à valorização docente, reunindo professores da Educação Básica em atividades de resolução de problemas, discussão de estratégias didáticas e aprofundamento de conteúdos matemáticos.

Nesse sentido, a Figura 5, que apresenta uma questão do ENEM envolvendo a planificação de um poliedro, ilustra o tipo de raciocínio exigido dos estudantes, como a identificação de faces, a relação entre a rede plana e o sólido geométrico e a análise de elementos estruturais, tais como vértices, arestas e faces. A familiaridade dos alunos com esse tipo de representação, construída por meio das atividades de laboratório, contribuiu para uma maior segurança e autonomia na resolução desse tipo de item.

Figura 5 – Questão do ENEM sobre planificação de poliedros

QUESTÃO 151 - A cúpula pentagonal giralongada é um poliedro de Johnson, cujas faces são polígonos regulares, mas que não é um poliedro de Platão, de Arquimedes, prisma ou antiprisma. As figuras apresentam esse poliedro em duas posições e uma de suas planificações.



Quantos vértices tem esse poliedro?

- a) 21
- b) 25
- c) 55
- d) 80
- e) 110

Fonte: adaptado do INEP (2025).

Além disso, a utilização de múltiplos recursos didáticos mostrou-se um elemento central no processo de aprendizagem. O uso do PolyPro favoreceu a visualização dinâmica das transformações geométricas, enquanto a construção manual dos sólidos permitiu a

consolidação concreta dos conceitos, corroborando estudos que apontam a importância da integração entre tecnologias digitais e materiais manipuláveis no ensino da Geometria Espacial (LORENZATO, 2006; BORBA; PENTEADO, 2012). Essa combinação potencializou o engajamento dos estudantes e a construção de significados mais consistentes sobre as relações entre representações bidimensionais e tridimensionais.

Por fim, os resultados observados dialogam com experiências formativas que destacam a relevância de práticas pedagógicas capazes de articular teoria, tecnologia e resolução de problemas no contexto da escola pública. Conforme evidenciado por Felipe *et al.* (2025), propostas que integram reflexão teórica, experimentação e resolução de desafios matemáticos contribuem para o fortalecimento do conhecimento pedagógico do conteúdo e para a aprendizagem significativa dos estudantes. Nesse sentido, a experiência relatada neste estudo indica que a modelagem matemática em laboratório constitui uma estratégia eficaz para o ensino da Geometria Espacial e para a preparação dos alunos frente às exigências das avaliações de larga escala.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo analisar o uso da modelagem matemática em laboratório como estratégia para o ensino da planificação de figuras espaciais no 3º ano do Ensino Médio, articulando tecnologias digitais, materiais manipuláveis e resolução de problemas no formato das avaliações de larga escala. A experiência pedagógica desenvolvida evidenciou que essa articulação favoreceu a compreensão das relações entre representações bidimensionais e tridimensionais, ampliando a visualização espacial dos estudantes e fortalecendo a compreensão geométrica necessária à resolução de problemas dessa natureza.

As evidências observadas ao longo da sequência didática indicam a pertinência da proposta. A utilização do aplicativo PolyPro permitiu aos alunos visualizar dinamicamente a transformação de sólidos em figuras planas, enquanto a construção concreta e a planificação de modelos com materiais manipuláveis favoreceram a exploração tátil, visual e conceitual dos objetos geométricos. Além disso, a resolução de questões inspiradas em avaliações externas

possibilitou aproximar o conteúdo trabalhado em laboratório de situações efetivamente presentes em exames educacionais de larga escala.

Outro aspecto relevante foi a percepção, por parte dos estudantes, da recorrência desse conteúdo em avaliações como ENEM, SPAECE e SAEB, o que reforça a articulação entre a proposta pedagógica desenvolvida e as demandas avaliativas contemporâneas. Ainda que a pesquisa não tenha se baseado em uma mensuração quantitativa de desempenho, os registros da experiência, a participação dos alunos nas atividades e a mobilização de estratégias de identificação, construção e análise de planificações constituem indícios importantes de que a proposta contribuiu para uma aprendizagem mais significativa e contextualizada.

Os resultados também permitem afirmar que a integração entre tecnologia digital, experimentação em laboratório e resolução de problemas amplia as possibilidades de ensino da Geometria Espacial, ao deslocar o estudante de uma posição meramente receptiva para uma atuação mais ativa na construção do conhecimento. Nesse sentido, a proposta mostrou-se viável e pedagogicamente produtiva, podendo ser adaptada a outros contextos da Educação Básica e a diferentes objetos de conhecimento da Matemática escolar.

Por fim, considera-se que a experiência analisada contribui para o fortalecimento de práticas inovadoras no ensino de Matemática, especialmente no campo da Geometria Espacial, ao demonstrar que o trabalho com modelagem, visualização, tecnologia e materiais concretos pode favorecer a aprendizagem e aproximar os conteúdos escolares de contextos avaliativos e formativos mais amplos. Espera-se, assim, que este estudo incentive novas investigações e práticas pedagógicas que explorem o laboratório de matemática como espaço de experimentação, reflexão e construção significativa do conhecimento matemático.

REFERÊNCIAS

- BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**. 3. ed. São Paulo: Contexto, 2010.
- BIEMBENGUT, Maria Salett. **Modelagem matemática no ensino**. 5. ed. São Paulo: Contexto, 2016.
- BORBA, Marcelo de Carvalho; PENTEADO, Miriam Godoy. **Informática e educação matemática**. 5. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2012.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018.
- BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Matriz de Referência para o ENEM 2009**. Brasília, DF: INEP, 2009. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/matriz_referencia_novoenem.pdf. Acesso em: 24 jun. 2026.
- CEARÁ. Secretaria da Educação. **SPAECE 2014**: Boletim Pedagógico de Matemática – Ensino Médio e EJA – 1º e 2º períodos. Juiz de Fora: CAEd/UFJF, 2014.
- DUVAL, Raymond. **Semiosis e pensamento humano**: registros semióticos e aprendizagens intelectuais. São Paulo: Livraria da Física, 2009.
- FELIPE, Ricardo Araújo; SANTIAGO, Cenira Alexandre; GOMES DE ARAÚJO, Francisco Adeil; LIMA, Luiza Helena Martins; OLIVEIRA, Meirivâni Meneses de. 1ª Olimpíada Cearense para Professores de Matemática: um relato de experiência formativa à luz do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK). **Revista Docentes**, Fortaleza, v. 10, n. 39, p. 64–71, 2025.
- FREUDENTHAL, Hans. **Revisiting mathematics education**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1991.
- LORENZATO, Sergio. **Para aprender matemática**. Campinas: Autores Associados, 2006.
- MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Estado de Educação. **SAEMS 2025**: Revista da Escola – Matemática. Mato Grosso do Sul: SED/MS, 2025. Disponível em: https://prototipos.caeddigital.net/arquivos/ms/colecoes/2025/SAEMS_2025_RE_MT_web.pdf. Acesso em: 24 jun. 2026.
- VAN HIELE, Pierre M. **Structure and insight: a theory of mathematics education**. Orlando: Academic Press, 1986.
- ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.