

O IMPACTO DA MODELAGEM 3D NO ENSINO DE GEOMETRIA ESPACIAL PARA ALUNOS DE LICENCIATURA

Joalisson Soares da Silva Amorim ¹
Jeferson Leite da Costa Nunes ²
Brauner Gonçalves Coutinho ³

RESUMO

O presente trabalho apresenta uma ferramenta gratuita de modelagem 3D desenvolvida com foco no ensino de geometria espacial e relata experiências de sua aplicação em atividades práticas em sala de aula. A pesquisa se justifica pela necessidade cada vez mais crescente do uso de recursos pedagógicos que possibilitem a visualização e manipulação de objetos tridimensionais, facilitando a compreensão de conceitos abstratos e estimulando o aprendizado ativo. A metodologia utilizada consistiu na aplicação da ferramenta em atividades práticas envolvendo a modelagem de sólidos geométricos em turmas de alunos do curso de Licenciatura em Matemática do Campus VI da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). A ferramenta foi utilizada para modelar objetos tridimensionais, aplicar texturas e luzes, posicionar objetos, dimensionar e compreender o conceito de escala, além de possibilitar a visualização dos objetos sob diversos pontos de vista, planificação e cálculo de suas áreas. Os resultados obtidos demonstram que a ferramenta de modelagem 3D proporcionou aos alunos uma nova perspectiva sobre a localização, posicionamento e orientação de objetos no espaço tridimensional virtual, além de facilitar a compreensão de conceitos como planificação e cálculo de áreas, promovendo a autonomia dos alunos e o desenvolvimento de habilidades para o manuseio de plataformas digitais. A pesquisa evidencia o potencial da modelagem 3D como ferramenta para o ensino de geometria espacial, de modo que a construção do conhecimento matemático ocorra de forma prática e interativa. A ferramenta gratuita, desenvolvida para ser usada através do navegador, é de fácil utilização e se apresenta como uma alternativa bastante atraente para professores e alunos trabalharem com aplicações de geometria espacial, na perspectiva de democratizar o acesso à tecnologia, sem limitações financeiras ou geográficas, e proporcionar uma experiência de aprendizado alternativo a métodos convencionais de ensino.

Palavras-chave: Modelagem 3D, Geometria Espacial, Tecnologia Educacional, Modelagem Matemática.

INTRODUÇÃO

O ensino de geometria espacial sempre apresentou desafios, especialmente no que tange à visualização e compreensão de conceitos tridimensionais. A abstração necessária para o entendimento de formas, volumes, e superfícies muitas vezes se

¹ Graduando do Curso de Matemática da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, joalisson.amorim@aluno.uepb.edu.br;

² Graduando do Curso de Matemática da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, jeferson.leite@aluno.uepb.edu.br;

³ Professor orientador: doutor, Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, brauner@servidor.uepb.edu.br.

mostra uma barreira para alunos, principalmente quando o ensino se limita a representações bidimensionais em livros ou lousas. Nesse sentido, a utilização de ferramentas tecnológicas que permitam a visualização e manipulação de objetos tridimensionais surge como uma alternativa promissora para facilitar o aprendizado. Este trabalho apresenta a aplicação de uma ferramenta gratuita de modelagem 3D, desenvolvida com foco no ensino de geometria espacial, que foi utilizada em atividades práticas com turmas de Licenciatura Plena em Matemática do Campus VI da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

O software desenvolvido permitiu aos alunos visualizar e modelar virtualmente sólidos geométricos, ajustando a perspectiva da câmera para analisar propriedades dos objetos sob diferentes perspectivas. A partir dessas atividades, foi possível estudar conceitos fundamentais, como planificação de sólidos e cálculo de áreas, além de desenvolver habilidades para o manuseio de plataformas digitais. A experiência relatada por professores e alunos evidenciou que a modelagem 3D não apenas facilita a compreensão dos conceitos geométricos, mas também contribui para a superação do receio inicial dos estudantes em relação ao uso de novas tecnologias em sala de aula.

A justificativa para esta pesquisa reside na necessidade crescente de integrar recursos pedagógicos tecnológicos no ensino de matemática, visando promover um aprendizado mais ativo e significativo. A ferramenta desenvolvida democratiza o acesso à tecnologia ao ser de fácil utilização e disponível gratuitamente através do navegador, sem necessidade de investimentos financeiros ou sem quaisquer restrições geográficas.

O uso da ferramenta também permite avaliar o impacto do uso da modelagem 3D no ensino de geometria espacial, analisando como essa ferramenta pode contribuir para a construção do conhecimento matemático. A metodologia adotada incluiu a aplicação do software em atividades de modelagem de sólidos geométricos, com coleta de dados qualitativos através de observações em sala de aula e relatos dos alunos e professores envolvidos.

Resultados prévios observados demonstram que a modelagem 3D é uma ferramenta eficaz para o ensino de geometria espacial, proporcionando aos alunos uma nova perspectiva sobre a localização, posicionamento e orientação de objetos no espaço tridimensional virtual. Além disso, o uso da tecnologia buscou promover um ambiente de aprendizado mais dinâmico e interativo, estimulando a autonomia dos alunos e facilitando a compreensão dos conceitos envolvidos nas atividades.

METODOLOGIA

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo qualitativo de campo, com análise e reflexão dos resultados obtidos a partir de atividades realizadas em turmas de Licenciatura Plena em Matemática do Campus VI da UEPB. A escolha por essa abordagem, conforme Gerhardt e Silveira (2009), visa aprofundar a compreensão do fenômeno estudado em detrimento da representatividade numérica. A coleta de dados, em consonância com Fiorentini e Lorenzato (2007), ocorreu no próprio ambiente de pesquisa, utilizando registros imagéticos dos estudantes e anotações sobre as dificuldades e desafios enfrentados durante as atividades.

A primeira atividade realizada se deu no contexto de uma aula na disciplina de Modelagem em Educação Matemática, na qual foi feito o estudo comparativo nos cálculos de área total das superfícies cilíndricas e prismáticas, com o objetivo de investigar qual formato de embalagem seria o mais otimizado para comportar um mesmo volume com menor custo de material para confecção. Nesse sentido, o software foi utilizado como uma ferramenta para a elaboração do material para a aula bem como para a demonstração das vantagens e desvantagens de cada formato de embalagem utilizado, como será melhor detalhado nas seções seguintes.

Já na segunda atividade desenvolvida com apoio do software, os alunos do componente Desenho Geométrico participaram de maneira mais ativa, utilizando e manipulando os elementos dentro da aplicação. A atividade foi desenvolvida no momento em que se estudava um tópico que faz parte da ementa do componente descrito no PPC do curso: *“Interpretar as figuras geométricas do espaço, construção e representação gráfica de poliedros regulares, planificação”*. A construção dos sólidos foi feita por meio da definição das suas propriedades bem como do seu correto posicionamento na cena. Os estudantes foram desafiados a utilizar o raciocínio lógico-matemático para resolver cada um dos problemas propostos, o que se mostrou como um desafio para muitos, bem como uma oportunidade para fortalecer o entendimento de conceitos básicos da geometria espacial.

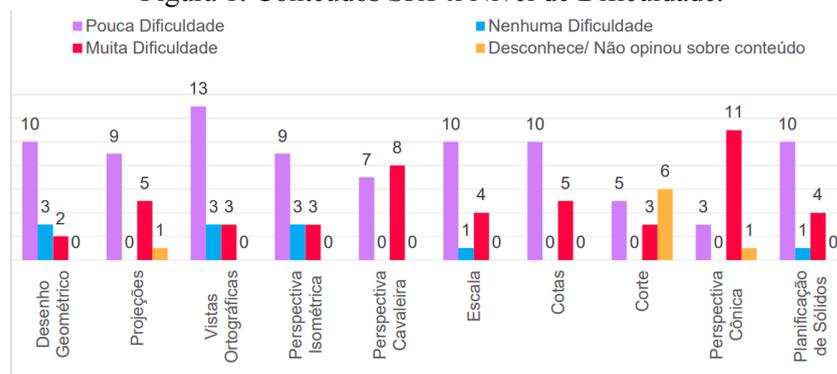
REFERENCIAL TEÓRICO

Costa (2019) analisa os desafios enfrentados pelos estudantes na disciplina de Sistemas de Representação Tridimensional (SRT). Este componente curricular é essencial no curso de design, pois envolve a representação gráfica bidimensional e

tridimensional, exigindo dos alunos o desenvolvimento de habilidades espaciais para a correta compreensão e aplicação dos conteúdos. A autora explora a relação entre o ensino básico e o ensino superior, destacando como a formação pré-universitária dos alunos pode influenciar na sua performance no decorrer da disciplina de SRT. A pesquisa identificou os tópicos que mais apresentam dificuldades para os discentes, como Perspectiva Cavaleira, Perspectiva Cônica e Cortes, além de identificar os conteúdos mais frequentemente abordados, como Escala, Cotas, Vistas Ortográficas e Projeções. Além disso, a relevância desses conteúdos no Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE) foi enfatizada, com Vistas Ortográficas, Projeções e Perspectiva Isométrica sendo os mais frequentes nas edições do exame. A autora ainda apresenta um gráfico que ilustra as principais dificuldades dos alunos concluintes em relação aos conteúdos de SRT. Este gráfico, mostrado na Figura 1, serve como um indicativo das áreas onde os discentes enfrentam dificuldades, evidenciando que para os estudantes concluintes, o estudo da Perspectiva Cônica, se mostra como um grande desafio.

De acordo com Costa (2019, p. 33), a perspectiva cônica busca representar a visualização de um objeto de maneira semelhante à percepção do olho humano. Essa técnica adiciona uma complexidade maior à interpretação visual, pois objetos situados mais próximos ao observador aparentam ser maiores, enquanto aqueles mais distantes parecem menores, criando um desafio adicional na compreensão espacial da imagem. O software apresentado aqui utiliza na renderização a perspectiva cônica, trazendo maior realismo à representação dos sólidos geométricos. Além da perspectiva cônica, outras técnicas de representação, como a perspectiva isométrica e a perspectiva cavaleira, também são fundamentais no ensino de sistemas de representação tridimensional (SRT), cada uma com suas particularidades.

Figura 1: Conteúdos SRT x Nível de Dificuldade.



Fonte: Costa (2019).

Além das técnicas específicas de representação tridimensional, é relevante considerar abordagens cognitivas que facilitem a compreensão e aprendizagem desses conceitos geométricos. Nesse contexto, a teoria da Gestalt, conforme discutido por Sabba (2003), oferece uma maneira de entender como os estudantes percebem e interpretam as diferentes formas de representação espacial.

Segundo Sabba (2003), a Gestalt, originada na psicologia experimental, enfatiza que a percepção humana tende a organizar informações visuais em estruturas completas e significativas, ao invés de fragmentos isolados. Aplicando esse conceito ao ensino de sistemas de representação tridimensional, os princípios gestálticos podem auxiliar os alunos a compreenderem as perspectivas cônica, isométrica e cavaleira de maneira mais integrada e coerente.

Os princípios fundamentais da Gestalt, como completude, proximidade e similaridade, são essenciais para ajudar os estudantes a visualizar e interpretar objetos tridimensionais a partir de projeções parciais. O princípio da completude permite que a mente preencha lacunas, facilitando a construção de imagens completas, enquanto a proximidade ajuda na organização mental das faces e ângulos de um objeto. A similaridade, por sua vez, permite identificar características comuns entre diferentes representações, fortalecendo a capacidade de transitar entre métodos de projeção.

Integrar os princípios da Gestalt no ensino das representações tridimensionais pode, portanto, contribuir para reduzir as dificuldades identificadas por Costa (2019) em relação às perspectivas cônica, cavaleira e isométrica. Essa abordagem cognitiva pode promover uma aprendizagem mais significativa ao conectar os novos conteúdos com estruturas perceptivas naturais dos estudantes, facilitando a assimilação e aplicação prática dos conceitos. O uso de ferramentas digitais que incorporam elementos gestálticos na interface e na visualização, como o software aqui apresentado, que utiliza a perspectiva cônica para renderização realista de sólidos geométricos, pode potencializar esse processo de aprendizagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação da ferramenta de modelagem 3D nas aulas de Modelagem em Educação Matemática e Desenho Geométrico no curso de Licenciatura Plena em Matemática do Campus VI da Universidade Estadual da Paraíba proporcionou aos

alunos uma experiência prática no estudo de sólidos geométricos. As atividades desenvolvidas com o uso do software, como a comparação entre prismas e cilindros, a construção de objetos complexos e a planificação de sólidos, permitiram aos estudantes uma visualização mais clara e dinâmica das formas tridimensionais, na tentativa de facilitar a compreensão de conceitos que, tradicionalmente, são abordados de forma abstrata, estática ou com representações pouco fidedignas em páginas impressas ou representações na lousa.

Atividade de Comparação entre Embalagens

Na atividade de comparação entre embalagens, realizada na disciplina de Modelagem em Educação Matemática, ofertada como componente curricular eletivo, foi explorada a diferença entre embalagens cilíndricas e prismáticas, com o objetivo de avaliar qual formato oferecia menor custo de produção, considerando volumes iguais. Para esse propósito, utilizou-se a ferramenta de modelagem 3D, para renderizar embalagens de diferentes formatos em um ambiente tridimensional virtual e gerar imagens que foram integradas aos slides utilizados durante a aula.

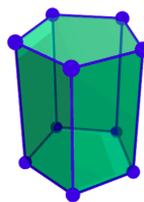
Figura 1: Um dos slides utilizados na aula com a imagem do sólido gerada na aplicação.

A matemática nas embalagens: Geometria plana e espacial

As caixas têm a forma de um prisma:

- Cada "canto" é denominado vértice;
- Cada "dobra" da caixa, aresta;
- Cada "lado", face;
- O volume de um prisma é calculado por:

$$V = A_b \cdot h$$

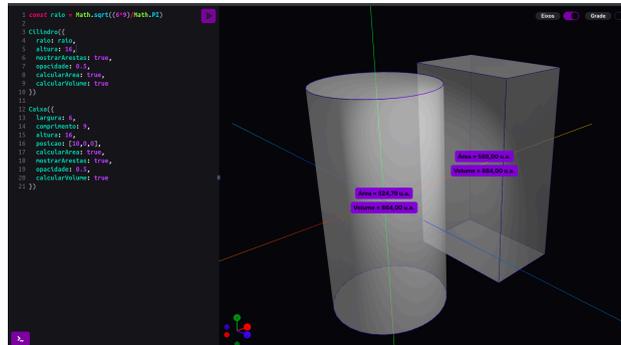


Fonte: autoria própria.

O problema discutido em sala consistia em determinar qual formato de embalagem (cilíndrica ou prismática de base retangular) seria mais vantajoso em termos de menor custo de material utilizado. Durante a aula, os dois sólidos foram modelados na aplicação para que os alunos pudessem analisar as áreas superficiais (usando a propriedade *calcularArea*, disponível nos objetos), e assim determinar qual embalagem exigiria menos material para sua confecção. O uso do software se destacou como uma alternativa eficaz para que os alunos compreendessem, de forma visual e prática, a

relação entre volume e área superficial, conceitos fundamentais em geometria espacial e na estimativa de custos.

Figura 2: Utilização do software para analisar os sólidos.



Fonte: autoria própria.

Os resultados da atividade, validados com o uso do software conforme Figura 2, indicaram que, embora os volumes dos dois sólidos fossem idênticos, a embalagem cilíndrica tendia a ter uma área superficial menor em comparação com a embalagem prismática de base retangular, resultando em um menor custo de matéria-prima. Esse resultado, visualizado por meio do software, ajudou os alunos a consolidar seus conhecimentos teóricos de maneira significativa. A experiência positiva com o software encorajou os alunos a explorarem outras plataformas e a se sentirem mais confiantes no uso da tecnologia para resolver problemas matemáticos.

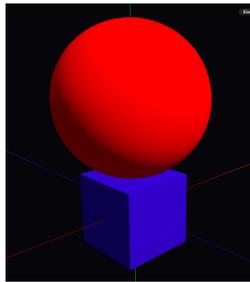
Atividade de criação e manipulação de objetos no espaço

As atividades de construção e manipulação de sólidos, como a criação de esferas, caixas, pirâmides e tetraedros, foram desenvolvidas na disciplina de Desenho Geométrico, um componente curricular obrigatório do curso de Licenciatura em matemática do Campus VI da UEPB. O objetivo dessas atividades foi proporcionar aos alunos uma compreensão mais aprofundada de conceitos espaciais essenciais, como localização, orientação, representação e planificação de sólidos. A capacidade de visualizar os sólidos de diferentes ângulos e realizar a planificação das figuras geométricas buscou permitir que esses conceitos fossem assimilados de forma mais concreta. A seguir, discutiremos as questões propostas.

Questão 1: Construa uma esfera na cor vermelha exatamente em cima de uma caixa azul

Esta questão trabalha a habilidade de visualização tridimensional ao exigir dos alunos a modelagem e posicionamento de uma esfera de forma precisa sobre uma caixa. Os estudantes precisavam entender a relação entre as posições relativas dos objetos e ajustar a posição da esfera para garantir que ela estivesse exatamente em cima da caixa. Essa tarefa também buscou desenvolver o entendimento de conceitos como alinhamento, dimensões dos sólidos e posicionamento no espaço 3D considerando as propriedades intrínsecas a cada sólido. A Figura 3 mostra a resolução de um dos estudantes. A definição da propriedade posição de cada objeto tridimensional modelado é baseado em vetores com três componentes, fazendo com que o aluno se familiarize também com este conceito.

Figura 3: Solução de um dos estudantes para o problema.



Fonte: autoria própria.

Questão 2: Construa e posicione três esferas, uma sobre a outra, com as mesmas cores mostradas na imagem

Essa atividade foi fundamental para reforçar o entendimento do alinhamento e do posicionamento de objetos no espaço. Ao posicionar três esferas uma sobre a outra, os alunos foram desafiados a garantir que todas estivessem centralizadas corretamente e perfeitamente posicionadas tangenciando cada uma das demais. Isso exigiu uma combinação de habilidades de visualização tridimensional e pensamento lógico-matemático para garantir um posicionamento preciso, levando em consideração conceitos como raio e diâmetro das esferas. Foi notado que alguns alunos tentaram “adivinhar” por meio de tentativa e erro qual valor deveria inserir para resolver o problema, mas estes foram encorajados a pensar matematicamente uma forma de posicionar os objetos. A Figura 4 ilustra os alunos durante a resolução desta atividade.

Figura 4: Alunos durante a resolução da atividade de posicionamento das três esferas.

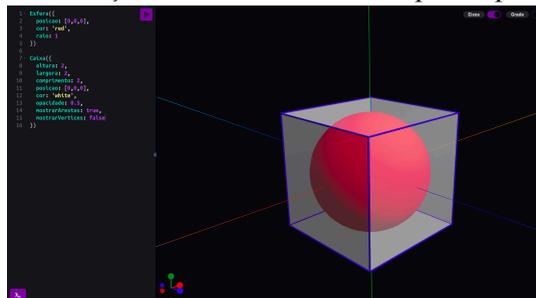


Fonte: autoria própria.

Questão 3: Construa uma Esfera vermelha inscrita em uma Caixa que terá opacidade de 0.5. Mostre as arestas da Caixa

Nesta questão, os alunos foram desafiados a inscrever uma esfera dentro de uma caixa, ajustando o tamanho da esfera para que ela tocasse as faces internas da caixa ou ampliar a caixa de modo que a esfera ficasse inscrita. A tarefa exigiu um entendimento mais aprofundado das relações entre as dimensões dos objetos e a noção de espaço interno. A propriedade de opacidade da caixa permitiu que os alunos visualizassem a interação entre os objetos de uma maneira mais detalhada, realçando a compreensão do conceito de inscrição de sólidos. A Figura 5 mostra a resolução da questão por um dos alunos.

Figura 5: Solução de um dos estudantes para o problema.



Fonte: autoria própria.

Questão 4: Construa o castelo da figura abaixo utilizando os objetos Pirâmide e Caixa seguindo as dimensões especificadas

Esta questão é baseada no brinquedo clássico “Brincando de Engenheiro”, composto por peças confeccionadas em madeira de vários formatos. O jogo contribui para o desenvolvimento do pensamento lógico e auxilia nas noções de espaço e coordenação motora da criança. O objetivo foi construir um castelo usando basicamente

pirâmides e caixas de cores distintas. Os alunos precisaram seguir especificações de dimensão e forma, o que exigiu um alto nível de atenção aos detalhes e a capacidade de imaginar como diferentes sólidos se combinam para formar um objeto mais complexo. O resultado final, como mostrado na Figura 6, ilustra a complexidade e a criatividade envolvidas na construção, além de destacar a importância de seguir as dimensões e proporções corretas para alcançar um resultado fiel ao modelo.

Figura 6: Estudantes construindo um castelo posicionando sólidos geométricos.

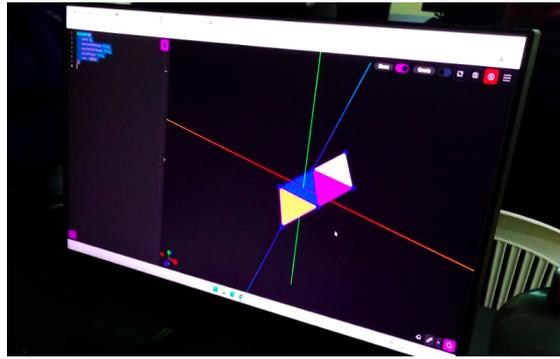


Fonte: autoria própria.

Questão 5: Construa um Tetraedro de lado medindo 2 unidades, mostre as arestas e os vértices do sólido. Por fim, planifique-o e, utilizando a ferramenta marcador, conte a quantidade de arestas, vértices e faces da planificação para responder à próxima questão.

Esta questão visou trabalhar habilidades de visualização espacial, além de desenvolver o entendimento geométrico do aluno. Ao construir o tetraedro e mostrar suas arestas e vértices, os alunos foram desafiados a reconhecer as propriedades fundamentais do sólido. A planificação do tetraedro, que é uma transformação dinâmica do espaço 3D para o 2D, permitiu aos alunos explorar a geometria de uma nova perspectiva. A contagem das arestas, vértices e faces na planificação, além da animação fornecida pelo software durante a planificação, foi uma atividade que reforçou o conhecimento geométrico básico e permitiu a verificação prática das propriedades do sólido. Uma última questão a ser respondida dependia desta, pois questionava quantas faces, arestas e vértices teria um Tetraedro planificado respectivamente. A Figura 7 mostra o aluno planificando o tetraedro, o que evidencia a transição de pensamento tridimensional para bidimensional e o aprofundamento na compreensão das propriedades geométricas.

Figura 7: Estudante planejando o Tetraedro.



Fonte: autoria própria.

A realização das questões individualmente pelos alunos envolvidos mostra como o uso do software e a manipulação direta de objetos tridimensionais ajudaram a desenvolver habilidades essenciais de visualização espacial, pensamento lógico e compreensão geométrica de maneira dinâmica e interativa.

Os resultados obtidos com a aplicação da ferramenta de modelagem 3D demonstram o potencial das tecnologias digitais para aprimorar o ensino de geometria espacial. A possibilidade de visualização e manipulação direta dos sólidos proporcionou aos alunos uma compreensão mais rica e detalhada dos conceitos geométricos, algo que é difícil de alcançar com métodos tradicionais de ensino.

Além disso, o desenvolvimento de habilidades tecnológicas e a promoção da autonomia no aprendizado são ganhos significativos que vão além do conteúdo específico estudado. Esses benefícios mostram que o uso de tecnologias digitais na educação não só melhora a compreensão de conteúdos específicos, mas também prepara os alunos para um mundo cada vez mais digital e interconectado.

Portanto, a integração de ferramentas de modelagem 3D no ensino de matemática, especialmente na geometria espacial, deve ser encorajada e expandida, pois oferece uma perspectiva diferente para se aprender conceitos abstratos, ao mesmo tempo em que desenvolve habilidades essenciais de visualização espacial e geométrica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação de ferramentas de modelagem 3D no ensino de geometria espacial demonstrou ser uma abordagem promissora para superar as dificuldades inerentes à visualização e compreensão de conceitos tridimensionais. No contexto das atividades realizadas com os alunos de Licenciatura em Matemática do campus VI da UEPB, o uso

da modelagem 3D não só tentou facilitar a assimilação de conceitos geométricos, como também buscou promover um ambiente de aprendizado mais dinâmico, interativo e autônomo.

Os resultados indicam que a modelagem 3D proporciona uma compreensão mais profunda e prática dos conteúdos, permitindo que os alunos visualizem e manipulem objetos geométricos de maneira que seria inviável com métodos tradicionais. A interação direta com os modelos tridimensionais buscou promover o desenvolvimento de habilidades essenciais, como a visualização espacial, o pensamento lógico-matemático e a compreensão de conceitos geométricos abstratos.

Além disso, a ferramenta desenvolvida, por ser gratuita e acessível via navegador, se mostrou uma alternativa viável e eficiente para a democratização do ensino de geometria espacial, especialmente em contextos onde recursos tecnológicos são limitados. A boa receptividade demonstrada tanto por alunos como professores reforça a necessidade de integrar tecnologias educacionais no currículo de formação de professores, preparando-os para os desafios da educação contemporânea.

Dessa forma, a modelagem 3D se configura como uma poderosa aliada no ensino de geometria espacial, promovendo maior engajamento dos alunos. O estudo aponta para a importância de continuar explorando novas aplicações dessa tecnologia no ensino de matemática, expandindo seu uso para outros níveis de ensino e áreas do conhecimento. Acreditamos que, com o avanço tecnológico e a crescente integração de ferramentas digitais na educação, a modelagem 3D se tornará cada vez mais presente nas salas de aula, contribuindo para uma educação matemática mais prática, interativa e inclusiva.

REFERÊNCIAS

Costa, R. G. (2019). **Um estudo sobre a dificuldade de aprendizagem dos discentes da disciplina de SRT do curso de design – UFPE CAA**. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal de Pernambuco. Repositório UFPE.

Miceli, M. T.; Ferreira, P. **Desenho Técnico Básico**. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 2004. ISBN 85-215-0937-5.

SABBA, Claudia Georgia. A Gestalt e o ensino de Geometria. In: **Linguagem, conhecimento, ação: ensaios de epistemologia e didática** / org. Nilson José Machado, Marisa O. Cunha. – São Paulo: Escrituras editora, 2003. (Coleção ensaios transversais, 23).